



Estratégias Contemporâneas na Integração de Sistemas Energéticos para a Reabilitação de Edifícios

Paulo Mendonça, EAUM / Lab2PT

mendonca@arquitectura.uminho.pt

Índice

- 1 Introdução
- 2 Estratégias passivas
- 3 Estratégias ativas
- 4 Conclusões



1 Introdução



5 937 000

Alojamentos (>1,8 Milhões do que famílias)



3 588 000

Edifícios residenciais em Portugal

1 364 000

Necessitam de obras de reparação

502 000

Estão muito degradados

28 000

Aguardam demolição

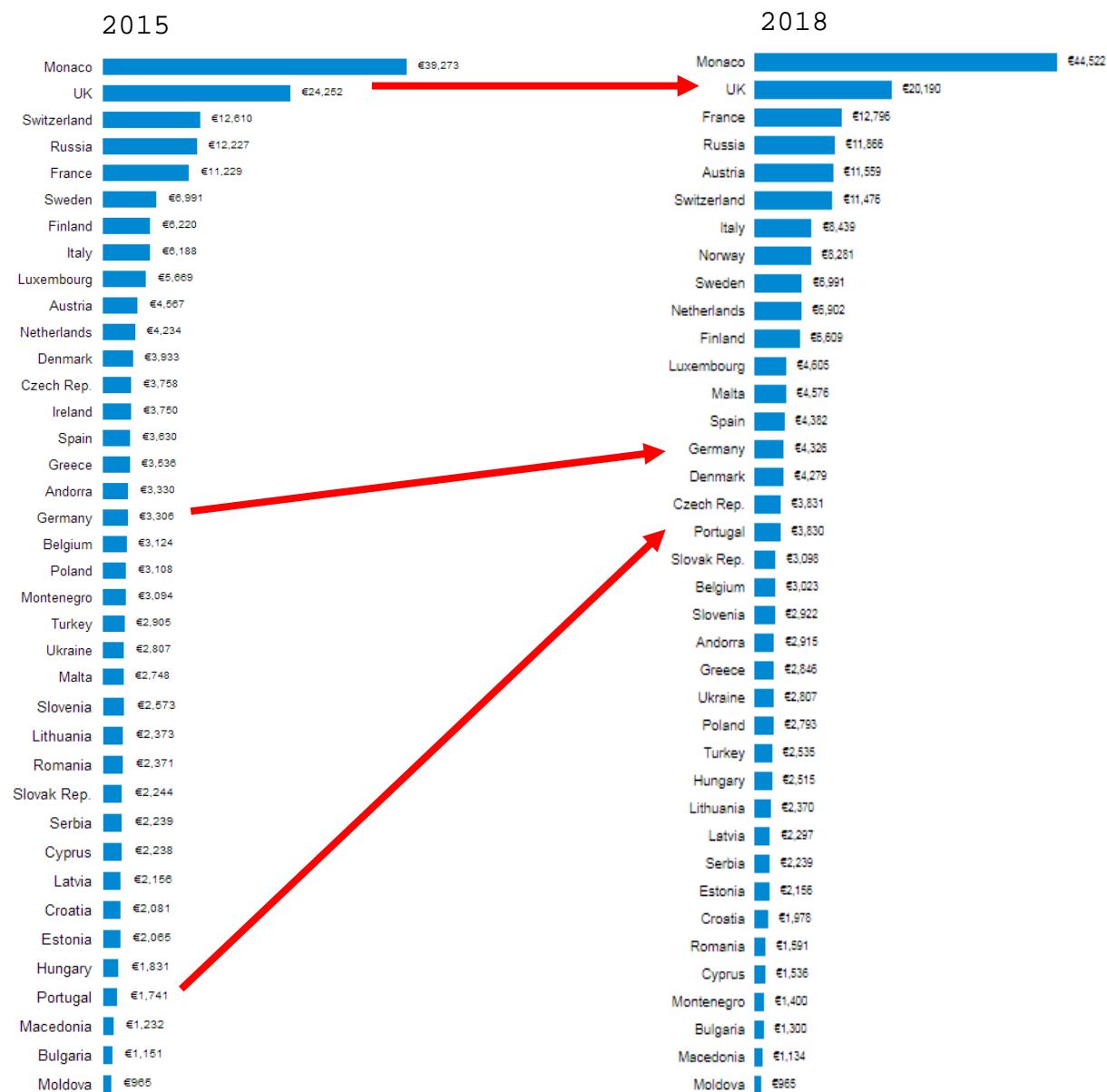
735 000

Estão desocupados

Fonte: APEMIP e INE

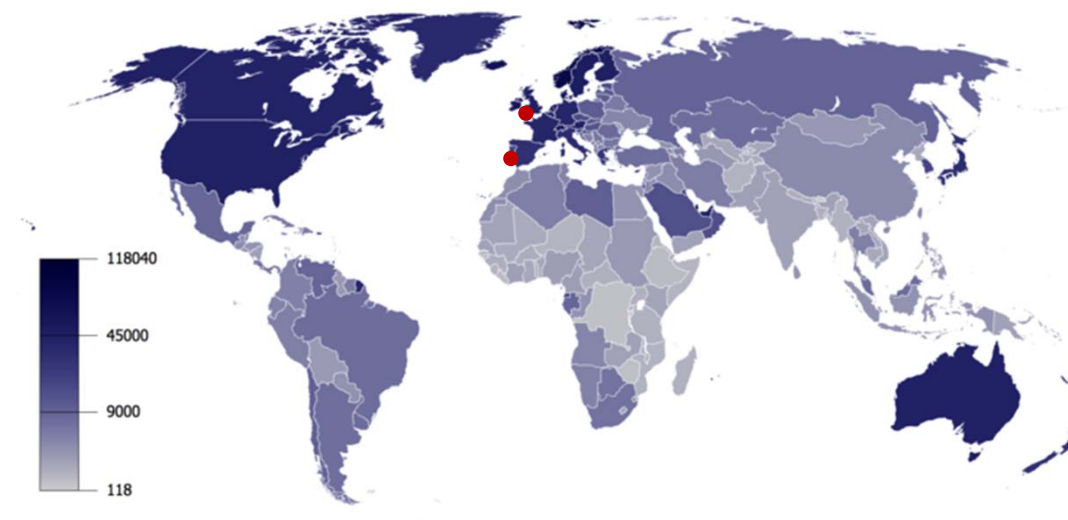


Custo médio por m² (habitação com 120 m² localizada na capital do país)



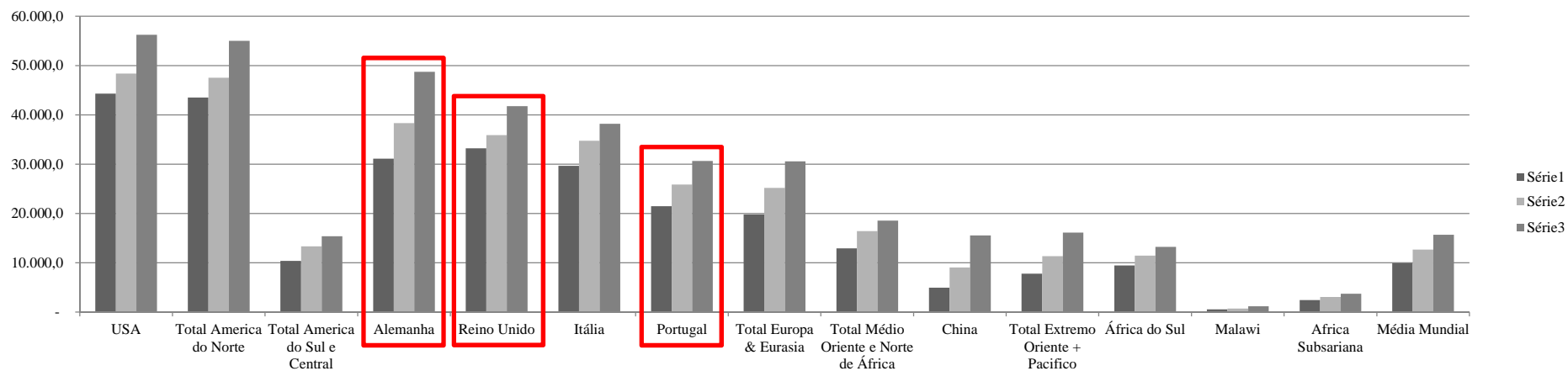
<http://www.globalpropertyguide.com/>

1 PIB per capita



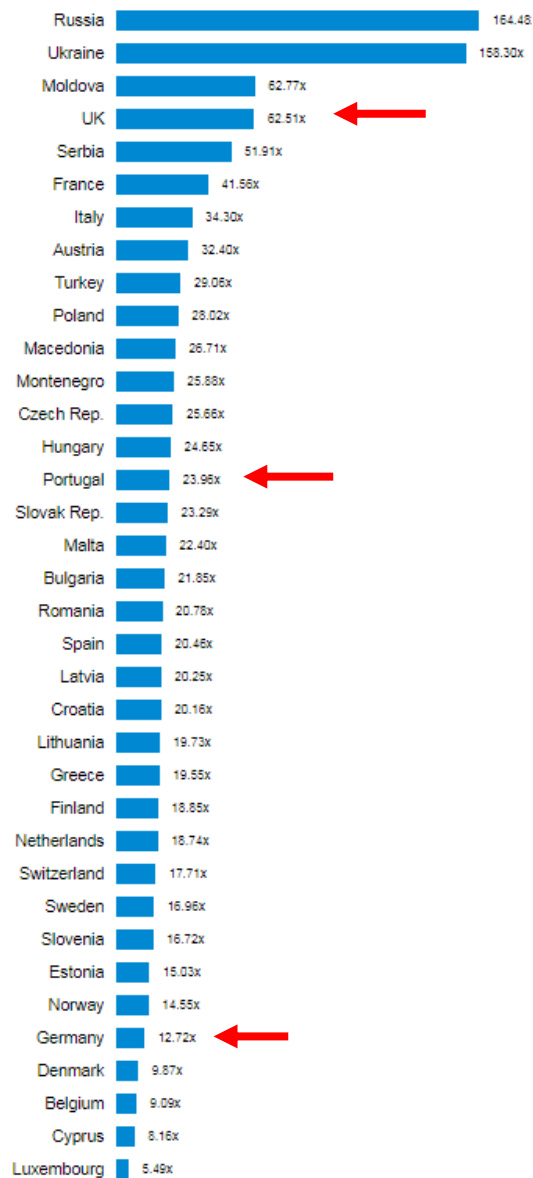
Mapa mundial PIB per capita 2010

Produto Interno Bruto 2005-2010-2015 (PIB PPP/per capita)



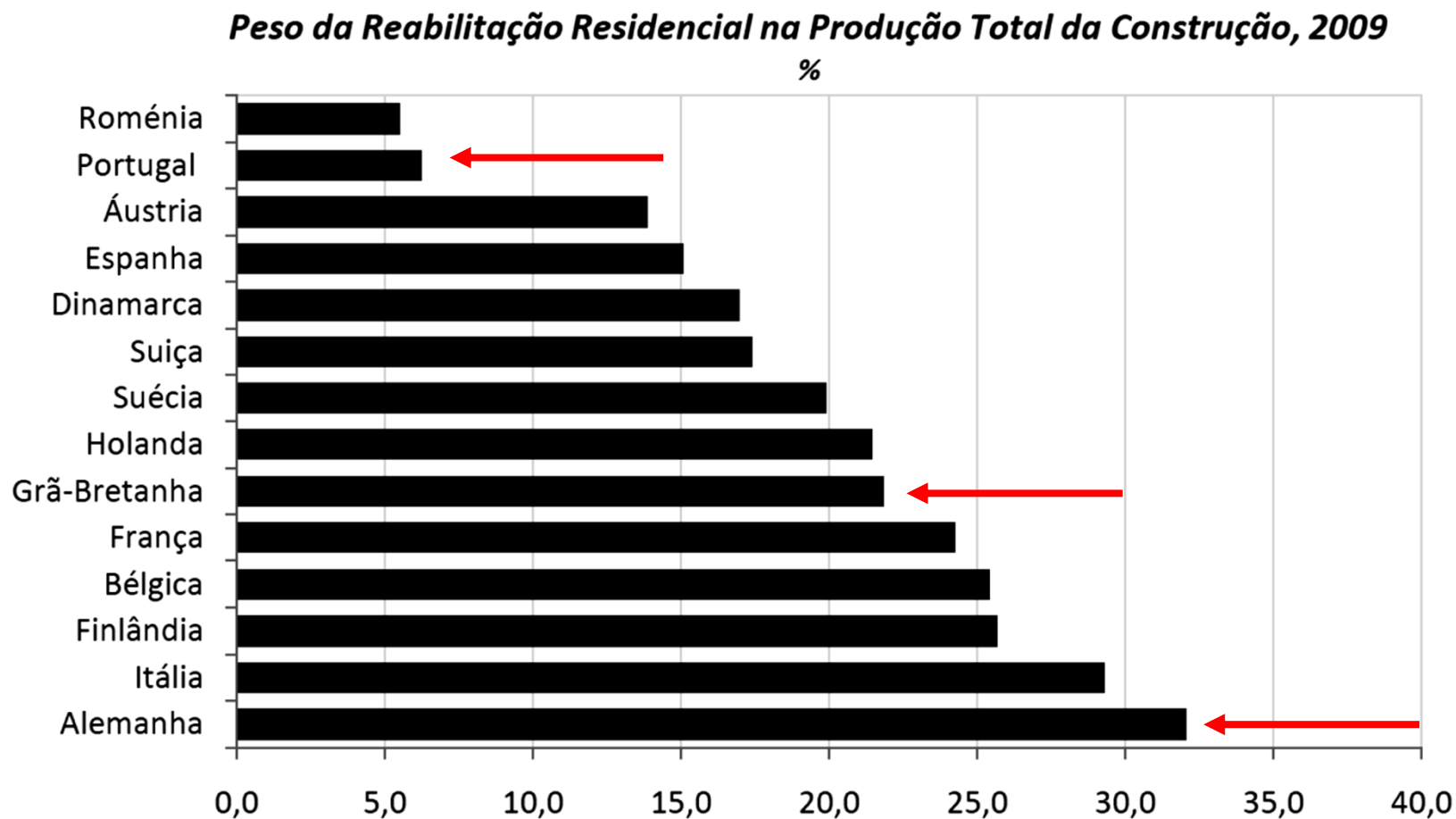
Custo habitação / PIB percapita (habitação em Lx com 100m²)

2018 (preço por m² / PIB percapita * 100)



<http://www.globalpropertyguide.com/>

1 Peso da reabilitação nas atividades de construção



Fonte: APEMIP e INE



1 Peso da reabilitação nas atividades de construção

Entre 2010-2015

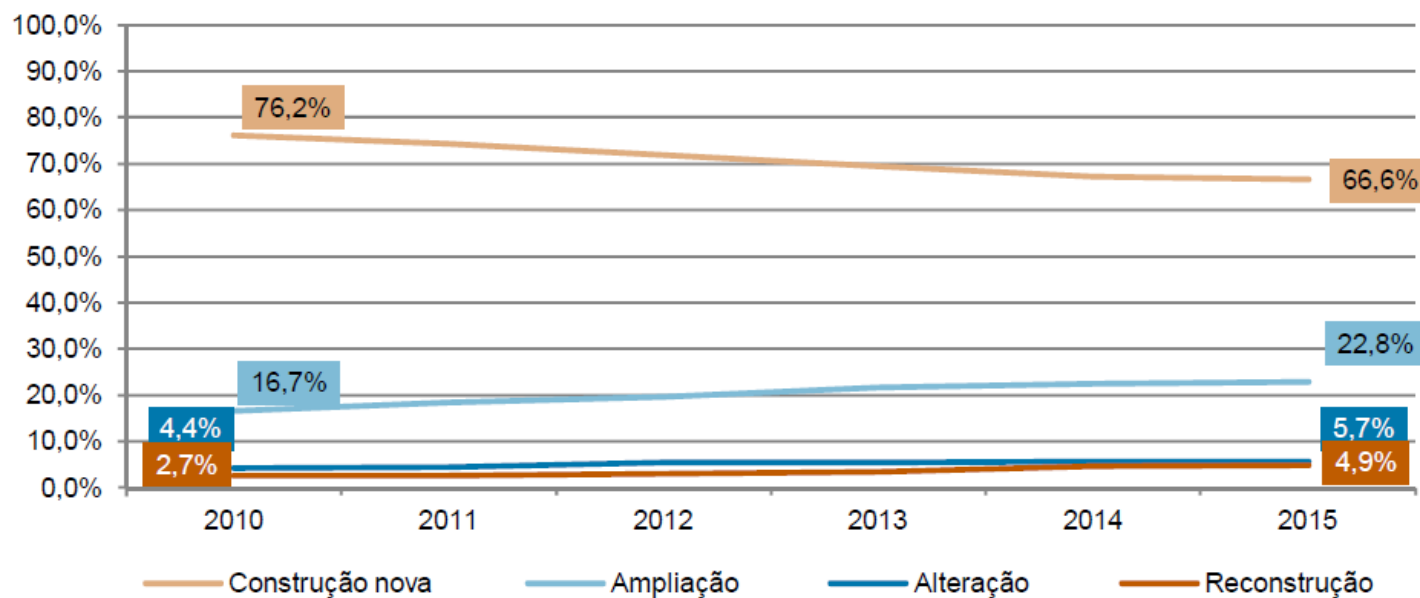
CONSTRUÇÕES NOVAS

Diminuíram em nº absoluto (e em % relativa)

OBRAS DE AMPLIAÇÃO E DE RECONSTRUÇÃO

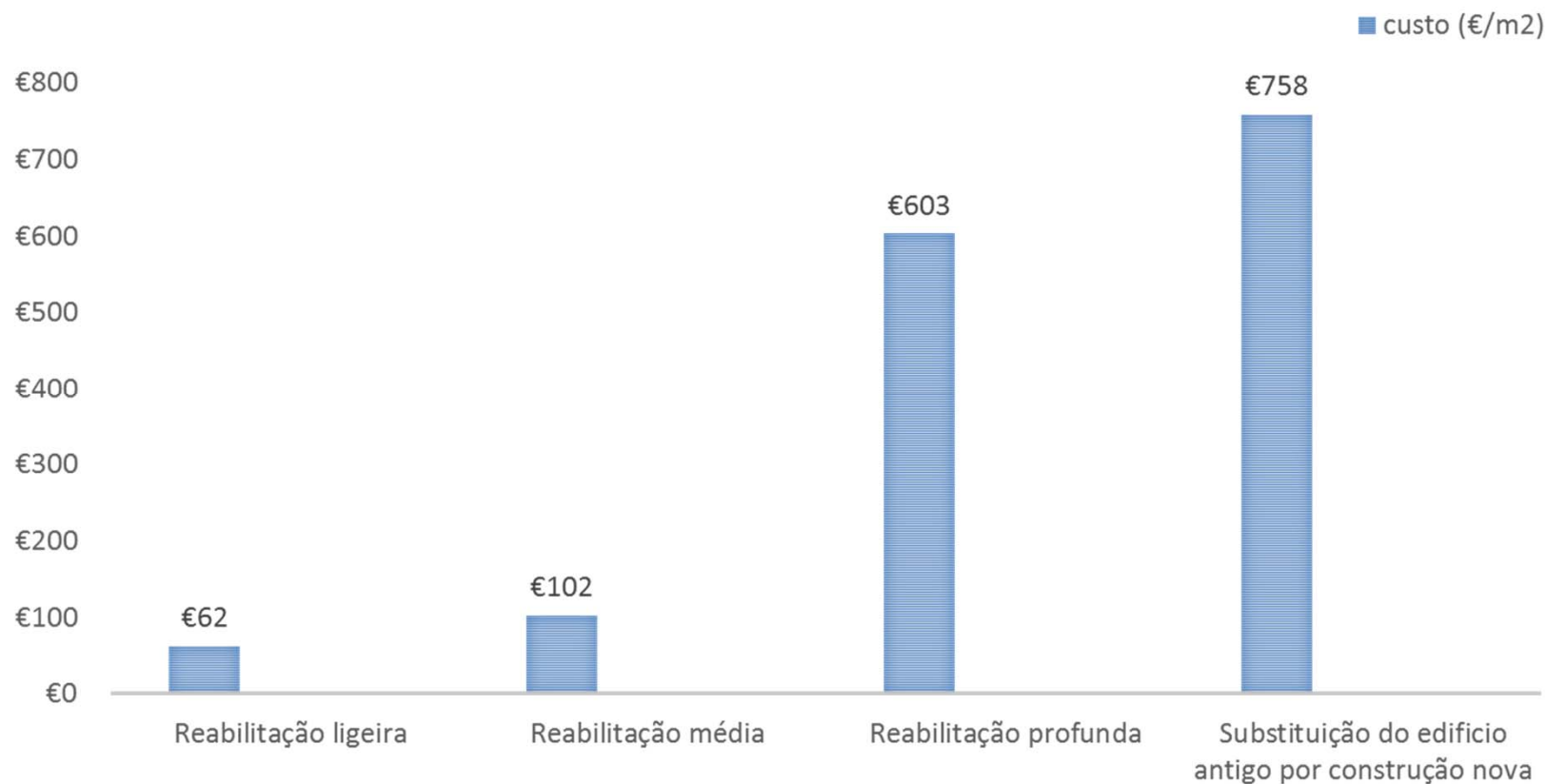
Diminuíram em nº absoluto (mas aumentaram em % relativa)

Percentagem relativa de edifícios construídos por tipo de obra (2010 - 2015)



1 Peso da reabilitação nas atividades de construção

Custo médio, por metro quadrado, de obras de reabilitação de acordo com o grau de intervenção.



Fonte: Camara Municipal de Lisboa



1 Introdução

Reabilitação: economia

Escolas na Grã-Bretanha:

2850€/m²: Custo médio

2590 €/m²: Custo reabilitação

3050€/m²: Custo construção nova



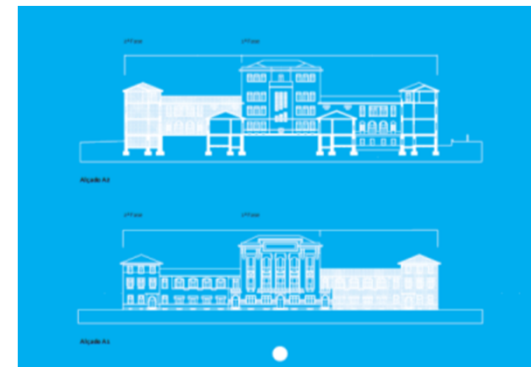
Escolas em Portugal:

840€/m²: Custo médio

Exemplo do Liceu Rodrigues de
Freitas (Porto):

600€/m²: Custo reabilitação

1400€/m²: Custo construção nova

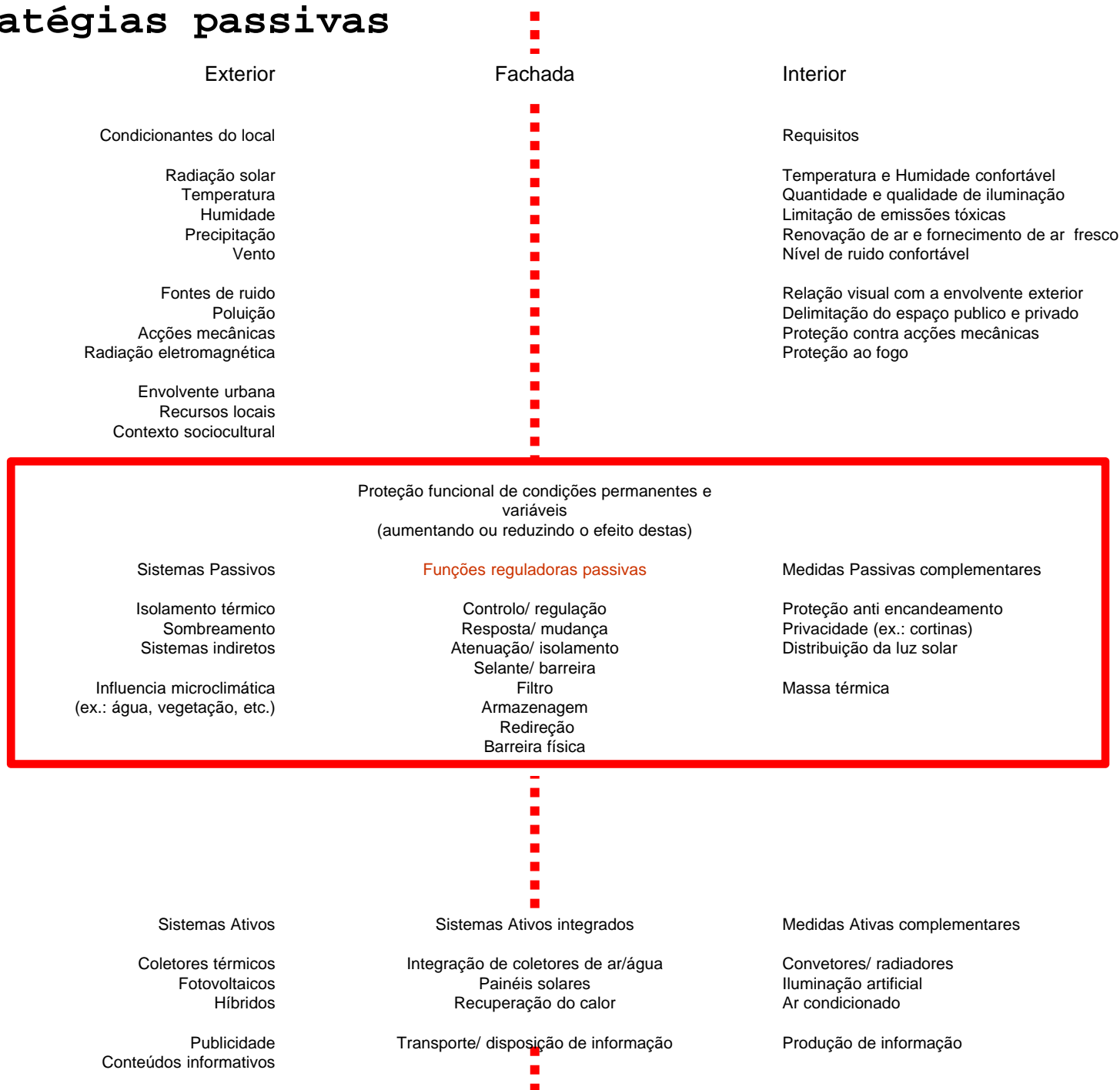


1 Porquê reabilitar?

Sempre que pretende reabilitar com introdução de sistemas energéticos, o Arquiteto tem de responder a diversas questões:

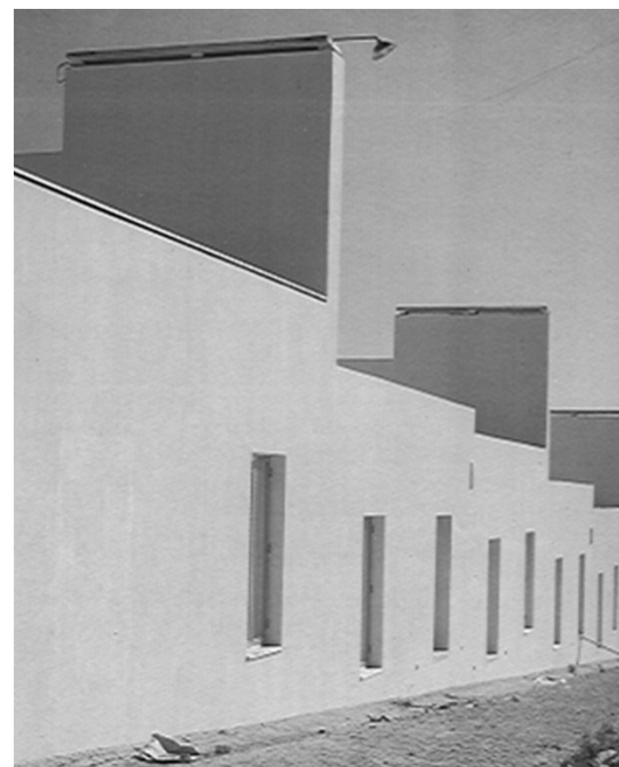
- Estrutura / construção - Como são os elementos / componentes da envolvente edifício, como se suportam e como se montam?
- Imagem - O que pretende comunicar?
- Função - Quais as solicitações a que a envolvente do edifício deve dar resposta, considerando o ciclo de vida (consumo energético no fabrico dos componentes, durante a construção, uso e demolição) e qual a influência da configuração desta no consumo energético e custo de manutenção do edifício?



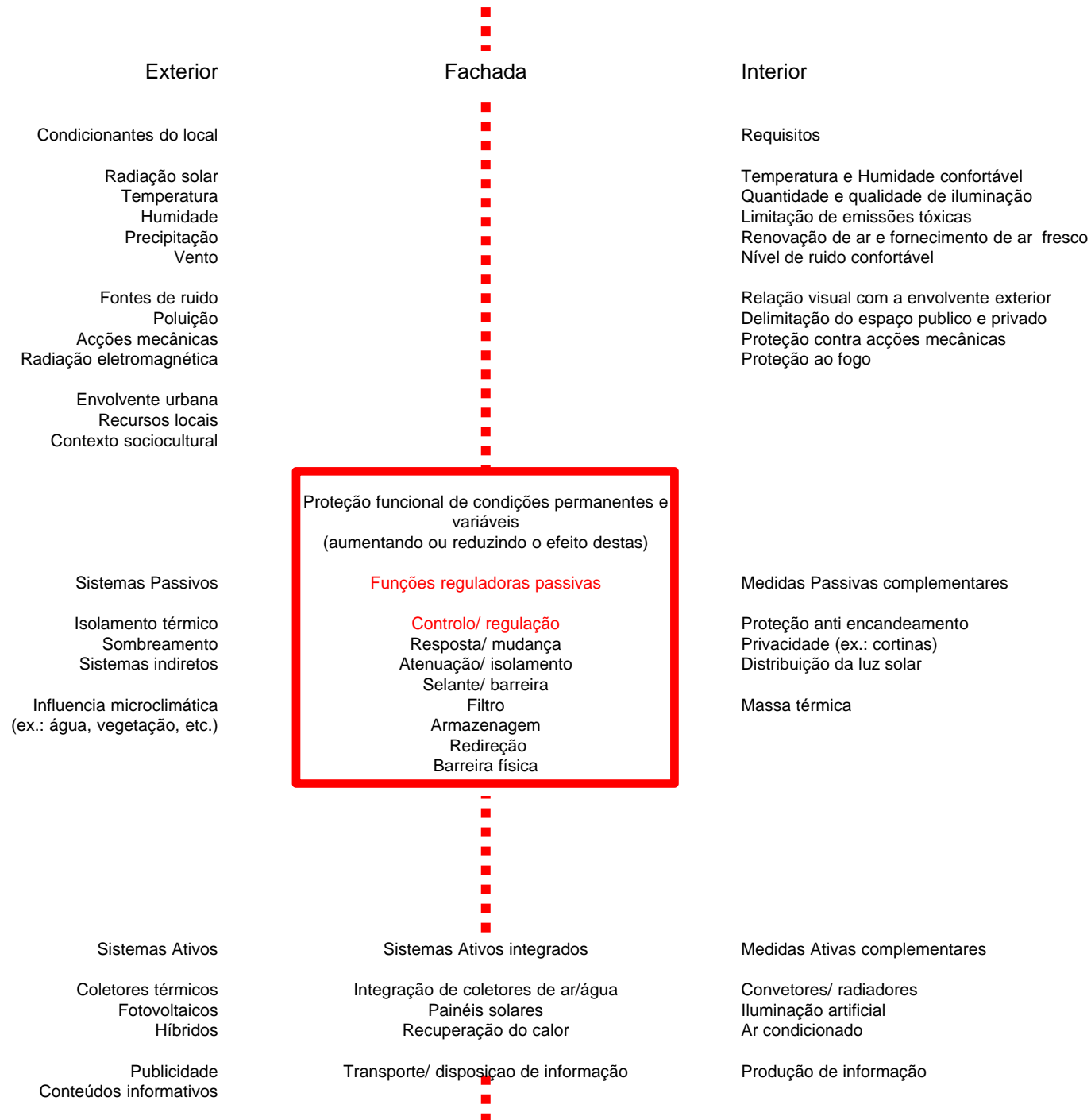


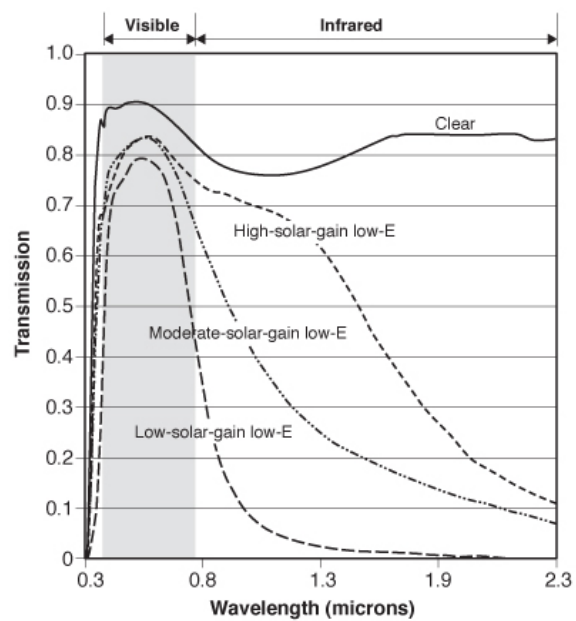


Casa Beires (Póvoa de Varzim) - Siza Vieira



Bairro da Malagueira (Évora) - Siza Vieira

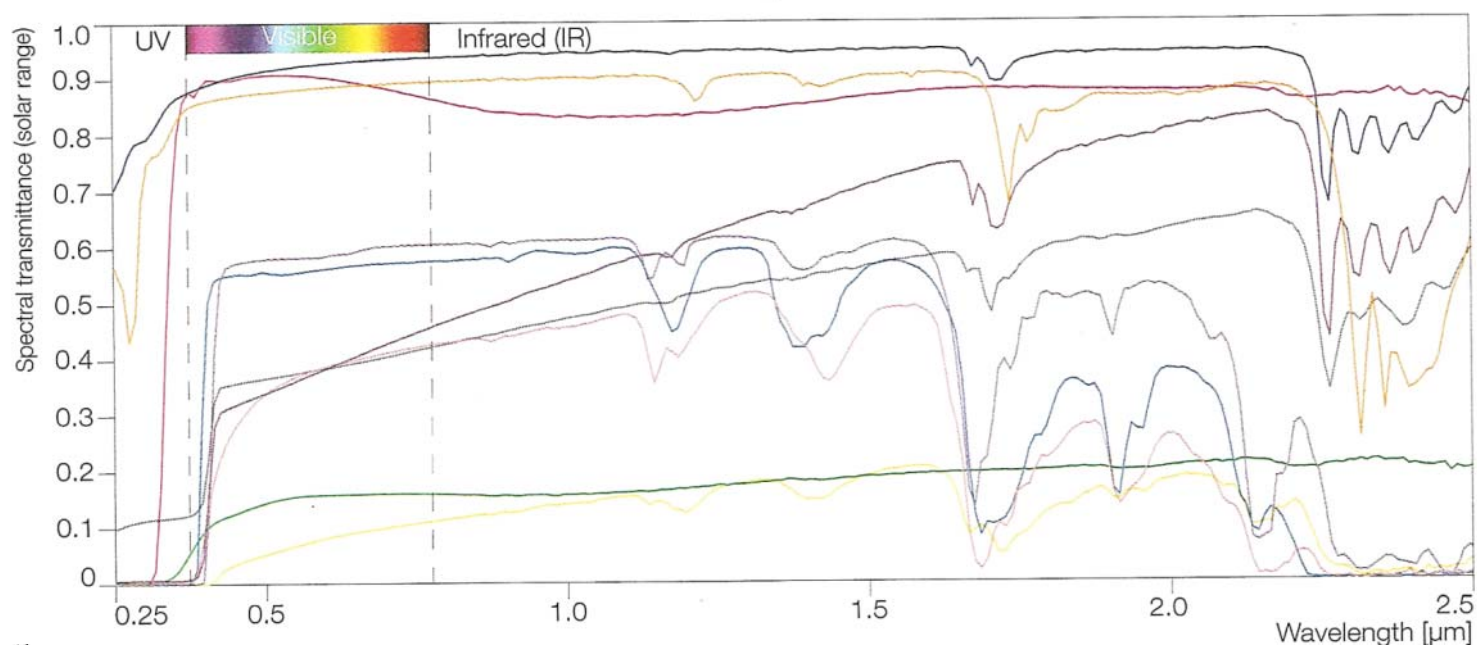




Munique, 2001
Baumschlager und Eberle

Guimarães, 2004
Villa Hotel

- | | |
|--|----------------------------------|
| Sheets | Woven fabrics |
| — PC multi-wall sheet, 16 mm | — Polyester-PVC |
| — PMMA twin-wall sheet, lattice, 16 mm | — PTFE/glass, type II (bleached) |
| — GFRP sheet, solid, natural colour | — PTFE fabric |
| Foils | Glass (for comparison) |
| — ETFE foil, 200 μm , clear | — Float glass, standard, 3 mm |
| — ETFE foil, 250 μm , white | |
| — PE foil, standard, with UV stabiliser, 200 μm | |



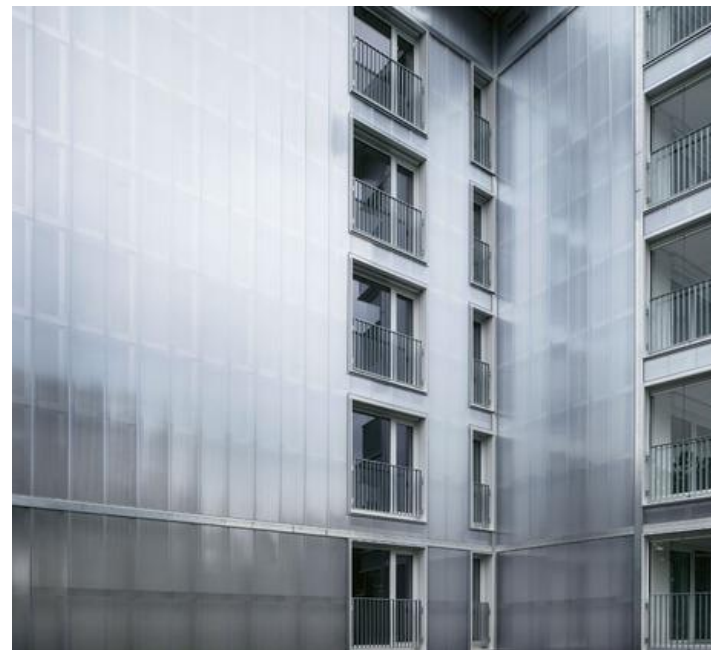
Reabilitação de edifício multifamiliar (2015)
Mannheim, Alemanha



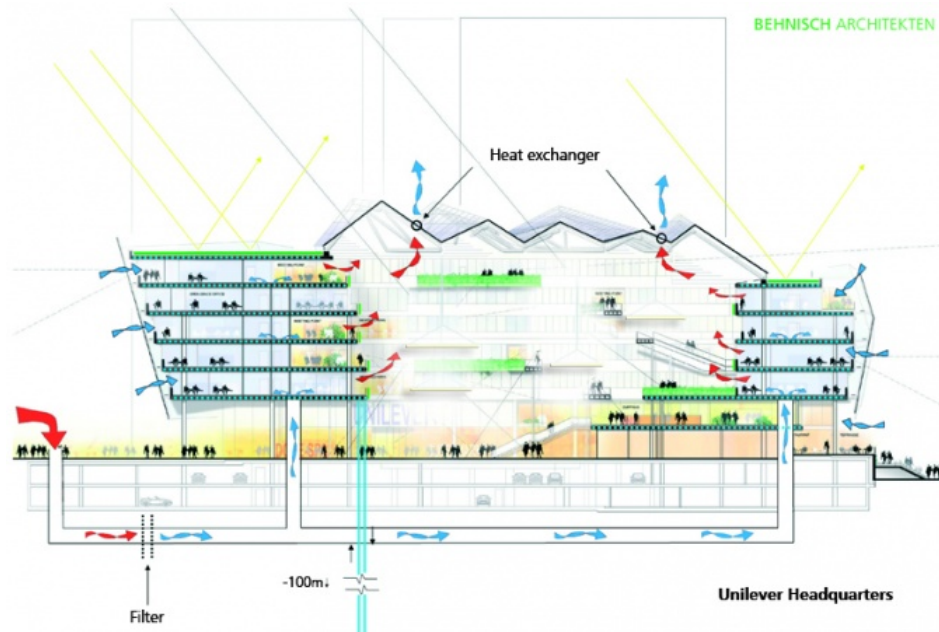
1957



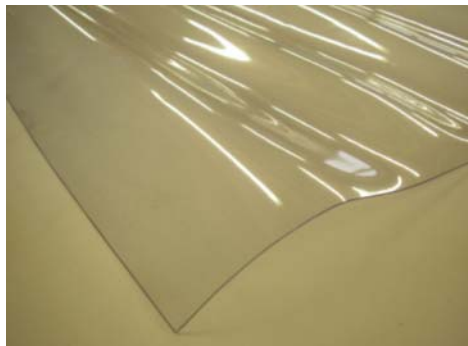
2015



2 ETFE - Edifício Unilever

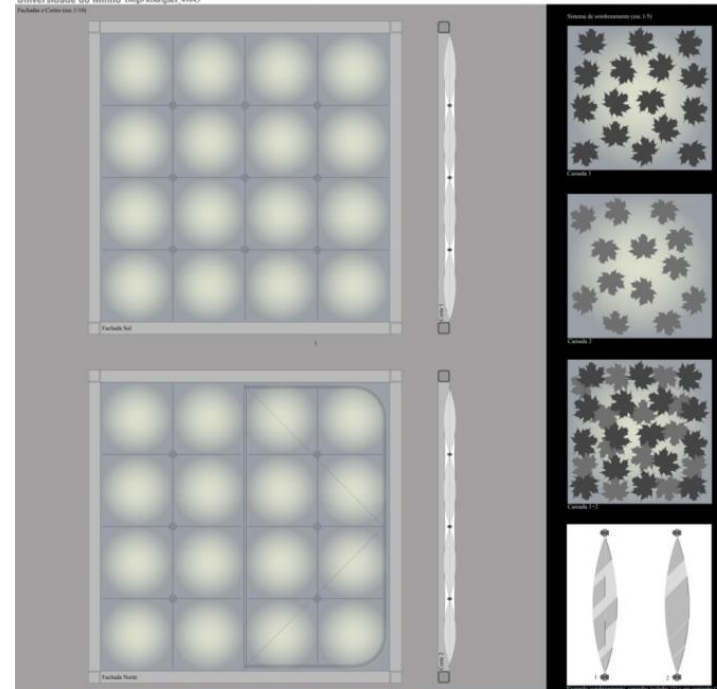


2 PVC transparente



Fachadas Pneumáticas em ETFE

Alvaro Silva, 41915
Universidade do Minho, Diogo Rodrigues, 49843



Construções Leves

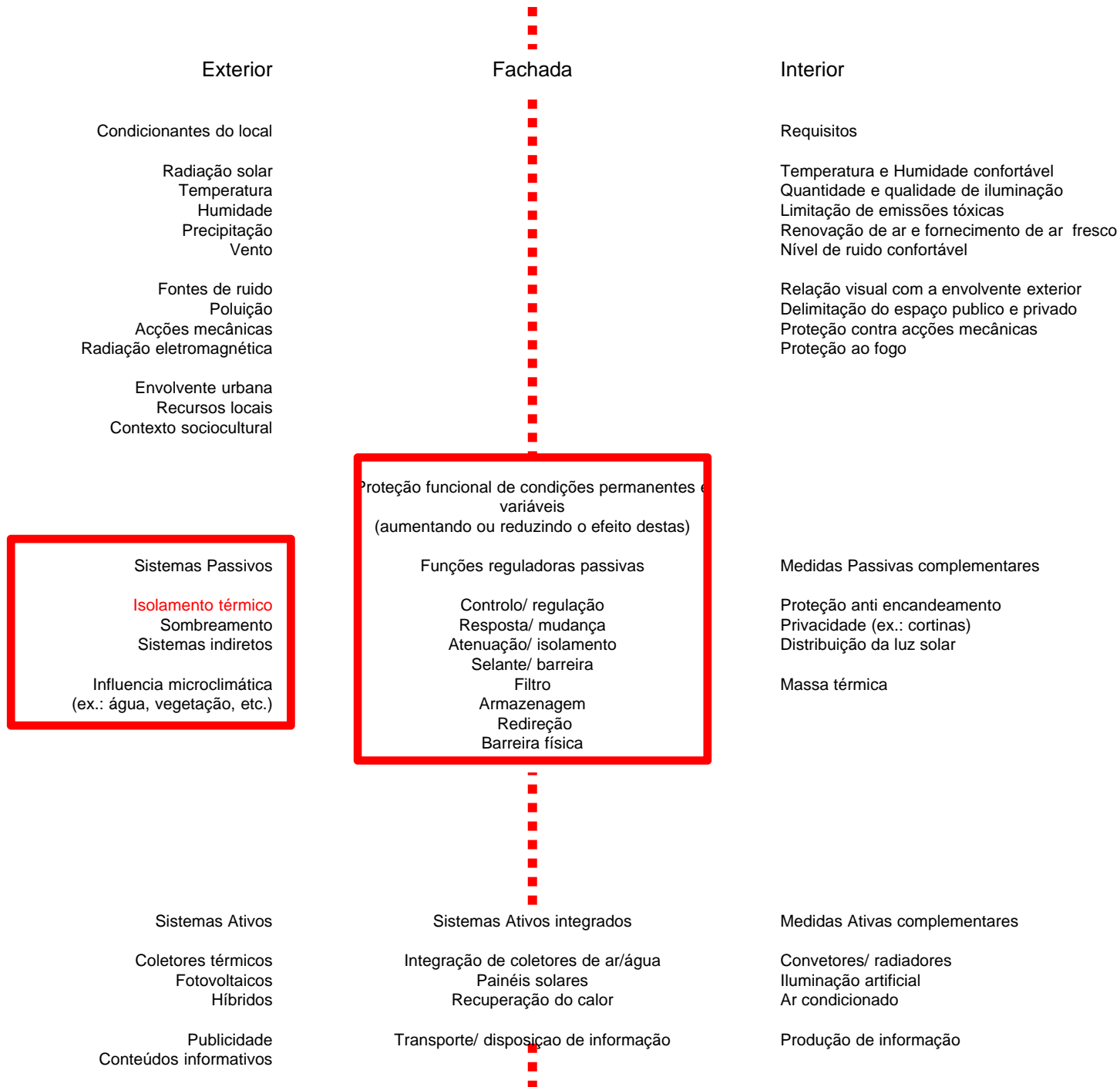
Construção e Tecnologia
Guimarães, 7 de junho de 2010



Estratégias Contemporâneas na Integração de Sistemas Energéticos para a Reabilitação de Edifícios

Paulo Mendonça
UNIVERSIDADE DO MINHO
ESCOLA DE ARQUITECTURA





2 Isolamento térmico

Tipos de isolamentos

Espumas poliméricas

EPS/XPS



PUR/PIR



Espuma de polietileno



Fibras inorgânicas

Lã de rocha



Fibra de vidro



Fibras orgânicas

Cortiça



Fibra de côco



Espuma de celulose



Lã de ovelha



2 Isolamento térmico exterior - ETICS

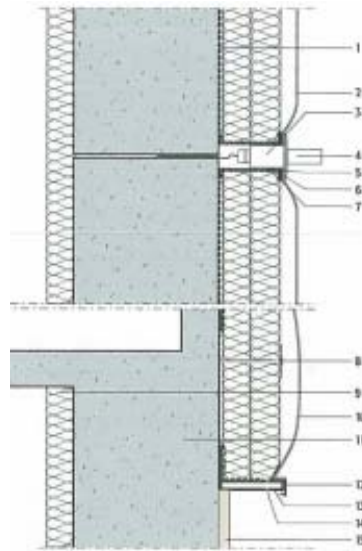


2 Fachada ventilada

Reabilitação de Edifício (com membrana exterior) em Lyon, Arq Jean-Paul Viguier

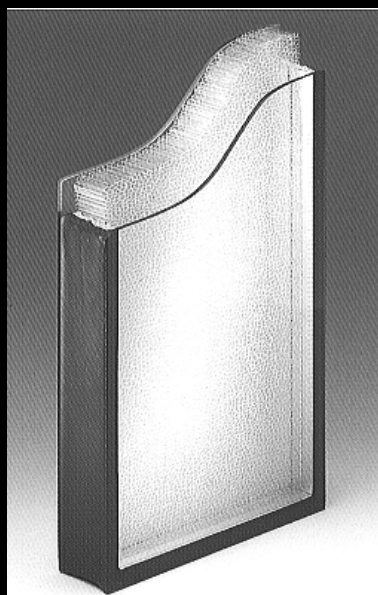


Antes (ano 1958)

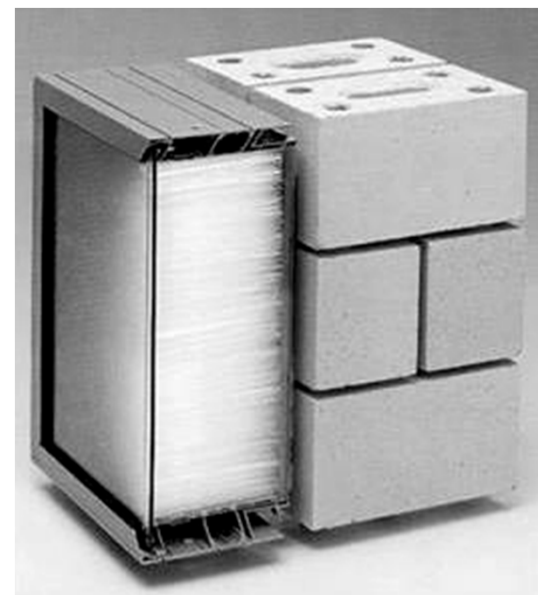
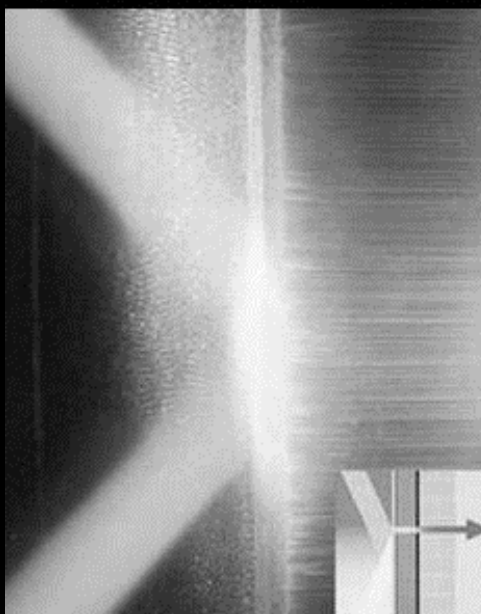
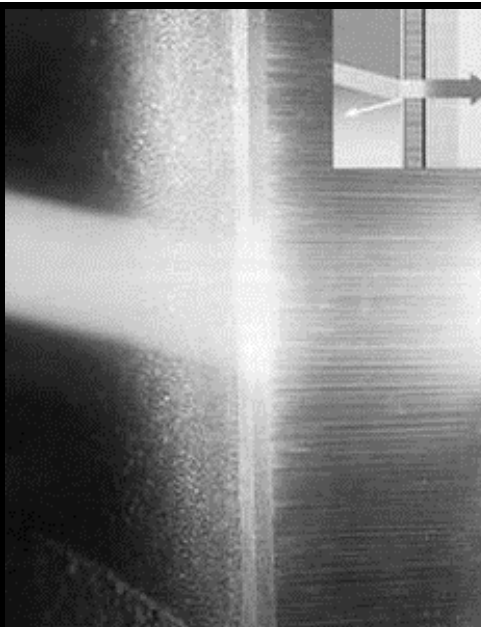


Depois (ano 2011)

2 Isolamento translúcido



Painel Kapipane
($U = 0,6$ a $1,3 \text{ W/m}^2\text{°C}$)



Isolamento translúcido (SolFas)
sobre parede acumuladora

2 OKAPANE

The Nelson-Atkins Museum of Art, Kansas City (2007)
Steven Holl



2 Solar comb (isolamento dinâmico com celulose)

IEA ECBCS Annex 50
Prefab Retrofit

Demonstration project
Dieselweg 4, Graz

Renovation of residential area Dieselweg 4 / Graz

Owner: GIWOG Gemeinnützige
Industrie Wohnungs AG
General planner: gap-solution
GmbH
Architect: Architekturbüro
Hohensinn ZT GmbH
Energy concept:
ESA - Energie Systeme
Architektur GmbH
Report: AEE INTEC
Location: Graz, Austria
Renovation: 2008-2009

Key technologies

- Solar façade
- Prefabrication of facade modules
- Energy concept based on renewable energy sources (mainly solar thermal energy)
- New heating- and DHW supply system installed between the façade and existing wall
- Decentralized ventilation systems with heat recovery
- Control and remote maintenance via Internet



Figure 1: View of building (source: GIWOG)

Renovation design details

Façade solutions

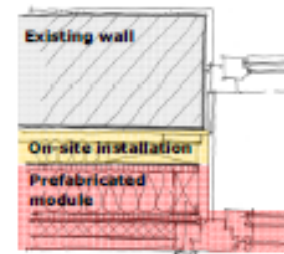


Figure 7: Prefabricated façade module

Layer composition of basic facade module

Existing wall	10 mm	Internal plaster
	300 mm	Existing exterior wall
	25 mm	External plaster
On-site installation	100 mm	Levelling laths in-between rock-wool
Prefabricated module	19 mm	OSB-board
	120 mm	Timber frame between rock wool
	15 mm	OSB-board
	19 mm	MDF-board
	30 mm	Solar comb
	29 mm	Rear ventilation
	6 mm	Toughened safety glass

Concept of the solar-façade

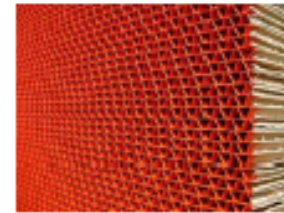


Figure 8: Solar comb
(Source: Gap-Solution GmbH)



Figure 9: Solar comb protected by a
toughened glass panel

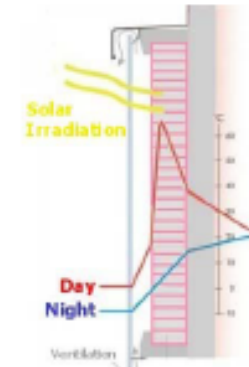


Figure 10: Basic principle of the solar
comb (Source: Gap-Solution GmbH)

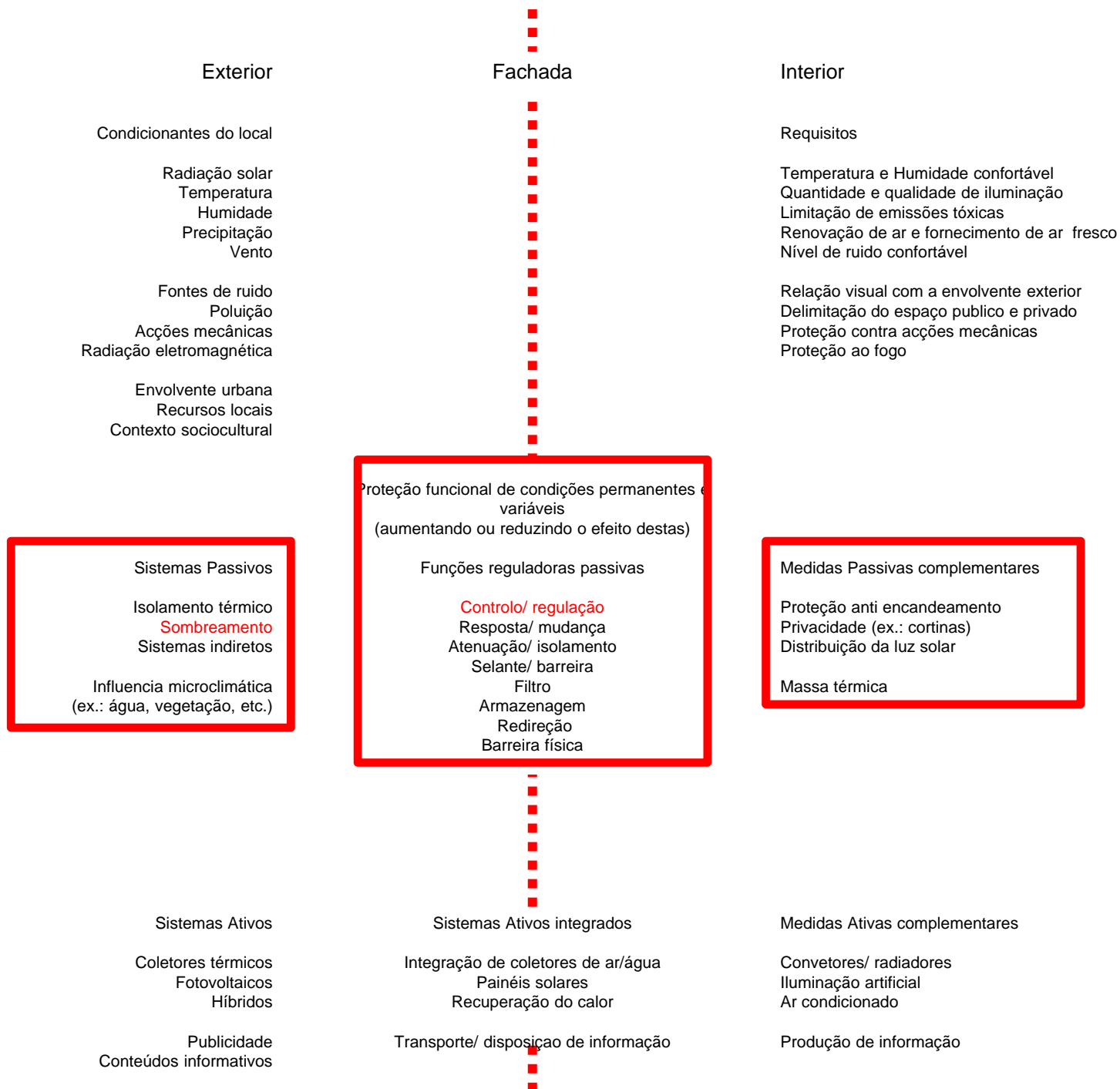


Figure 11: View on facade

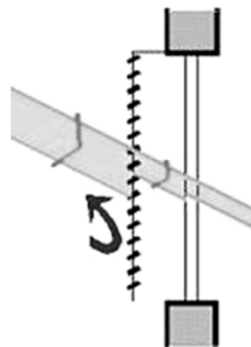
The façade modules are equipped with further integrated components like windows, shading appliances (blinds arranged between the glass panels of the

windows) and ventilation ducts. The ducts are in the fields beside the windows (more bright yellow glass panels – to avoid look-through).

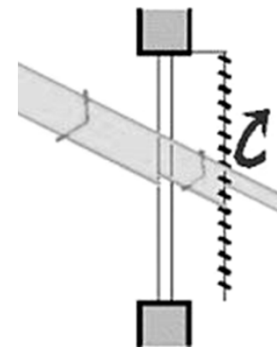
The basic principle of the solar façade is the solar comb. It is arranged on the OSB board, covered by a glass panel. In-between is a rear ventilated air space. Sunlight falls through the glass and leads to an increased temperature in the airspace and the solar comb. This increased temperature lowers the difference between inside and outside temperature in winter and leads therefore to reduced heat losses and an improved effective U-value (compared to the static U-value).



2 Sombreamento



Proteção exterior



Proteção interior

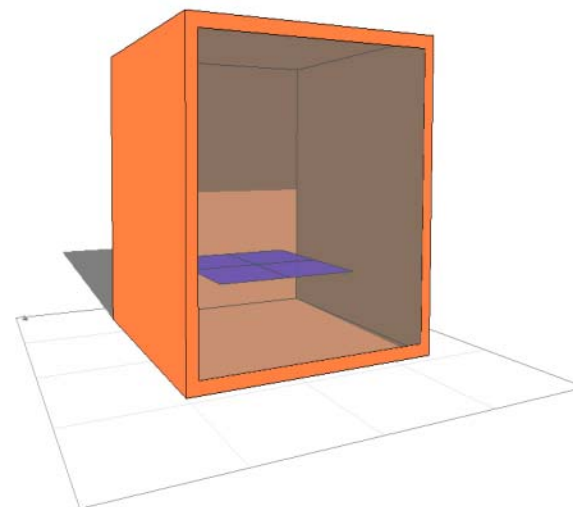


Os dispositivos de sombreamento exterior, além de impedirem a radiação directa de atingir o vidro, permitem a dissipação por convecção do calor absorvido no material do sombreador. Com proteções interiores, obtém-se um fator de ganho solar maior, favorável no Inverno mas desfavorável no Verão. A solução ideal será a de poder contar com as duas situações, utilizando protecção exterior no Verão e interior no Inverno para regulação da luminosidade e privacidade.

Experimental Setup



Test Cell - University of Minho



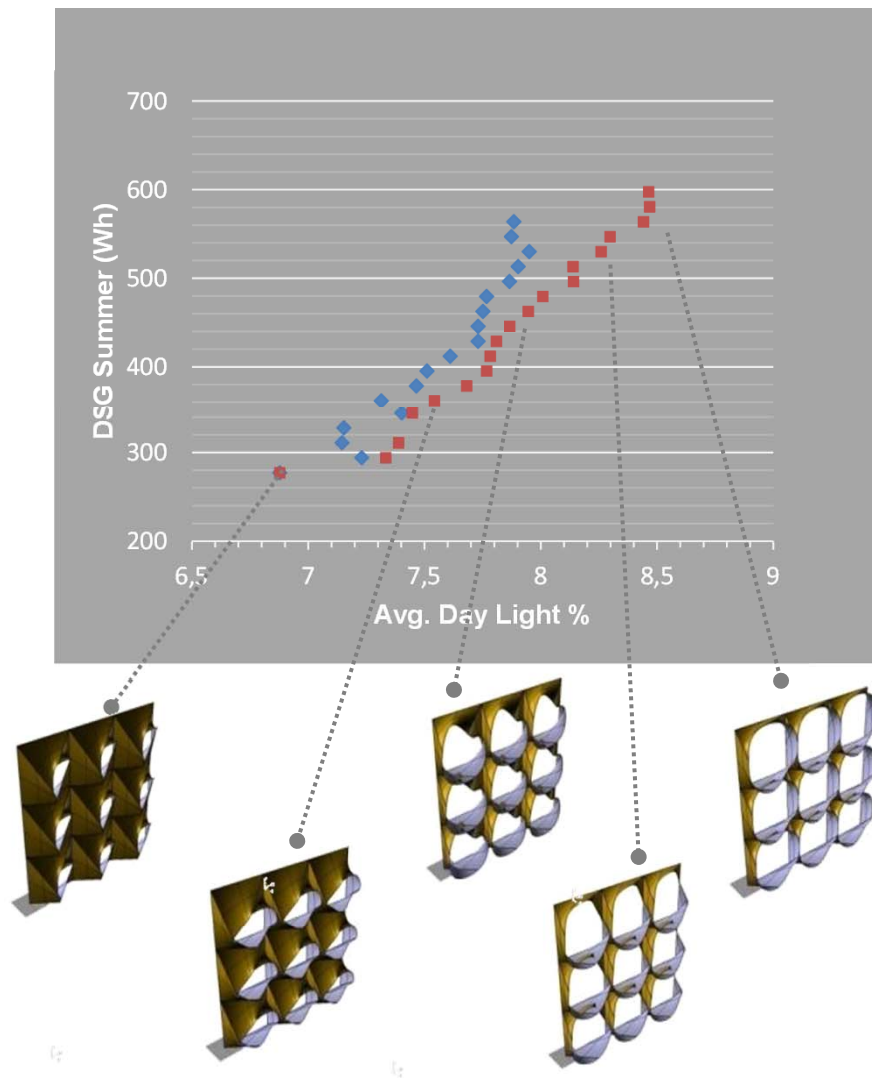
Virtual Test Cell

Tese de Doutoramento de Dirk Loyens, EAUM, 2012

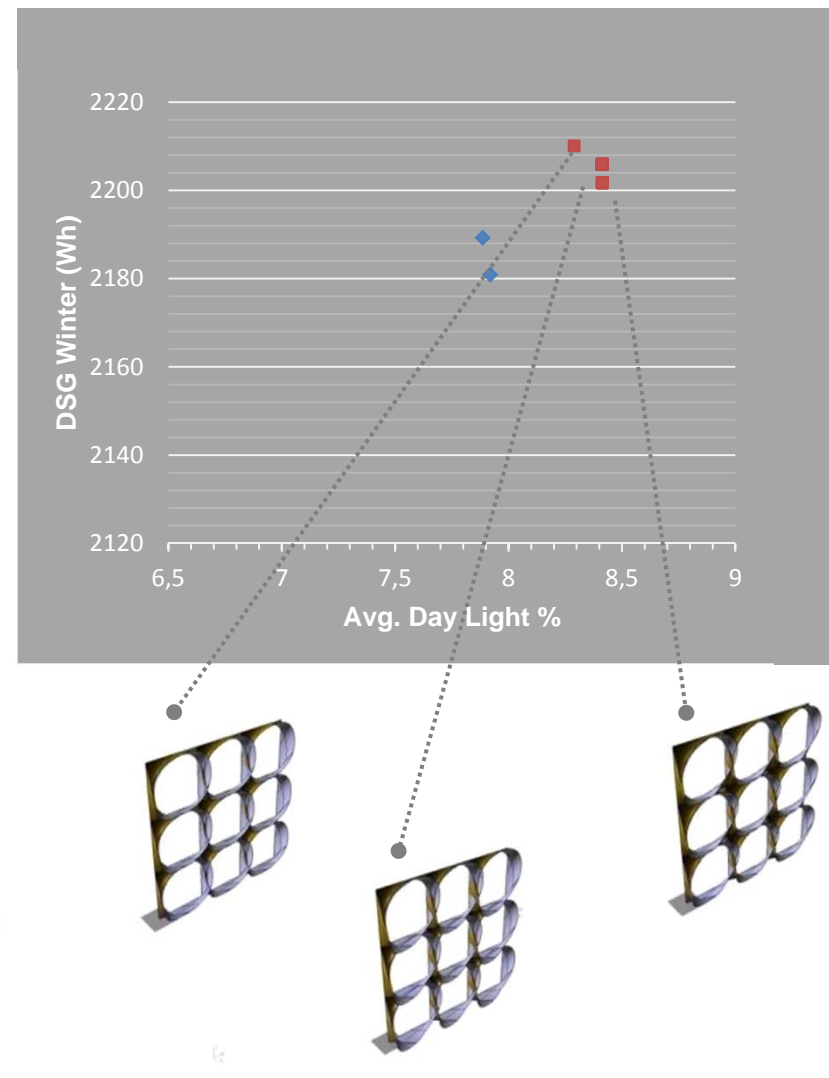


2 Sombreamento

MOEA* results - first run



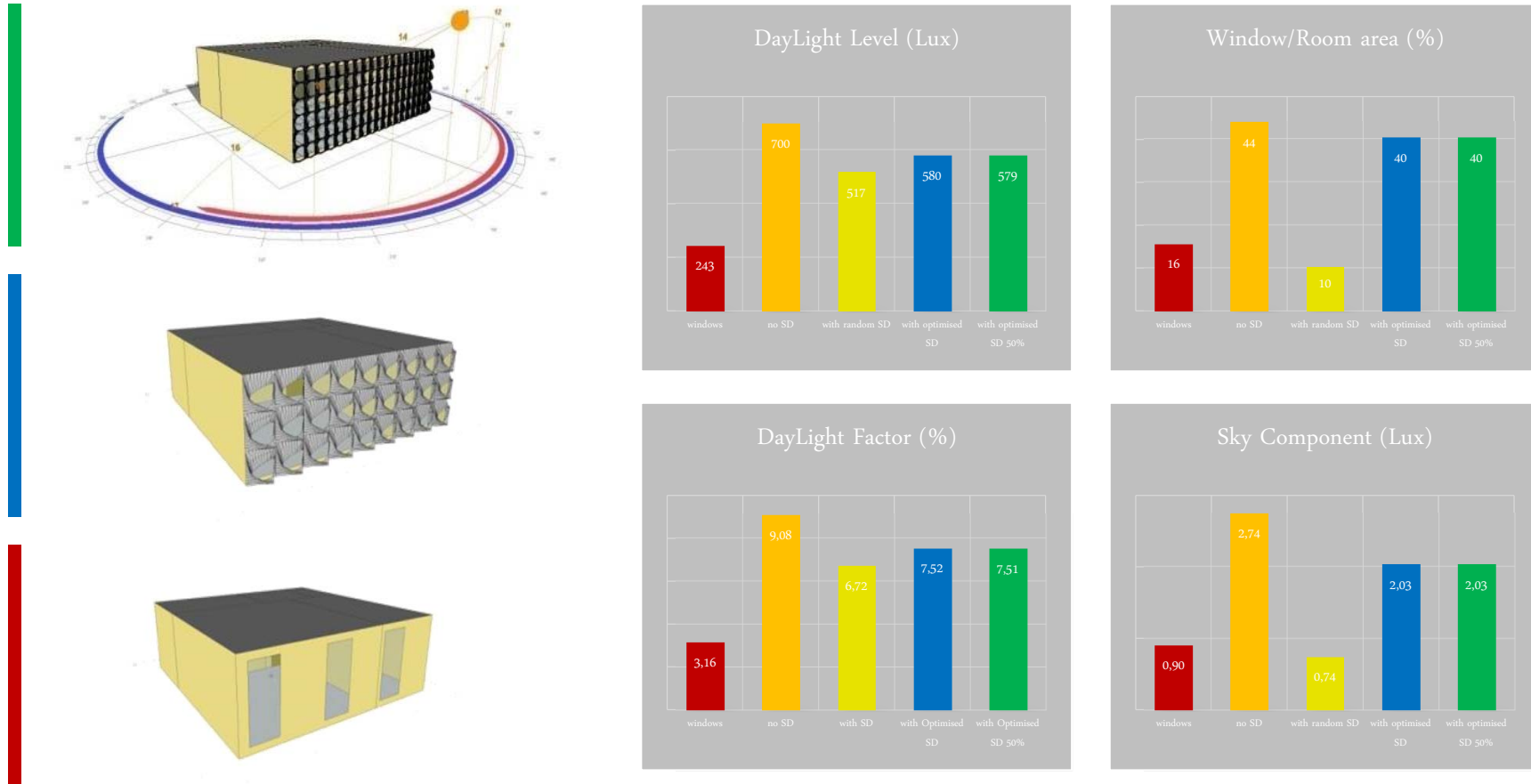
Tese de Doutorado de Dirk Loyens, EAUM, 2012

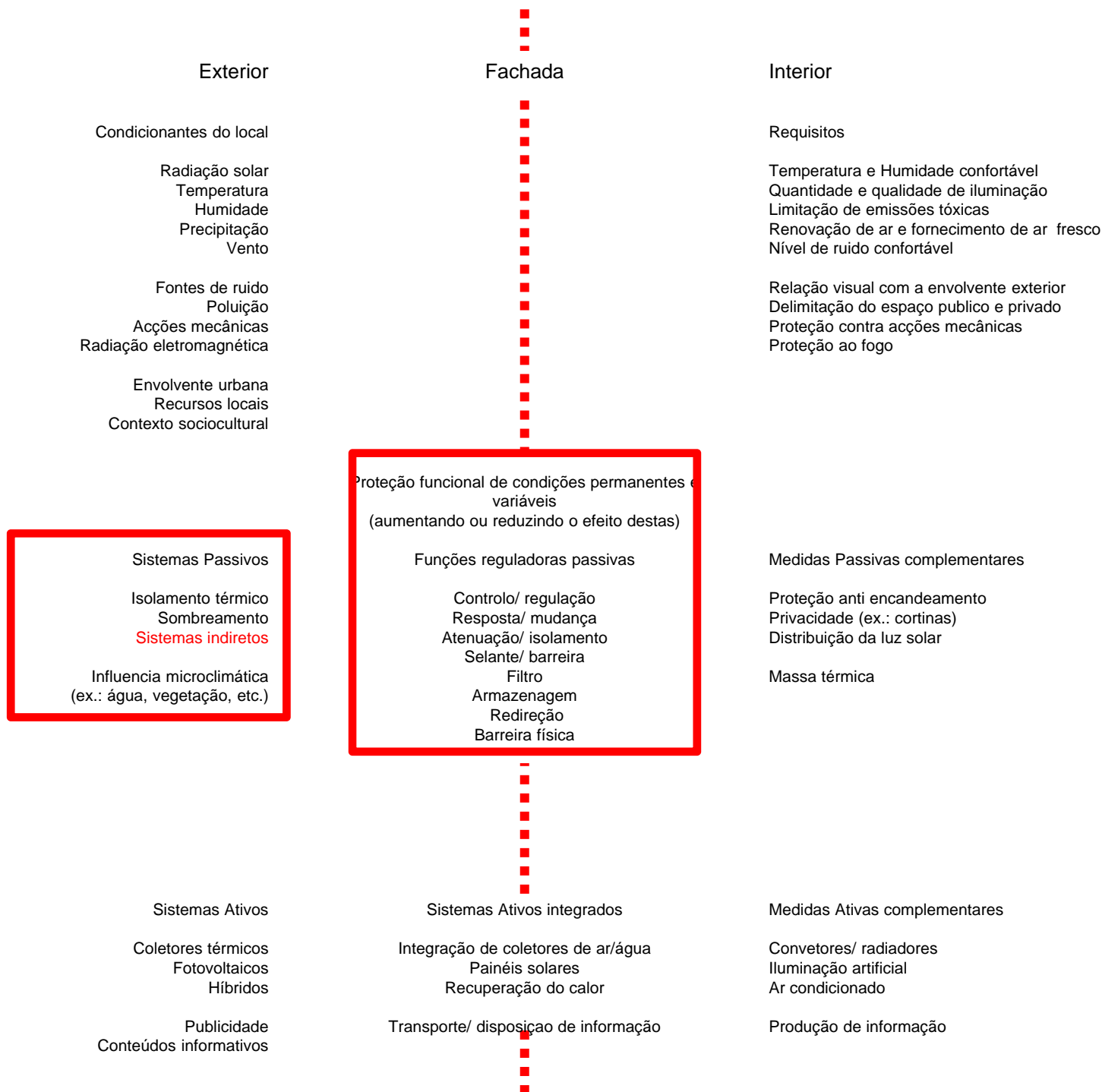


* Multi objective evolutionary algorithm

2 Sombreamento

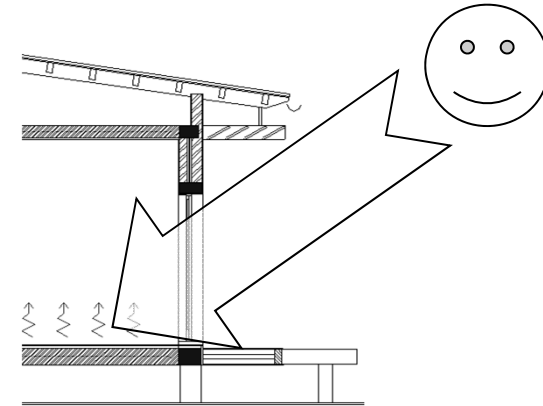
Optimised Shading Device with simulation on the reference dwelling



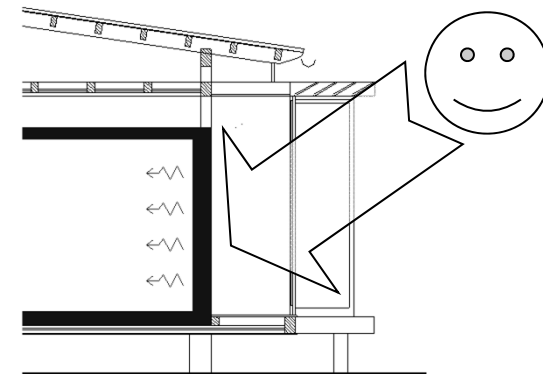


2 sistemas de ganhos diretos / indiretos

- Ganho directo:
Envidraçados orientados preferentemente a Sul (para o hemisfério Norte);
 - Sombreadores para Verão;
 - Massa térmica interior;



- Ganho indirecto:
 - Paredes de armazenamento térmico (Parede acumuladora não ventilada, Parede de Trombe e Parede dinâmica);
 - Cobertura com armazenamento térmico;
 - Estufa adossada e estufa integrada;
 - Convecção natural (termosifão);



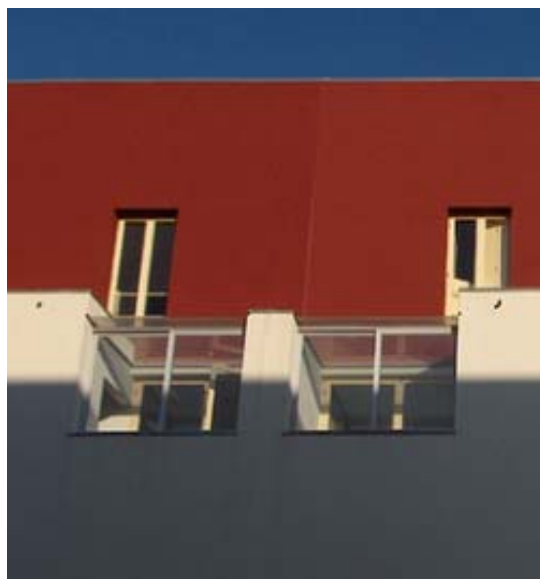
2 Estufas - reabilitação



b) Estufa Integrada



a) Estufa adossada



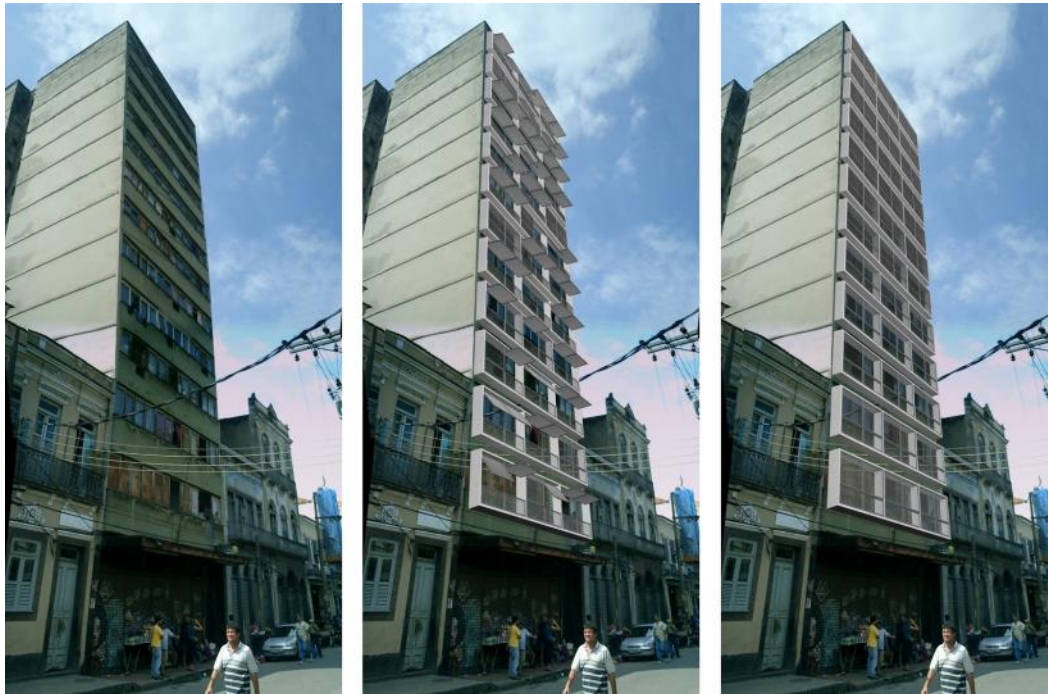
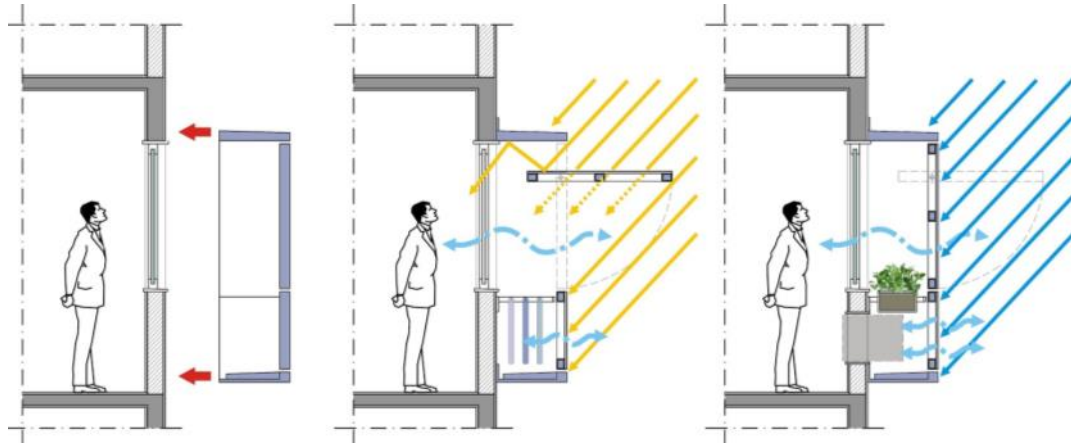
Bairro da Bouça, Porto



Bairro de S. Roque
da Lameira, Porto

2 Estufas - reabilitação

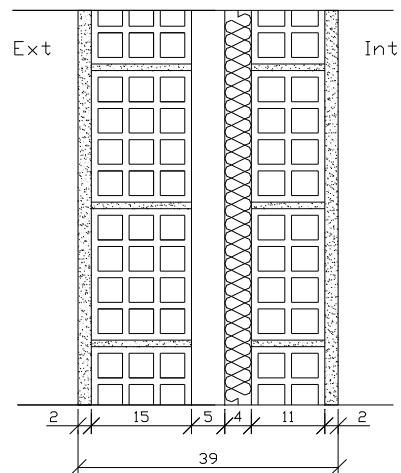
Ocupação Chiquinha Gonzaga, Associação de Arquitetos Chiq da Silva
Rio de Janeiro, 2004



<http://www.bioclimaticarquitectura.com.br/2011/09/chiqdasilva-bioclimatica-plugin.html>

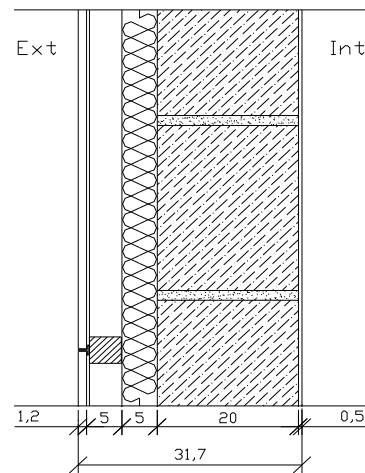
Células de Teste de Construções Não Convencionais

Reboco
+ Tijolo furado
+ Caixa de ar
+ Poliestireno extrudido
+ Tijolo furado
+ Reboco

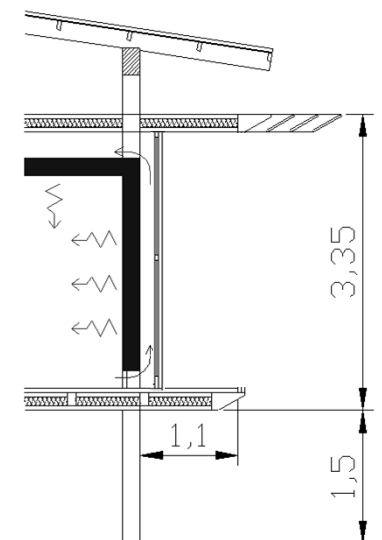


Parede dupla pesada PD1.2/15

Placas aglomerado madeira/cimento
+ Caixa de ar
+ Aglomerado negro de cortiça
+ Adobe
+ Cal



Parede mista PMD2.1/15



About 60 analysed projects of building refurbishment with membrane technologies

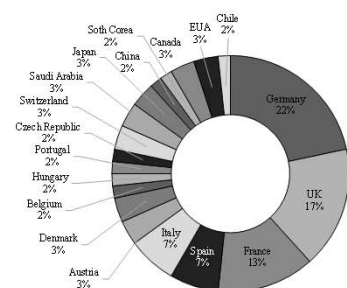


Figure 1. Countries where analysed case studies are located.

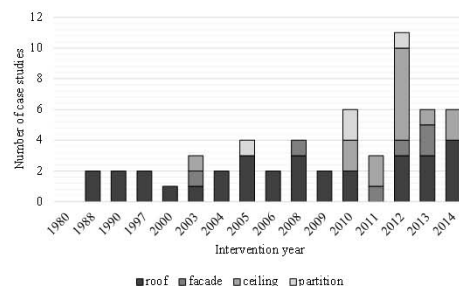


Figure 2. Distribution of the case studies by its refurbishment/ intervention year with membrane building technologies.

From the sample analysis were also identified five basic design options: (1) building inside a building: a membrane structure spans the entire building; (2) creation of facades, skylights and roofs; (3) roofed-over atrium: a courtyard retrofitted with a roof; (4) membrane envelope acting as a second skin; (5) suspended ceilings and stretched partitions.

Identified principles on functional refurbishment projects with membrane solutions:

- (1) Replacement
- (2) Integration
- (3) Juxtaposition

Examples of some analysed projects/ case studies:



(a)



(a) St-Ignatus-Loyola church, Canada - interior views, before and after refurbishment intervention to minimize the effects of asbestos..



(b)



(c)

(b) Building inside a building approach: Eco Membrane, conversion of a warehouse into Siemens' design office, Germany.

(c) Reconstitution of vaulted ceiling to achieve higher acoustic performance, with microperforated membrane; kostel Povýšení sv. Kříže, Czech Republic.



(d)



(d) Roof replacement with a membrane of fibreglass textile coated with PTFE: Dresden's train station, Germany (before and after).

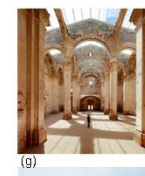


(e)



(e) Imagination Headquarters - exterior view; - linking two existing buildings;

(f) Roofing over atrium with double pneumatic ETFE membrane skylight at an heritage building: Igartza palace, Spain.



(g)



(g) Roof replacement with an ETFE membrane to promote the reuse of a ruin: Corbera d'Ebre church, Spain.



(h)



(h) Facade refurbishment with textile membrane of fibreglass mesh coated with PVC: Munich House, Munich, Germany (before and after).



(i)



(i) Facade refurbishment with polyolefin membrane: EDF headquarters, Lyon, France (before and during refurbishment works).

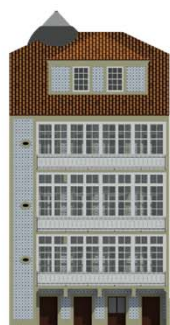


(j)



(j) Vertical extension with membrane of fibreglass mesh coated with PVC: Shishiodoshi house, Rein, France.
(k) Horizontal extension with double pneumatic ETFE membrane roof and facade: Frac Art Centre, France.

Membranas Arquitetônicas na Reabilitação Funcional de Edifícios



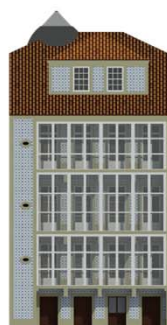
ET
(Estufa Tradicional)

Solução com janelas de guilhotina (vidro simples e caixilhos em madeira pintada); com paramento opaco em tabique (1m de altura) revestido a chapa metálica ondulada e pintada.



EConv
(Estufa Convencional)

Solução com janelas de correr (vidro simples e caixilhos em alumínio lacado s/ corte termico); com paramento opaco em alvenaria de tijolo de 0.11m (1m de altura) com reboco e pintura em ambas as faces.



ECont A
(Estufa Contemporânea)

Solução em fachada cortina com janelas de guilhotina e fixas, com prumos e caixilhos em alumínio lacado e com corte termico, vidro duplo.



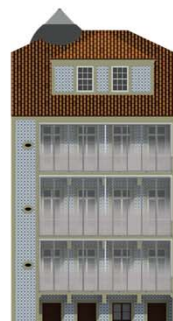
ECont B
(Estufa Contemporânea)

Solução com cortina de vidro temperado, sem perfis verticais e sistema de calhas horizontais em alumínio; sistema de carris e recolha de painéis de vidro em harmónio.



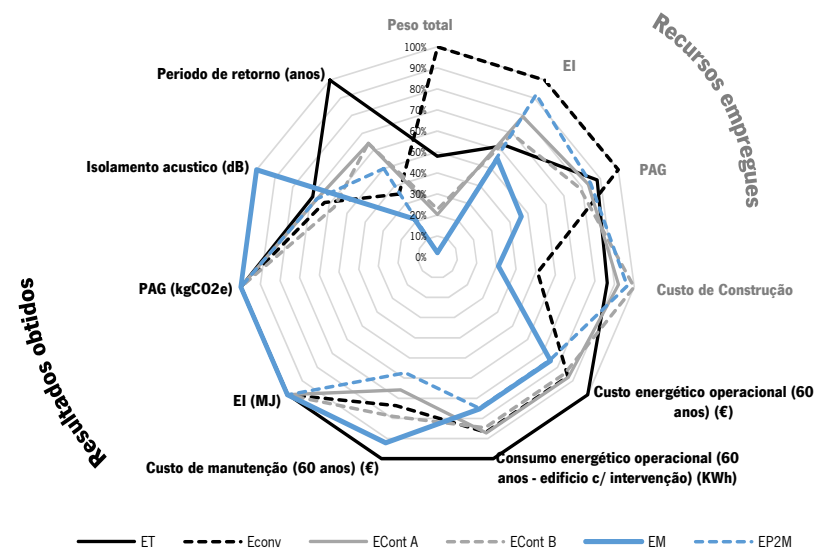
EM
(Estufa com Membrana)

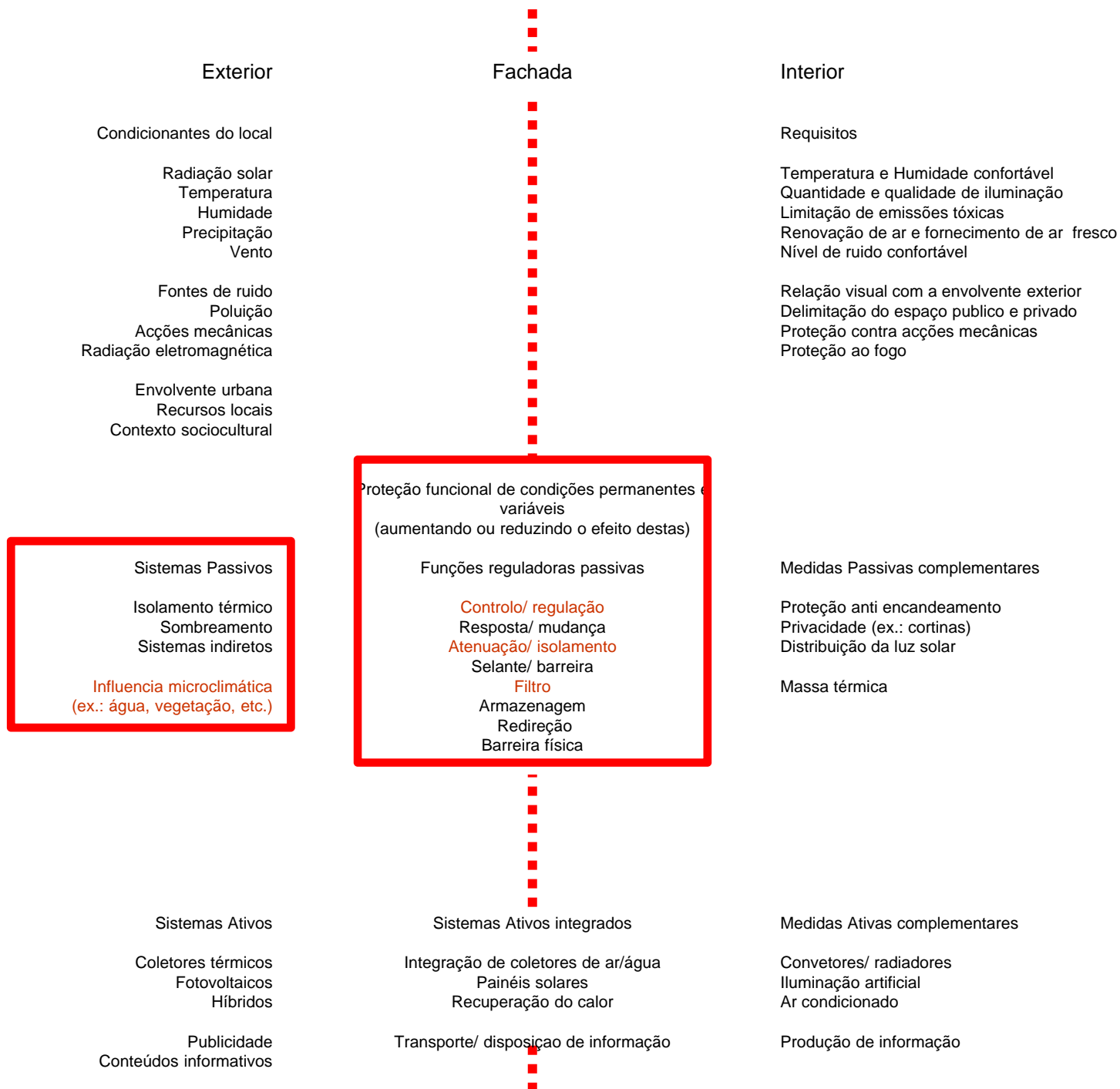
Solução em rolo de membrana PVC cristal, com estrutura de suporte em perfis de alumínio lacado (calhas verticais, caixa de estore e perfil de contrapeso e fecho) com fecho zip e caixa de estore para garantia de estanquidade e com mecanismo de recolha manual.



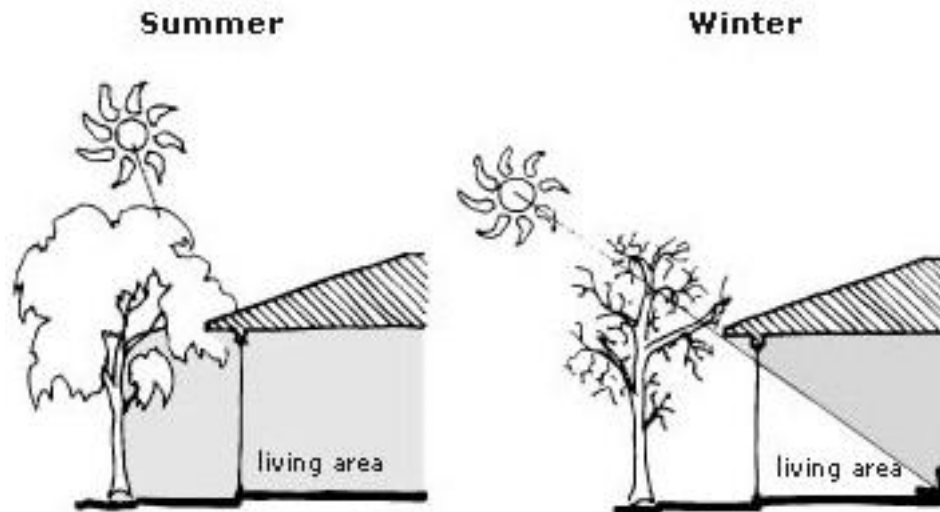
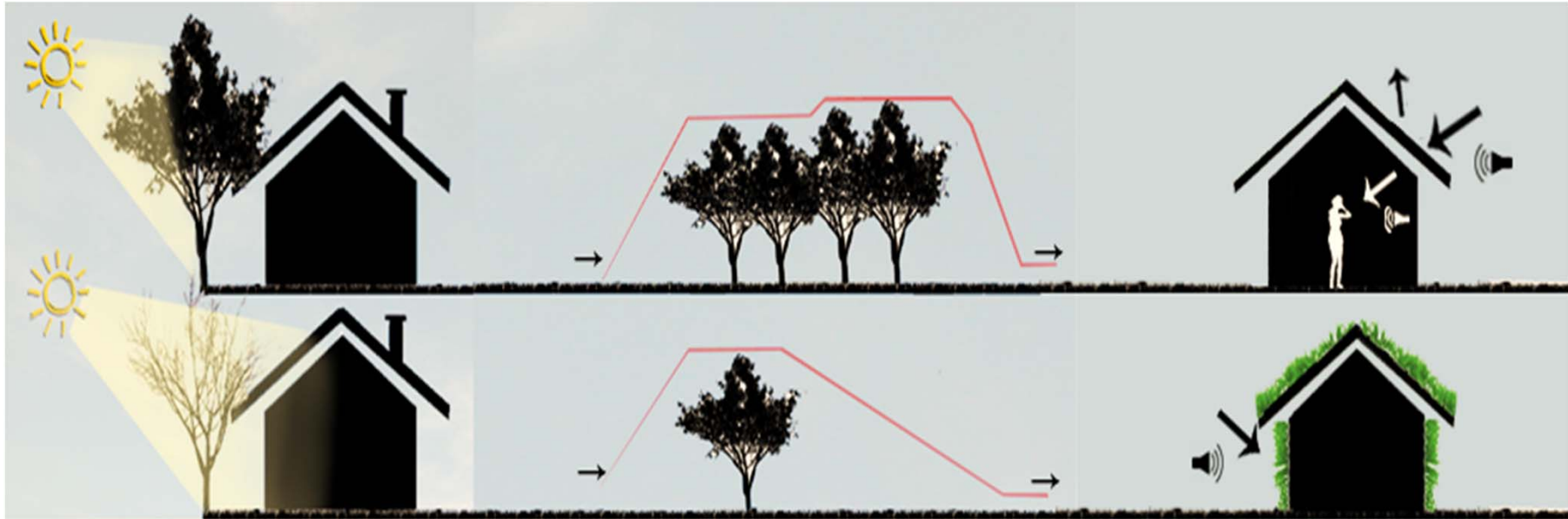
EP2M
(Estufa com Painéis encapsulados Membrana dupla)

Solução com painéis compostos por estrutura em alumínio encapsulada em dupla membrana de ETFE 100% transparente na parte superior e 70% na parte inferior, abertura em harmonio dos painéis.





2 Influencia microclimática - vegetação



Monsanto, 2016

2

Foundation for Polish Science Headquarters Warsaw, Poland, FAAB Architektura



pre-renovation analysis of west elevation (front) destruction endured during war and transformations
analiza stanu elewacji frontowej (zachodniej) - zniszczenia wojenne, przekształcenia powojenne

west elevation (before) | elewacja zachodnia (pierwotna) 1:250



2009 © FAAB Architektura foto archives | foto archiwalne



2009 © FAAB Architektura foto archives | foto archiwalne



2009 © FAAB Architektura foto archives | foto archiwalne



3

Fachadas "verdes"



detail section a-a | detal przekrój a-a

2 Jardim vertical, CCVF, Guimarães (2008)

Disciplina de Seminário, Lic. Arq., UM



2

Fachada verde modular, Francisca Amorim (2015)

Tese MIARQ, UM



Figura 1. Processo de Construção da Caixa com Vegetação

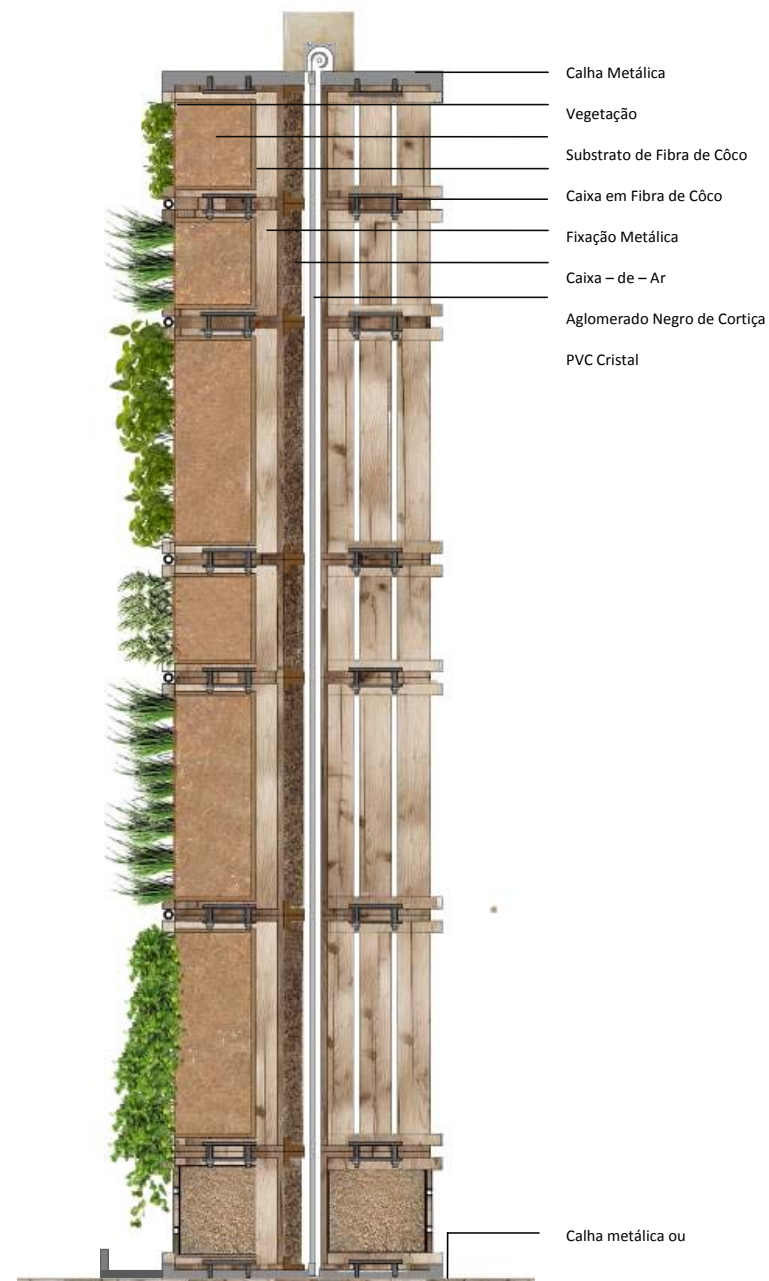
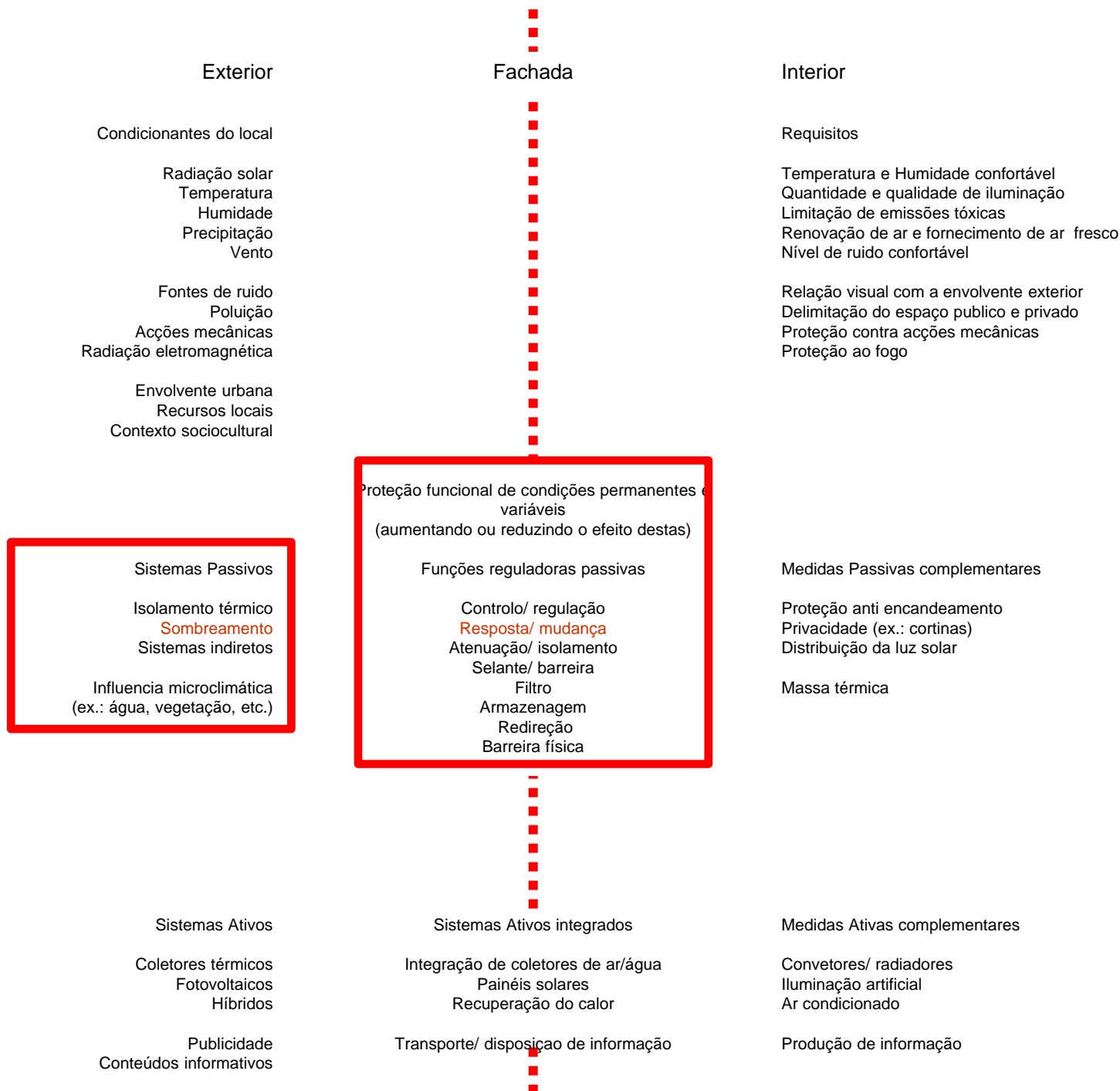


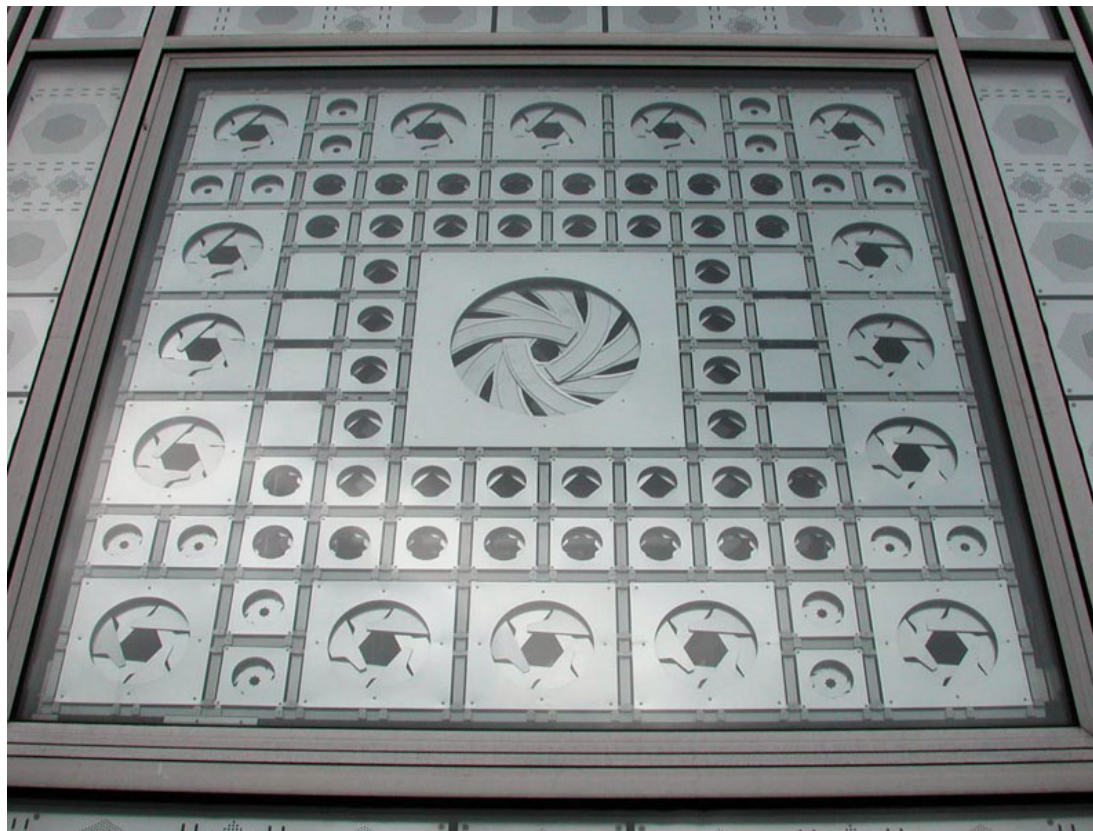
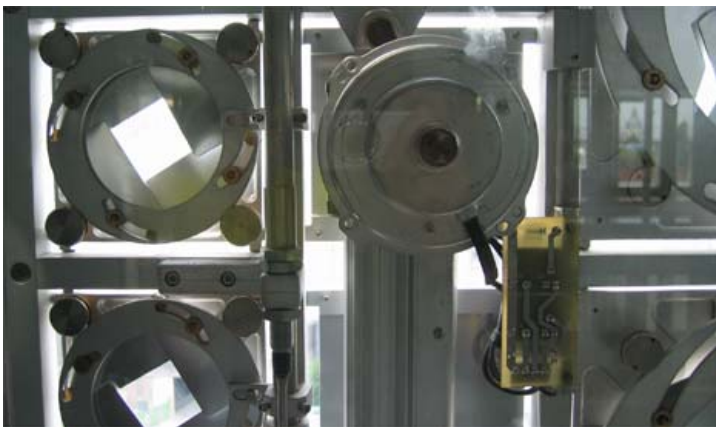
Figura 1. Pormenor Construtivo da Parede Modular



2 Fachadas cinéticas

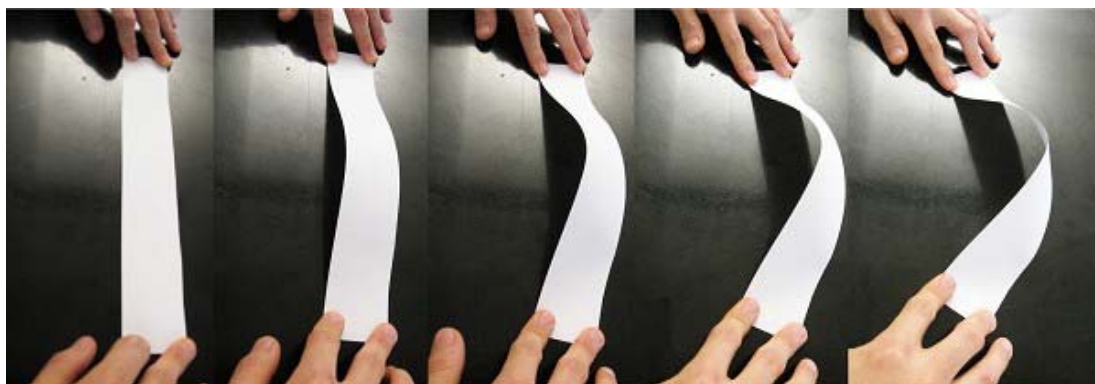


Instituto do Mundo Árabe (1987)
Jean Nouvel



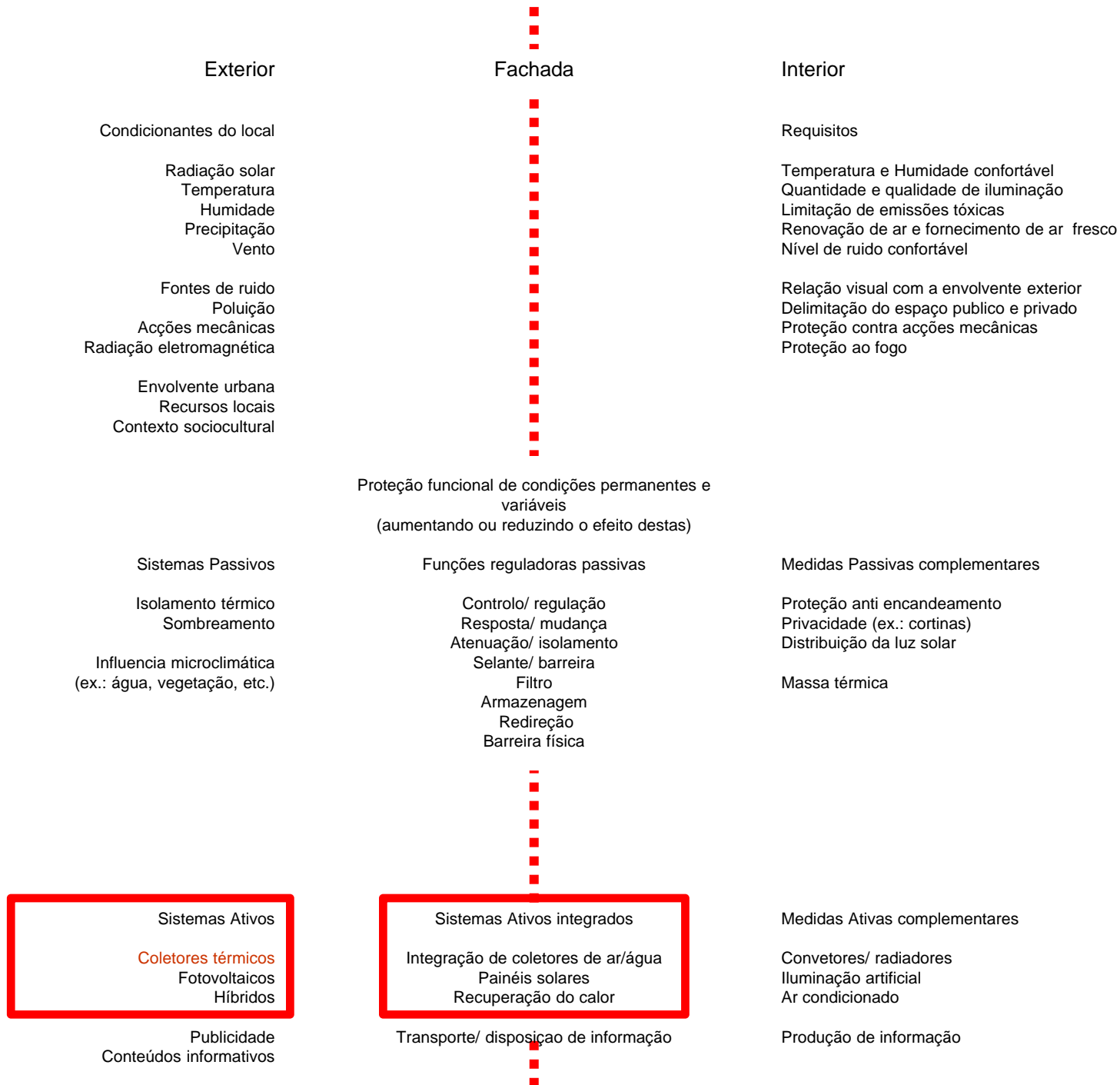
2 Fachadas cinéticas

Pavilhão One Ocean, Yeosu,
Coreia do Sul, Expo 2012
SOMA



3 – Estratégias ativas



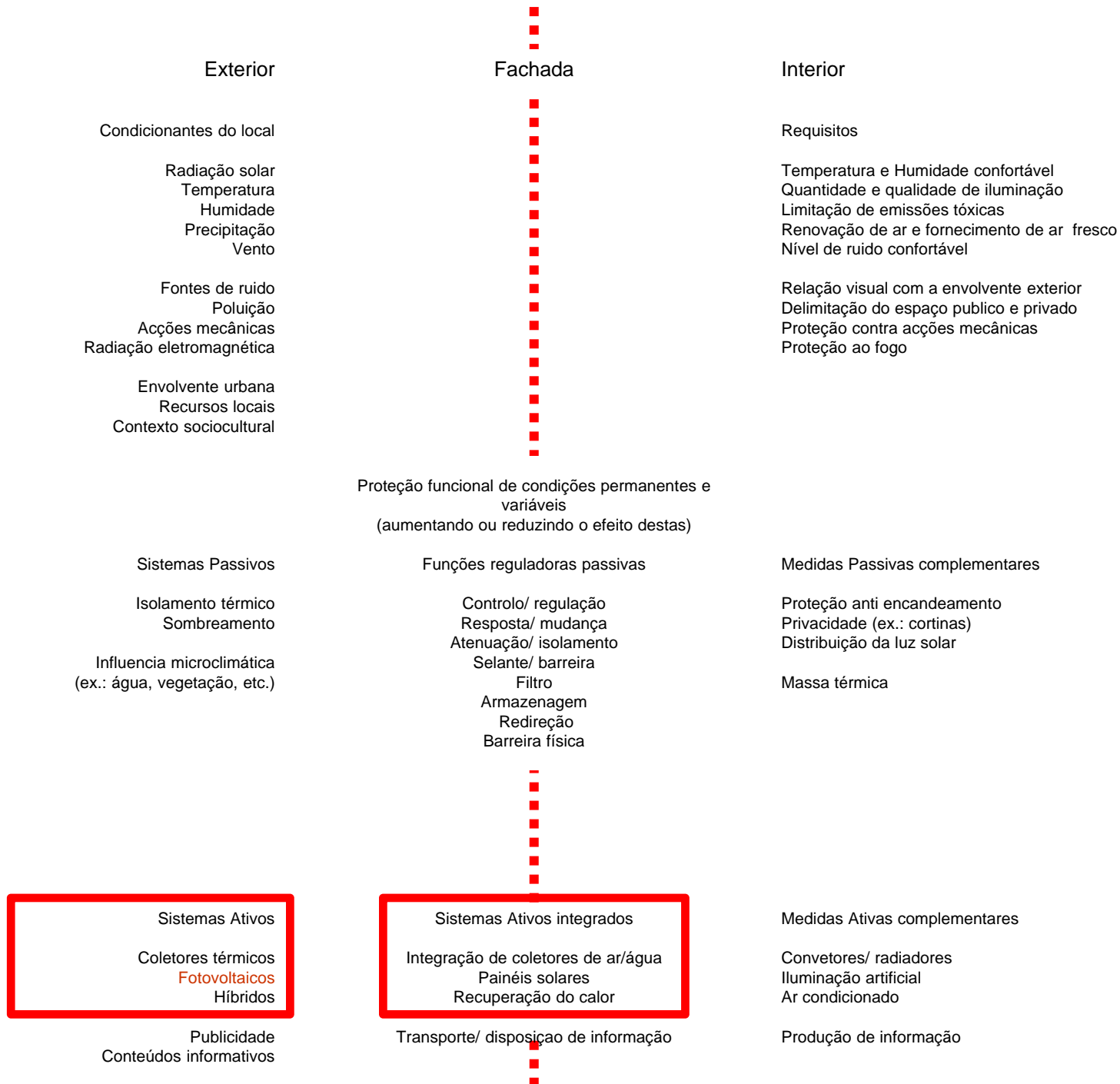


3 Coletores solares térmicos - integração em fachada



Philippon - Kalt
Architectes Urbanistes
17 Logements Sociaux a Paris 18





3 Fotovoltaicos - integração em fachada



Electricité de
France(2007)
Emmanuel Saadi,

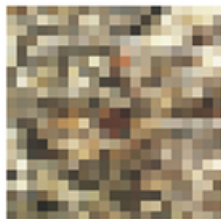
430m² de painéis em fachada
Potência instalada 123kWp
Produção 60MWh/ano



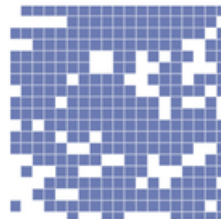
Principe de disposition des cellules photovoltaïques dans un élément de façade vitrée



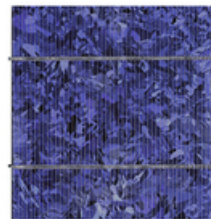
pierre meulière



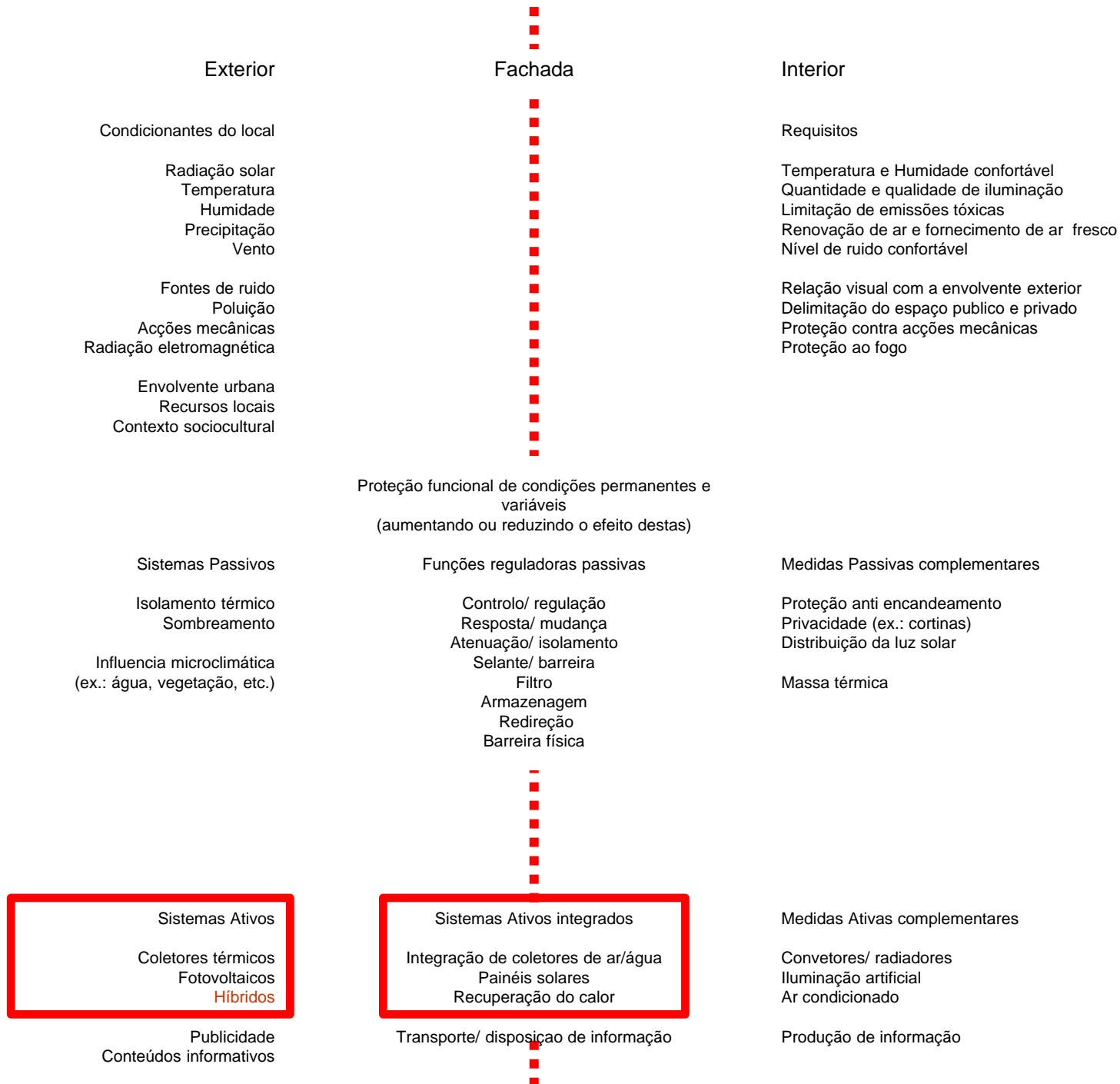
pixelisation



cellules
photovoltaïques



cellule polycristalline
15x15 cm incorporée
dans le vitrage



3

Painéis ativos híbridos

Coletor solar térmico + fotovoltaico



Virtu Hybrid Solar Panel

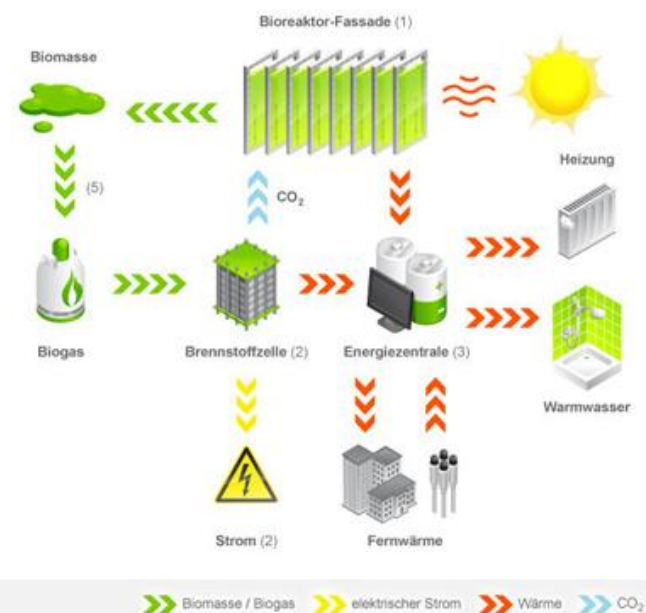


3

Edifício BIQ (Bio Intelligent Quotient)

Hamburg (2013) Arup + SSC Strategic Science

Consultants + Splitterwerk Architects



4 Conclusões

Como denominar comum aos exemplos apresentados, foram utilizadas tecnologias digitais, seja no projeto, representação e simulação do desempenho das soluções, seja na própria construção de protótipos e na eventual produção futura dos componentes.

As tecnologias digitais têm contribuído para a alteração da nossa percepção e opções estéticas, nomeadamente através de:

- acesso fácil à informação e às tecnologias, aumentando as ferramentas de projeto disponíveis para apoio aos projetistas e construtores;
- divulgação, desenvolvimento e promoção do sentido crítico e cultura arquitetónica no cidadão comum, aumentando o nível de exigência e de receptividade à inovação do promotor e do cliente final;
- divulgação, desenvolvimento e promoção de materiais e sistemas não convencionais (membranas, painéis solares, vegetação viva, fachadas cinéticas, etc..);
- divulgação, desenvolvimento e promoção da utilização inovadora de materiais convencionais (tijolo, madeira, pedra, betão, etc..).



Obrigado!

Paulo Mendonça, EAUM / Lab2PT
mendonca@arquitetura.uminho.pt