

OFICINA 3

SUSTENTABILIDADE, MORFOLOGIA URBANA, CLIMATOLOGIA E ENERGIA NAS CIDADES

Bruna Dallaverde
Kátia Vieira



OFICINA 3

SKY VIEW FACTOR ANALYSIS OF STREET CANYONS AND ITS IMPLICATIONS FOR DAYTIME INTRA-URBAN AIR TEMPERATURE DIFFERENTIALS IN HIGH-RISE, HIGH-DENSITY URBAN AREAS OF HONG KONG: A GIS-BASED SIMULATION APPROACH.

2010

URBAN GEOMETRY AND SOLAR AVAILABILITY ON FAÇADES AND GROUND OF REAL URBAN FORMS: USING LONDON AS A CASE STUDY.

2016

SOLAR ENERGY AND URBAN MORPHOLOGY: SCENARIOS FOR INCREASING THE RENEWABLE ENERGY POTENCIAL OF NEIGHBOURHOODS IN LONDON

2014

THE RESEARCH AGENDA ON SOCIAL ACCEPTANCE OF DISTRIBUTED GENERATIONS IN SMART GRIDS: RENEWABLE AS COMMON POOL RESOURCES

2011

BLOCO 1

Conceitos de climatologia

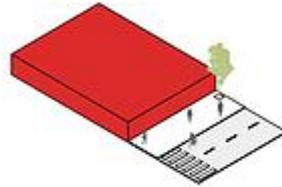
BLOCO 2

Energia renovável e redes distribuídas

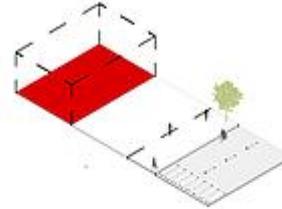
PARÂMETROS EDILÍCIOS E URBANÍSTICOS

- GEOMETRIA SOLAR
- CLIMA LOCAL

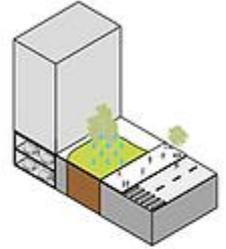
A Coeficiente de aproveitamento



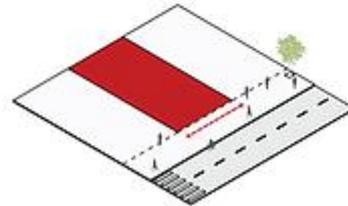
B Taxa de Ocupação



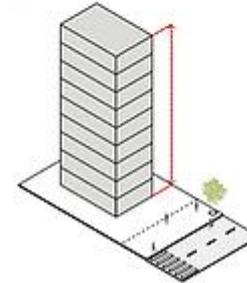
C Taxa de Permeabilidade



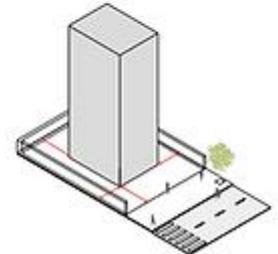
D Lote Mínimo e Área Mínima



E Gabarito de Altura Máxima



F Recuos

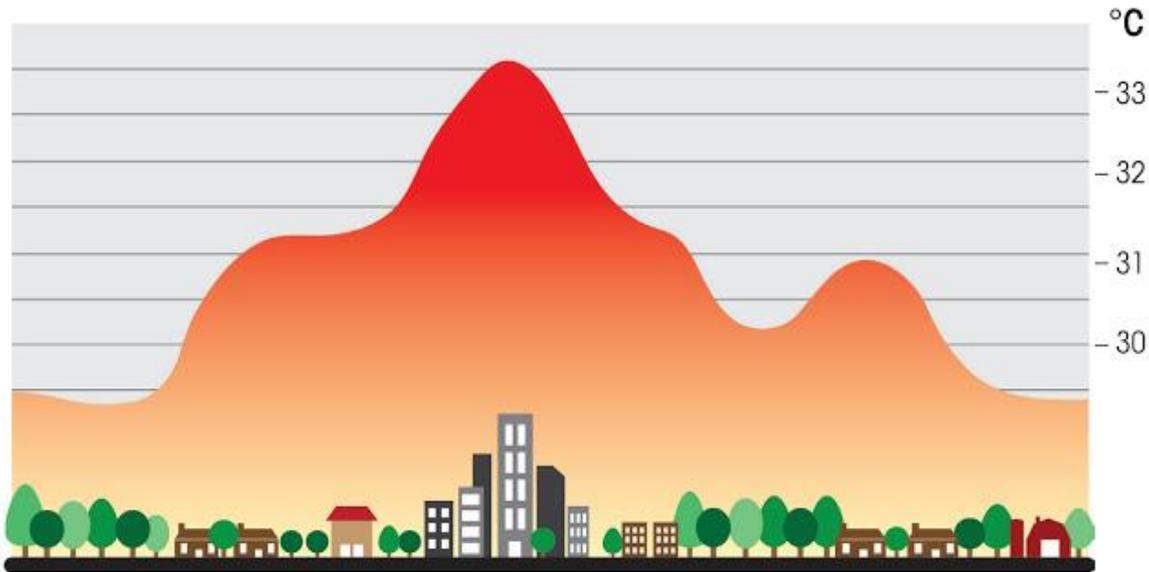


LEI DE PARCELAMENTO, USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DE SÃO PAULO

Sancionada no dia 23 de março de 2016, a Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (LPUOS) normatiza a ação pública e privada sobre as formas de uso do solo da cidade.

MICROCLIMA URBANO

MICROCLIMA URBANO É UM TERMO USADO EM CLIMATOLOGIA PARA DESIGNAR UM CONJUNTO DE CONDIÇÕES CLIMÁTICAS (TEMPERATURA, UMIDADE, SENSAÇÃO TÉRMICA, PLUVIOSIDADE) DE UMA PEQUENA ÁREA DENTRO DE UMA CIDADE. ESTAS ÁREAS APRESENTAM CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DIFERENTES DO RESTANTE DA CIDADE.



SKY VIEW FACTOR E MORFOLOGIA URBANA

SKY VIEW FACTOR ANALYSIS OF STREET CANYONS AND ITS IMPLICATIONS FOR DAYTIME INTRA-URBAN AIR TEMPERATURE DIFFERENTIALS IN HIGH-RISE, HIGH-DENSITY URBAN AREAS OF HONG KONG: A GIS-BASED SIMULATION APPROACH

INTERNATIONAL JOURNAL OF CLIMATOLOGY

27 October 2010

Liang Chen, Edward Ng, Xipo An, Chao Ren, Max Lee, Una Wang e Zhengjun H.

HONG KONG

CARACTERÍSTICAS GERAIS

- Localização: costa sudeste da China
- Clima: subtropical com meses quentes, úmidos e longos verões (maio-setembro)
- Temperatura média: 28,5°C
- Densidade urbana: 50.000 habitantes/ km²
- Edifícios de 40 a 60 andares em ruas estreitas de 15m-25m



HONG KONG

- CLIMA SUBTROPICAL
- TEMPERATURA MÉDIA ALTA
- DENSIDADE URBANA ALTA
- GEOMETRIA URBANA DE CÂNIONS URBANOS

IMPACTO NO CONFORTO →

TÉRMICO URBANO

RELAÇÃO ENTRE EDIFÍCIOS E
MICROCLIMA LOCAL

PREOCUPAÇÃO COM CONFORTO
TÉRMICO HUMANO DURANTE VERÃO
PARA PLANEJAMENTO URBANO

GEOMETRIA URBANA em HONG KONG



Figura 03: Área construída de arranha-céus e alta densidade de Hong Kong
(Fonte: autores do artigo)



Figura 04: Vista do céu no típico desfiladeiro de rua de Hong Kong
(Fonte: autores do artigo)

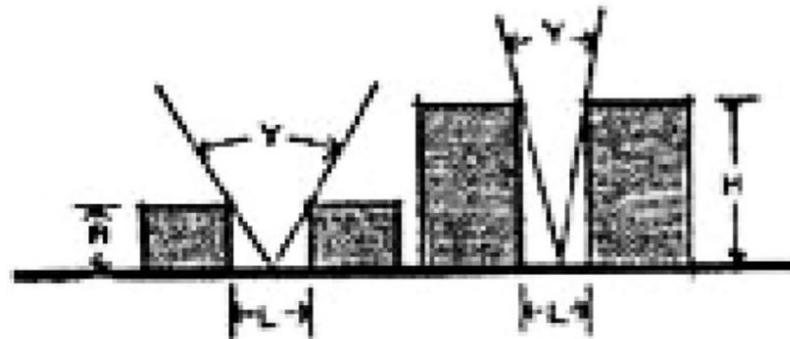
GEOMETRIA URBANA

COMBINAÇÃO DAS FORMAS CONSTRUÍDAS COM RELEVO E PAISAGEM NATURAL (Villas Boas, 1986)

- Em Hong Kong, há alta obstrução do céu aberto de forma a retardar o resfriamento da superfície urbana durante a noite resultando as **ilhas de calor** (Oke, 1981)
- Indicador: **Sky View Factor (S.V.F.)** = Fator de visão de céu.

SKY VIEW FACTOR

- Parâmetro adimensional (0 - 1);
- Quantifica o céu visível em determinado local;
- Relação geométrica entre a céu obstruída e a área total da abóbada celeste visível.



H = altura das edificações

L = largura das ruas

Y = obtido por meio da fração do hemisfério ocupado pelas paredes das edificações

Figura 02: Fator de Visão do Céu (Fonte: Lowry, 1988)

ILHA DE CALOR

PARA O DESCOMPASSO NO BALANÇO ENERGÉTICO GERADO PELO AUMENTO DAS TEMPERATURAS NOTURNAS NOS CENTROS URBANOS, OS QUAIS SÃO, VIA DE REGRA, MAIS ADENSADOS, EM RELAÇÃO ÀS ZONAS RURAIS QUE RODEIAM AS ÁREAS URBANIZADAS (Oke, 1973)

ILHA DE CALOR | EFEITO NOTURNO

Área urbana com temperaturas mais altas do que área rural.

ILHA DE CALOR | EFEITO DIURNO

Área rural com temperaturas mais altas do que área urbana.



VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DO AR NA ÁREA INTRAURBANA

Temperatura máxima média do verão registrada nos desfiladeiros urbanos era 0,6 ° C mais baixa que a das cidades satélites e áreas rurais.

ILHA DE CALOR e GEOMETRIA URBANA

COMPLEXIDADE DO TEMA “ILHA DE CALOR”

- Diversidade do ambiente pesquisado
- Diferentes usos do solo
- Presença das copas de árvore

“A GOOD KNOWLEDGE OF THE INFLUENCE OF STREET GEOMETRY ON TEMPERATURE OVER VERY SHORT DISTANCES, WITHIN CITIES, WOULD BE OF GREAT VALUE, NOT LEAST FOR URBAN PLANNING.” (Eliasson, 1996)

OBJETIVO

Analisar o efeito de geometria urbana, quantificada por SVF, nas diferenças de temperatura do ar intra-urbano durante o dia de verão nos cânions das ruas de Hong Kong.

METODOLOGIA

1. Simulação baseada em GIS (*Geographic Information System*) com base em modelo 3D de Hong Kong;
2. Mapeamento do SVF de Hong Kong;
3. Análise de regressão: retificação do mapeamento por meio de medições em campo.



AVALIAÇÃO ESPACIAL DA TEMPERATURA DO AR NO MEIO INTRA-URBANO

SKY VIEW FACTOR

MÉTODO
ANALÍTICO/
GEOMÉTRICO

1980

- Base: características geométricas + modelo da troca de radiação dos cânions urbanos;
- Parâmetros: seção do céu visível, altura das edificações e largura das ruas;
- Aplicações: pontos específicos em diferentes estruturas urbanas.

MÉTODO
FOTOGRAFICO

1980

- Base: fotografias com uso da lente olho de peixe + definição do horizonte + análise da relação entre partes obstruídas e desobstruídas do céu.
 - * Projeção equiângula de Steyn (1980): estimativo do SVF por meio da divisão da imagem em anéis concêntricos com iguais larguras.
- Aplicações: bastante realista, pois pode lidar com edifícios de diversos tamanhos e formas. Leva em consideração também a vegetação.
- Limitações: 1. necessita de condições climáticas específicas (céu nebuloso e homogêneo, já que a incidência solar direta e nuvens carregadas podem causar problemas); 2. processo moroso, pois além da geração requer o processamento das imagens; 3. inadequado para grandes áreas.

SKY VIEW FACTOR

MÉTODO POR GPS

(Global Positioning System)

2002

- Base: dados do GPS + cálculo instantâneo de SVF (equação delimitada para cada caso);
- Parâmetros: satélites rastreados, satélites visíveis e a soma das relações sinal-ruído;
- Aplicações: 1. rápido e barato; 2. não depende das condições atmosféricas; 3. vinculado ao GIS;
- Limitações: 1. bom desempenho em área urbano e afetado pela alta quantidade de vegetação nas áreas rurais por conta do ruído no processamento dos sinais; 2. método não exato; 3. equação depende do equipamento GPS.

MÉTODO POR SOFTWARE

2002

- Base: banco de dados da área (3D - GIS/ vetorial ou master) + simulação do SVF;
- Parâmetros: seção do céu visível, altura das edificações e largura das ruas;
- Aplicações: aplicação rápida para grandes áreas possibilitando análises abrangentes;
- Limitações: depende da existência de banco de dados.

AMPLAMENTE RECONHECIDO EM ESTUDOS ACADÊMICOS RECENTES

SKY VIEW FACTOR e TEMPERATURA DO AR DIURNA

- Há bibliografia a respeito da ilha de calor noturna, em detrimento da ilha de calor diurna.
- Relação comum: quanto menor a SVF, temperatura será mais alta no período da noite. Mas não sabe-se relacionar a diferença do SVF e a diferença de temperatura.

INTENSIDADE DA ILHA DE CALOR

Atkinson (2003): Não obteve resultados consistentes, pois levou dois cenários limitados em consideração (1 como valor rural e 0,4 como valor urbano).

SVF x BALANÇO DE TEMPERATURA

Steeimers et al. (2004): SVF mais alto resultou em balanço de temperatura mais próximo ao natural, indicando que áreas menos adensadas construtivamente possuem balanço energético mais equilibrado

MORFOLOGIA URBANA x BALANÇO DE TEMPERATURA

Bourbia e Boucheriba (2010): Impacto do desenho da rua no microclima no centro de cidade adensada ao norte da África com clima semi-árido. SVF mais alto resultou em temperatura mais alta.

SVF + OUTROS COMPONENTES x ILHA DE CALOR

Giridharan et al. (2004):

- Ilha de calor diurna nos empreendimentos residenciais de Hong Kong.
- Análise multivariável;
- Coeficiente SVF para ilha de calor diurna (da ordem de 1,5 ° C) poderia ser positivo ou negativo.
- Diferentes estruturas de construção, geram influências distintas sobre a temperatura, mesmo que tenham o mesmo SVF. Não houve mais elucidações sobre essa interrelação.

SKY VIEW FACTOR e TEMPERATURA DO AR DIURNA

SVF + OUTROS COMPONENTES x
ILHA DE CALOR

Giridharan et al. (2004): Dias típicos de verão: variáveis como SVF, albedo de superfície, velocidade do vento, etc., poderiam explicar de forma colaborativa as alterações nas temperaturas das ilhas de calor diurnas de forma consistente. Não soube especificar a atuação direta do SVF por conta de sua alta variação e relação com outros fatores.

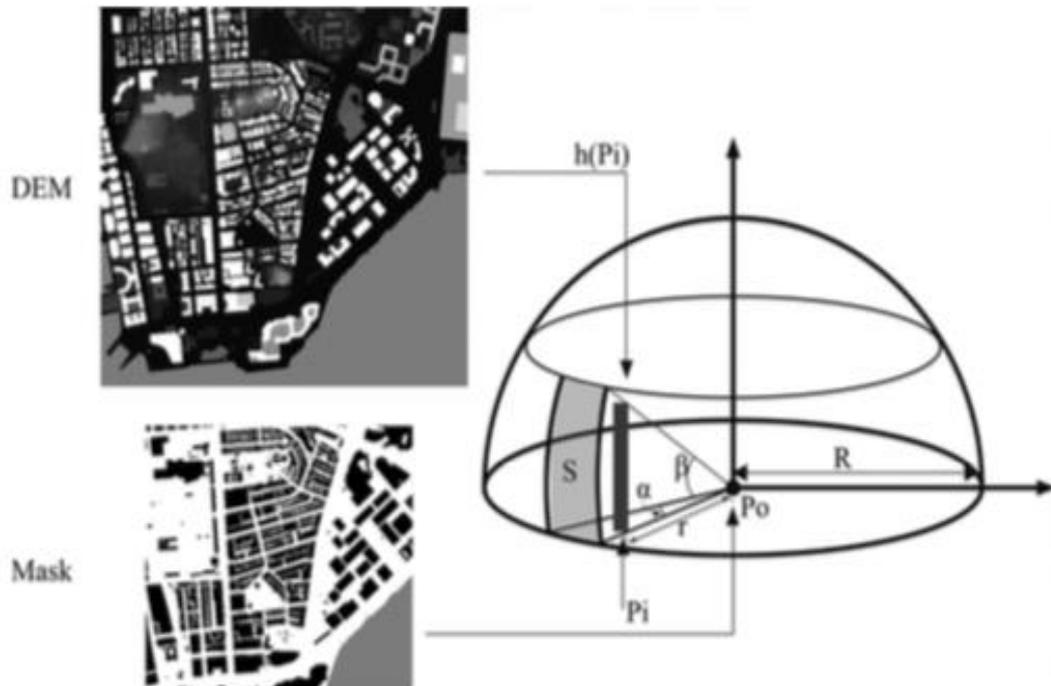
NOVA ABORDAGEM - RELAÇÃO DA VARIAÇÃO DE TEMPERATURA E SVF POR MEIO DE COMPARAÇÕES DAS MÉDIAS REGIONAIS DAS VARIAÇÕES GEOMÉTRICAS E DE TEMPERATURA (Unger, 2004)

MÉTODO RÁPIDO DE SOFTWARE PARA CALCULAR VALORES CONTÍNUOS DE SVF

1. DESENVOLVIMENTO DO ALGORITMO:

- Algoritmo híbrido: arranjos geométricos + bases teóricas (método vetorial)
- Base: banco de dados 3D + topografia
- Resultado: Informações geográficas em banco de dados rasterizados
- Aprimoramentos: camada de máscara determinará o ponto de obtenção do SVF (no topo ou na base da construção)

Figura 05: Ilustração do algoritmo para o cálculo de SVF. A camada Máscara define os pixels cujos SVFs devem ser calculados (P_0) e a camada DEM armazena informações de altura da superfície urbana ($h(P_i)$). α é o ângulo de rotação e R é o raio de busca. P_i é o pixel com o maior ângulo de elevação β ao longo de uma determinada direção. A superfície S é o segmento do céu obstruído pelo P_i . (Fonte: autores do artigo)

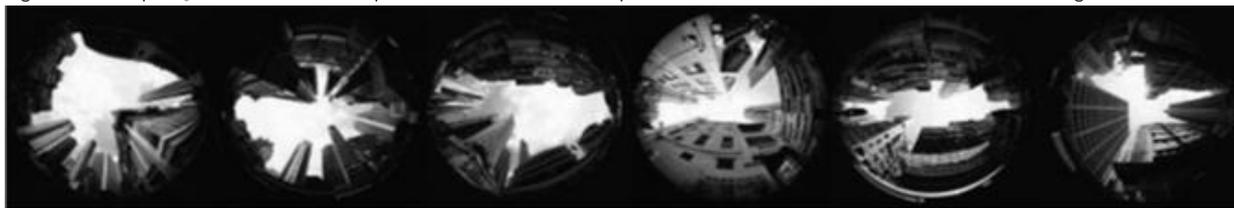


MÉTODO RÁPIDO DE SOFTWARE PARA CALCULAR VALORES CONTÍNUOS DE SVF

2. VERIFICAÇÃO DO MÉTODO:

- Comparação do SVF simulado com os resultados do método analítico e as fotografias das lentes olho de peixe
- Geralmente é satisfatório

Figura 06: Comparação de SVF calculada por fotos com lente olho de peixe e o método do software (Fonte: autores do artigo)



SVF: fish-eye	0.420	0.282	0.410	0.210	0.237	0.204
SVF: simulated	0.442	0.288	0.420	0.258	0.275	0.239

3. PERFORMANCE:

- Devido ao seu recurso híbrido, a precisão do algoritmo depende de três fatores: o ângulo de rotação α , o raio R do hemisfério e também a resolução da varredura.

ANÁLISE DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DO AR INTRA-URBANO DURANTE O DIA

ÁREAS COM ALTA DENSIDADE CONSTRUTIVA:

- Tsim Sha Tsui East (TST) de tamanho $1,8 \times 1,8$ km
- Tsuen Wan (TW) de tamanho $2,0 \times 1,8$ km

Figura 07: Google maps da área de estudos (Fonte: autores do artigo)

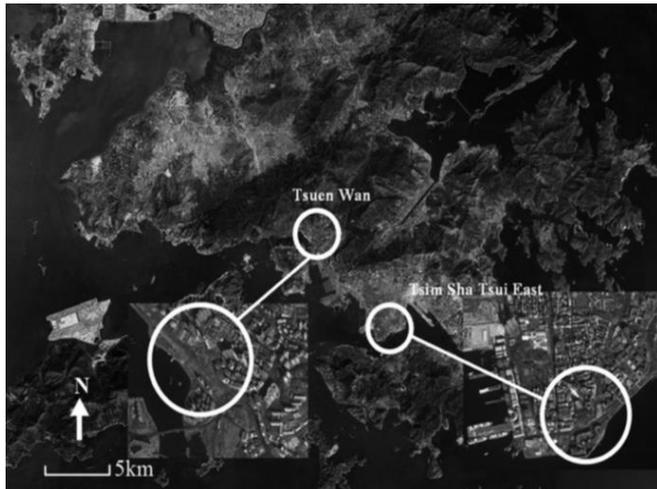


Figura 08 e 09: Tsim Sha Tsui East e Tsuen Wan (Fonte: Wikipedia, 2018)



ANÁLISE DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DO AR INTRA-URBANO DURANTE O DIA

1. MEDIÇÃO DE TEMPERATURA DO AR

Pontos relevantes:

- Terrenos planos
- Uso comercial e residencial

2. ANÁLISE E CORRELAÇÃO DE DADOS

- Temperatura mais baixa registrada nas proximidades do beira-mar
- Exclusão de pontos de ruído: estrada de alto tráfego e saídas de metrô
- Diferença de temperatura nos cânions chega a 4,9° C
- Lindberg (2007) considerou alternativamente a média circular de SVF e adaptou os raios de 50 e 100 m para um local de 1,4 × 1,4 km. Quatro raios são testados para comparar a aplicabilidade da média da SVF em diferentes escalas, sendo 50, 100, 150 e 200 m. O mapa SVF contínuo gerado nos permite realizar análises espaciais desse tipo e os dados baseados em GIS tornam a operação fácil e direta com a ajuda do sistema ArcGIS.

ANÁLISE DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DO AR INTRA-URBANO DURANTE O DIA

EQUACIONAMENTO

- Função de regressão:

$$\Delta T = -6.6595 \times SVF_{100m_neigh_avg} + 5.6061,$$

$$R^2 = 0.65 \quad (0.2 \leq SVF \leq 0.75)$$

O coeficiente de regressão de -6.6595 indica que o SVF é inversamente proporcional às diferenças de temperatura do ar durante o dia: uma diminuição de $\pm 0,15$ de uma média vizinha de 100 m de raio de 100 m de SVF pode resultar em uma elevação de temperatura de 1 °C.

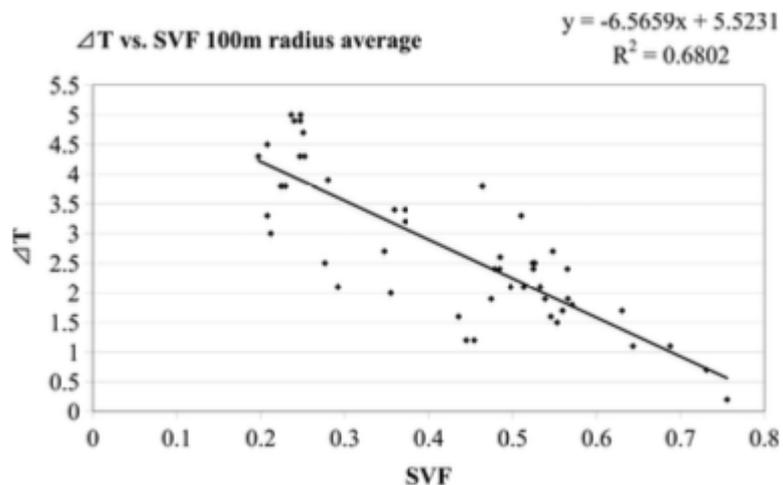
- Uso comercial e residencial
- Temperatura mais baixa registrada nas proximidades do beira-mar
- Exclusão de pontos de ruído: estrada de alto tráfego e saídas de metrô

ANÁLISE DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DO AR INTRA-URBANO DURANTE O DIA

3. VERIFICAÇÃO E CALIBRAÇÃO

- Novos levantamentos *in loco* em 2006 e 2008:

Figura 13: Correlação do valor médio de SVF da vizinha e variação de temperatura em raio de 100m (Fonte: autores do artigo)



- Nova equação de regressão:

$$\Delta T = -6.5659 \times SVF_{100m_neigh_avg} + 5.5231,$$

$$R^2 = 0.68 \quad (0.2 \leq SVF \leq 0.76)$$

ANÁLISE DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DO AR INTRA-URBANO DURANTE O DIA

Figura 10: Mapa de medição de temperatura para a área TST (Fonte: autores do artigo)



ANÁLISE DA VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DO AR INTRA-URBANO DURANTE O DIA

Figura 11: Mapa SVF contínuo no nível do solo para a área TST (Fonte: autores do artigo)

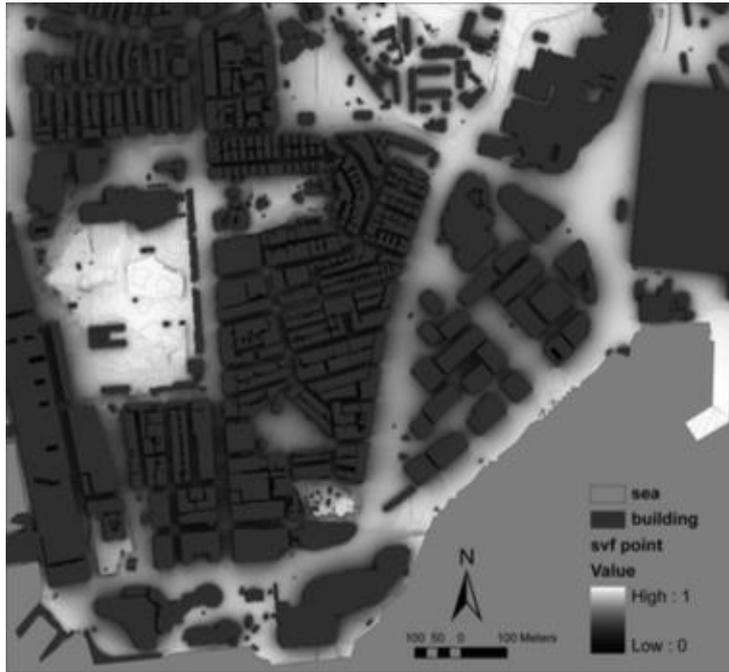
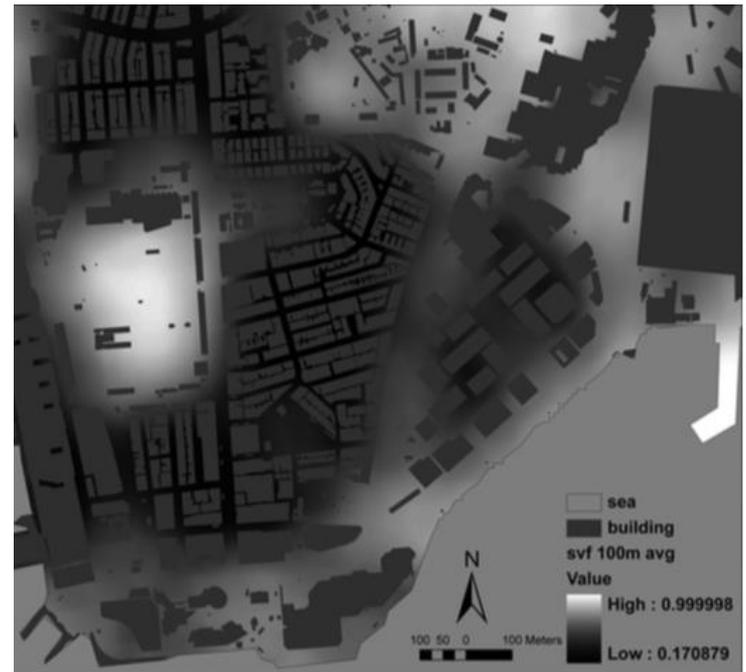


Figura 12: Mapa SVF médio da vizinhança com raio de 100 m para a área TST (Fonte: autores do artigo)



DISCUSSÃO

APLICAÇÃO DO SVF SOBRE PLANEJAMENTO E DESIGN URBANO

ESCALA REGIONAL

Padrão geral de diferença de temperatura do ar intra-urbano de Hong Kong ao categorizar toda a área urbana de Hong Kong em classes quantificadas por SVF.

ESCALA DA EDIFICAÇÃO

Estudo paramétrico para testar o SVF de diferentes configurações do edifício.

DISCUSSÃO

APLICAÇÃO DO SVF SOBRE PLANEJAMENTO E DESIGN URBANO | ESCALA REGIONAL

ESCALA
REGIONAL

CLASSIFICAÇÃO

SVF < 0,35

Indica elevação de temperatura de 3°C

SVF 0,35 a 0,50

Indica elevação de temperatura de 2°C

SVF 0,50 a 0,65

Indica elevação de temperatura em 1°C

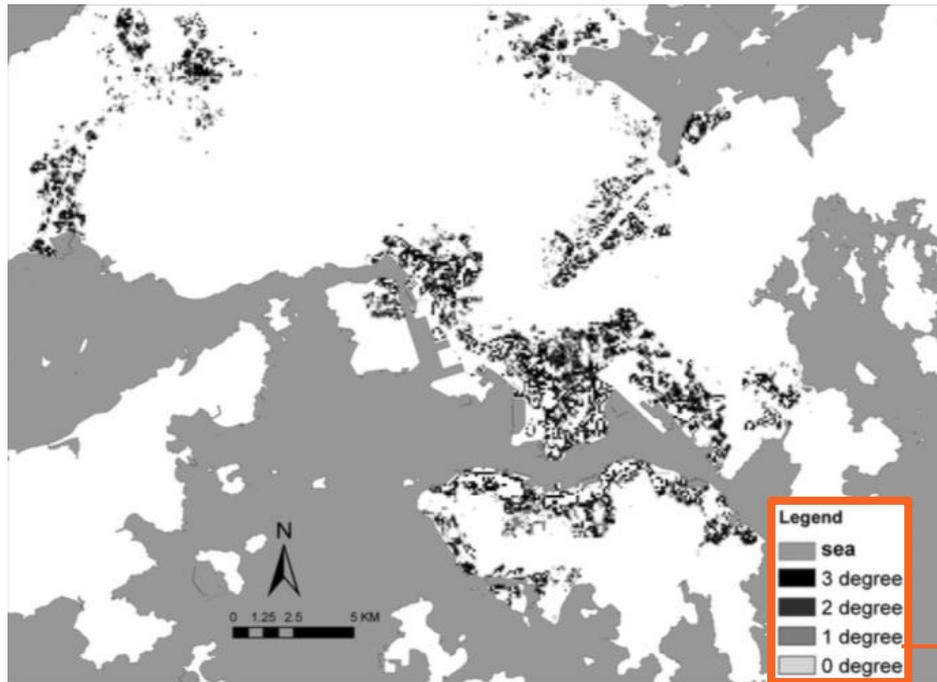
SVF > 0,65

Indica que não há elevação de temperatura na área urbana

DISCUSSÃO

APLICAÇÃO DO SVF SOBRE PLANEJAMENTO E DESIGN URBANO | ESCALA REGIONAL

Figura 14: Padrão de variação de temperatura intra-urbana das áreas de Hong Kong. (Fonte: autores do artigo)



INFORMAÇÕES QUANTITATIVAS PARA
O PLANEJAMENTO REGIONAL

QUANTO MAIOR A VARIÇÃO DE TEMPERATURA, MAIS
TERMICAMENTE SENSÍVEL É A ÁREA

DISCUSSÃO

APLICAÇÃO DO SVF SOBRE PLANEJAMENTO E DESIGN URBANO | ESCALA REGIONAL

1. Modelo construtivo desenvolvido por meio do SVF resultante que evidencia o quanto a geometria urbana afeta a variação de temperatura e, portanto, o conforto térmico humano ou o estresse térmico.
 - Um aumento da temperatura intra-urbana de 3°C é significativo. Em Hong Kong, quente e úmido, isso pode levar a mortalidade e morbidade relacionadas ao estresse térmico (Leung et al., 2008). Também pode intensificar a ocorrência de períodos de calor diurno (sete ocorrências contínuas com $T_{max} \geq 33^{\circ}\text{C}$) e períodos de calor noturnos (sete ocorrências contínuas com $T_{min} \geq 28^{\circ}\text{C}$).

Efeitos das ilhas de calor em Hong Kong têm grandes proporções

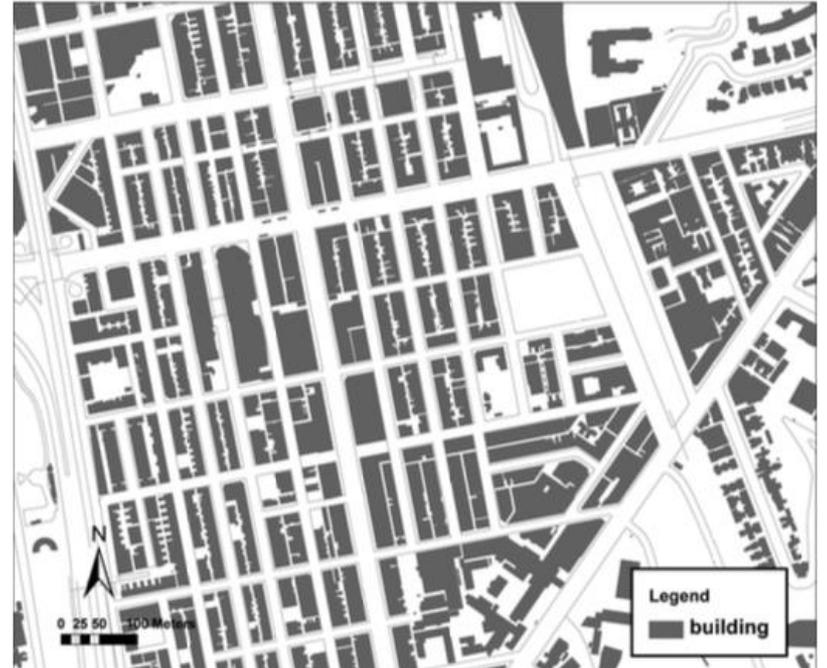
2. Identificação de áreas de foco com maior sensibilidade térmica. Exemplo: revisão do Plano de Zoneamento de Hong Kong pode-se pensar na implantação de oásis urbanos, áreas verdes urbanas e passagens urbanas aéreas onde são necessárias.
3. Aprimoramento do Mapa Climático Urbano de Hong Kong com a incorporação das cargas térmicas e o melhor entendimento da dinâmica da biometeorologia na zona urbana de Hong Kong.

DISCUSSÃO

APLICAÇÃO DO SVF SOBRE PLANEJAMENTO E DESIGN URBANO | ESCALA DA EDIFICAÇÃO

- Estudo: 50 × 100 m com ruas de largura de 16 m.
Áreas urbanas padrões congestionadas construtivamente, por exemplo, Mong Kok, em Hong Kong.

Figura 15: Área de Mong Kok (Fonte: autores do artigo)

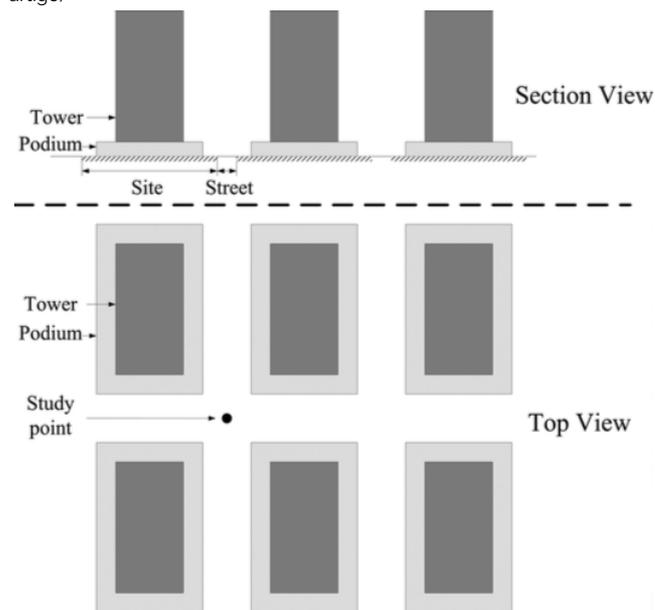


DISCUSSÃO

APLICAÇÃO DO SVF SOBRE PLANEJAMENTO E DESIGN URBANO | ESCALA DA EDIFICAÇÃO

- 14 tipos de configurações de edifícios são testados - Prédios são todos blocos homogêneos dispostos simetricamente em um plano infinito. Corresponde à prática profissional típica e aos regulamentos construtivos de Hong Kong. Volume de construção de um local é estimado em $300\,000\text{ m}^3$ = **unidade do estudo**.

Figura 16: Vista de seção e vista superior de blocos de construção no estudo paramétrico. O tamanho do local é de $100 \times 50\text{ m}$, a largura da rua é de 16 m e um bloco de construção consiste em uma torre e um pódio. Os números não são desenhados em escala (Fonte: autores do artigo)



DISCUSSÃO

APLICAÇÃO DO SVF SOBRE PLANEJAMENTO E DESIGN URBANO | ESCALA DA EDIFICAÇÃO

1. SVF e volume de construção seguem uma relação logarítmica
2. SVF é fator determinante da carga térmica nas edificações, mas a influência varia de acordo com a densidade construtiva do local, sendo maior quando o ambiente é mais adensado.
3. Configurações com embasamento e torre em que 88,3% a 100% do terreno é ocupado apresentam menor SVF;
4. Outras configurações de construção em que 35,5% a 72% do terreno é ocupado apresentam pequena variação do SVF.
5. Redução da ocupação do terreno terá um benefício significativo na obtenção de maior SVF causando diferença de temperatura de $\pm 0,6$ °C.

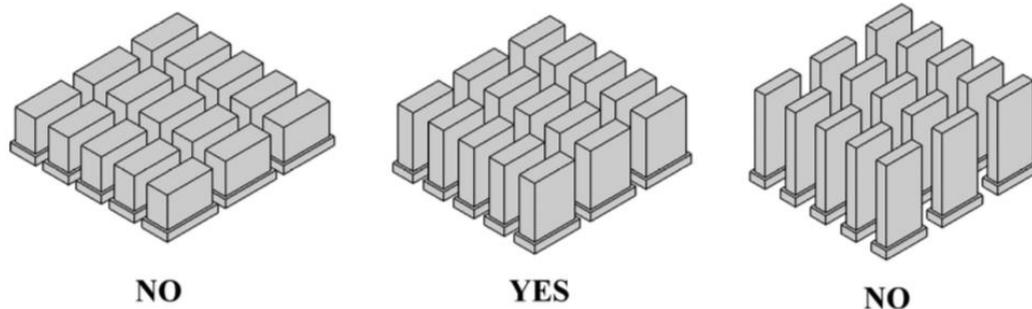
DISCUSSÃO

APLICAÇÃO DO SVF SOBRE PLANEJAMENTO E DESIGN URBANO | ESCALA DA EDIFICAÇÃO

6. Recomendações de configurações para as edificações

CARACTERÍSTICAS	EFEITOS	RECOMENDAÇÕES
Embasamento grande + Torre alta Embasamento médio + Torre média Torres baixas	SVF pequeno SVF grande com altura razoável Altura excessiva	Não: alta carga térmica Sim: baixa carga térmica e forma estética Não: forma não estética

Figura 17: Uma ilustração da recomendação de configuração de construção (Fonte: autores do artigo)



CONCLUSÕES

ABORDAGEM DE SIMULAÇÃO PARA INVESTIGAR O IMPACTO DA SVF NAS VARIAÇÕES INTRA-URBANAS DA TEMPERATURA DO AR DURANTE O VERÃO EM ÁREAS DE ALTA E ALTA DENSIDADE EM HONG KONG.

SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

(Embasamento teórico e matemático)



CONCEITOS MICROCLIMÁTICOS



APLICAÇÕES DIRETAS NO
PLANEJAMENTO URBANO
(Escala Regional e Construtiva)

Simulação abre novas possibilidades para caracterizar (qualitativamente e quantitativamente) relacionamentos em estudos urbanos. Extensa análise espacial só é possível com o método de software em uma estrutura GIS e ArcGIS palpável para os planejadores urbanos, já que não requer conhecimento extra em computação e programação.

Análise do SVF é uma ferramenta útil e eficaz para estudos de climatologia urbana em cidades subtropicais de alta e alta densidade. Pontos para aprimoramento: Tratou apenas de áreas adensadas com pouca vegetação.

MORFOLOGIA URBANA E AVALIAÇÃO DA INCIDÊNCIA SOLAR

URBAN GEOMETRY AND SOLAR AVAILABILITY ON FAÇADES AND GROUND OF REAL URBAN FORMS: USING LONDON AS A CASE STUDY

18 September 2016

Christina Chatzipoulka, Raphaël Compagnon e Marialena Nikolopoulou

SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL URBANA

RADIAÇÃO SOLAR

- Diversos usos dentro da área urbana:
 1. Habitabilidade dos espaços (iluminação e temperatura adequada)
 2. Geração de energia
 3. Eficiência energética dos espaços.
- Alta disponibilidade solar nas fachadas e telhados dos edifícios (potencial ativo e passivo) + espaços abertos
- Devido à natureza unidirecional dos raios solares e da interação previsível com a geometria urbana, diferentemente dos ventos e da temperatura, possibilita previsões mais precisas.

GEOMETRIA URBANA e DISPONIBILIDADE SOLAR

- Como a geometria urbana varia de forma significativa, há diversas possibilidades de relação entre a radiação solar e o espaço urbano.

SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL URBANA

DENSIDADE URBANA

Refere-se à magnitude do volume total construído em um determinado local.

LAYOUT URBANO

Refere-se à maneira pela qual esse volume construído é distribuído espacialmente no local, horizontal e verticalmente.

CORRELAÇÃO NEGATIVA ENTRE A DENSIDADE URBANA E A DISPONIBILIDADE SOLAR

- Implicações no desempenho energético dos edifícios e das áreas abertas urbano, microclima e conforto térmico ao ar livre.
- Densidade urbana: seu aumento associado positivamente à sustentabilidade ambiental urbana. Ressalvas para climas temperados e frios, onde o aumento da disponibilidade solar é crucial.
- Layout urbano: a relação entre verticalidade e horizontalidade das edificações, cujo aumento pode levar a um maior potencial solar pelo acréscimo da disponibilidade de luz do dia nas fachadas e abertura do espaço aberto para o céu
- A maioria dos estudos que examinavam as relações entre variáveis da geometria urbana e indicadores de disponibilidade solar era baseada em investigações paramétricas baseadas em modelos computacionais genéricos de cânions urbanos ou configurações simples de volumes retangulares de edifícios. Por isso, é importante que essas descobertas sejam testadas em formas urbanas reais.

OBJETIVOS

1. INVESTIGAR, ESTATISTICAMENTE, A RELAÇÃO ENTRE GEOMETRIA URBANA E DISPONIBILIDADE SOLAR EM ÁREAS URBANAS REAIS

Abordagem metodológica de cima para baixo, limitando a complexidade da geometria urbana a configurações identificadas como representativas, este estudo é baseado na análise de 24 formas urbanas encontradas em Londres.

1. EXAMINAR SIMULTANEAMENTE A DISPONIBILIDADE SOLAR EM FACHADAS DE EDIFÍCIOS E EM ESPAÇOS ABERTOS.

- As condições microclimáticas em espaços abertos afetam os níveis de conforto térmico ou desconforto experimentados pelas pessoas e, portanto, a duração e a qualidade de suas atividades ao ar livre.
- Indicadores solares comuns a ambos: SVF e irradiância solar média (potência total da energia proveniente do Sol/ área)

1. EXPLORAR O DESEMPENHO SOLAR SAZONAL DE DIFERENTES FORMAS URBANAS EM LONDRES DURANTE TRÊS PERÍODOS DISTINTOS.

- Disponibilidade solar em superfícies urbanas variam com o tempo e com as diferentes finalidades dadas ao uso solar.
- Nível do solo: relacionada com as condições térmicas experimentadas pelos pedestres; enquanto nas fachadas, com o potencial passivo dos edifícios.

METODOLOGIA

1. ANÁLISE MORFOLÓGICA DE TRÊS ÁREAS DE LONDRES, COMPUTANDO UM CONJUNTO DE VARIÁVEIS DE GEOMETRIA URBANA

1.1 Modelos digitais de elevação das três áreas foram produzidos com resolução espacial de 0,25 m no ArcGIS e divididos em células do tamanho de 500 x 500 m.



Figura 18: Direita, 3 áreas estudadas no mapa de Londres; à esquerda, a área central de Londres dividida em células de 50m x 500 m (Fonte: autores do artigo)

METODOLOGIA

1. ANÁLISE MORFOLÓGICA DE TRÊS ÁREAS DE LONDRES, COMPUTANDO UM CONJUNTO DE VARIÁVEIS DE GEOMETRIA URBANA

1.2 As células foram analisadas usando técnicas de processamento de imagens no software Matlab e faixas representativas de valores de densidade para Londres foi obtida.

1.3 As 24 células, ou seja, formas urbanas, foram selecionadas para serem incluídas no estudo com base em:

- Continuidade do tecido urbano
- Inclusão de diferentes layouts urbanos
- Aquisição de uma continuidade dos valores de densidade, sendo a maioria representada por mais de uma célula.

METODOLOGIA

1. ANÁLISE MORFOLÓGICA DE TRÊS ÁREAS DE LONDRES, COMPUTANDO UM CONJUNTO DE VARIÁVEIS DE GEOMETRIA URBANA

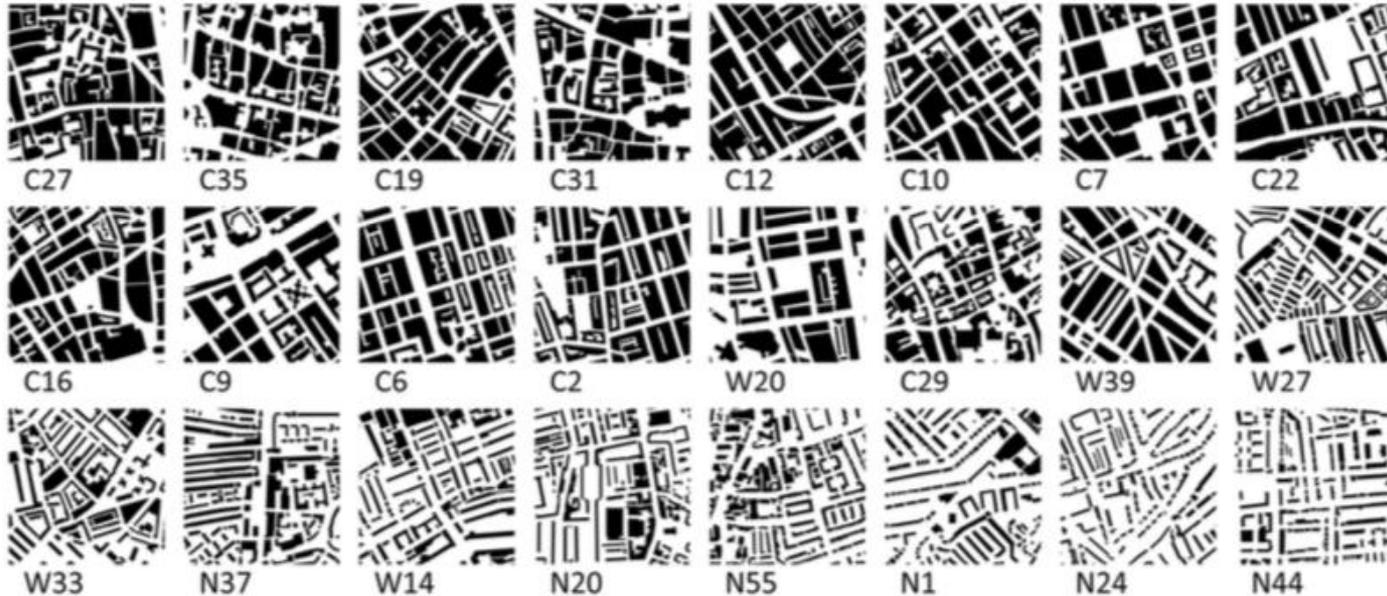
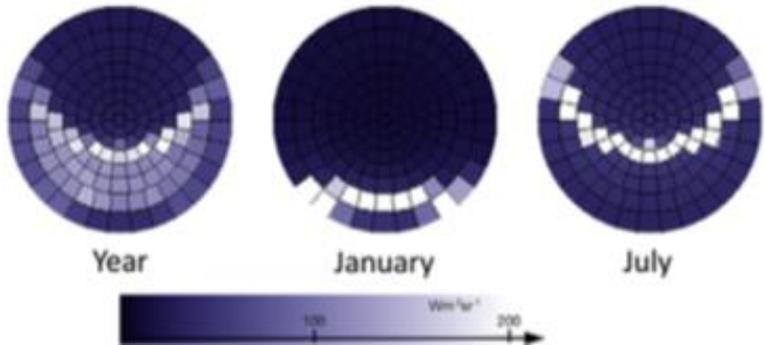


Figura 18: Vinte e quatro formas urbanas do centro (C), oeste (W) e norte (N) de Londres, em ordem decrescente de densidade (Fonte: autores do artigo)

METODOLOGIA

2. ANÁLISE DA DISPONIBILIDADE SOLAR EM FACHADAS DE EDIFÍCIOS E EM SOLO E CÁLCULO DA DISPONIBILIDADE SOLAR PARA FORMAS URBANAS SELECIONADAS



Year
mean diffuse horizontal irradiance: 120 W/m^2
mean direct horizontal irradiance: 102 W/m^2

January
mean diffuse horizontal irradiance: 52 W/m^2
mean direct horizontal irradiance: 32 W/m^2

July
mean diffuse horizontal irradiance: 136 W/m^2
mean direct horizontal irradiance: 157 W/m^2

Figura 20: Vistas estereográficas da abóbada celeste representando modelos de céu gerados para o ano, janeiro e julho e usados em simulações (Fonte: autores do artigo)

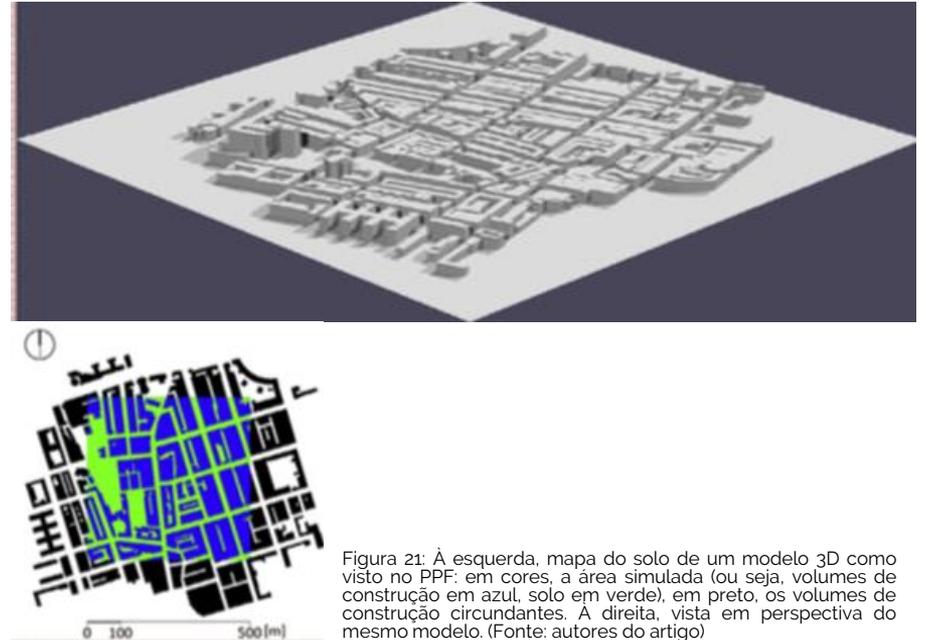


Figura 21: À esquerda, mapa do solo de um modelo 3D como visto no PPF: em cores, a área simulada (ou seja, volumes de construção em azul, solo em verde), em preto, os volumes de construção circundantes. À direita, vista em perspectiva do mesmo modelo. (Fonte: autores do artigo)

METODOLOGIA

3. ELABORAÇÃO ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS DAS DUAS ETAPAS ANTERIORES

As relações das variáveis da geometria urbana e os valores médios dos indicadores solares foram explorados realizando testes estatísticos no pacote estatístico SPSS. Como essas relações foram consideradas lineares, os testes de correlação de Pearson e regressão linear foram capazes de descrevê-las adequadamente.

RESULTADOS

INVESTIGAÇÃO SOBRE AS RELAÇÕES CAUSAIS ENTRE GEOMETRIA URBANA E DISPONIBILIDADE SOLAR EM FACHADAS DE EDIFÍCIOS E NO NÍVEL DO SOLO, CONSIDERANDO TRÊS PERÍODOS DE TEMPO: O ANO INTEIRO, JANEIRO E JULHO.

- Efeito negativo da densidade urbana na irradiação solar do solo e das fachadas pode ser modificado em um grau importante pelo layout urbano, ou seja, a maneira pela qual a densidade construída e distribuída horizontal e verticalmente dentro de uma área.

Por exemplo, comparando um par de formas urbanas de densidade semelhante, mas com layout bastante diferente, verificou-se que o solo e as fachadas estavam recebendo mais irradiação global em 32% e 11%, respectivamente.

- SVF média do solo e a irradiância difusa são significativamente afetadas pela distância média entre edificações, ocupação do solo, direção e complexidade das edificações; enquanto nas fachadas, as variáveis de layout urbano como a complexidade, o desvio padrão da altura e a direcionalidade das edificações.
- Parâmetros de layout urbano que afetam mais a irradiação direta média são diferentes nos períodos considerados, especialmente em janeiro e julho (altitude solar mais baixa).

RESULTADOS

- Efeito sazonal na disponibilidade solar parece ser muito mais pronunciado para o solo do que para as fachadas de edifícios, com os espaços abertos sofrendo com uma excessiva sombra no inverno e uma exposição solar prolongada no verão.
- Perspectiva particular para Londres:
 1. Desenvolvimentos de densidade média pois eles apresentam maior potencial para promover mutuamente os diferentes objetivos sazonais.
 2. Melhor disponibilidade solar no inverno.
 3. Divisão em blocos menores.
 4. Alturas diversas das edificações
 5. Maior compactação das edificações.
 6. Ocupação do terreno e orientação das edificações é aspecto crucial.
 7. Para espaços abertos, pensar na insolação no inverno e na proteção no verão.
- Questões mais amplas relativas à relação da disponibilidade solar com a geometria urbana e os ângulos de altitude solar.

ENERGIA RENOVÁVEL E MORFOLOGIA URBANA

**SOLAR ENERGY AND URBAN MORPHOLOGY:
SCENARIOS FOR INCREASING THE RENEWABLE
ENERGY POTENTIAL OF NEIGHBOURHOODS IN
LONDON**

7 July 2014

Juan José Sarralde, David James Quinn, Daniel Wiesmann, Koe Steemers

SUSTENTABILIDADE NO AMBIENTE URBANO

UM ESTUDO DO POTENCIAL SOLAR DOS BAIRROS DA GRANDE LONDRES



COMO A MORFOLOGIA URBANA E A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS CIDADES PODEM ESTAR RELACIONADAS?

COMO OS ÍNDICES URBANÍSTICOS PODEM INFLUENCIAR O CONSUMO E A GERAÇÃO DE ENERGIA NOS EDIFÍCIOS?

É POSSÍVEL CRIAR MODELOS DE ANÁLISE QUE PERMITAM A PLANEJADORES URBANOS E PROJETISTAS AUMENTAR O POTENCIAL SOLAR EM PROJETOS URBANOS TANTO EM ÁREAS NOVAS QUANTO EXISTENTES?

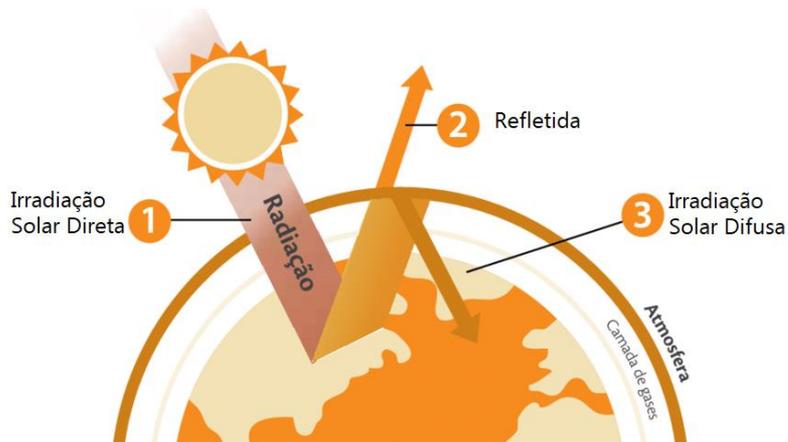
CONCEITO

IRRADIAÇÃO SOLAR:

A irradiação solar é a magnitude que mede a energia por unidade de área de radiação solar incidente em uma superfície colocada em um local e intervalo de tempo bem especificados. Trata-se de uma variável climática que depende, portanto, da época do ano, da latitude, do clima local e das horas do dia.

A irradiação solar é, geralmente, medida em watts-hora por metro quadrado.

O potencial de irradiação solar é diretamente ligado a geração de energias cuja a fonte é o sol, como os painéis fotovoltaicos.



Tipos de Irradiação solar:

Irradiação solar total

Irradiação normal direta (radiação direta)

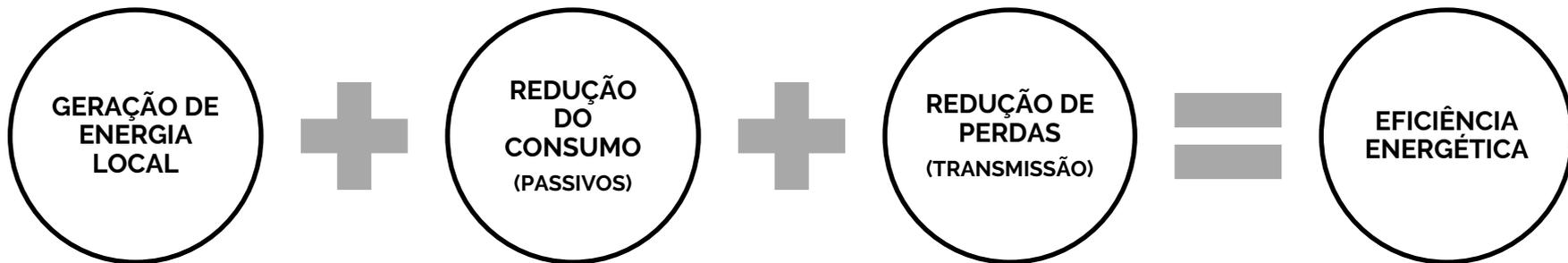
Irradiação horizontal difusa (radiação difusa do céu)

Irradiação horizontal global

INTRODUÇÃO

Desenvolver de uma metodologia de modelagem estatística para avaliar o potencial de energia solar renovável (Solar Renewable Energy - REP) das cidades, com base em sua morfologia urbana.

Obter a otimização de certos parâmetros de morfologia, a fim de aumentar o potencial solar dos edifícios telhados e fachadas.



ANTECEDENTES

EXPOSIÇÃO SOLAR x
CONTRIBUIÇÃO AMBIENTAL

Steemers K (1997): Uso de software de rastreamento de raios para investigar a exposição solar das cidades e as contribuições ambientais da penetração solar em uma área urbana.

MORFOLOGIA URBANA E
CONSTRUTIVA x CONTRIBUIÇÃO
AMBIENTAL E ENERGÉTICA

Steemers K (2000): Avaliação do potencial de geração de energia renovável nas cidades, explorando as relações entre a forma urbana e o desempenho energético e ambiental dos edifícios.

MORFOLOGIA URBANA x
GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR

Yun e Steemers (2009): Analisaram o impacto das configurações urbanas no potencial de geração de energia usando painéis fotovoltaicos integrados em fachadas.

MORFOLOGIA URBANA x
GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR

Compagnon (2004); Compagnon et al. (2004): Ao comparar os resultados três cidades suíças, foi encontrada uma relação inversa entre a densidade urbana e o potencial de coletores solares fotovoltaicos montados em fachadas e telhados.

— ANTECEDENTES

MORFOLOGIA URBANA x
GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR

(Robinson, 2006; Cheng et al., 2006) Eficácia do uso de medidas agregadas à forma urbana, como a relação altura / largura dos cânions, cobertura do local, proporção do lote, distribuição horizontal e uniformidade vertical de edifícios, entre outros, para calcular a disponibilidade de irradiação.

FERRAMENTAS PARA AVERIGUAR
DESEMPENHO NA GERAÇÃO DE
ENERGIA

(Robinson et al., 2007; Robinson et al., 2009): Desenvolvimento de técnicas complexas de modelagem computacional para prever o desempenho de várias tecnologias de geração de energia, incluindo a solar, dentro dos limites da cidade

METODOLOGIA

1. Caracterização da forma urbana
 - Extração de 18 índices urbanos da base espacial georreferenciada da cidade de Londres – Software ArcGis ArcMap 10;
 - Categorização em 5 subcategorias;
 - Unidade de estudo – LSOA (cerca de 1500 habitantes)

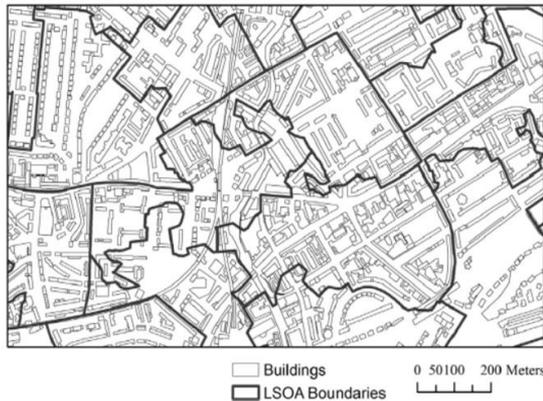


Table 1

Data sources for the calculation of urban form descriptors.

Data set	Data source
UK census (2001), generalised land use database (GLUD, 2005)	Neighbourhood statistics: http://www.neighbourhood.statistics.gov.uk/
Ordnance survey mastermap: building heights & footprints	University of Edinburgh's EDINA, Digimap collections: http://edina.ac.uk/

Table 2

Data sources for the calculation of urban morphology descriptors.

Group	Descriptor	Units
Building typology	1) Share of detached houses	%
	2) Share of semi-detached houses	%
	3) Share of terraced houses	%
	4) Share of apartment blocks	%
Vertical & horizontal distribution	5) Average building height	m
	6) Standard deviation of building heights	m
	7) Average distance between buildings (nearest neighbours from centroids)	m
Land use	8) Share of area covered by domestic buildings	%
	9) Share of area covered by roads	%
	10) Share of area covered by private gardens	%
Building geometry	11) Average building volume	m ³
	12) Average building perimeter	m
	13) Average building orientation (variation between the main longitudinal angle of building footprint and due north)	°
Building density	14) Plot ratio (total floor area divided by total area of neighbourhood)	
	15) Site coverage (share of total built area)	%
	16) Total floor area	m ²
	17) Total area covered by buildings	m ²
	18) Total area of neighbourhood	1 K m ²

METODOLOGIA

2. Modelagem da irradiação solar de edifícios

Softwares de Simulação

Coberturas - Solar Radiation, ArcGIS ArcMap 10.0 (imagem raster) - 4718 amostras de LSOA

Fachadas - Solar Access Analysis, Autodesk Ecotect Analysis 2011 - 93 amostras de LSOA

Irradiação solar média diária por meses do ano

3. Modelos estatísticos para previsão de irradiação solar

- Software R- modelos de regressão e correção de erros espaciais – Roof-SolREP e Façade- SolREP
- A análise de dados do modelo de regressão permitiu definir as características urbanas necessárias para a construção de um modelo de previsão.
- Validação: comparação entre valores calculados por simulação e valores obtidos no modelo de previsão.

Predicted solar radiation on roofs (Wh/m²)

LSOA Gr. London predictedAreaSolRad



0 5 10 20 Kilometers



Table 3

Descriptors of urban morphology used to predict the solar irradiation of roofs and façades.

<i>Roof-SolREP</i>	<i>Façade-SolREP</i>
1) Share of semi-detached houses	1) Average building height
2) Share of area covered by private gardens	2) Site coverage
3) Average building perimeter	3) Average distance between buildings
4) Standard deviation of building heights	
5) Plot ratio	
6) Average distance between buildings	

CENÁRIOS PARA OTIMIZAR O POTENCIAL SOLAR

1. Comparando bairros com previsão irradiação solar semelhante

⇒ CONFIGURAÇÕES URBANAS DISTINTAS



Fig. 3. Sample A: LSOA representing the mean value for predicted solar irradiation of roofs.



Fig. 4. Sample B: LSOA representing the mean value for predicted solar irradiation of roofs.



Fig. 5. Sample C: LSOA representing the mean value for predicted solar irradiation of roofs.

CENÁRIOS PARA OTIMIZAR O POTENCIAL SOLAR

2. Cenários para otimização da irradiação solar nas coberturas

OTIMIZAÇÃO DE 6 VARIÁVEIS

1, 2 e 3

OTIMIZAÇÃO DE 1 VARIÁVEL

4, 5 e 6

MAXIMIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS 4, 5 e 6, PARA PADRÕES DE EMPREENDIMENTOS NOVOS

7 e 8

Table 5

Comparison of the results of eight scenarios for optimising solar REP of roofs (where: Y = predicted solar irradiation; ΔY = percentage increase in Y over base-case; values used are based on the Greater London sample).

Scenario	Description	Y (Wh/m ²)	ΔY (%)
Base-case scenario	Sample A, Fig. 3	970,580.18	
1) Variation 20%	All modified by 20%	981,501.47	1.12%
2) Variation 50%	All modified by 50%	997,883.40	2.81%
3) Max. variation	All modified to max. value	1,055,870.18	8.78%
4) Low density	Plot ratio at min. value	980,245.41	0.99%
5) Dispersed neighbours	Avg. distance between buildings at max. value	1,018,167.97	4.90%
6) Even skyline	Std. dev. of building heights at min. value	974,901.60	0.44%
7) Uniform development	Share of semi-detached houses at max. value	984,923.48	1.47%
8) Green suburbia	Share of area covered by gardens, plot ratio and avg. distance between buildings at max. values	1,039,866.60	7.13%

CENÁRIOS PARA OTIMIZAR O POTENCIAL SOLAR

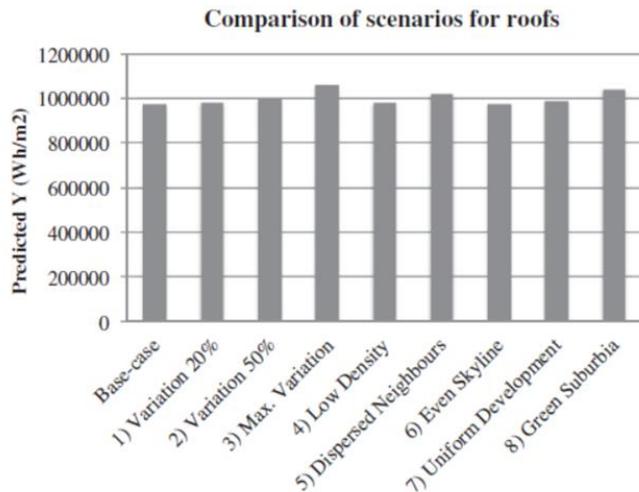


Fig. 7. Comparison of the results of scenarios for optimising solar irradiation of roofs (where: Y = predicted solar irradiation in Wh/m^2).

- ✓ Pequena variação entre os cenários;
- ✓ O cenário número 3, "Variação máxima", é o de melhor desempenho, com aumento de 8,78%;
- ✓ O cenário 8, "Green Suburbia", apresenta o segundo melhor desempenho com aumento de 7,13%. Por modificar apenas 3 variáveis, este cenário é provavelmente a maneira mais eficiente para otimizar a irradiação solar nas coberturas;
- ✓ O cenário 5, "Dispersed Neighbours", que modifica apenas a variável de distância média entre edifícios, demonstra um bom desempenho, atingindo um aumento de 4,9%;
- ✓ Os cenários de pior desempenho são o 4 (0,99%) e o 6 (0,44%);
- ✓ Apesar dos resultados indicarem um baixo potencial de otimização da irradiação urbana pela morfologia urbana, o desempenho de 3, 8 e 5 estão produzindo melhores resultados que o máximo observado na amostra;
- ✓ É possível, portanto, melhorar o REPsolar de coberturas introduzindo modificações na forma construída de bairros.

Discutindo resultados | coberturas

CENÁRIOS PARA OTIMIZAR O POTENCIAL SOLAR

3. Cenários para otimização da irradiação solar nas fachadas

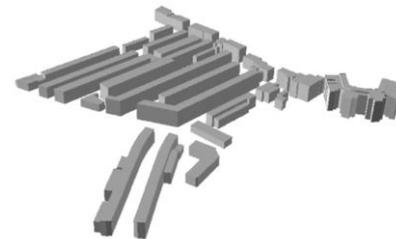


Fig. 6. LSOA representing the mean value for predicted for predicted solar irradiation of facades.

Table 6

Comparison of the results of five scenarios for optimising solar REP of façades (where: Y = predicted solar irradiation; ΔY = percentage increase in Y over base-case; values used are based on the Camden borough sample).

Scenarios	Description	Y (Wh/m ²)	ΔY (%)
Base-case scenario	LSOA in Fig. 6	163,840.32	
1) Variation 20%	All modified by 20%	186,586.48	13.88%
2) Variation 50%	All modified by 50%	220,705.72	34.7%
3) Max. variation	All modified to max. value	238,413.56	45.51%
4) Low rise	Avg. building height at min. value	172,402.44	5.22%
5) Dispersed low density	Site coverage at min. value; avg. distance between buildings at max. value	229,851.44	40.28%

OTIMIZAÇÃO DE 3 VARIÁVEIS

1, 2 e 3

OTIMIZAÇÃO DE 1 VARIÁVEL

4

OTIMIZAÇÃO DE 2 VARIÁVEIS
(área de ocupação e distância média entre edifícios - variáveis + influentes)

5

CENÁRIOS PARA OTIMIZAR O POTENCIAL SOLAR

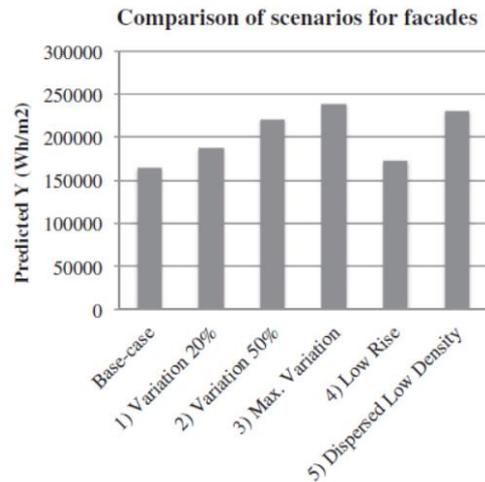


Fig. 8. Comparison of the results of scenarios for optimising solar irradiation of façades (where: Y = predicted solar irradiation in Wh/m²).

- ✓ Observa-se uma variação muito maior que as obtidas para coberturas, com o cenário de melhor desempenho 3: de 45,51% sobre o caso base.
- ✓ Além disso, cenário 5, que modificada apenas duas variáveis, apresenta uma variação relevante de 40,28% sobre o cenário de base,
- ✓ O cenário 4, com variação da variável "altura média das edificações", apresenta o pior desempenho, sendo 5,22% maior que o cenário de caso base.
- ✓ Os valores obtidos no caso de fachadas mostram a impacto relativamente alto das diferentes variáveis independentes na previsão da irradiação solar. Assim, existe um grande escopo para melhorar a irradiação solar de fachadas modificando a forma urbana dos bairros.
- ✓ No entanto, embora os resultados para fachadas sejam melhores, o REP solar para coberturas é muito maior que o de fachadas. Exemplo: o cenário com melhor desempenho para fachadas recebe pouco menos de $\frac{1}{4}$ da quantidade de energia solar de radiação por metro quadrado recebido no cenário de base para coberturas.

Discutindo resultados | fachadas

APLICABILIDADE DOS MODELOS

REP Coberturas x REP Fachadas

- ✓ A distância média entre as edificações é a única variável comum aos dois modelos. Por ser uma variável direta, ela não gera conflitos;
- ✓ Porém, outras variáveis podem ser incompatíveis entre si. Através da imposição de condições de contorno ao modelo, pode-se avaliar o impacto de variável e definir uma lista de prioridades para facilitar estratégias de design:

Variables in order of priority	
1	All variables in the <i>Roof-SolREP</i> model
2	Variables in 'Green Suburbia' scenario
3	Average distance between buildings
4	Plot ratio
5	Standard deviation of building heights
6	Average building perimeter
7	Share of area covered by private gardens
8	Share of semi-detached houses
9	All variables in the <i>Façade-SolREP</i> model
10	Variables in 'Dispersed Low Density' scenario
11	Site coverage
12	Average building height

TÓPICOS DE DISCUSSÃO

- ✓ Como inserir as variáveis climáticas no estudo das cidades?
 - ✓ Qual o potencial da aplicação dos modelos teóricos e o do uso da simulação para tomada de decisões sobre intervenções em tecidos urbanos existentes e novos?
-

**ENERGIA RENOVÁVEL, GERAÇÃO DE ENERGIA
DISTRIBUÍDA, SMART GRIDS E GOVERNANÇA**

**THE RESEARCH AGENDA ON SOCIAL
ACCEPTANCE OF DISTRIBUTED GENERATIONS IN
SMART GRIDS: RENEWABLE AS COMMON POOL
RESOURCES**

5 October 2011

Maarten Wolsin

CONCEITOS

ENERGIA RENOVÁVEL:

Energia proveniente de recursos naturais que podem ser renovados, seja pela ação da própria natureza ou pela transformação imposta pelo homem aos agentes naturais.

GERAÇÃO DE ENERGIA DISTRIBUÍDA (DG):

Sistema de geração de energia composto por múltiplas pequenas unidades geradoras localizadas próximas aos consumidores.

MATRIZ ENERGÉTICA:

Representação quantitativa de todos os recursos energéticos disponíveis num determinado território que possam ser utilizados nos diversos processos produtivos.

MATRIZ ELÉTRICA:

Representação quantitativa de fontes disponíveis apenas para a geração de energia elétrica num determinado território.

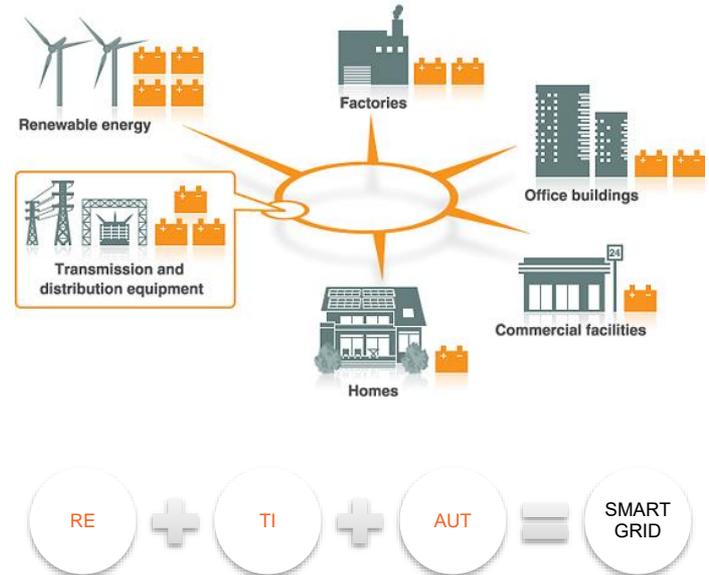


CONCEITOS

SMART GRIDS (REDES INTELIGENTES):

Sistema de energia elétrica que se utiliza da tecnologia da informação para fazer com que o sistema seja mais eficiente (econômica e energeticamente), confiável e sustentável. A definição de redes elétricas inteligentes ainda não está completamente consolidada, mas nesse sistema devem constar os seguintes atributos:

- ✓ Fontes de energia renovável, geração distribuída e armazenamento de energia nos dois lados do medidor;
- ✓ Sistemas de transmissão e distribuição transparentes e controláveis;
- ✓ Capacidade para resposta à demanda e controle de demanda.



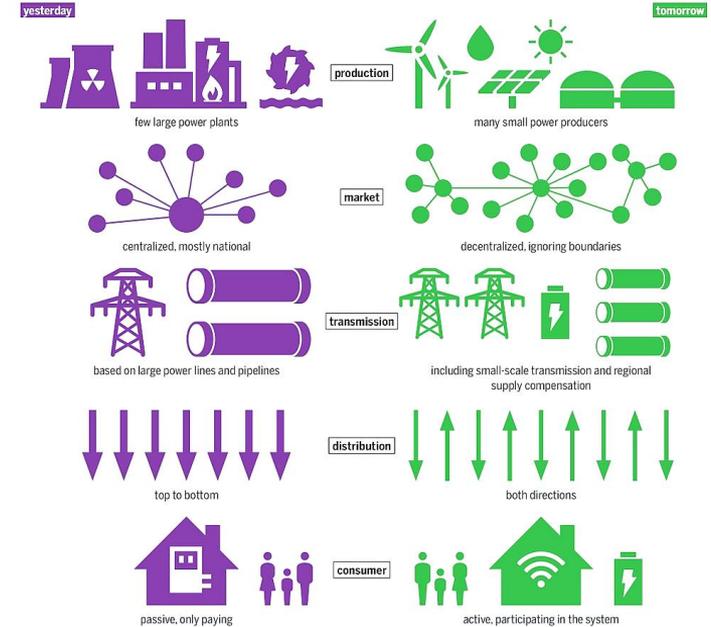
Wikipedia, 2020

QI DA REDE E ENERGIA RENOVÁVEL

- Século XIX: primeiras usinas eram micro-redes isoladas;
- Expansão das indústrias e crescimento das cidades gerou o aumento da demanda de energia equacionada sob a forma centralizada de geração e distribuição de energia produzida em grandes plantas com predominância de fontes não-renováveis;
- Década de 80: fragmentação e dispersão das redes de energia, bem como o uso de fontes renováveis, como forma de buscar eficiência energética e mitigar as mudanças climáticas;
- Cenário com redes isoladas, que usam fontes alternativas de energia, segue de forma lenta devido aos problemas de confiabilidade no fornecimento (intermitência) e na regulação dos fluxos de energia;
- A formação de redes de distribuição de energia policêntrica torna-se factível nessa década devido ao desenvolvimento de Tecnologias da Informação, Comunicação e formas de transmissão e armazenamento.

STAYING BIG OR GETTING SMALLER

Expected structural changes in the energy system made possible by the increased use of digital tools



O desenvolvimento das telecomunicações, tecnologia da informação e da internet das coisas (IoT) permitem maior confiabilidade no funcionamento das redes e o controle pelo consumidor sobre seu próprio consumo e a energia depositada na rede. O processo de implantação das redes distribuídas permite repensar o sistema de geração e distribuição de energia de forma completa, requerendo uma reestruturação de ordem sócio-técnica.

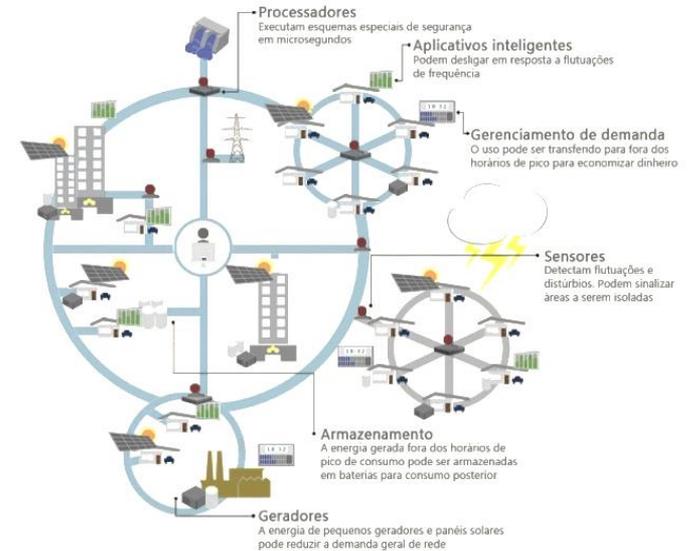


ALÉM DA TECNOLOGIA...

A implantação e desenvolvimento de redes de energia distribuídas inteligentes podem impactar diretamente na organização social, redefinindo a divisão tradicional entre consumidores e fornecedores.

Caminhos possíveis:

- Políticas para aumentar autonomia para grupos locais;
- Políticas de controle sobre consumo individual por gerentes de rede, com o objetivo de regular a demanda de acordo com os níveis prescritos.



DESAFIOS

- Aceitação social;
- Superação do "gerenciamento sob demanda", baseado em política de preços;
- Revisão institucional, como políticas governamentais, rotinas organizacionais, regulamentos existentes, tecnologias existentes, padronização e especialização das indústrias, preferências sociais;
- Implantação de redes inteligentes, através de medidores que monitorem e equilibrem a oferta, distribuição, demanda e armazenamento de energia;
- Controle dos consumidores-fornecedores sobre ativos gerados;
- Criação de mecanismos de armazenamento, como carros elétricos;
- Superação das barreiras institucionais e estabelecimento de um novo equilíbrio de forças do mercado – "dependência do caminho";



ACEITAÇÃO DA INOVAÇÃO DAS DisGenMiGrids

Distributed Generation Micro Grids | Micro-redes de Geração Distribuída

1. Aceitação da estrutura institucional

- ✓ Reservar espaço para implantação;
- ✓ Investir na compra de turbinas fotovoltaicas, eólicas, etc;
- ✓ Definir arranjos institucionais de propriedade e controle dos aparelhos;
- ✓ Definir o papel de cada ator envolvido e estabelecer com clareza os padrões de consumo aos quais a rede deverá atender.

2. Semelhanças com as energias renováveis

- ✓ Políticas inadequadas
- ✓ Estrutura de implementação
- ✓ Decisões de implementação



Fig. 2. Three dimensions of social acceptance of renewable energy innovations [54].

PERSPECTIVA DA COMUNIDADE

Confiança

- ✓ Decisões colaborativas, envolvimento e participação direta da comunidade
- ✓ Imparcialidade no processo de tomada de decisão
- ✓ Confiança Mútua

Fatores de identidade

- ✓ Identidade local
- ✓ Identidade dos membros da comunidade
- ✓ Identidade dos padrões de carga





Litoral, energia eólica e paisagem: estão destruindo um bem de todos, a paisagem que levou eras para se formar

Litoral, energia eólica: aos poucos a paisagem do litoral brasileiro vai mudando para pior. Além da especulação imobiliária que destrói a paisagem, agora temos torres eólicas em toda parte.



Mundauí, Ceará, uma beleza de comunidade. Era assim em 2008...



Ficou assim em 2015. O que o contrassenso é capaz de produzir...Porque colocar as turbinas tão próximas da costa? Se estivessem cem metros pra trás gerariam a mesma energia sem esculhambiar uma das mais lindas paisagens brasileiras.

Matriz energética do Brasil está mudando

O site Portal Brasil diz que

“ O Brasil possui a matriz energética mais renovável do mundo industrializado com 45,3% de sua produção proveniente de fontes como recursos hídricos, biomassa e etanol, além das energias eólica e solar. As usinas hidrelétricas são responsáveis pela geração de mais de 75% da eletricidade do País. ”



Matéria publicada em 22/12/2015

<https://marsemfim.com.br/brasil-litoral-e-energia-eolica>

AGENDA DE PESQUISA

QUESTÕES DE ACEITAÇÃO – LINHA DE BASE



AGENDA DE PESQUISA

QUESTÕES DE ACEITAÇÃO – TÓPICOS PARA PESQUISA

LIMITES DO SISTEMA

- Tamanho ideal
- Limites: micro-rede local x rede pública

PROPRIEDADE

- Controle de ativos pela comunidade
- Controle externo x controle da comunidade

REGRAS DE ACESSO

- Escassez de espaço
- Regulamentações da construção e vegetação
- Proteção das características do local
- Planejamento colaborativo x planejamento inflexível

REGRAS DE CONFORMIDADE

- Regulamentações para recursos e consumo para diversos atores;
- Direito de entregar à micro-rede, ou seja, aos consumidores;
- Padronização para esses equipamentos em escalas maiores e regulamentação que não interfira na instalação na micro-rede;
- Oportunidades de adaptar o sistema, a tecnologia e a governança interna à identidade da comunidade e às mudanças nas condições.

ESTUDO DE CASO

WELLINGTON – NOVA ZELÂNDIA

data: 2016

área: 290 km²

população: 418.500

Capital da Nova Zelândia, cidade-porto, é altamente vulnerável a terremotos e tempestades severas. Após um terremoto de magnitude 7.8, a cidade investiu em aumentar sua resiliência frente os desastres naturais, criando, entre outras medidas, novas fontes de geração de energia para seus habitantes.



ESTUDO DE CASO

- ✓ O Sistema centralizado levava a uma efeito cascata, com a queda de todo o sistema, quando havia uma falha;
- ✓ Para introduzir mais flexibilidade, o Conselho da Cidade trabalhou com a Wellington Electricity (fornecedor), a Contact Energy (varejista) e os proprietários particulares para pilotar uma usina virtual na escala do bairro;
- ✓ A cidade viu uma oportunidade de pilotar usinas virtuais de energia, a fim de permitir que as residências mantenham as luzes acesas e aliviar a carga no sistema durante períodos de alto uso;
- ✓ Os sistemas virtuais de usinas de energia consistem em um conjunto de painéis solares no telhado e baterias de armazenamento (a partir de 8kW, com a capacidade de atualizar até 16kW);



ESTUDO DE CASO

- ✓ Os proprietários foram estimulados a adotarem veículos elétricos. O sistema VPP ajuda a mitigar o pico de demanda de energia, com o potencial de reduzir drasticamente a tensão na rede e diminuir a probabilidade de interrupção ou falha de energia.
- ✓ O programa piloto do VPP foi instalado em 24 residências e a cidade estabeleceu a intenção de aumentar 10 vezes, para 250 residências. Cada residência do projeto piloto deve fornecer energia a 10 outros vizinhos, como parte de uma programa de reforço dos laços comunitários, ou seja, 240 famílias têm acesso imediato à energia de emergência;
- ✓ Wellington também procurou melhorar sua infraestrutura existente em escala regional, investindo na rede central. Tal estratégia permite a redundância de sistemas a fim evitar falhas.

www.100resilientcities.org



ESTUDO DE CASO

PROJETO SENDAI - JAPÃO

data: 2004

- ✓ Com o objetivo de melhorar a qualidade do fornecimento, um centro de geração de energia foi construído na cidade de Sendai, numa região com residências, campus universitário e hospital geriátrico;
- ✓ Nem todos os equipamentos precisam da mesma qualidade de geração de energia e a geração local permite que se faça este tipo de distinção.
- ✓ A geração de energia usa geradores a gás, uma fonte não renovável;



BRASIL

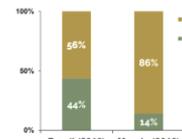
2007 – Plano Nacional de Energia 2030

- ✓ Preocupação com “ganhos sistêmicos”;
- ✓ As fontes alternativas de energia, como estratégia para obter eficiência energética;
- ✓ Ampliação da base de informações sobre o consumo de energia no país;
- ✓ Sistema de Etiquetagem e Selos;
- ✓ Criação de instituições para monitoramento e verificação dos resultados;
- ✓ Aperfeiçoamento do Marco Legal para Incentivar o Mercado de Eficiência Energética;
- ✓ Combate ao desperdício de energia na população de baixa renda;
- ✓ Redes distribuídas e cogeração como alternativas viáveis na geração de energia;

Fonte: MME - Estratégias para Retomada de Infraestrutura - Fórum 2019 ABDIB

Características da Matriz Energética Brasileira

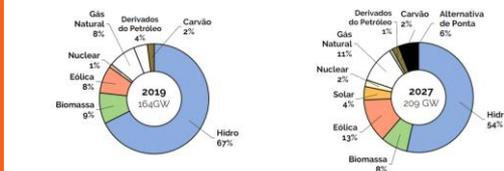
- ✓ O Brasil possui uma das matrizes energéticas **mais limpas do mundo**
- ✓ Em 2027, a parcela renovável da oferta de energia chegará a **48%**



Fonte: EPE, 2018



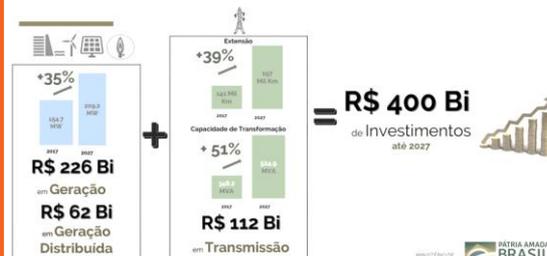
Matriz Elétrica - Planejamento



Compromisso Brasileiro no Acordo de Paris
Reduzir emissões de gases do efeito estufa em 37% até 2025 e 43% até 2030, com relação as emissões de 2005



Investimentos Previstos – Até 2027

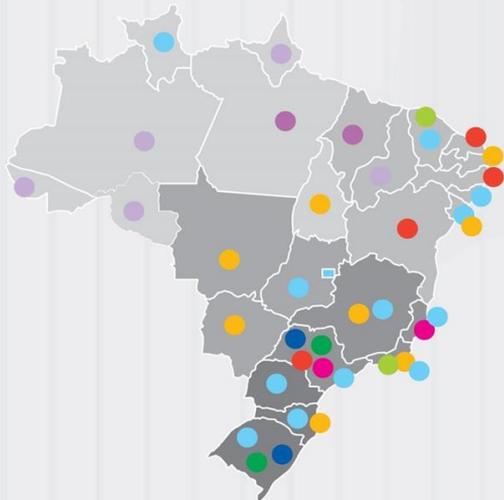


A Geração Distribuída – GD, que consiste na produção de energia próximo às unidades consumidoras, torna-se eficaz para a Segurança Energética e o Desenvolvimento Sustentável. As unidades de GD constituem três grandes grupos: pequenas centrais termelétricas (PCT), pequenas centrais hidrelétricas (PCH) e centrais energéticas de fontes alternativas e renováveis.

As diretrizes para a estratégia de incentivo à geração distribuída no Brasil são:

- ✓ Fomento ao desenvolvimento de fornecedores nacionais de equipamentos para GD, por meio de linhas de crédito e incentivos fiscais, para transferência tecnológica de produtos, processos e aquisição de lotes pioneiros;
 - ✓ Definição de padrões técnicos de interconexão adequados e viáveis à geração distribuída, para utilização nacional;
 - ✓ Apoio específico à auto-produção de pequeno porte;
 - ✓ Financiamento de projetos demonstrativos da viabilidade técnica, operacional e financeira;
 - ✓ Incentivo à geração de energia elétrica a partir de resíduos sólidos urbanos, nos grandes centros urbanos, utilizando o gás de aterros sanitários;
 - ✓ Investimento em pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica nesta área, conforme será abordado na seção sobre Inovação Tecnológica deste documento;
 - ✓ Revisão do marco legal, com a flexibilização dos critérios de enquadramento para a migração de consumidores cativos ao mercado livre.
-

Mapa de Concessionárias no Brasil



GRUPOS

Energisa	AES
Eletrobrás	Enel
CPFL	Iberdrola
EDP	Equatorial Energia
Outros	

Com informações da Abradee:
<http://www.abradee.com.br/setor-de-distribuicao/distribuidoras-e-origem-de-capital>

REGIÃO NORTE

Estado	Concessionária	Grupo	Tipo
TO	Energisa TO	Energisa	Privado
PA	Celpe	Equatorial Energia	Privado
AP	CEA - Companhia de Eletricidade do Amapá	-	Público (estadual)
RR	Eletrobrás RR	Eletrobrás	Público (federal)
RR	CEFR - Companhia Energética de Roraima	-	Público (federal)
AM	Eletrobrás AM	Eletrobrás	Público (federal)
AC	Eletrobrás AC	Eletrobrás	Público (federal)
RO	Ceran	Eletrobrás	Público (federal)

REGIÃO NORDESTE

Estado	Concessionária	Grupo	Tipo
MA	Cemar	Equatorial Energia	Privado
PI	Eletrobrás PI	Eletrobrás	Público (federal)
CE	Enel CE	Enel	Privado
RN	Coaren Neoenergia	Iberdrola	Privado
AL	Eletrobrás AL	Eletrobrás AL	Público (federal)
SE	Energisa SE	Energisa	Privado
SE	Sulgisa - Companhia Sul Sergipana de Eletricidade	-	Privado
BA	Coelba Neoenergia	Iberdrola	Privado
PB	Energisa PB	Energisa	Público (federal)
PE	Celpe Neoenergia	Iberdrola	Privado

REGIÃO CENTRO OESTE

Estado	Concessionária	Grupo	Tipo
DF	CEB Distribuição S.A.	CEB	Público (estadual)
GO	Enel GO	Enel	Privado
GO	CHESP - Companhia Hidroelétrica São Patrício	-	Privado
MS	Energisa MS	Energisa	Privado
MT	Energisa MT	Energisa	Privado

REGIÃO SUDESTE

Estado	Concessionária	Grupo	Tipo
MG	Cemig	Cemig	Público (estadual)
MG	Energisa MG	Energisa	Privado
MG	EEB MG	Energisa	Privado
MG	DMED - DME Distribuição S.A.	-	Privado
ES	EDP Espírito Santo	EDP	Privado
ES	SANTA MARIA Sempres Luz e Ferga Santa Maria S.A.	-	Privado
RJ	Light	RME	Privado
RJ	Energisa NF	Energisa	Privado
RJ	Enel RJ	Enel	Privado
SP	Eletropaulo	AES	Privado
SP	Elektro	Iberdrola	Privado
SP	CPFL	CPFL	Privado
SP	EDP São Paulo	EDP	Privado
SP	Calusa	Energisa	Privado
SP	EDELVY	Energisa	Privado
SP	EEB	Energisa	Privado

REGIÃO SUL

Estado	Concessionária	Grupo	Tipo
PR	Copel	-	Público (estadual)
PR	COCEL - Companhia Campesinense de Energia	-	Privado
PR	CPFLD	Energisa	Privado
PR	FORCEL - Ferga e Luz Caravel Vinda Ltda.	-	Privado
SC	Coelce	-	Público (estadual)
SC	Aliança Cooperativa Aliança	-	Privado
SC	Iguaçu Energia	-	Privado
SC	Ferga e Luz João Cesa Ltda.	-	Privado
SC	EFFLUI - Empresa Ferga e Luz de Urussanga Ltda.	-	Privado
RS	CEEE - Companhia Estadual de Energia Elétrica	-	Público (estadual)
RS	RSE Sul	CPFL	Privado
RS	Mueller, Martin & Cia. Ltda.	-	Privado
RS	Novo Palma Energia	-	Privado
RS	Hidropar	-	Privado
RS	DMEM - Departamento Municipal de Energia de Ijuí	-	Público (municipal)
RS	ELETRONCAR - Centrais Elétricas de Caracólis S.A.	-	Público (municipal)

BRASIL

Projetos Pilotos:

- ✓ Cidades do Futuro – Sete Lagoas (MG) - CEMIG
- ✓ Projeto Parintins - Parintins (AM) - ELETROBRÁS
- ✓ InovCity – Aparecida (SP), Domingos Martins (ES) e Marechal Floriano (ES) - BANDEIRANTE
- ✓ Cidade Inteligente Búzios – Armação de Búzios (RJ) – AMPLA
- ✓ Projeto piloto em Barueri (ENEL)

Desafios

- ✓ Inovação na regularização.
 - Proteção de dados; venda de ativos a terceiros, etc
 - ✓ Promover a participação dos consumidores como produtores através da facilidade de acesso à equipamentos de geração de energia
-

TÓPICOS DE DISCUSSÃO

- ✓ Como o uso de energia renovável e a implantação de redes de energia distribuídas podem ser pensados nas cidades brasileiras de médio e grande porte?
 - ✓ Qual impacto essa implantação poderá ter na organização e na forma urbana?
-