



# THERMOS

Acelerar a Tecnologia para a Energia Térmica de Baixo Carbono

Programa de Formação de Formadores:

**Módulo 2: Mapeamento e Modelação de sistemas de energia com o THERMOS**

Autor: CSE/Imperial College





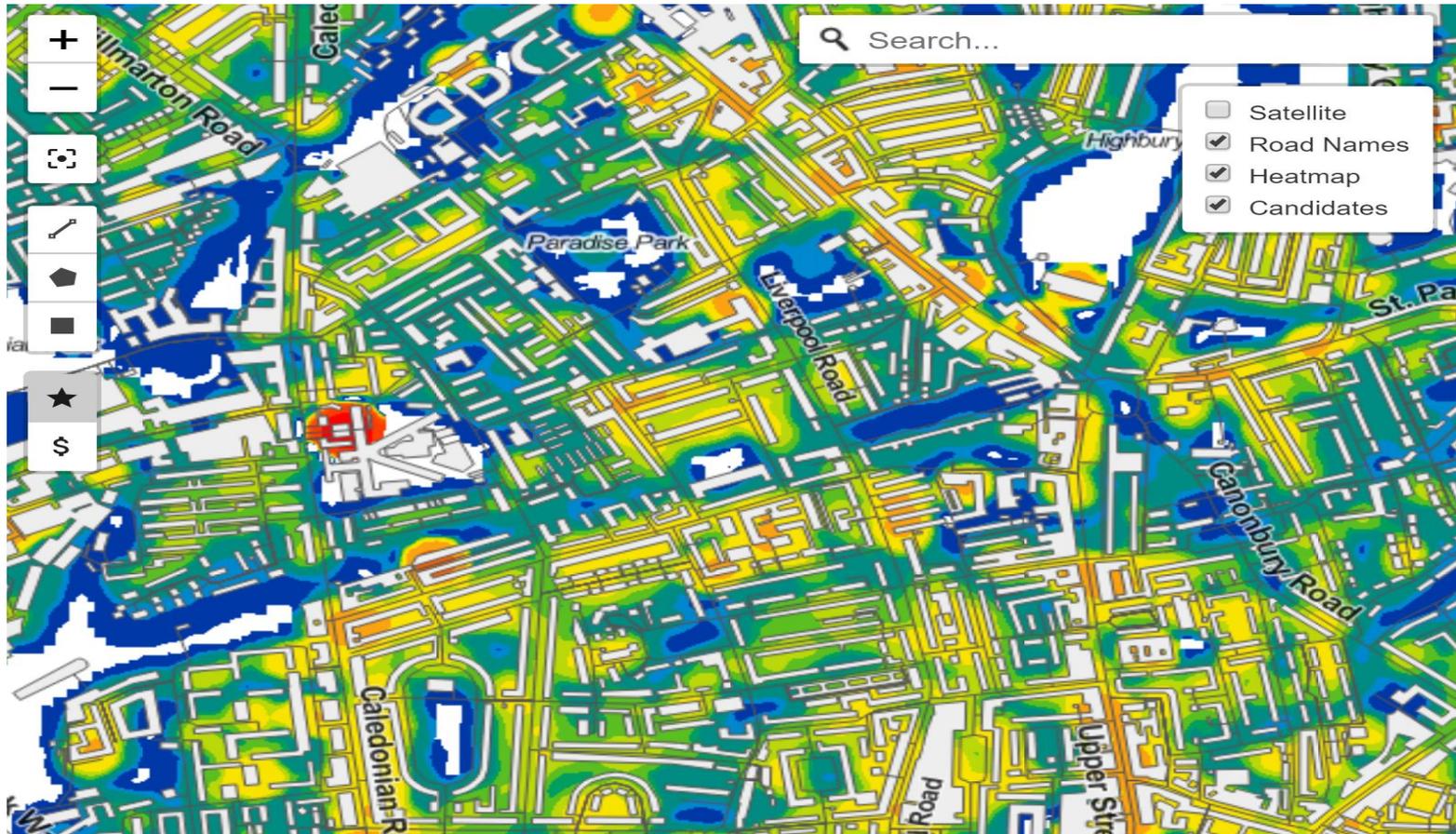
# Bem-vindos ao Módulo 2 do programa de Formação de Formadores THERMOS!

Este módulo divide-se em cinco partes, da seguinte forma:

- 2.1 Mapeamento do sistema de energia
- 2.2 Modelação do sistema de energia
- 2.3 THERMOS – Sistema de Modelação e Otimização de Recursos de Energia Térmica



# 1. Mapeamento do sistema de energia





## Conteúdo

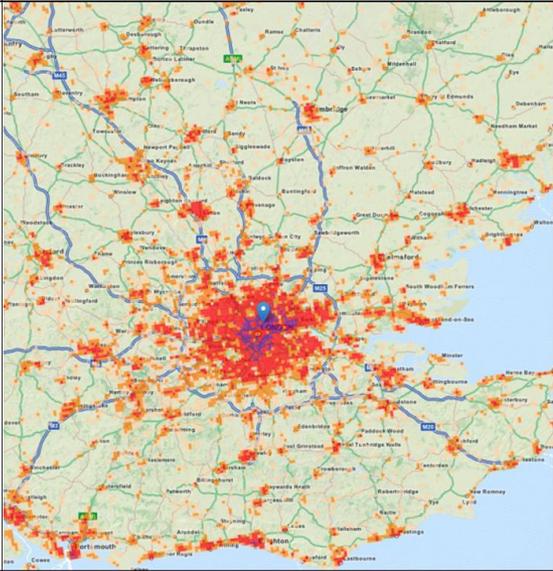
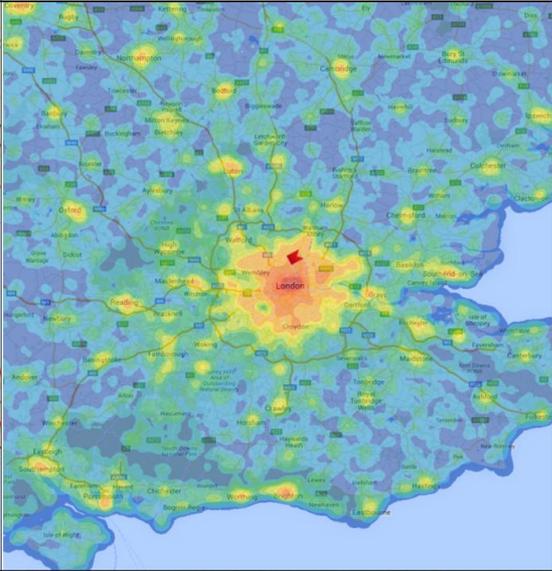
A primeira parte do módulo centra-se em:

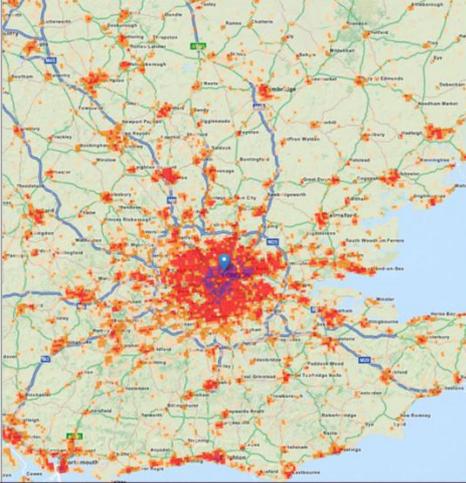
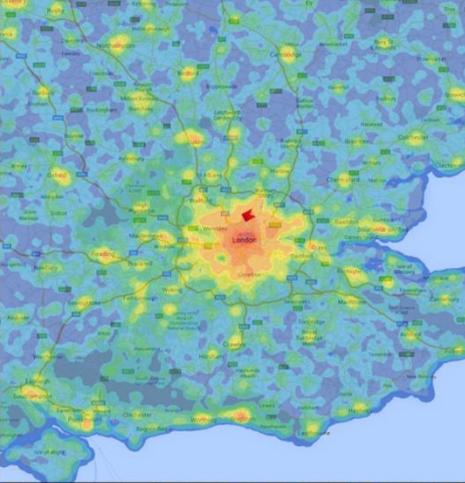
- Conceito
- Metodologia
- Dados e recursos necessários
- Exemplos de boas práticas



### Introdução

- O mapeamento robusto do sistema de energia é um requisito essencial para a análise do sistema energético local.
- O mapeamento descendente (*top-down*) existe nos níveis continental e nacional, mas há falta de **informações específicas locais** para o desenvolvimento da infraestrutura do sistema de energia.
- Portanto, o THERMOS visa abordar essa lacuna desenvolvendo e publicando uma metodologia de ponta para o desenvolvimento de **mapas de sistemas de energia individual** para análise de sistemas de energia dentro do **Aplicativo THERMOS**.

Location (on each row, the maps cover exactly the same area)	Top down EU/National scale mapping (Stratego PETA, England)	Bottom up, address-level mapping (National Heat Map, England)
<p><b>Greater London</b> Top-down and bottom up energy mapping produce comparable outputs, suggesting that whole-system analyses would produce consistent results.</p>		

Location (on each row, the maps cover exactly the same area)	Top down EU/National scale mapping (Stratego PETA, England)	Bottom up, address-level mapping (National Heat Map, England)
<p><b>Greater London</b> Top-down and bottom up energy mapping produce comparable outputs, suggesting that whole-system analyses would produce consistent results.</p>		
<p><b>Islington</b> Top-down mapping lacks detail required for identification of specific options. Address-level mapping enables and analysis of potential networks (the image here can be viewed live at <a href="http://tinyurl.com/LBI-networks">http://tinyurl.com/LBI-networks</a>)</p>		

### Caraterísticas-chave da abordagem de mapeamento THERMOS do sistema de energia

- Representações espaciais de alta resolução de sistemas energéticos locais
- Criará e publicará um novo "padrão" para mapeamento térmico de forma a apoiar o planeamento da rede de energia local
- Procura de calor ao nível individual (endereço) ascendente (*bottom-up*) usando características de construção modeladas ou dados de consumo empíricos



### Caraterísticas-chave da abordagem de mapeamento THERMOS do sistema de energia

- Conjuntos de dados do sistema de energia espacial de alta resolução, por ex.º fornecimento de energia (inclui fontes secundárias, tais como calor residual), redes de energia, atributos de construção, topologia de redes de estradas/caminhos etc...
- Replicável entre fronteiras usando dados abertos sempre que possível
- Totalmente integrado na ferramenta de aplicação *web* THERMOS, de código aberto, para o mapeamento robusto do sistema de energia e análise de modelação.





### **Metodologia de mapeamento desenvolvida como parte do processo de quatro etapas para produção de mapas *web* THERMOS**

1. Desenvolvimento de metodologia para o desenvolvimento de mapas de procura de energia ao nível do endereço (individual)
2. Recolha de conjunto de dados geográficos relativos à procura de energia, inicialmente para as "cidades-piloto" de Islington (Reino Unido), Granollers (Espanha), Varsóvia (Polónia) e Jelgava (Letónia)
3. Recolha e gestão de dados adicionais do sistema de energia
4. Visualização e publicação da procura de energia e em aplicações web com camadas adicionais para produzir mapas *web* para cada cidade-piloto..



Estamos familiarizados com essa visão do mundo:





Mas para o uso do THERMOS é necessário fazer algo semelhante a isto:





Pontos para os locais de procura de energia para edifícios e para os locais de fornecimento de energia





Pontos para os locais de procura de energia para edifícios e para os locais de fornecimento de energia

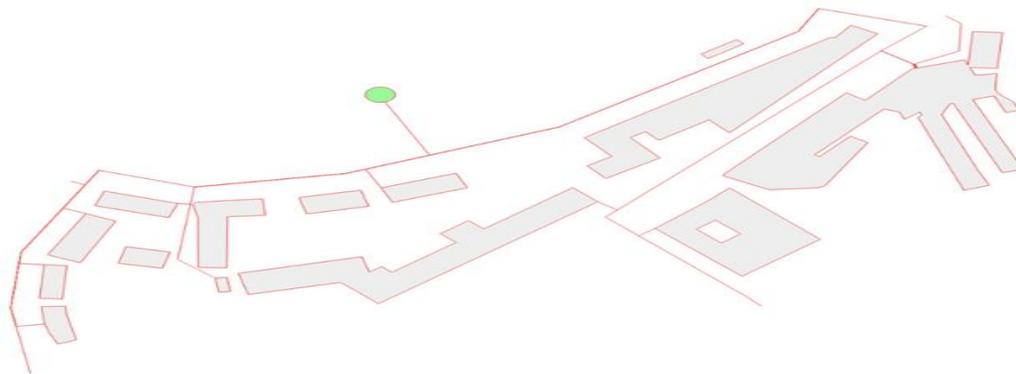


Linhas para rotas através das quais a energia poderia ser distribuída



### **Para desenvolver este modelo, precisamos de:**

1. Estimativas de procura de energia para edifícios existentes ou novos (pontos)
2. Estimativas de fornecimento de energia para recursos reais/potenciais conhecidos (pontos)
3. Uma representação da rede rodoviária (linhas)





### **Estimando a necessidade térmica de edifícios(1/5)**

O método THERMOS funciona usando alguns/todos os seguintes: :

- Forma de construção tridimensional/tamanho
- Temperaturas internas e externas
- Eficiência térmica da construção e necessidade de aquecimento do espaço
- Outros modelos de referência



### Estimando a necessidade térmica de edifícios(2/5)

- a) A forma de construção tridimensional/tamanho é obtida através do uso de:
- **Dados da área** - por exemplo, do OpenStreetMap, frequentemente usado como um indicador razoável de procura de calor
  - **Dados LIDAR (*Light Detection and Ranging*)**
  - **Tipo de edifício/dados de ocupação** - por ex.º onde o LIDAR não está disponível; usado para estimar o número de andares numa torre residencial;



### **Estimando a necessidade térmica de edifícios(3/5)**

b) Temperaturas internas e externas são obtidas usando:

- **Uma variedade de arquivos climáticos para dados temporários externos** - por ex.º a Wikidata contém médias mensais
- **Dados de pesquisa empírica para dados temporários internos** - por ex.º o conjunto de dados da EFUS para o Reino Unido contém estimativas das temperaturas internas máximas e médias.



### Estimando a necessidade térmica de edifícios(4/5)

- c) Eficiência térmica da construção e necessidade de aquecimento de espaço é obtida através de :
- **Estimativa dos valores de u** - obtidos a partir da área de superfície do edifício e dos valores internos/externos (onde a necessidade de energia é conhecida) ou das tabelas de referência/dados referentes ao levantamento dos elementos típicos de construção do edifício.
  - **A procura por aquecimento espacial** é calculada usando o diferencial de temperatura interna/externa, taxa de perda de calor (a partir de valores de u) e impactos estimados de ventilação, massa térmica e ganho solar.



### Estimando a necessidade térmica de edifícios(5/5)

#### d) Outros modelos de referência

- **Necessidade de aquecimento de água** - relacionada com a ocupação
- **Parâmetros de referência de energia para construção padrão** - por ex.º procura de aquecimento ambiente (kWh/m<sup>2</sup>) para novos edifícios
- **Calibração baseada na área** - uso de dados empíricos de energia local
- **Perfil de carga** - dados reais ou modelados



### **Estimativas de fornecimento de energia para recursos reais/potenciais conhecidos**

Usa a recolha de dados locais sobre fontes de energia potenciais existentes e sugestões de novos locais para centrais de energia.

#### **As fontes podem incluir:**

- Central térmica existente
- Resíduos de calor da central
- Desperdício de calor de outros recursos (água, ar, processos industriais...)
- Solar térmica
- Valorização energética de resíduos, etc





### **Uma representação da rede rodoviária**

A hipótese inicial é de que as redes de energia se alinham com a rede rodoviária. A abordagem usa:

- O traçado da rede rodoviária
- Os pontos de localização do fornecimento de energia (fontes) e procura (sumidouros)
- Análise de custo para ligar pares de pontos





### Estudo de Caso: Registo de Dados Reino Unido

Estimativa da procura de energia:

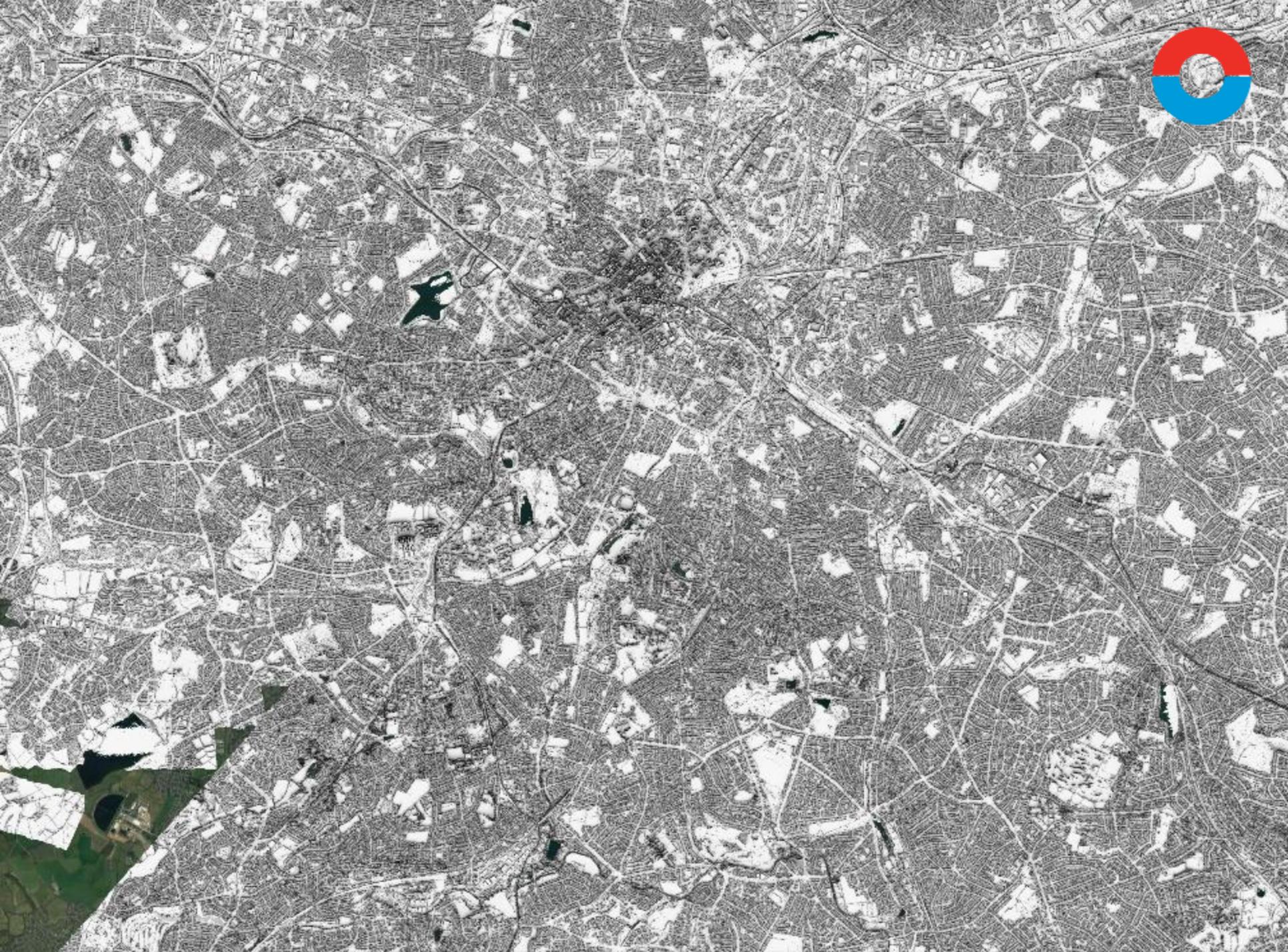
Parâmetro	Fonte
Modelos de Edifícios 3D: <ul style="list-style-type: none"><li>• LIDAR</li><li>• OpenStreetMap</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="http://environment.data.gov.uk/ds/survey/#/survey">http://environment.data.gov.uk/ds/survey/#/survey</a></li><li>• <a href="http://www.openstreetmap.org">www.openstreetmap.org</a></li></ul>
Tipologia de Edifício: <ul style="list-style-type: none"><li>• Levantamento Cartográfico</li><li>• OpenStreetMap</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="http://www.ordnancesurvey.co.uk/business-and-government/products/topography-layer.html">www.ordnancesurvey.co.uk/business-and-government/products/topography-layer.html</a></li><li>• <a href="http://www.openstreetmap.org">www.openstreetmap.org</a></li></ul>
Temperaturas internas: <ul style="list-style-type: none"><li>• EFUS</li><li>• BEES</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="http://www.gov.uk/government/statistics/energy-follow-up-survey-efus-2011">www.gov.uk/government/statistics/energy-follow-up-survey-efus-2011</a></li><li>• <a href="http://www.nist.gov/services-resources/software/bees">www.nist.gov/services-resources/software/bees</a></li></ul>

### Estudo de Caso: Registo de Dados Reino Unido

Estimativa da procura de energia :

Parâmetro	Fonte
Temperaturas Externas	
Dados de consumo empírico: <ul style="list-style-type: none"><li>• Certificadas de Desempenho Energético (CDEs)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="http://www.epcregister.com/">www.epcregister.com/</a></li></ul>
Pontos de referência de energia da área de piso: <ul style="list-style-type: none"><li>• Guia CIBSE F</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="http://www.cibse.org/Knowledge/knowledge-items/detail?id=a0q2000000817oTAAS">www.cibse.org/Knowledge/knowledge-items/detail?id=a0q2000000817oTAAS</a></li></ul>
Consumo de combustível de pequena área: <ul style="list-style-type: none"><li>• Estatísticas da energia do Gov.uk</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="http://www.gov.uk/government/collections/sub-national-gas-consumption-data">www.gov.uk/government/collections/sub-national-gas-consumption-data</a></li></ul>







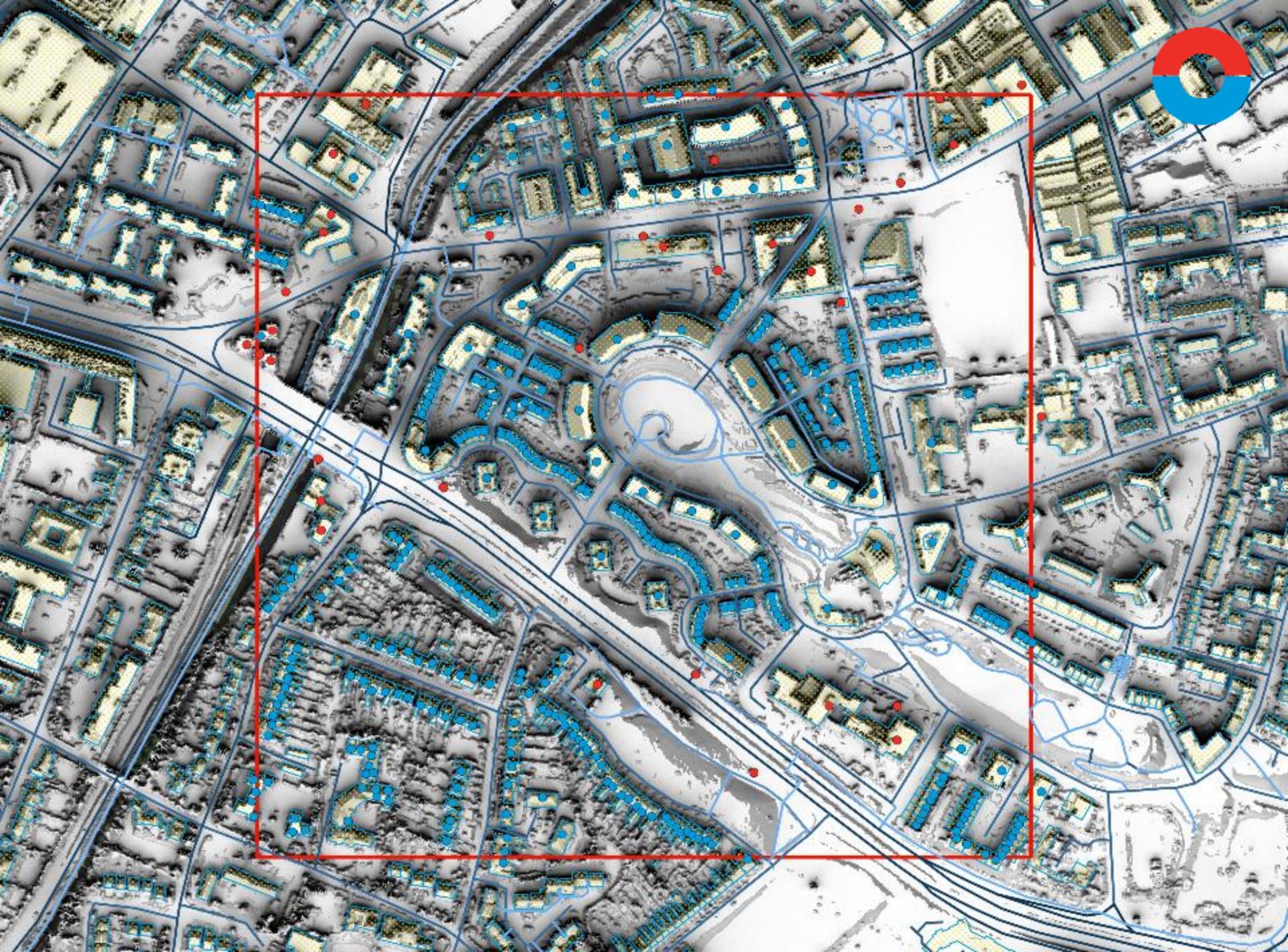












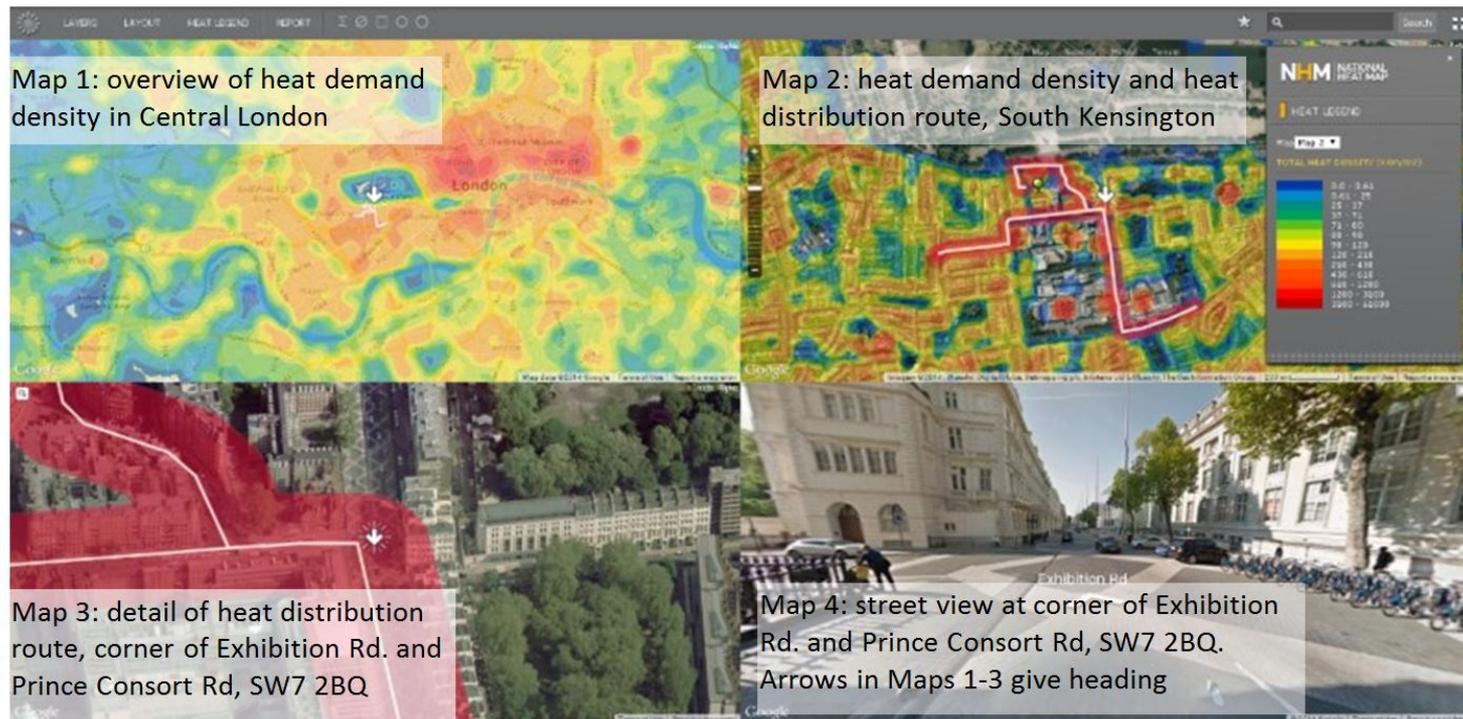






### Mapa Nacional de Calor – Reino Unido

Um modelo de procura de energia ao nível de endereço (individual) com visualização *web* e ferramentas analíticas.



<http://nationalheatmap.cse.org.uk/>



### Projeto Stratego/Roteiro de Calor Europeu (*Heat Roadmap Europe*)

- <http://stratego-project.eu/>
- <http://www.heatroadmap.eu/>

O produto inclui o desenvolvimento de um [Atlas Termal Pan-Europeu](#), que inclui mapas de procura de calor baseados na rede para a UE e que ajudaram a demonstrar o potencial (dentro de cada país e em toda a UE) das redes de climatização urbanas



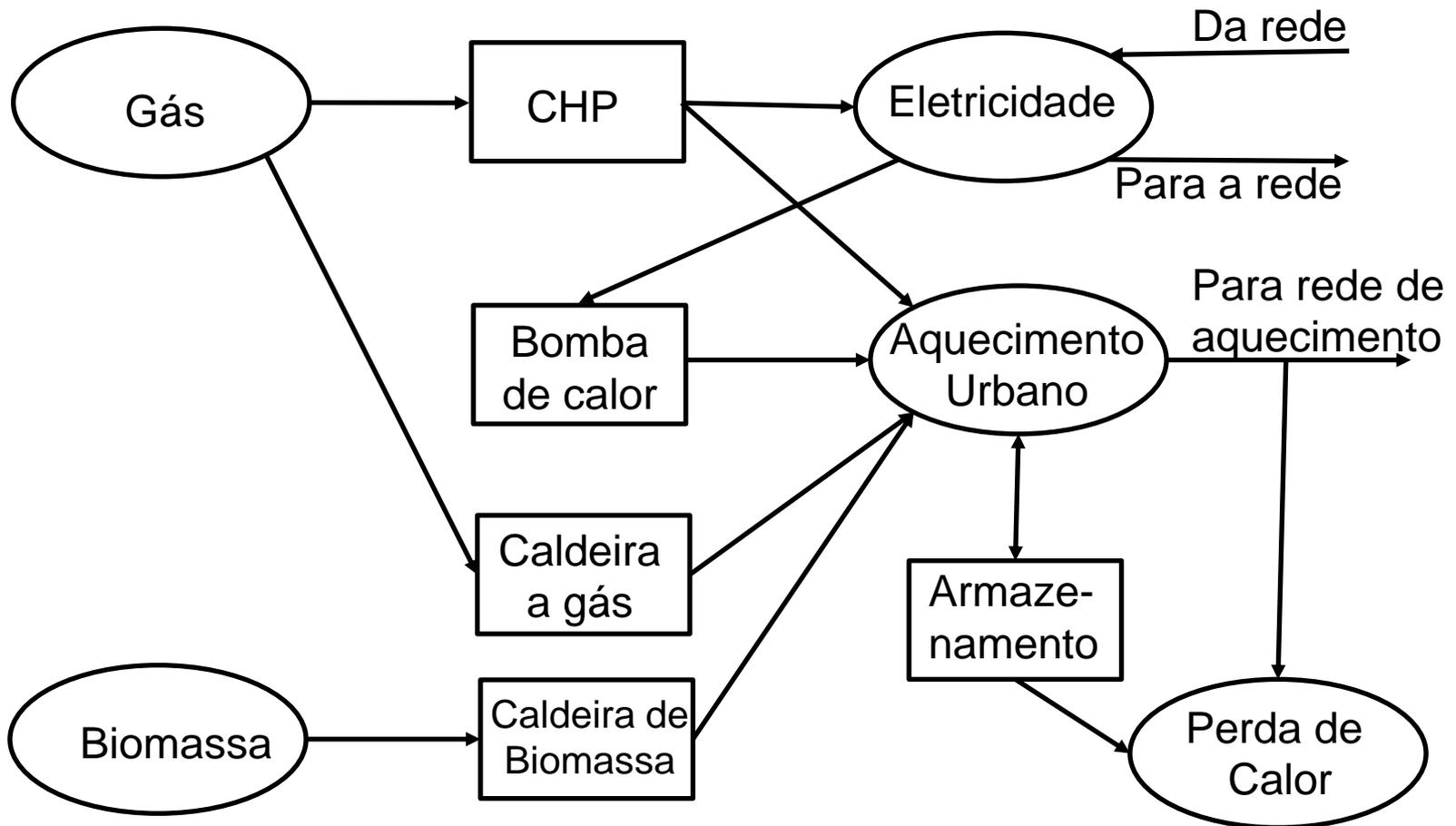


### Resumo – Mapeamento do sistema de energia

- THERMOS incorpora técnicas de mapeamento de calor de última geração usando uma abordagem ascendente (*bottom-up*) ao nível de endereço.
- Inclui as necessidades de energia de edifícios e as fontes de fornecimento de energia, incluindo calor residual
- Representação da rede viária - utilizada como base para o planeamento do sistema de distribuição de energia
- Visa ser flexível em relação às fontes de entrada de dados para permitir o uso de indicadores e a disponibilidade de dados mistos.
- Mapas de calor *online* produzidos para as quatro cidades-piloto THERMOS.



## 2.2 Modelação do sistema de energia





## Conteúdo

A segunda parte do módulo incidirá sobre:

- Conceito
- Metodologia
- Dados e recursos necessários
- Exemplos de boas práticas



### Introdução

- Urbanização crescente (UN DESA, 2014)
  - 54% da população mundial vive em áreas urbanas.
  - Projetado para aumentar para 66% até 2050.
- Avaliação global de energia (GEA, 2012)
  - 56-78% do uso final de energia é urbano.
- Modelos de sistemas de energia urbana
  - Melhorar a compreensão do uso de energia urbana.
  - Análise de iniciativas políticas, investimentos em infraestrutura.



### **Sistema Urbano de Energia**

Um sistema formal que representa os processos combinados de aquisição e uso de energia para satisfazer a procura de serviço de energia numa determinada área urbana:

- Processos suburbanos para extração de recursos, geração de energia e transporte
- Custos associados e emissões de gases com efeito de estufa
- Processos potenciais para geração e conversão de energia na cidade



thermos-project.eu

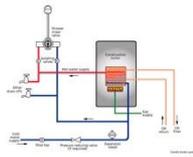
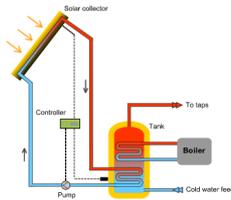
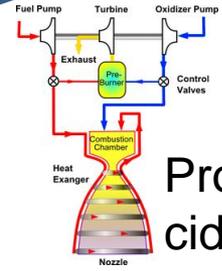
# Produção suburbana



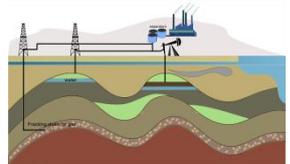
# Transporte



# Produção na cidade



# Extração



# Transporte



### Modelos de sistemas de energia urbana

- *Design* da tecnologia
  - por exemplo, vento, solar, desempenho do veículo, valorização energética de resíduos
- Projeto de construção
- Clima urbano
- Modelos de avaliação de políticas
- Modelos de *design* do sistema
  - Otimização baseada em Modelos
  - Compromisso (*Trade-Offs*) entre múltiplas tecnologias
  - Objetivos específicos (por exemplo, meta de redução de carbono)

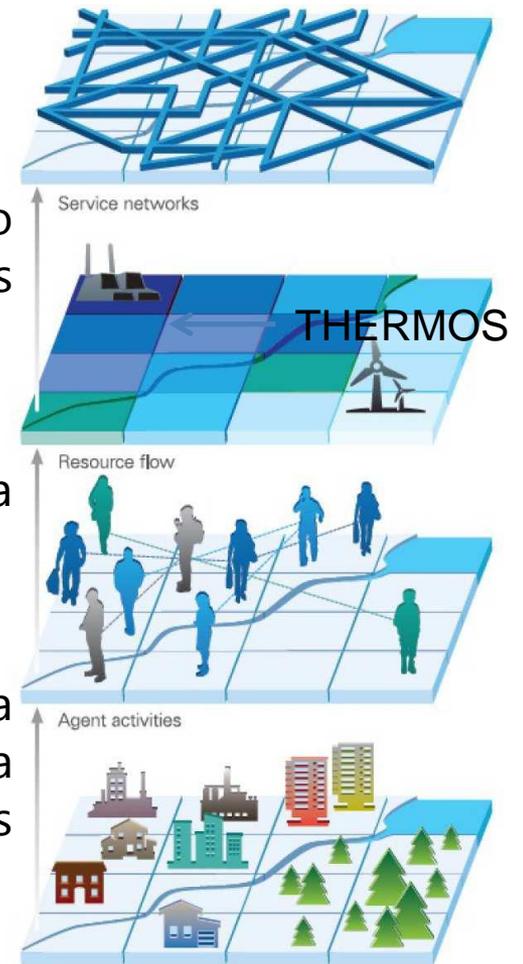


### Modelos de Sistemas

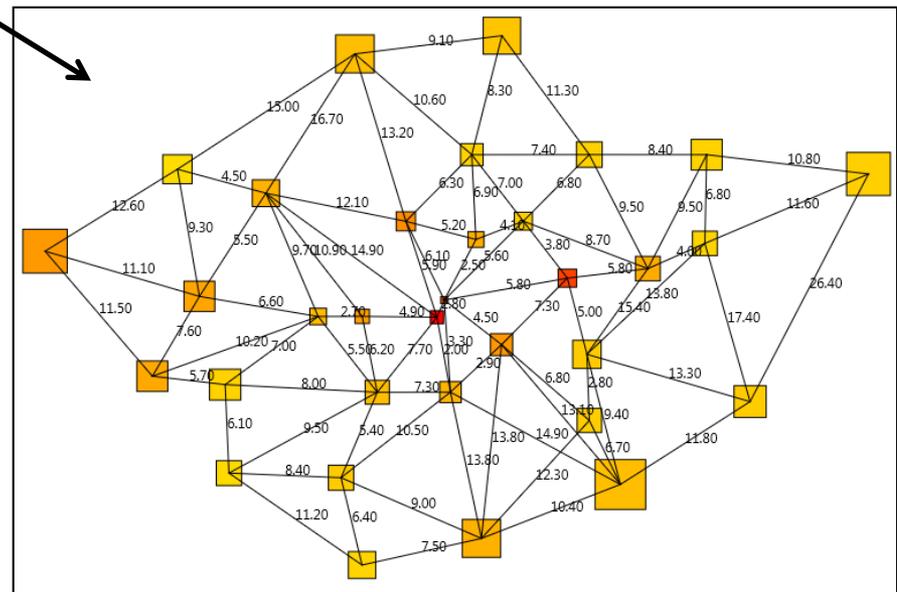
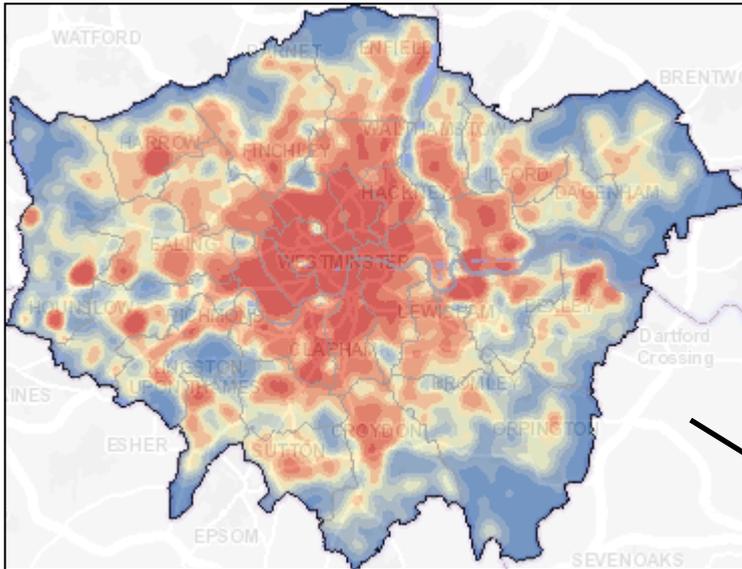
- Visão holística
  - Tecnologia, economia, impactos ambientais
  - Inclui todas as interações relevantes
- Os sistemas urbanos são sistemas complexos
  - Decomposição para gerir a complexidade
  - Abstração para criar modelos formais com base em redes
  - Ajuste do nível de detalhe à escala do modelo
    - Cidade ↔ Área ↔ Bairro

### Decomposição

- Modelo de uso do terreno:
  - otimiza os custos de construção e transporte tendo em conta os níveis de atividade agregados, os tipos de construção e as ligações de transporte;
- Modelo de atividade do agente:
  - Simula atividades e movimentos do agente para estimar as necessidades de energia
- Modelo de Fluxo de Recurso:
  - otimiza a seleção e localização dos processos para dar resposta às necessidades considerando a distribuição espacial e temporal das necessidades energéticas;
- Modelo de serviço de rede
  - Projeto de Rede para transportar fluxos de energia



## 2.2 Modelação do sistema de energia - Conceito



Abstração para criação de um modelo de rede formal

## 2.2 Modelação do sistema de energia - Conceito

thermos-project.eu



Importação e  
distribuição de  
gás para CHP

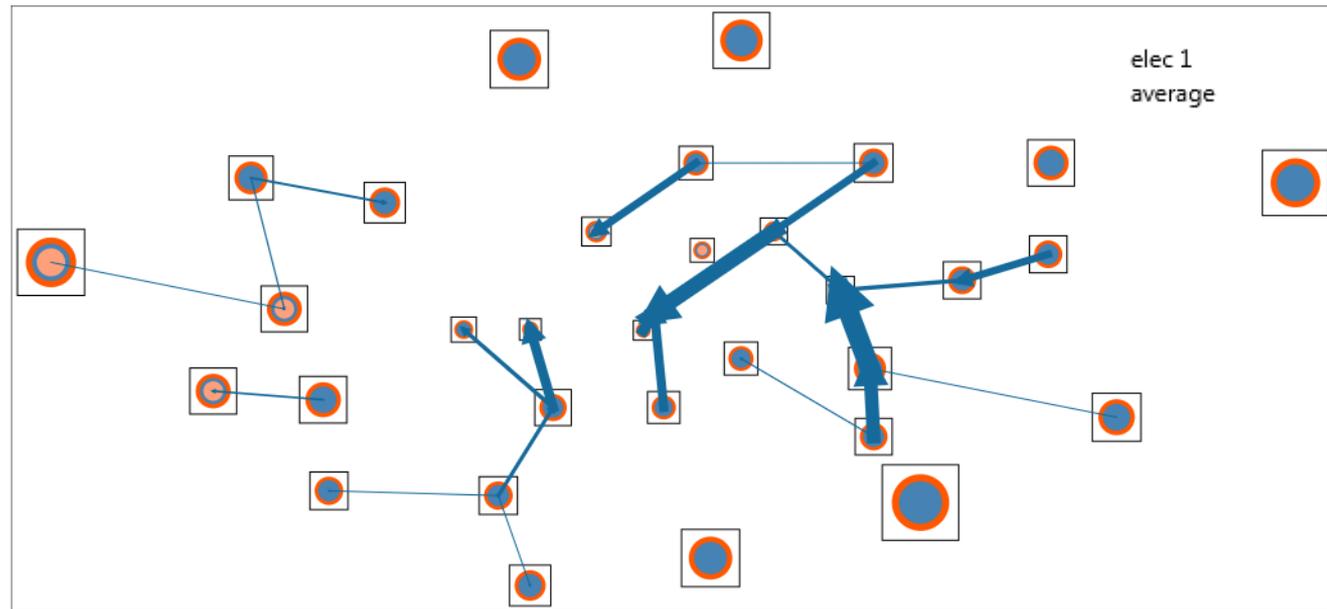
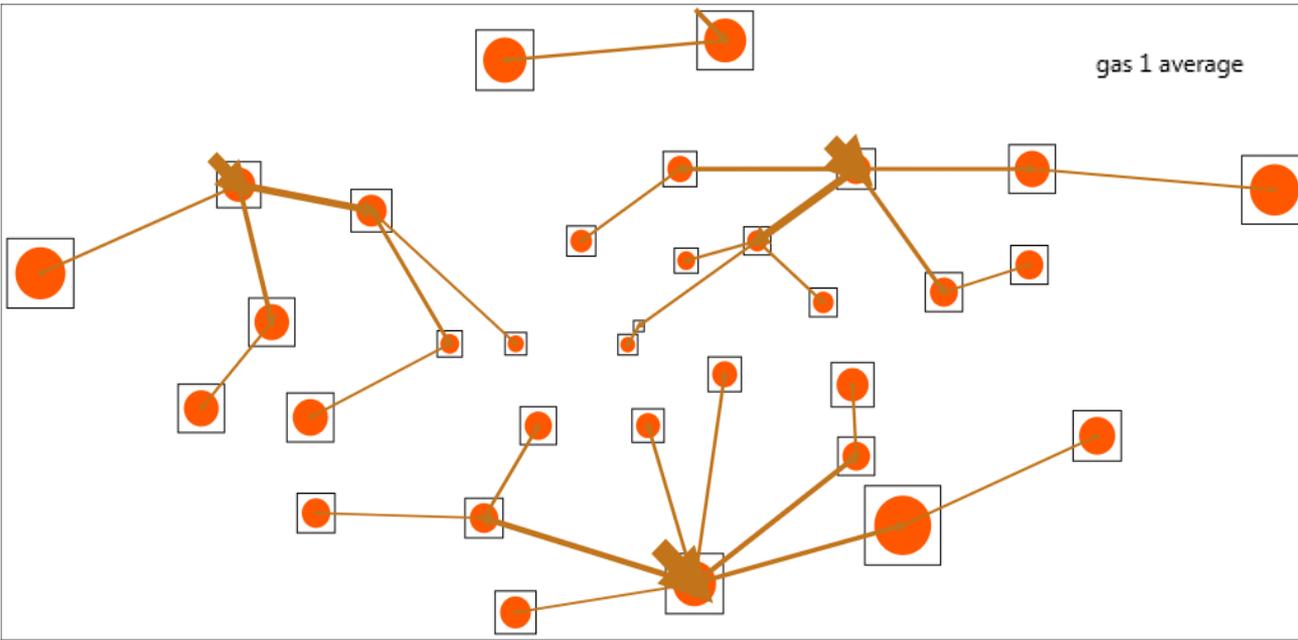
- eheater
- large\_chp
- spaceGSHp-h
- wind\_med

### Interações de Rede

Distribuição de  
eletricidade  
produzida  
localmente

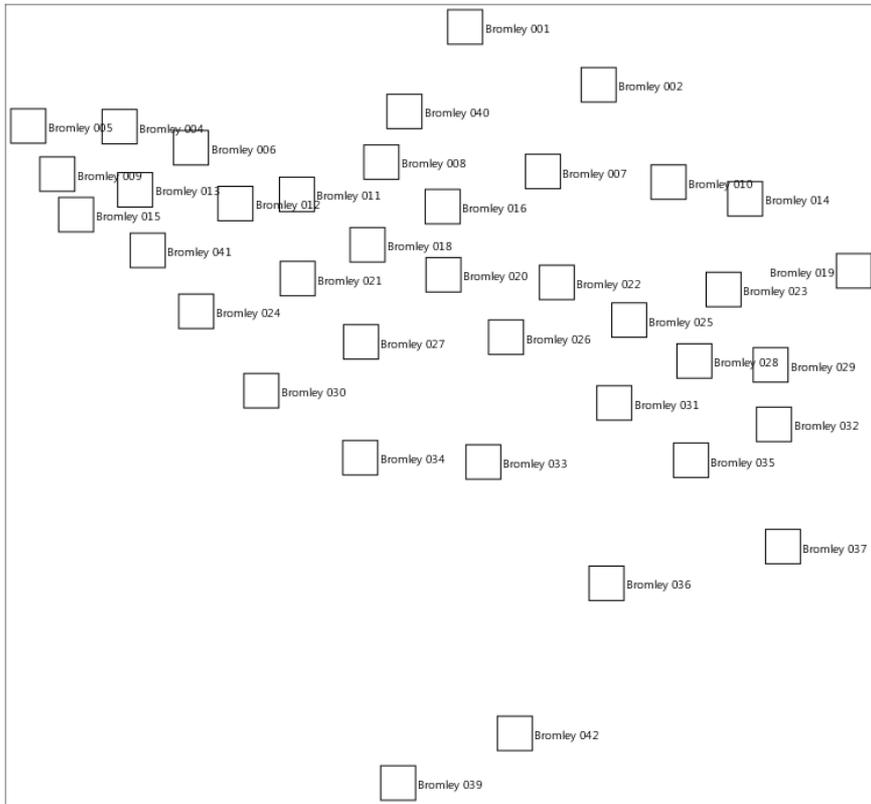
gas 1 average

elec 1  
average

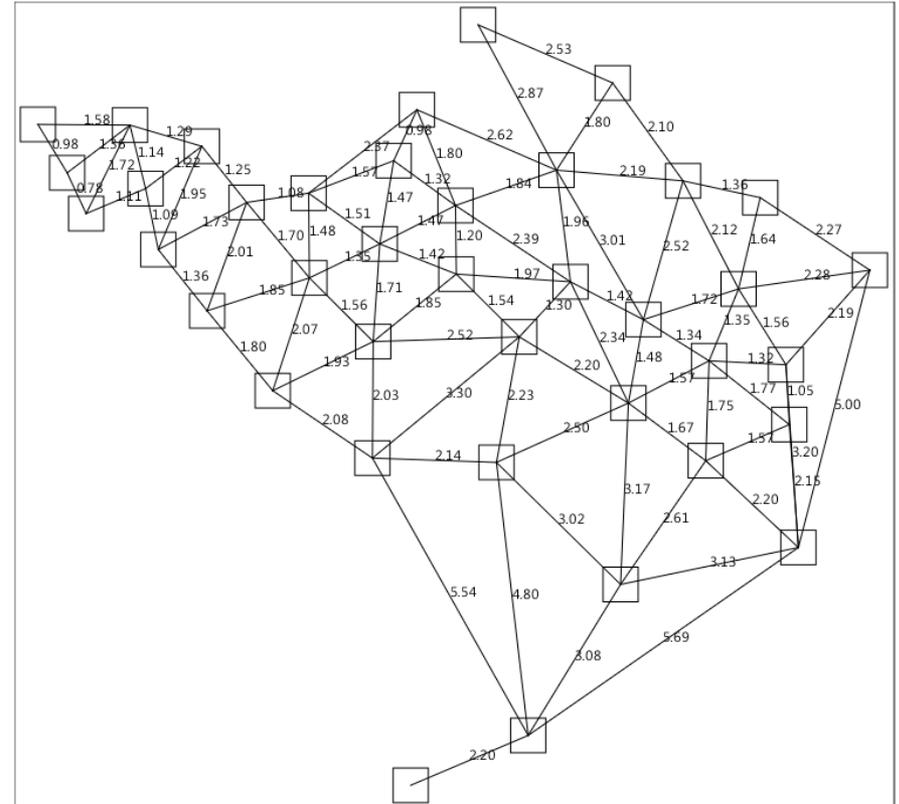


## Modelo de nível distrital

### Bromley



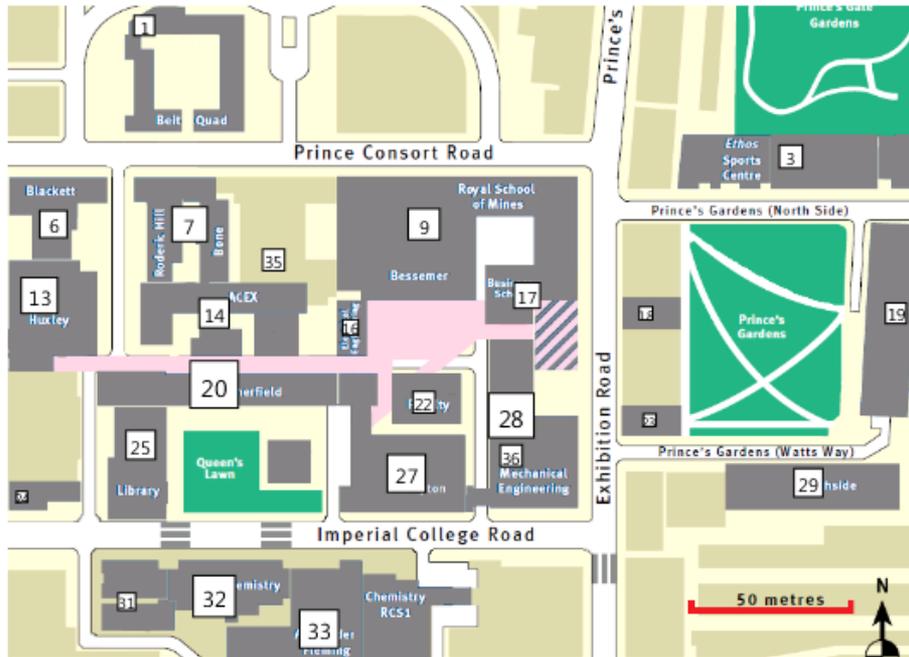
Células de Rede



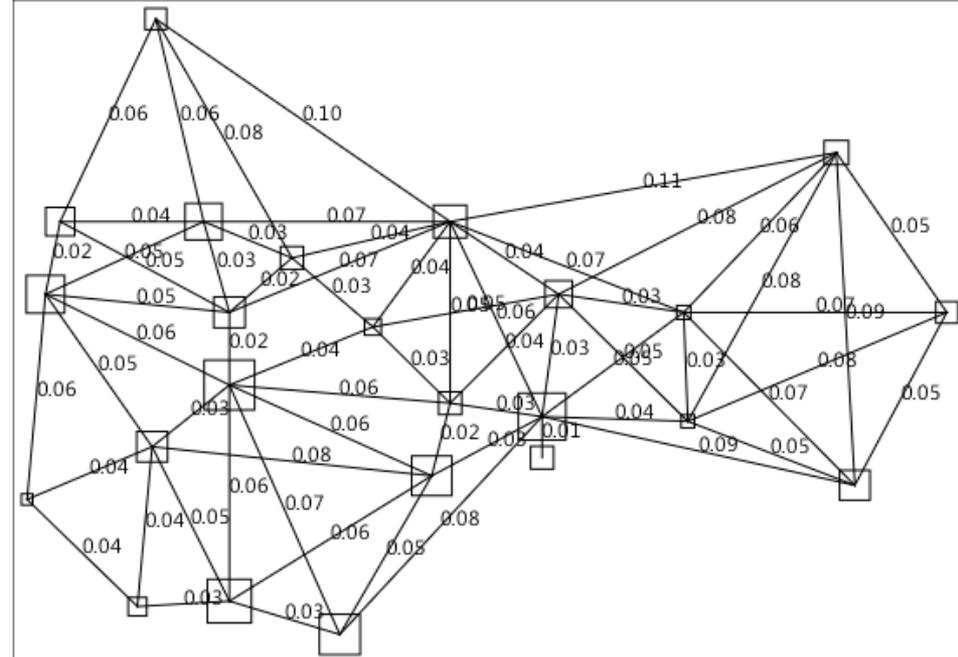
Rede

## Modelo de nível de quarteirão

Imperial College, *Campus* de South Kensington



Células de Rede



Rede



## **Métodos de sistemas e resultados**

- Modelo holístico
  - Incorpora as preocupações económicas, ambientais e tecnológicas
- Avaliação das opções de fornecimento
  - Renováveis, poligeração, em cascata, recuperação de calor
  - Aprendizagem e melhoria tecnológica
- Medições quantificadas
  - Economia
  - Impacto ambiental
- Modelos de negócios e opções de políticas
  - Tarifas, descontos, metas de emissões



### **Decisões baseadas em modelos**

- Seleção do tipo de tecnologia, escala, localização
- Tamanho da tecnologia
  - Suprir cargas de pico, operação de carga parcial fora dos períodos de pico
  - Grandes tecnologias: Construção da rede de climatização a partir do local de procura principal
  - Pequenas tecnologias: perto de vários locais de procura
- Metas de emissões
  - Biomassa vs gás natural, renováveis
- Calor combinado, energia, refrigeração
  - Importação de eletricidade vs produção local
  - Receitas de exportação de eletricidade
  - Requisitos de eletricidade da bomba de calor



### **Decisões baseadas em modelo (continuação)**

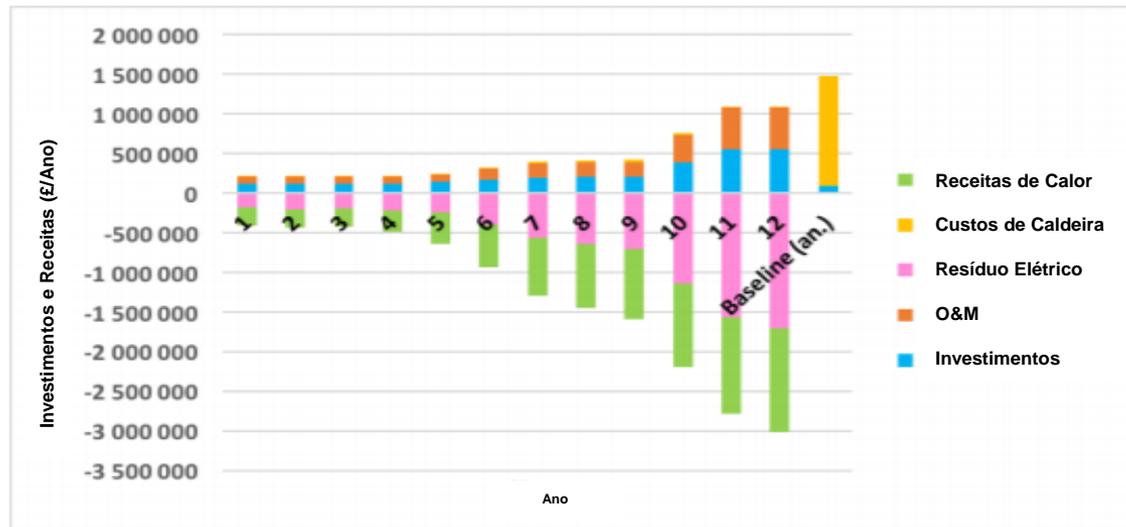
- Garantir viabilidade
  - Capacidade de produção e transporte suficiente
  - Satisfazer as necessidades de energia em todos os locais, em todos os períodos de tempo
  - Selecionar o nível de operação para cada tecnologia de fornecimento em cada período de tempo
  - Cumprir metas de emissões
- Otimização
  - Minimizar custos (custos operacionais, custos de carbono, incentivos, custos de investimento)
  - Maximizar receitas



## **Estrutura Temporal: Períodos Menores**

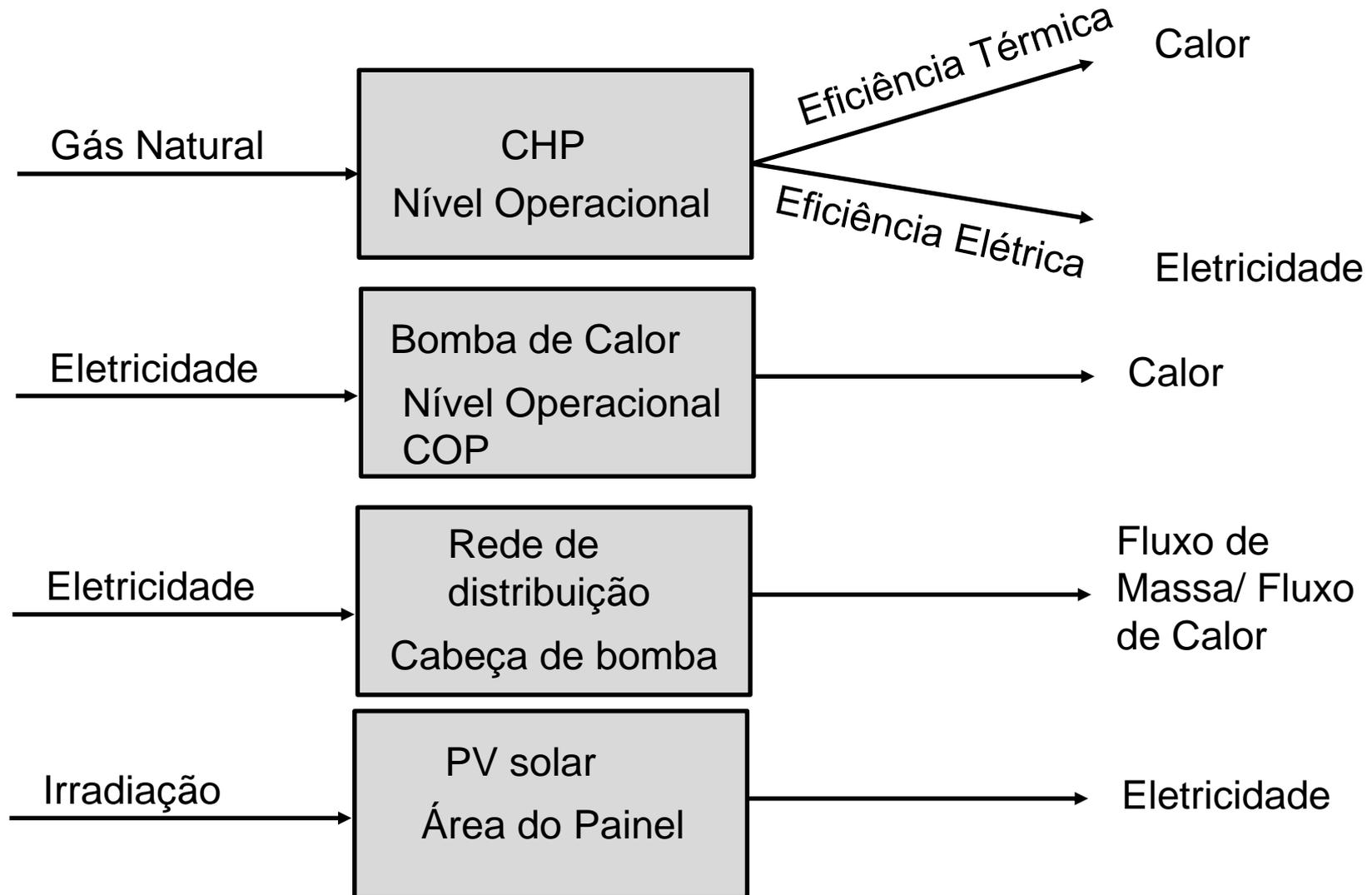
- Períodos menores podem ser usados para determinar o impacto das variações temporais nos parâmetros do modelo
  - Variações horárias, diárias e sazonais nas procuras de energia
  - Variações horárias nos preços da eletricidade
  - Variações sazonais nos preços de gás natural /biomassa
  - Variações nos fatores de emissão da rede com carga
- Simplificação para o modelo inicial
  - Número limitado de períodos de tempo representativos
    - Pico de carga ↔ Custos de investimento
    - Cargas médias ↔ Custos operacionais
  - Preços médios, fatores de emissão válidos para duração do horizonte de planeamento

### Estrutura Temporal: Períodos Maiores

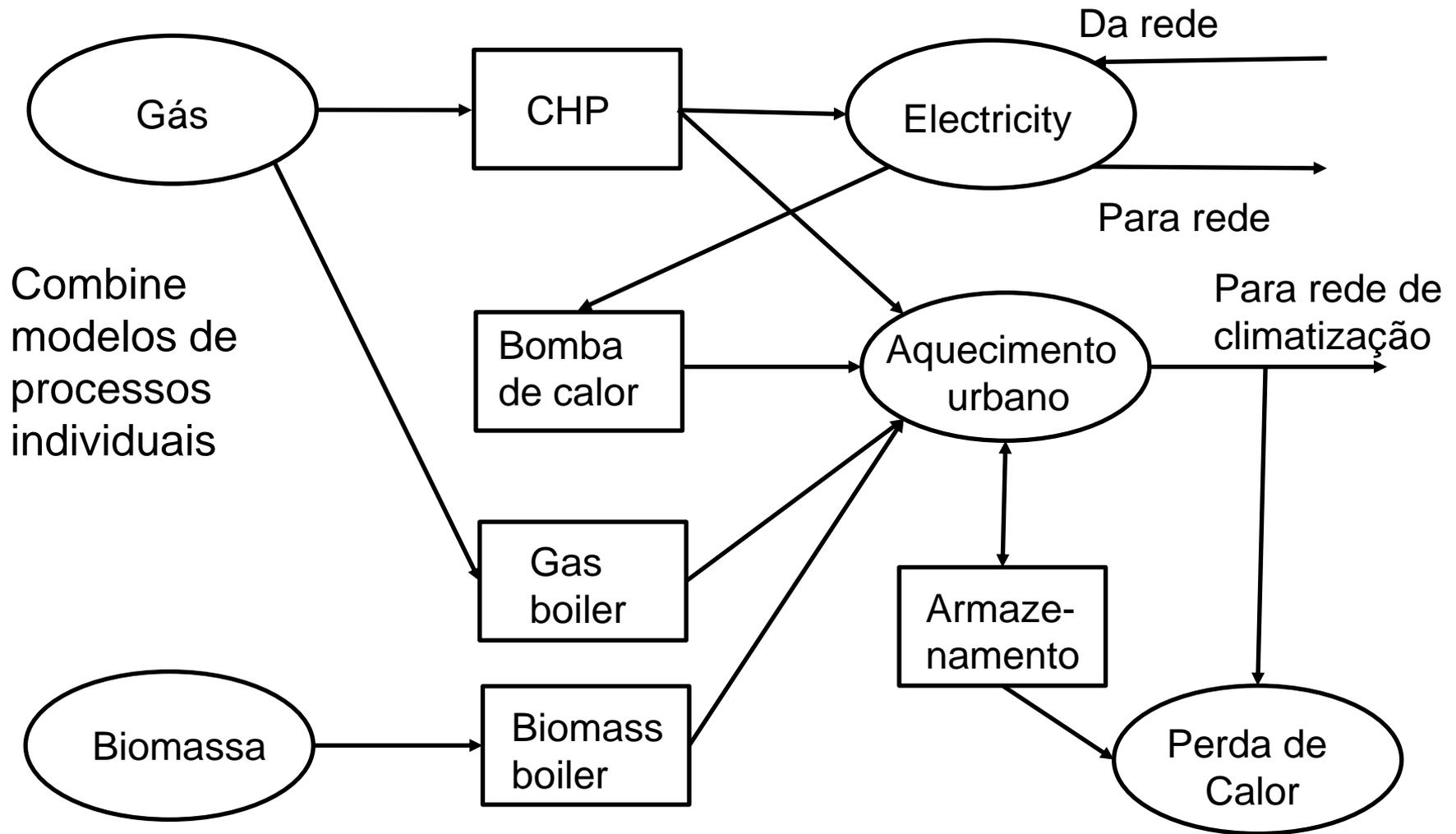


- Períodos maiores (por exemplo, ano ou década) podem ser usados para definir investimentos em etapas e determinar variações a longo prazo no preço do gás, na procura de calor e nos fatores de emissão da rede.
- Período de investimento único com custos de investimento anuais

## Modelos de processo individuais

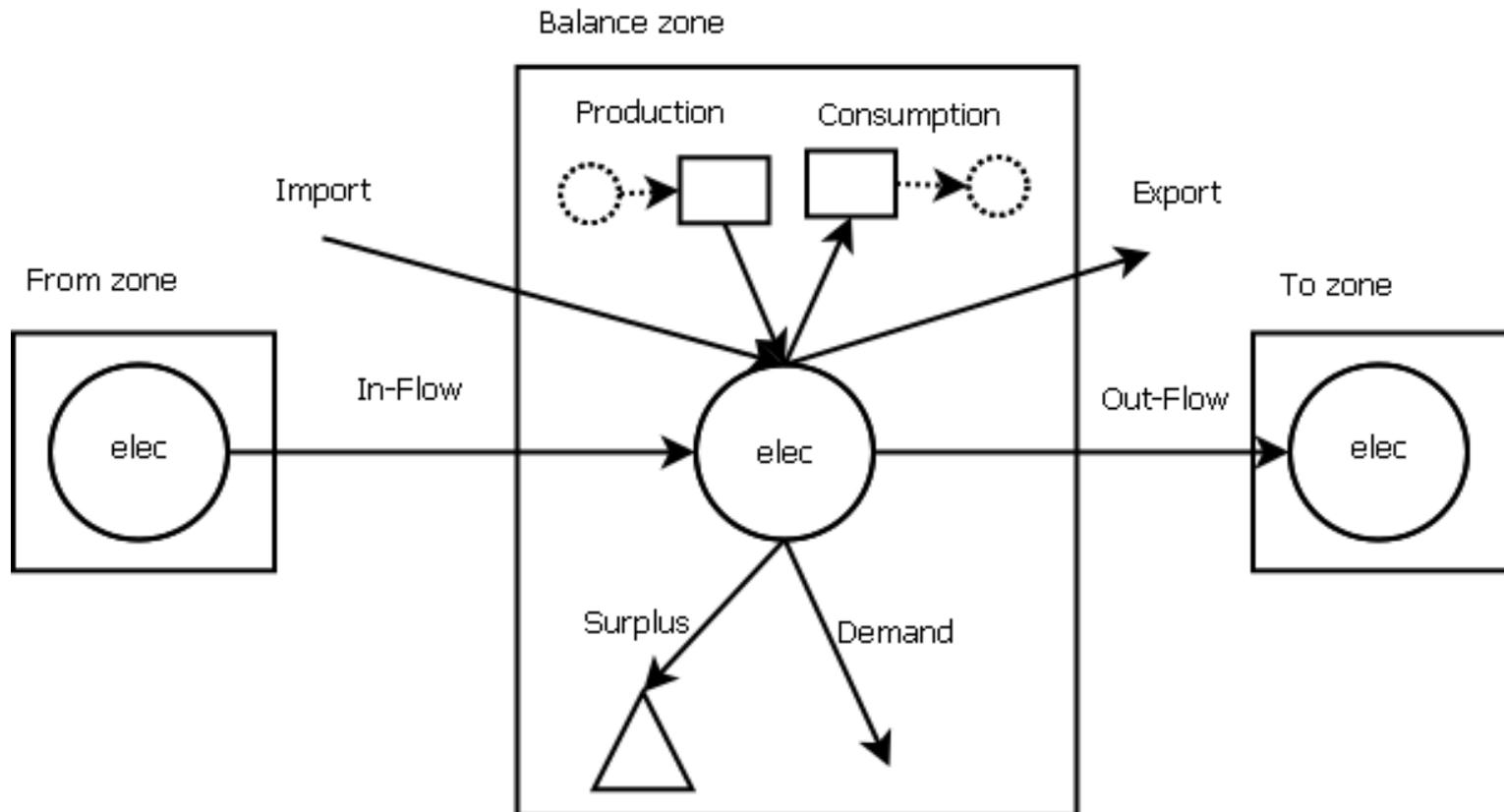


### Modelo de Processo Global



Centro de energia, Rede de aquecimento do distrito de Barkantine

## Processo combinado e modelo espacial





### Requisitos de dados

- Económicos
  - Preços de importação/exportação, tarifas, custos operacionais, custos de investimento
    - Fator de anuidade (período/taxa)
- Fatores ambientais
  - GEE, Outros ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2.5}$ )
- Tecnológicos
  - Fatores de conversão, níveis de operação mínimos e máximos
- Espaciais
  - Restrições de localização (permitido/não permitido)
  - Ligações existentes, plantas



### Requisitos de dados - Recursos

Propriedade	Valor
Recurso	gas
Custo de importação	0.0269 kGBP/MWh
Preço de exportação	-
Locais de importação máximos	2
Locais de exportação máximos	0
Importação máxima	10 MW
Exportação mínima	-
Emissões de GEE	0.18455 t CO <sub>2</sub> e/MWh
Requer nova rede	não
Incluída no modelo	sim



### Requisitos de dados - Infraestrutura

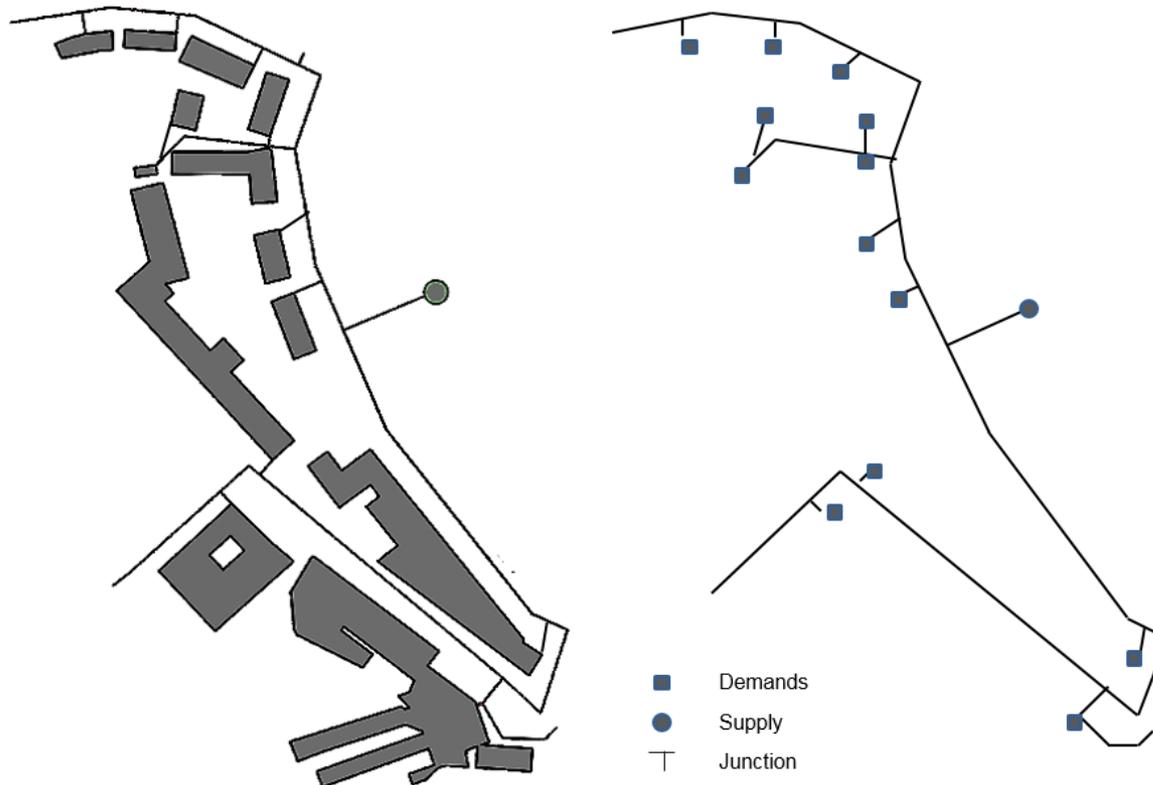
Propriedade	Valor
Tipo de rede	rede de climatização
Recurso transportado	Calor dist.
Custo Capital	0.35 kGBP/m
Custo de Manutenção	0.011 kGBP/m
Período de Amortização	15 anos
Taxa de desconto	6 %
Taxa de transporte mínimo	0 MW
Taxa de transporte máximo	10 MW
Custo do Transporte	1.1e-8 kGBP/(m MWh)
Emissões do transporte	0 t CO2e/m MWh)

### Requisitos de dados – Tipos de tecnologia

Propriedade	Valor
Tipo de tecnologia	pequeno_chp
Custo Capital	173 kGBP
Custo de Manutenção	21 kGBP
Período de Amortização	15 anos
Taxa de desconto	6 %
Taxa mínima de operação	0.040 MW
Taxa máxima de operação	0.135 MW
Custo da Operação	0 kGBP/MWh
Emissões da operação	0 tCO <sub>2</sub> e/MWh

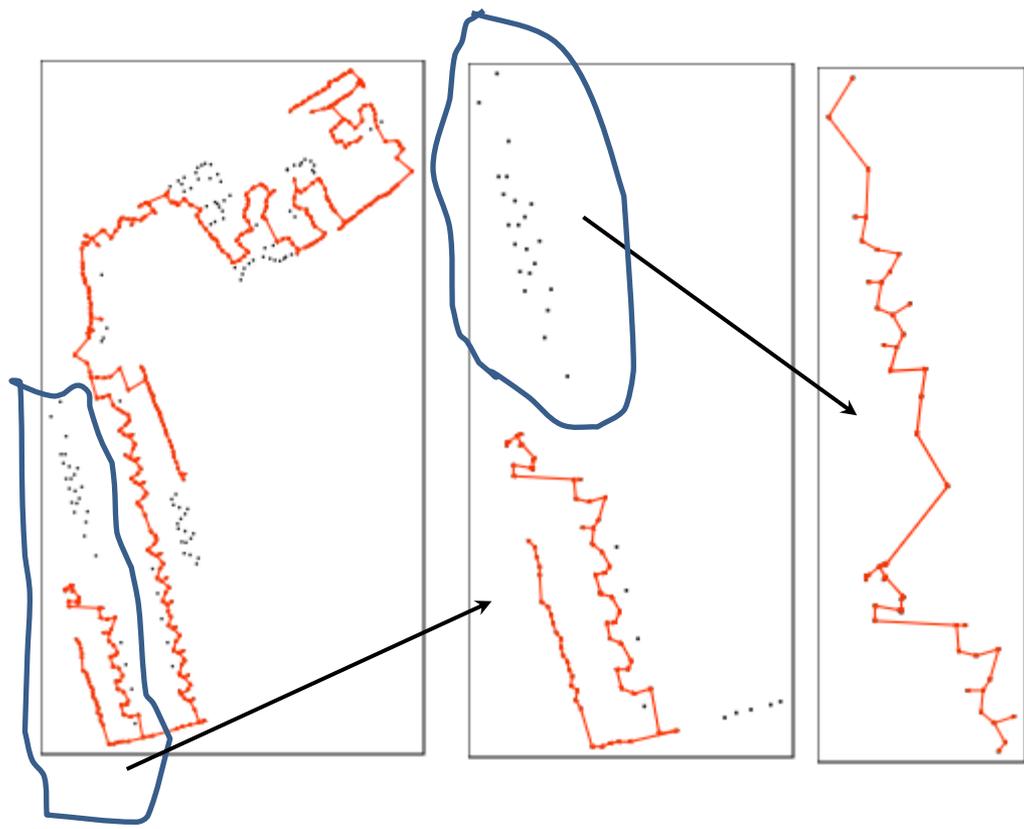
Entradas		Saída	
Tipo	Taxa	Tipo	Taxa
gás	2.933	elec	1.0
		Calor dist	1.619
		Perda calor	0.314

### Modelos baseados em mapas de calor



Construção da rede espacial orientada por mapas com estimativas de dados de procura para o modelo de sistema de energia

## Modelos baseados em mapas de calor



Identificação de áreas favoráveis ao desenvolvimento de redes de calor

Seleção interativa de subáreas para análise detalhada



### Cenários

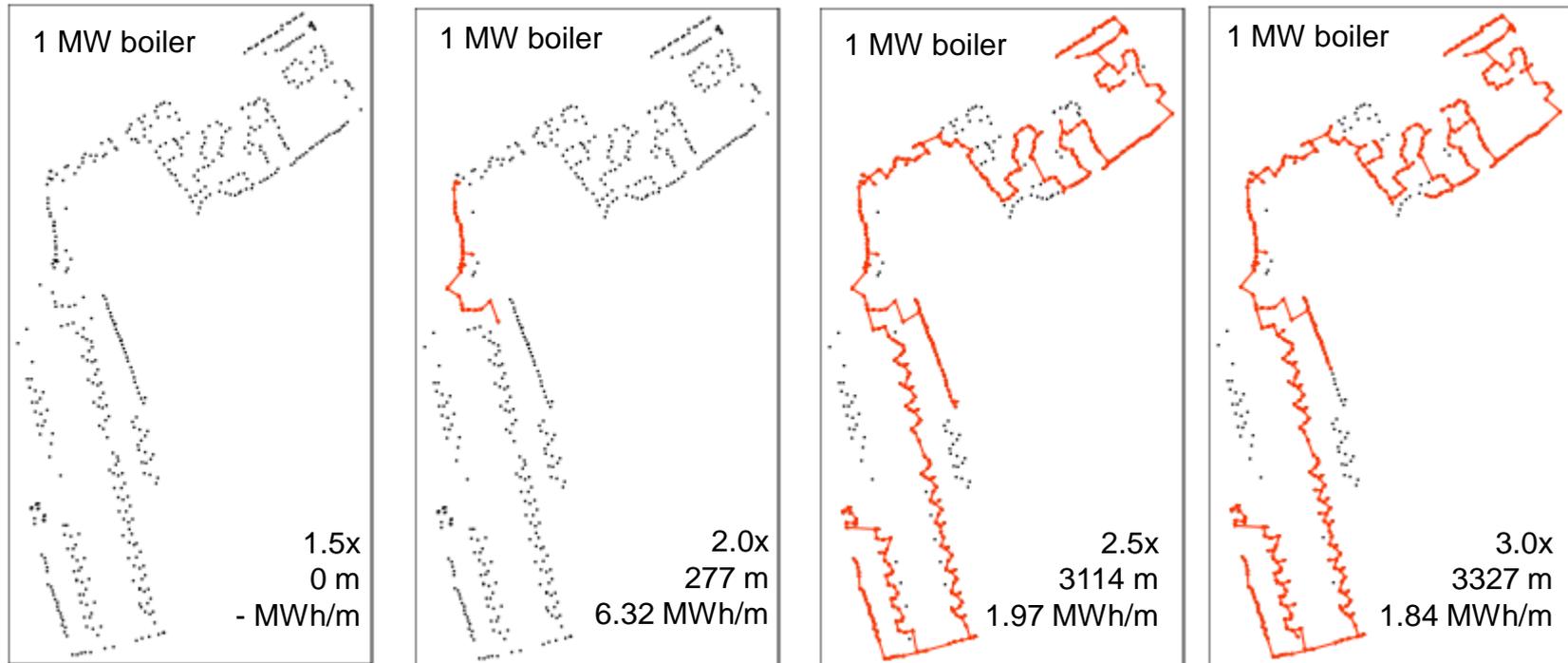
- Compare cenários com diferentes suposições
- Preço de compra de combustíveis
- Preço de venda de calor e eletricidade
- Tecnologias de fornecimento alternativas
  - Tipo de tecnologia
    - Por ex.º caldeira, bomba de calor, calor e potência combinados
  - Escala de tecnologia
  - Seleção de combustível
    - Por ex.º gás natural, biomassa

## Cenários de preço de calor

Tarifa de climatização urbana



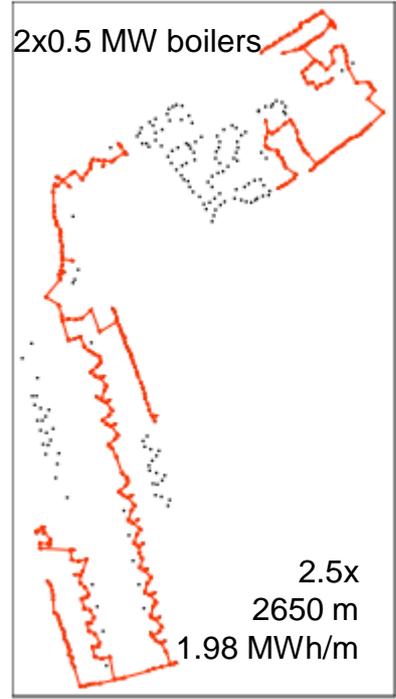
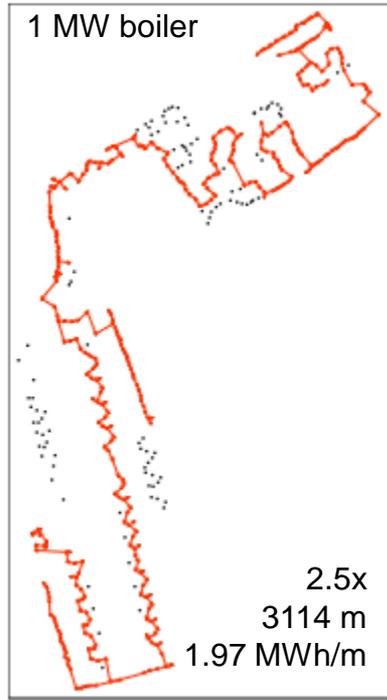
Comprimento da rede desenhada



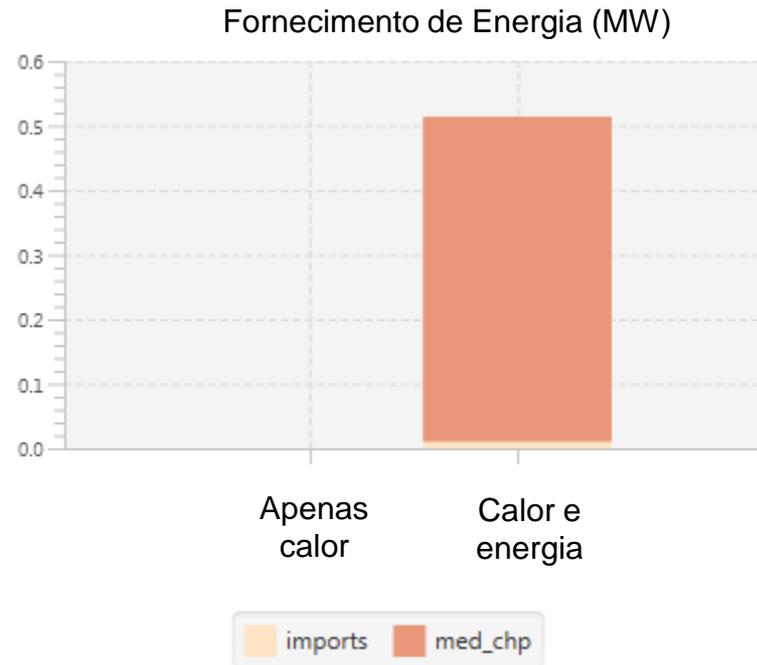
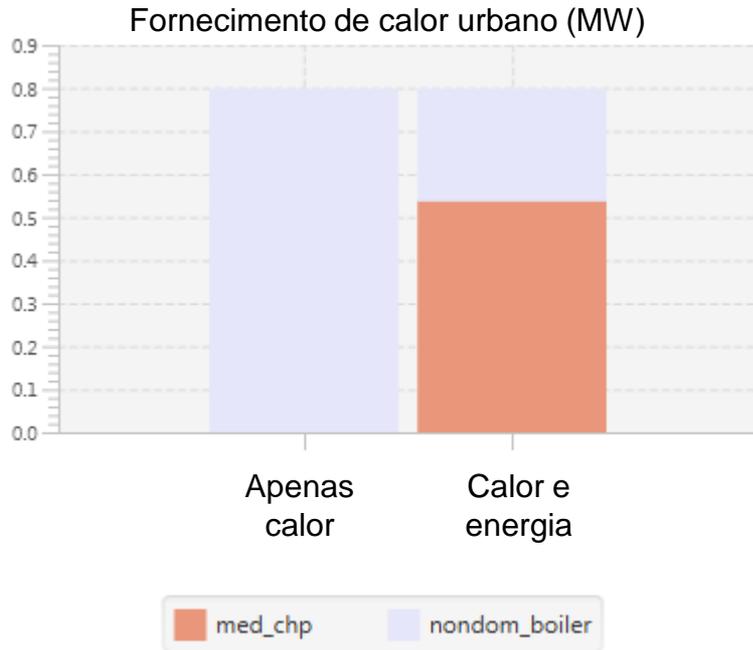
Densidade do calor linear de cargas ligadas

### Cenário de dimensão de caldeira

Tarifa de aquecimento urbano



# Cenário de calor e energia





### Resumo

- Modelo baseado em rede transferível
  - Pode ser aplicado a cidades com diferentes combinações de tecnologia, preocupações económicas e ambientais
  - Os dados do modelo devem ser calibrados para refletir as condições locais
  - Ajuste o nível de detalhe à escala do sistema
    - Cidade ↔ Zona ↔ Bairro
- Modelos baseados em mapas de calor
  - Geração interativa de rede espacial
  - Estimativas de procura de calor
  - Locais potenciais para centrais

# 2.3 Sistema de Modelação e Otimização de Recursos de Energia Térmica

THERMOS Heat Network Editor untitled

SAVE LOAD RUN

Map x

Search...

- Satellite
- Road Names
- Heatmap
- Candidates

SELECTED	ADDRESS	TYPE	BUILDING...	SIZE	CONSTR...	COST
<input checked="" type="checkbox"/>	B501 St Jo...	connection	B Road		required	costly
<input checked="" type="checkbox"/>		connection	Building co...		required	costly
<input checked="" type="checkbox"/>		connection	Building co...		required	costly
<input checked="" type="checkbox"/>		connection	Restricted ...		required	costly
<input checked="" type="checkbox"/>	A201 Farri...	connection	A Road		required	costly
<input checked="" type="checkbox"/>	Woodbridg...	connection	Local Road		required	costly
<input checked="" type="checkbox"/>	Turnmill St...	connection	Local Road		required	costly
<input checked="" type="checkbox"/>	Farrington...	connection	Local Road		required	costly
<input checked="" type="checkbox"/>	Dufferin St...	connection	Local Road		required	costly

Selection x Filters x

661 candidates selected

**Type** connection 489 demand 172

**Category** unknown 18 Commercial Offices 17 residential 6 Health 1 SHOW 22 MORE...

**Postcode** unknown 534 EC1R 3DA 1 EC1V 8AB 1 EC1R 0EX 1 SHOW 117 MORE...

Leaflet | Tiles © Esri — Source: Esri, i-cubed, USDA, USGS, AEX, GeoEye, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, UPR-EGP, and the GIS User Community



## Conteúdo

A terceira parte do módulo incidirá sobre:

- Conceito
- Metodologia
- Características da Aplicação
- Dados, recursos e competências necessárias



### Um problema...

A identificação, análise e comparação de ***opções específicas do sistema de energia térmica em regiões geográficas reais...***

- Tende a ser feito, manualmente, usando ferramentas à personalizadas
- Os estudos são muito caros
- Capacidade limitada para realizar estudos.
- Falta de transparência e consistência nos métodos utilizados
- Pouca ou nenhuma capacitação



### Uma solução... ?

THERMOS

- Atua como **uma ferramenta de apoio à decisão para planeadores de energia**, combinando dados e modelos de sistemas de energia de última geração num aplicativo baseado na *Web*, de código aberto, e orientado por mapas.
- Adaptado aos requisitos dos planeadores de energia do mundo real para tornar o planeamento da rede de climatização mais rápido, mais eficiente e mais económico.



### Uma solução... ?

# THERMOS

#### Caraterísticas-Chave:

- Considera um vasto leque de fontes de energia (incluindo o calor residual das infraestruturas de transporte).
- Incorpora modelação de procura de última geração para produzir mapas do sistema de energia ao nível do endereço (considera aquecimento, refrigeração e eletricidade).
- Aplica algoritmos avançados de modelação para analisar as opções de fornecimento e distribuição de energia.
- Testado em oito cidades-piloto e cidades replicantes THERMOS .



### **Abordagem de projeto**

Os interesses dos utilizadores das cidades-piloto e cidades replicantes THERMOS implicam a necessidade de apoiar as seguintes atividades, e é assim que a ferramenta é desenhada:

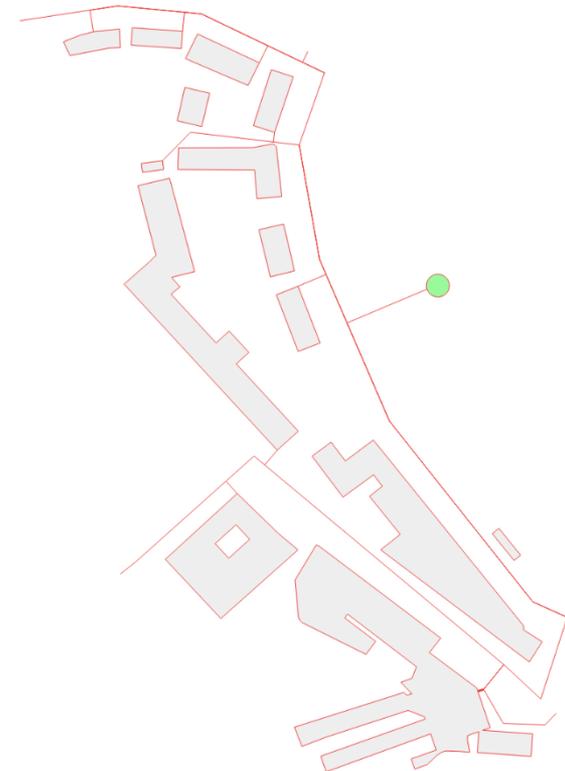
1. Adição de novos locais e ligações a uma rede existente
2. Projeção de uma nova rede baseada numa fonte de energia existente
3. Projeção de uma nova rede para fornecer um determinado conjunto de edifícios, com uma ou mais fontes potenciais de energia
4. Avaliação/comparação do desempenho de redes específicas e soluções não ligadas em rede



### O que o THERMOS realmente faz?

A aplicação THERMOS identifica a *melhor solução*, dado um conjunto de fontes de energia disponíveis, necessidades e rotas de distribuição:

Neste sentido, uma solução é um conjunto de fontes de energia ligadas ao conjunto de necessidades que elas satisfazem.





### Fazendo uma pergunta

Por vezes, existem inúmeras possibilidades. A questão recai sobre os suprimentos e necessidades a incluir e como juntá-los de forma a obter um sistema viável?

A ferramenta apoia o utilizador relativamente a estes conjunto de decisões.

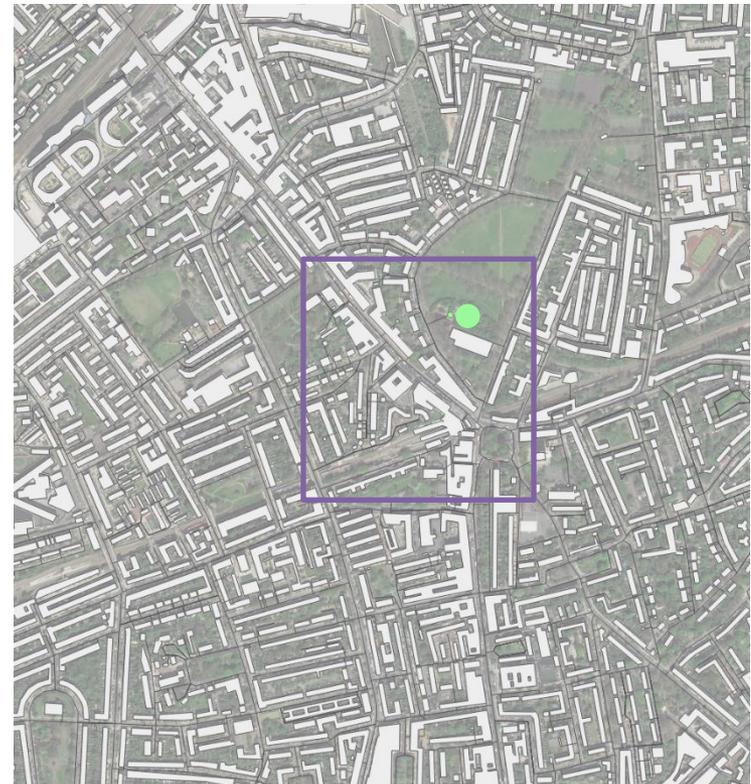




### Fazendo uma pergunta

Por vezes, existem inúmeras possibilidades. A questão recai sobre os suprimentos e necessidades a incluir e como juntá-los de forma a obter um sistema viável?

A ferramenta apoia o utilizador relativamente a estes conjunto de decisões.





### Fazendo uma pergunta

Por vezes, existem inúmeras possibilidades. A questão recai sobre os suprimentos e necessidades a incluir e como juntá-los de forma a obter um sistema viável?

A ferramenta apoia o utilizador relativamente a estes conjunto de decisões.





### Fazendo uma pergunta

Por vezes, existem inúmeras possibilidades. A questão recai sobre os suprimentos e necessidades a incluir e como juntá-los de forma a obter um sistema viável?

A ferramenta apoia o utilizador relativamente a estes conjunto de decisões.





### Fazendo uma pergunta

Por vezes, existem inúmeras possibilidades. A questão recai sobre os suprimentos e necessidades a incluir e como juntá-los de forma a obter um sistema viável?

A ferramenta apoia o utilizador relativamente a estes conjunto de decisões.

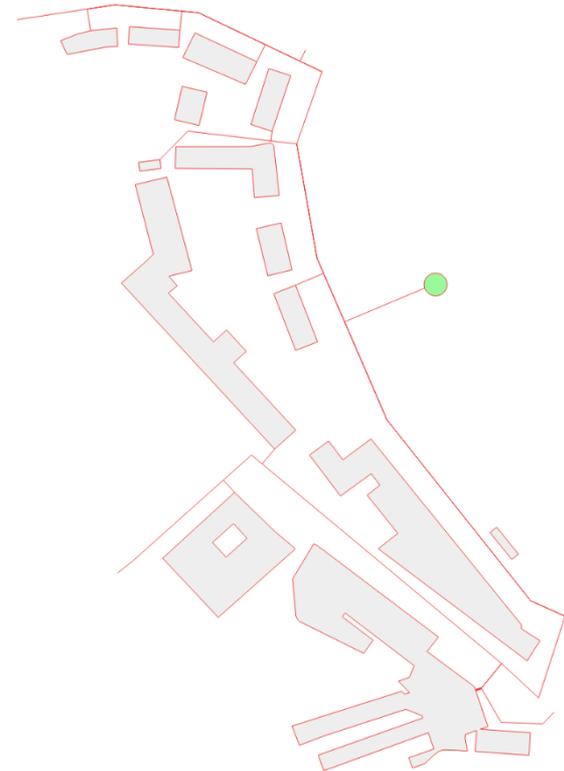




### Fazendo uma pergunta

Por vezes, existem inúmeras possibilidades. A questão recai sobre os suprimentos e necessidades a incluir e como juntá-los de forma a obter um sistema viável?

A ferramenta apoia o utilizador relativamente a estes conjunto de decisões.





### Estrutura da questão

No THERMOS, uma questão abrange um conjunto de elementos que poderiam, ou que, alternativamente, deveriam estar na solução resultante.

Os elementos são:



Necessidades de energia - geralmente edifícios



Fornecimento de Energia – ex.º CHP,  
caldeira, bomba de calor



Ligações – estas são combinadas para formarem  
a rede de distribuição

E mais importante: devemos também indicar o que  
Entendemos por “**melhor**” solução





### **Estrutura da questão**

“Melhor ”define a quantidade que o modelo do sistema de energia está a tentar otimizar. Por exemplo, podemos querer como nossa resposta, a solução :

- Maior valor atual líquido (NPV)
- Menor gasto de capital
- Emissões mais baixas
- Maior procura total suprimida
- (outros critérios são possíveis)

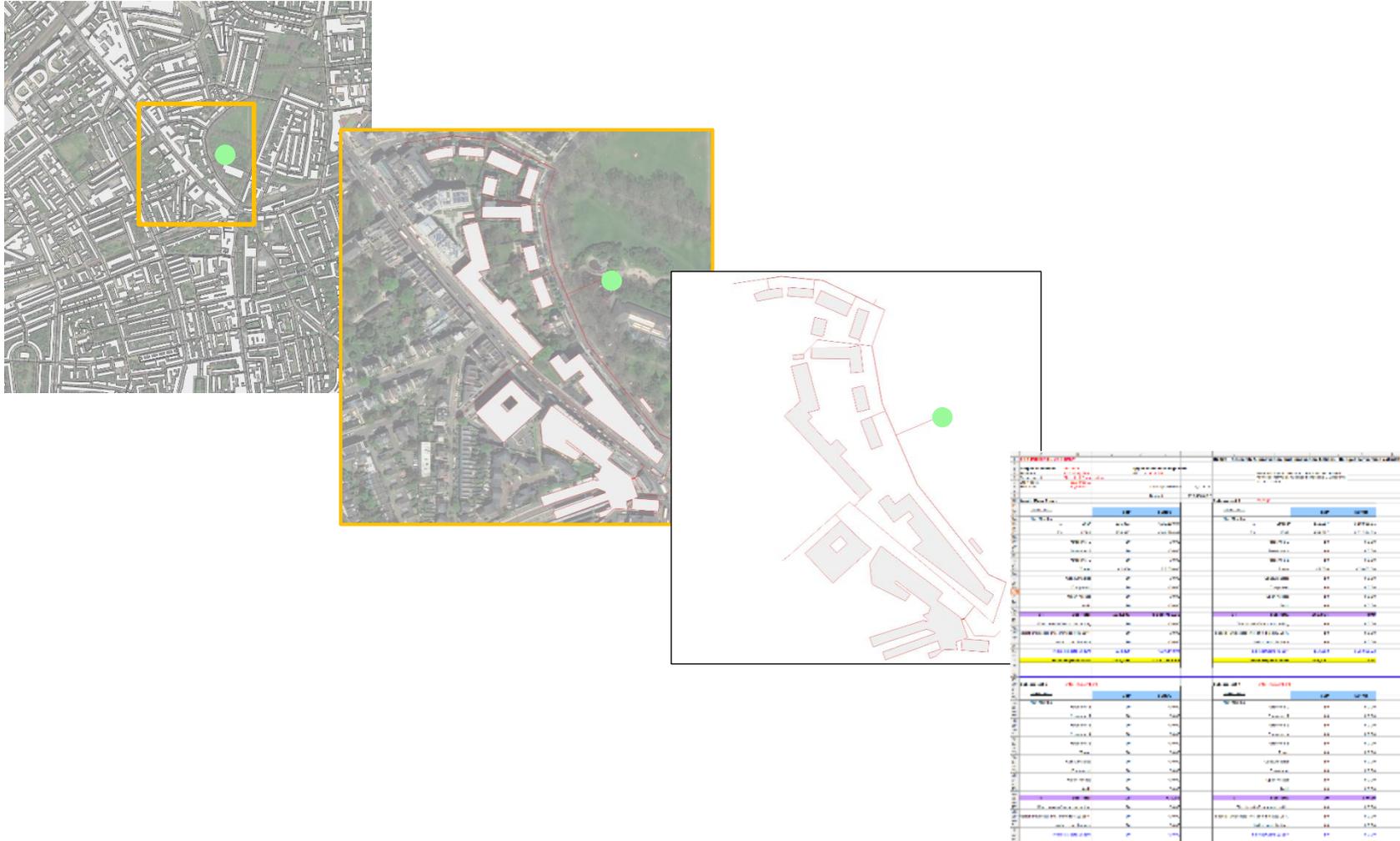


### **Obtendo uma resposta**

Quando apresentada uma pergunta desta forma, o aplicativo retornará uma descrição da solução. Isso incluirá elementos como:

- Custos (capital, combustível, NPV)
- Entradas de combustível e saídas de calor
- Emissões
- Uma lista e um mapa dos locais (suprimentos e necessidades) e ligações
- Alguns detalhes sobre as propriedades em cada um dos locais e ligações.

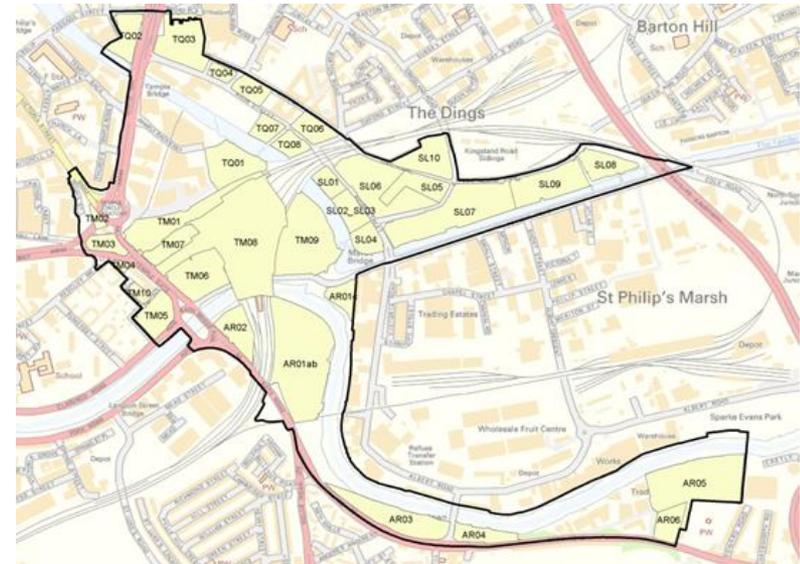
## Recapitulando



### Ingredientes necessários

Para que isto funcione, a aplicação precisa de um bom modelo de sistema de energia subjacente e muitos dados. Grande parte do projeto assenta em construir, agrupar e sintetizar os seguintes:

- Um modelo de otimização do sistema de energia térmica
- Dados espaciais sobre a localização de estradas e edifícios
- Estimativas de procura de energia para todos os edifícios...



### Ingredientes necessários

Para que isto funcione, a aplicação precisa de um bom modelo de sistema de energia subjacente e muitos dados. Grande parte do projeto assenta em construir, agrupar e sintetizar os seguintes:

- Estimativas individuais do custo de ligação
- Estimativas dos custos de diferentes tecnologias
- Um aplicativo que reúne tudo e permite que os utilizadores alterem as suposições ,quando souberem mais do que o indicado pelas nossas estimativas

Sector & phase		CO <sub>2</sub> saving from RE installed [tonnes/yr]	Biomass boiler CAPEX	Heat pump CAPEX	Solar PV CAPEX	Solar hot water CAPEX	Gas CHP Capex
Existing domestic		147	£0	£268,200	£197,864	£30,127	–
Existing non-domestic		2,242	£1,803,425	£1,567,548	£1,080,728	£1,193,634	£1,273,546
Phase 1 (2013-2018)	Domestic	334	£115,605	£100,007	£444,571	£15,069	–
	Non-domestic	733	£240,671	£285,156	£1,097,129	£74,191	–
Phase 2 (2018-2023)	Domestic	1,189	£271,502	£111,538	£1,340,040	£28,311	–
	Non-domestic	1,529	£242,631	£859,980	£1,969,209	£187,283	–
Phase 3 (2023-2036)	Domestic	506	£97,217	£57,116	£434,501	£9,049	–
	Non-domestic	55	£0	£74,656	£82,189	£22,313	–
<b>Total</b>		<b>6,735</b>	<b>£2,771,051</b>	<b>£3,324,201</b>	<b>£6,646,231</b>	<b>£1,559,977</b>	<b>£1,273,546</b>

### Arquitetura da Aplicação

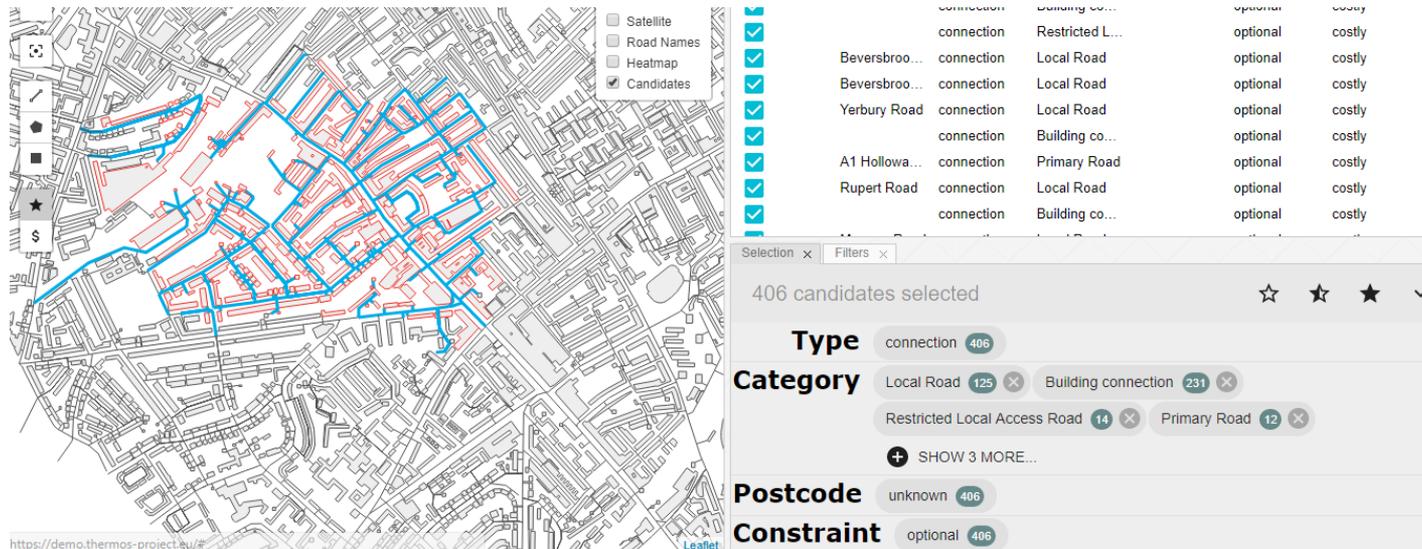
THERMOS será uma **aplicação web**, acessível através do uso de um navegador. Existem algumas razões para que assim seja:

- Velocidade de desenvolvimento
- Facilidade de distribuição
- Compatibilidade entre plataformas
- Flexibilidade para variar os recursos disponíveis para a aplicação.



### Caraterísticas da aplicação

- Pesquise e veja um mapa da área de interesse.
- O mapa exibe os locais (edifícios e fontes de energia) e as rotas disponíveis na área, sobre um mapa base.
- Edite o mapa adicionando/removendo locais e rotas de ligação



The screenshot displays the application interface. On the left, a map shows a street network with red and blue lines representing different types of connections. A legend in the top right of the map area includes: Satellite, Road Names, Heatmap, and Candidates (checked). Below the map, a URL is visible: <https://demo.thermos-project.eu/#>. On the right, a data table lists various connections with their types, categories, and constraints. The table is partially obscured by a filter overlay.

Location	Type	Category	Constraint
Beverbro...	connection	Local Road	optional
Beverbro...	connection	Local Road	optional
Yerbury Road	connection	Local Road	optional
A1 Hollowa...	connection	Primary Road	optional
Rupert Road	connection	Local Road	optional
	connection	Building co...	optional

The filter overlay shows the following statistics for 406 candidates selected:

- Type: connection (406)
- Category: Local Road (125), Building connection (231), Restricted Local Access Road (14), Primary Road (12)
- Postcode: unknown (406)
- Constraint: optional (406)



### Caraterísticas da aplicação

#### Elaborando uma questão:

- Selecione os locais e as rotas, por área ou individualmente, e defina seu estado para:
  - \* **"Proibido"** – não pode estar na solução
  - \* **"Opcional"** – poderá estar na solução
  - \* **"Obrigatório"** – tem de estar na solução
- Selecione o objetivo desejado: a definição de "melhor", por ex.º maximizar a procura ou o valor atual; minimizar as emissões;

### Caraterísticas da aplicação

- As perguntas podem ser guardadas e enviadas ao solucionador antes de visualizar e fazer a transferência da solução

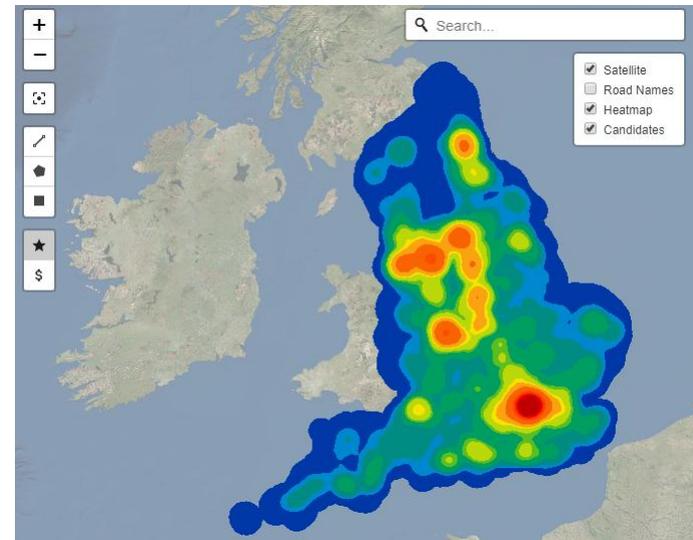


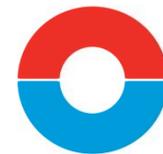
- Valores padrão para várias quantidades podem ser substituídos, nomeadamente:
  - Necessidades de energia do local
  - Custos de ligação à rede
  - Características tecnológicas



### Valor acrescentado

- Inclui o **mapeamento do sistema de energia** ao nível do edifício – reproduzível em cidades, regiões e países
- Incorpora **modelos de sistemas de energia** com representação direta de redes: **indo além do mapeamento de calor 2D**
- Usa **otimização** para identificar as melhores soluções
- Produto **gratuito e de código aberto**, destinado a autoridades locais: não é necessário recorrer a *software* dispendioso de terceiros





### Valor acrescentado

- Uso de **dados abertos** para entradas sempre que possível
- A estreita colaboração com os **parceiros das autoridades local** das cidades-piloto assegura a criação de ferramentas com os recursos mais significativos
- O lançamento apoiado para **parceiros replicantes** assegura a sustentabilidade pós-projeto.

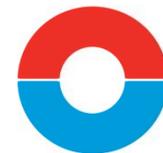




### **Para aproveitar THERMOS ao máximo, precisará:**

- Compreender sistemas de energia térmica para edifícios
- Ter um bom conhecimento sobre a localização da área em estudo
- Idealmente, isso incluirá o acesso a dados locais sobre:
  - necessidades de construção
  - locais de abastecimento
  - custos de tecnologia e combustível





### **Para aproveitar THERMOS ao máximo, precisará:**

- Perguntas específicas que mapeiam os recursos do THERMOS.
- Um computador razoavelmente atualizado, com uma boa ligação à Internet, de preferência com o navegador Chrome instalado.
- Competências e software GIS, para criar relatórios sobre os resultados.





## Resumo – THERMOS

- A **ferramenta THERMOS** é uma aplicação baseada na *web*, de código aberto, orientada por mapas, adaptada aos requisitos reais dos planeadores de energia que visa tornar o planeamento da rede de climatização mais rápido, mais eficiente e mais económico.
- Identifica a melhor solução (dependendo da definição do utilizador de "melhor"), tendo em conta um conjunto de fontes de energia disponíveis, procura e rotas de distribuição.
- Desenvolvido em conjunto com as quatro cidades-piloto do THERMOS e testado pelas quatro cidades replicantes THERMOS
- O desenvolvimento está em andamento - a versão final está prevista para o início de 2019.



# Agradecimentos

## ***Imperial College***

Prof. Nilay Shah

James Keirstead

Nouri Samsatli

Sara Giarola

Clemence Morlet

Romain Lambert

Koen H. van Dam

Salvador Acha

Axelle Delangle

Mark Jennings

Kostas Zavitsas

Miles Loeber

## ***CSE Bristol***

Josh Thumim

Tom Hinton

Richard Tiffin

Glenn Searby

Martin Holley

# THERMOS



web

[thermos-project.eu](http://thermos-project.eu)



email

[info@thermos-project.eu](mailto:info@thermos-project.eu)



twitter

[@THERMOS\\_eu](https://twitter.com/THERMOS_eu)



linkedin

[THERMOS project](https://www.linkedin.com/company/THERMOS-project)



Este projeto foi financiado no âmbito do Programa Horizonte 2020 para Pesquisa e Inovação da União Europeia sob o contrato de financiamento Nº 723636. A responsabilidade desta apresentação é do seu autor e de modo algum reflete os pontos de vista da União Europeia.