



## Universidades Lusíada

Furtado, Leida  
Lanzinha, João C.G.  
Jular, Jorge

### **Arquitectura homeostática : uma resposta aos possíveis impactos das alterações climáticas**

<http://hdl.handle.net/11067/450>

#### **Metadados**

<b>Data de Publicação</b>	2011
<b>Resumo</b>	Com as alterações climáticas os edifícios e seus ocupantes serão alvos de inúmeros impactos, tornando a adaptação dos edifícios necessária para que os mesmos tenham bom desempenho nos possíveis cenários projectados para as alterações climáticas. Assim, pretende-se com a aplicação do conceito da homeostase na arquitectura, alcançar ou possibilitar essa adaptação, através da criação de uma “arquitectura homeostática” como resposta a esses possíveis impactos das alterações climáticas. Sendo q...
<b>Palavras Chave</b>	Homeostase, Arquitectura e clima, Arquitectura - Aspectos ambientais
<b>Tipo</b>	article
<b>Revisão de Pares</b>	Não
<b>Coleções</b>	[ULL-FAA] RAL, n. 3 (2.º semestre 2011)

Esta página foi gerada automaticamente em 2024-11-14T10:07:53Z com informação proveniente do Repositório

FURTADO, Leida; LANZINHA, João J. C.; JULAR, Jorge (2011). "Arquitectura Homeostática – Uma resposta aos possíveis impactos das alterações climáticas". Revista Arquitectura Lusíada, N. 3 (2.º semestre 2011): p. 49-62. ISSN 1647-9009.

## ARQUITECTURA HOMEOSTÁTICA – UMA RESPOSTA AOS POSSÍVEIS IMPACTOS DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

Leida Furtado<sup>1</sup>  
João C.G. Lanzinha<sup>2</sup>  
Jorge Jular<sup>3</sup>

### RESUMO

Com as alterações climáticas os edifícios e seus ocupantes serão alvos de inúmeros impactos, tornando a adaptação dos edifícios necessária para que os mesmos tenham bom desempenho nos possíveis cenários projectados para as alterações climáticas.

Assim, pretende-se com a aplicação do conceito da homeostase na arquitectura, alcançar ou possibilitar essa adaptação, através da criação de uma "arquitectura homeostática" como resposta a esses possíveis impactos das alterações climáticas.

Sendo que a homeostase, na sua essência, trata-se de acção e reacção, uma arquitectura homeostática requer portanto o entendimento das condições climáticas tais como, a temperatura, a exposição solar, qualidade do ar, chuva entre outros. Portanto a homeostase no mundo arquitectónico, requer uma arquitectura que seja capaz de produzir o chamado "equilíbrio dinâmico", pois o ambiente em que nós vivemos está em constante mudança.

Este estudo apela por uma mudança na forma como construímos, a fim de minimizar os impactos que o sector da construção tem no cenário das alterações climáticas. Neste sentido, uma análise dos mecanismos e funcionamento dos aspectos-chave da homeostase é estudado, utilizando o corpo humano como modelo.

### PALAVRAS-CHAVE

Homeostase, Alterações climáticas, Adaptabilidade.

### ABSTRACT

With climate change the buildings and its occupants will be target of numerous impacts, making the buildings adaptation necessary for its better performance in the scenarios projected for climate change.

Thus, it is intended to apply the concept of homeostasis in the architecture, in order to achieve or enable this adaptation, by creating a "homeostatic architecture" as answer to these potential impacts of climate change.

Since the Homeostasis in its essence, it's about action and reaction, an "homeostatic" architecture needs a deep understanding of the climate conditions, such as, temperature, sunlight, air quality, precipitation among others. Therefore the homeostasis in the architectural world requires an architecture that is able to produce the dynamic equilibrium, because the environment in which we live is constantly changing.

This paper calls for a change in the way we build, in order to minimize the impacts that the building sector has on the climate change scenario. In this sense, an analysis into the mechanisms and functioning of key aspects of homeostasis is studied, using the human body as model.

<sup>1</sup> Mestre em Arquitectura pela Universidade da Beira Interior, Covilhã. E-mail: leida\_furtado@hotmail.com

<sup>2</sup> Professor Auxiliar da Universidade da Beira Interior. Membro do C-Made Centre of Materials and Building Technologies, Universidade da Beira Interior, Covilhã. E-mail: joao.lanzinha@ubi.pt

<sup>3</sup> Professor Assistente, Universidade da Beira Interior, Covilhã. E-mail: jeramos@arquitecturamuda.com

## **KEY-WORDS**

Homeostasis, Climate Change, Adaptability.

## **INTRODUÇÃO**

Quando se trata de mudanças a longo prazo, no padrão do tempo, estamos perante as Alterações Climáticas e estudos recentes indicam que tais alterações vêm ocorrendo a nível global e continuarão a ocorrer no futuro, principalmente devido às interferências humanas no meio ambiente ao longo das últimas décadas. Por conseguinte, as alterações climáticas tornaram-se num dos maiores desafios que a sociedade tem de enfrentar no futuro. Acredita-se que mesmo se medidas mitigadoras forem implementadas, essas alterações continuarão a ocorrer fazendo da adaptação uma necessidade para os países em todo o mundo.

O sector dos edifícios tem grande impacto no cenário das alterações climáticas. O desenvolvimento sustentável tem a construção civil como sector chave, pois a construção, uso e demolição de edifícios pode gerar benefícios sociais e económicos importantes para a sociedade mas também tem a capacidade de criar graves impactos negativos principalmente no ambiente. O consumo de energia associado às emissões de gases de efeito de estufa (GEE), a produção de resíduos, a utilização de materiais de construção e reciclagem, utilização de água e a integração dos edifícios com outras infra-estruturas e sistemas sociais são as áreas de maior preocupação (UNEP,2007).

Uma pesquisa realizada, em Outubro 2003, pela revista Metropolis mostra que os edifícios são a principal fonte de consumo de energia nos Estados Unidos, sendo responsáveis por 48% do total dos consumos. As restantes percentagens dividem-se pelos sectores da indústria e transporte, com 25% e 27% respectivamente. Os 48% de consumo de energia dos edifícios dividem-se depois em 21% de edifícios residenciais, 17% de edifícios comerciais e por último 10% de edifícios industriais (Hawthorne,2003). Os dados apresentados são resultados de estudos realizados pelo arquitecto Edward Mazria que afirma que os 48% de consumo de energia nos Estados Unidos e emissões dos GEE são atribuídos ao sector dos edifícios, sendo a grande maioria – 40% do consumo total – atribuída apenas à utilização dos edifícios (aquecimento, iluminação, refrigeração, água quente, etc.). Marzia atribui os restantes 8% das emissões dos GEE à produção de materiais para construção (Manauagh, 2007). Na União Europeia, o sector da construção é responsável por cerca de 40% do consumo total de energia e cerca de 36% do total das emissões de CO<sub>2</sub> (CE, 2008).

Portanto é necessário diminuir o consumo energético, dos edifícios, associado às emissões de GEE. Tal é possível através do desenvolvimento de projectos que substituam a energia de fontes fósseis utilizada por energias de fontes renováveis. Neste contexto a proposta apresentada contribui para a minimização, ou pelo menos para o não aumento das emissões de GEE, visto tratar-se de uma solução 100% eficiente do ponto de vista energético.

## **ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS**

No quarto relatório do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC, da sigla em inglês), consta que o aquecimento do sistema climático é inequívoco, como parece ser evidente pelas observações do aumento da temperatura média global do ar e dos oceanos, assim como o degelo e o aumento médio do nível do mar, podendo tais alterações conduzir a alguns impactos irreversíveis (IPCC, 2007).

O IPCC prevê que nas próximas duas décadas, poderá haver um aquecimento de cerca de 0.2°C por década para uma série de cenários do Relatório Especial sobre Cenários de Projecções (SRES na sigla em inglês). Em relação ao nível global do mar, existem fortes

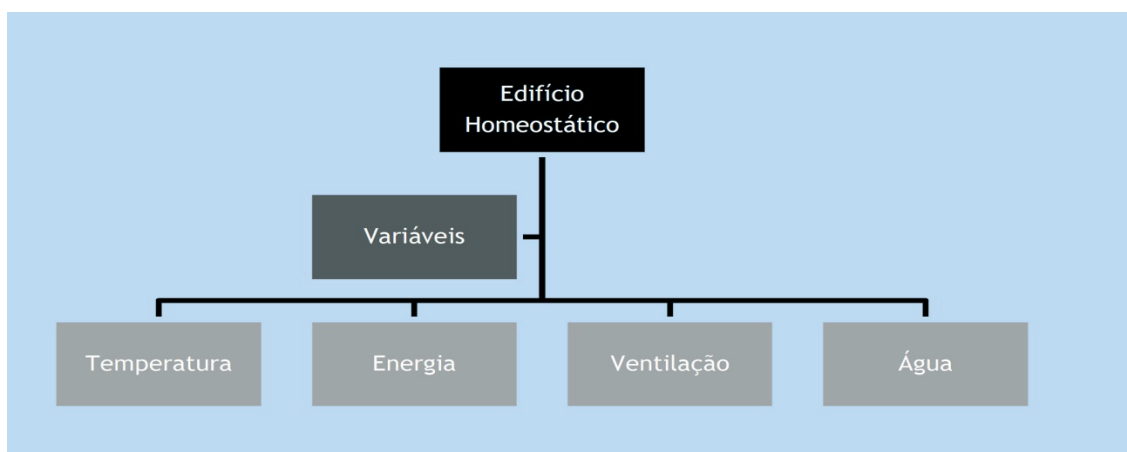
indícios de que o mesmo aumentou gradualmente no século XX e que está actualmente a crescer a um nível elevado, após um período de poucas mudanças entre os anos 0 e 1900. Esse aumento pode ser ainda maior durante este século tendo como principais causas a expansão térmica dos oceanos e o degelo (IPCC, 2007a). E, associados ao aumento contínuo da temperatura superficial do mar, ciclones tropicais, tufões e furacões poderão tornar-se mais intensos (IPCC,2007).

Relativamente às causas das alterações climáticas essas podem ser divididas em duas categorias – causas naturais e causas antropogénicas, sendo a última resultado de emissões de GEE para a atmosfera (IPCC, 2007). Existe um amplo consenso entre os cientistas de todo o mundo que as alterações climáticas são 90% devido às actividades humanas, fundamentalmente, através da queima de combustíveis fósseis (Smith, 2005).

## ARQUITECTURA HOMEOSTÁTICA

O termo Homeostase é de origem Grega em que *hómoios* = semelhante e *stasis* = situação. É utilizado para descrever a capacidade que um organismo possui para regular o seu ambiente interno, mantendo um ambiente estável, quando é sujeito a alterações externas. Essa capacidade que os organismos vivos possuem, é constituída por um conjunto de processos activos que dão origem ao que se chama de “equilíbrio dinâmico”.

O corpo humano possui um sistema de controlo homeostático que regula todas as variáveis do corpo. O sistema é composto por um Receptor, um Centro de Controlo e um Executor (Marieb e Hoehn, 2007). Portanto, um edifício homeostático deve ter um sistema de controlo homeostático que regula as suas variáveis, que são: Temperatura, Energia, Ventilação e Água (Figura 1).



Fonte: adaptado de Furtado, 2010

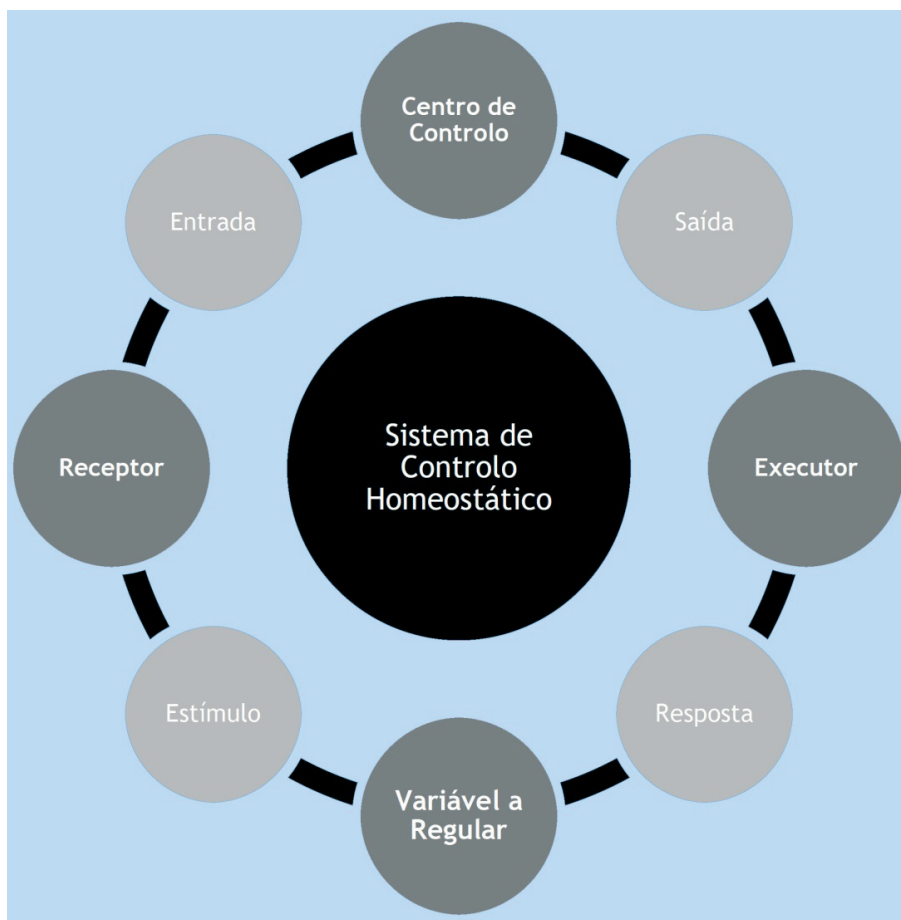
Figura 1:Esquema da regulação do meio interno do edifício homeostático

A regulação dessas variáveis funciona da seguinte forma (Figura 2):

- O sistema terá um valor ideal para a variável, ou seja, um ponto de regulação;
- Quando ocorrer mudanças na variável em questão, esse estímulo será detectado pelo receptor do sistema;
- O receptor após detectar o estímulo envia informações para o centro de controlo;
- Após a entrada de informações no centro de controlo, segue-se a saída de informações para o executor;
- O executor, por sua vez, responde retornando a variável à homeostase.

Como seria uma arquitectura, que conseguisse regular o seu ambiente interno devido às variações que constantemente ocorrem no exterior? Quais seriam as vantagens de uma arquitectura deste nível? Este artigo tem como objectivo apresentar o estudo de caso deste

tipo de arquitectura desenvolvida com base nos conceitos de uma arquitectura homeostática, com o intuito de reduzir os efeitos das alterações climáticas.



Fonte: adaptado de Furtado, 2010  
Figura 2: Esquema do Sistema de Controlo Homeostático

## **ANALOGIA: CORPO HUMANO – EDIFÍCIO**

Para uma melhor compreensão de como a homeostase poderia ser aplicada na arquitectura, foi estabelecida uma analogia entre o corpo humano e o edifício (Guyton, 1988), (Paiva, 1995).

A analogia foi dividida em 5 partes, sendo todas relacionadas com a homeostase no corpo humano:

- Sistema de Controlo Homeostático;
- Temperatura;
- Energia;
- Ventilação;
- Água.

### ***Sistema de Controlo Homeostático***

Análise das funções do Sistema de Controlo Homeostático (Tabela 1):

O encéfalo é o centro do sistema nervoso;

O hipotálamo é parte integrante do encéfalo e tem como função controlar as funções vegetativas do corpo;

Os nervos têm como função enviar informações para o hipotálamo.

SISTEMA DE CONTROLO HOMEOSTÁTICO	
CORPO HUMANO	EDIFÍCIO
Encéfalo	Computadores/Software
Hipotálamo	Controlador
Nervos	Sensores

Fonte: Furtado, 2010

Tabela 1: Analogia entre o Corpo Humano e o Edifício - Sistema de Controlo Homeostático

### **Temperatura**

Análise das funções da variável Temperatura (Tabela 2):

O coração tem como função bombear o sangue;

O sangue circula pelos vasos sanguíneos;

Os vasos sanguíneos regulam a intensidade de perda de calor do sangue pela pele através da vasoconstrição e vasodilatação;

A pele protege os órgãos internos.

TEMPERATURA	
CORPO HUMANO	EDIFÍCIO
Coração	Bomba de calor ar/água
Sangue	Água
Vasos Sanguíneos	Tubagens
Pele	Paredes, Cobertura, Portas e Janelas

Fonte: Furtado, 2010

Tabela 2: Analogia entre o Corpo Humano e o Edifício - Variável Temperatura

### **Energia**

Análise das funções da variável energia (Tabela 3):

Os nutrientes são extraídos dos alimentos ingeridos;

As células absorvem os nutrientes e transforma em energia;

A energia armazenada no corpo é em forma de gordura ou glicogénio.

ENERGIA	
CORPO HUMANO	EDIFÍCIO
Nutrientes	Luz Solar
Células	Painéis Fotovoltaicos
Gordura ou Glicogénio	Bateria e materiais de mudança de fase

Fonte: Furtado, 2010

Tabela 3: Analogia entre o Corpo Humano e o Edifício - Variável Energia

### **Ventilação**

Análise das funções da variável ventilação (Tabela 4):

A boca e o nariz permitem a entrada e saída do ar;

Os alvéolos permitem a difusão do oxigénio para o sangue pulmonar e o dióxido de carbono para fora do sangue pulmonar.

VENTILAÇÃO	
CORPO HUMANO	EDIFÍCIO
Boca e Nariz	Portas e Janelas – Ventilação Natural
Alvéolos	Tubos distribuidores – Ventilação Forçada

Fonte: Furtado, 2010

Tabela 4: Analogia entre o Corpo Humano e o Edifício - Variável Ventilação

### Água

Análise das funções da variável água (Tabela 5):

Os rins têm como principal função filtrar o plasma e remover substâncias indesejáveis dessa filtração através da urina e retornar as necessárias para o sangue;

O estômago tem como função o armazenamento de alimentos e sua posterior transformação em substâncias que depois são absorvidas pelas células.

A bexiga armazena a urina produzida pelos rins que posteriormente é expulsa do organismo.

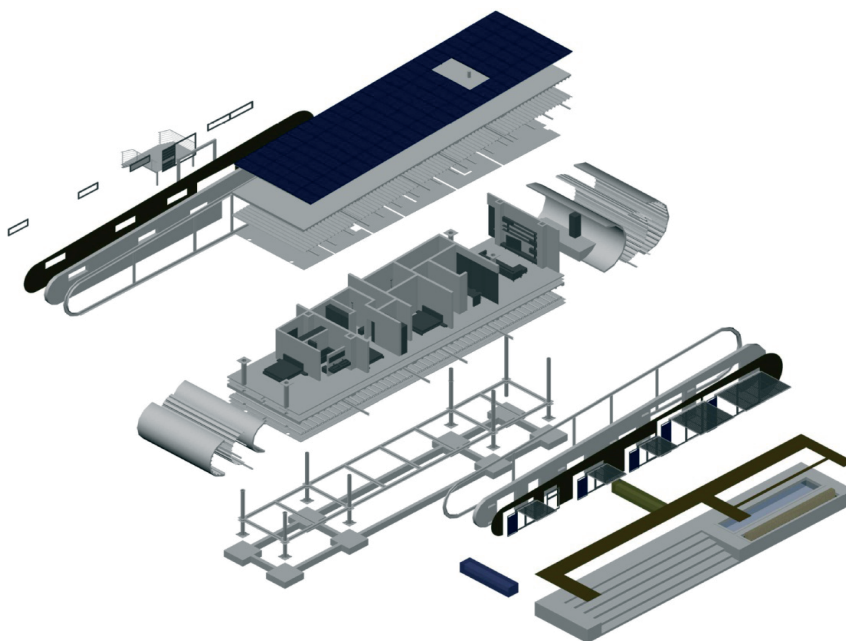
ÁGUA	
CORPO HUMANO	EDIFÍCIO
Rins	Filtradores
Estômago	Reservatório de Entrada
Bexiga	Reservatório de Saída

Fonte: Furtado, 2010

Tabela 5: Analogia entre o Corpo Humano e o Edifício - Variável Água

### PROTÓTIPO DE UM EDIFÍCIO HOMEOSTÁTICO

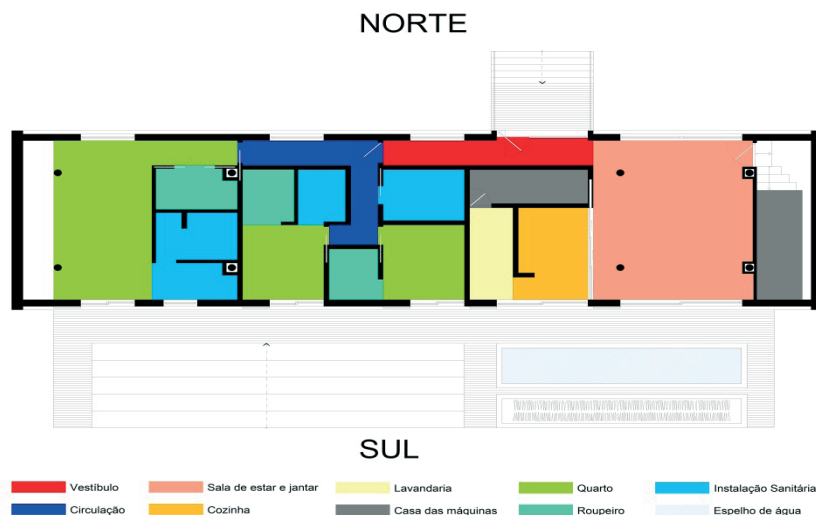
Com base no conceito da homeostase e na analogia estabelecida entre o corpo humano e o edifício, desenvolveu-se um protótipo de um edifício homeostático (Figura 3 e 4), constituído por um conjunto de sistemas ligados às variáveis (temperatura, energia, ventilação e água), que em conjunto regulam o ambiente interno do edifício (Furtado, 2010).



Fonte: adaptado de Furtado, 2010

Figura 3: Protótipo do Edifício Homeostático





Fonte: adaptado de Furtado, 2010

Figura 4: Panta esquemática do Protótipo do Edifício Homeostático

### **Caracterização dos sistemas implementados no protótipo**

#### • Sistema de Controlo Homeostático

O sistema de controlo homeostático é responsável pela regulação do “metabolismo” da habitação. Com o recurso da tecnologia todos os dados das variáveis do protótipo podem ser controlados. Assim, o “encéfalo” do protótipo (computador/software) recebe dados registados pelos sensores sobre:

- Variações de temperatura;
- Qualidade do ar;
- Consumo/produção/armazenamento de energia e água.

#### • Temperatura

A temperatura corporal ideal é de 37°C portanto, para a regulação da temperatura interna do edifício é necessário definir no sistema de controlo homeostático a temperatura ideal, por exemplo 22°. Assim, quando ocorrerem variações nesse valor o sistema acciona o mecanismo de feedback negativo que faz a variável retornar ao seu valor ideal. Sendo a variável a temperatura o retorno ao valor ideal será através do aumento ou diminuição da temperatura conforme a estação do ano.

A regulação da temperatura no protótipo é realizada por 3 meios. Primeiro, por radiação através de um conjunto de tubos que em analogia ao corpo humano representam os vasos sanguíneos. Os tubos estão orientados no eixo Este-Oeste, integrados nas paredes da fachada Este, Oeste, Cobertura e Laje. Através de uma bomba de calor Ar/Água, que representa o coração, água fria/quente é distribuída pelos tubos aquecendo/arrefecendo a habitação consoante a estação. A configuração dos tubos é também baseada na distribuição das nervuras de uma folha de forma a proporcionar uma melhor distribuição da água por todo o edifício. Segundo, pela condução/convecção através do uso de painéis fotovoltaicos na fachada sul do edifício. O sistema é composto por um espaço posterior aos painéis fotovoltaicos e por dois orifícios, inferior e superior, que são controladas manualmente. No Inverno, para o aquecimento do espaço interior o utilizador pode abrir os dois orifícios, permitindo uma circulação contínua do ar entre o espaço interior e o espaço posterior dos painéis. No Verão,



duas situações podem ocorrer:

Todo o calor produzido nos painéis fotovoltaicos, é expulso directamente para o exterior;  
Todo o calor produzido no interior do edifício é expulso para o exterior.

Na meia estação o sistema funciona através do pré-aquecimento do ar novo, que é aquecido no espaço posterior aos painéis, e introduzido no edifício. E por último, a temperatura é regulada pela evaporação através de um espelho de água localizado na parte sul do edifício com o objectivo de arrefecer a fachada através da evaporação da água.

- Energia

A regulação da energia no edifício é realizada com base na seguinte expressão:

$$\text{Consumo de Energia} = \text{Produção de Energia} \\ (\text{Calor} + \text{Trabalho} + \text{armazenamento de energia})$$

Portanto a quantidade de energia consumida pelo edifício deverá ser igual à quantidade produzida. A produção de energia é realizada através de painéis fotovoltaicos que cobrem na totalidade a cobertura do edifício e parcialmente a fachada Sul, sendo o total produzido destinado a:

Usos domésticos;  
Armazenamento.

E como forma de poupar essa energia produzida, o sistema homeostático do edifício regista a quantidade total produzida, e o utilizador pode estabelecer um sistema de hierarquia para os equipamentos.

- Ventilação

A renovação do ar interno do edifício é realizada através do sistema de ventilação natural cruzada no sentido Sul-Norte, e também através do sistema de ventilação forçada com recuperador de calor.

- Água

A regulação da água no edifício é realizada através de dois processos:

Controlo dos desperdícios – através de reservatórios que recolhem os desperdícios que posteriormente são filtrados e reutilizados no edifício;

Aproveitamento da água das chuvas – recolhida em reservatórios e posteriormente filtrada e utilizada no edifício.

O aquecimento das águas domésticas no edifício é feito através da recuperação, pela bomba de calor, da energia contida no ar que é expulso do edifício em forma de calor. A tecnologia utilizada consegue recuperar a energia existente no ar, em forma de calor, e utilizá-la para o aquecimento de águas.

O sistema de controlo homeostático regista a quantidade de água recolhida e consumida, pois assim como no corpo humano, é necessário haver um equilíbrio entre a quantidade de entrada e saída de água.

Outro aspecto também relacionado com a variável da água é o comportamento do protótipo em situações de inundações. Por conseguinte, desenvolveu-se um sistema que permite ao edifício acompanhar o aumento do nível da água a uma altura máxima de 3.5 m. A combinação entre estrutura metálica, painéis SIP (Structural Insulated Panels), betão leve estrutural e uma laje com núcleo de poliestireno expandido, sendo o último a chave para o funcionamento do sistema, resultou numa construção leve e resistente. Assim através de 8

pilares distribuídos ao longo do protótipo, o edifício pode subir e descer conforme o nível de água.

### **Metabolismo do Protótipo**

O metabolismo do protótipo será apresentado a seguir por esquemas que explicam o funcionamento do edifício durante as seguintes estações:

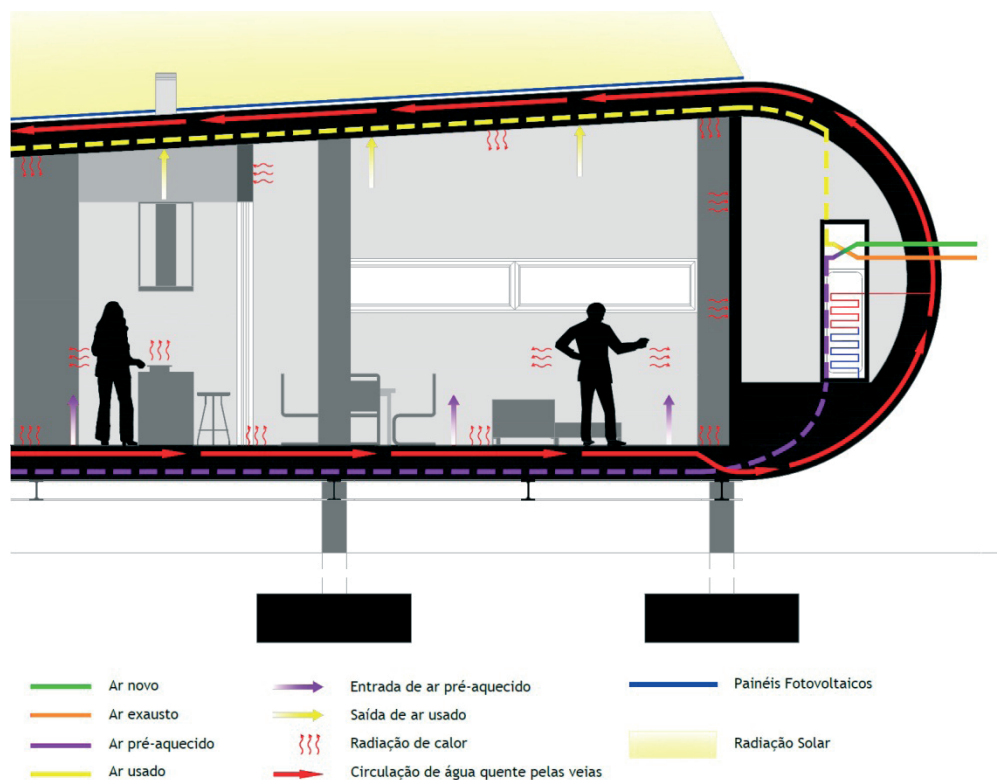
Inverno – Dia/Inverno – Noite;

Verão – Dia/Verão – Noite;

Primavera e Outono – Dia/Primavera e Outono – Noite.

- Inverno – dia/Inverno – noite

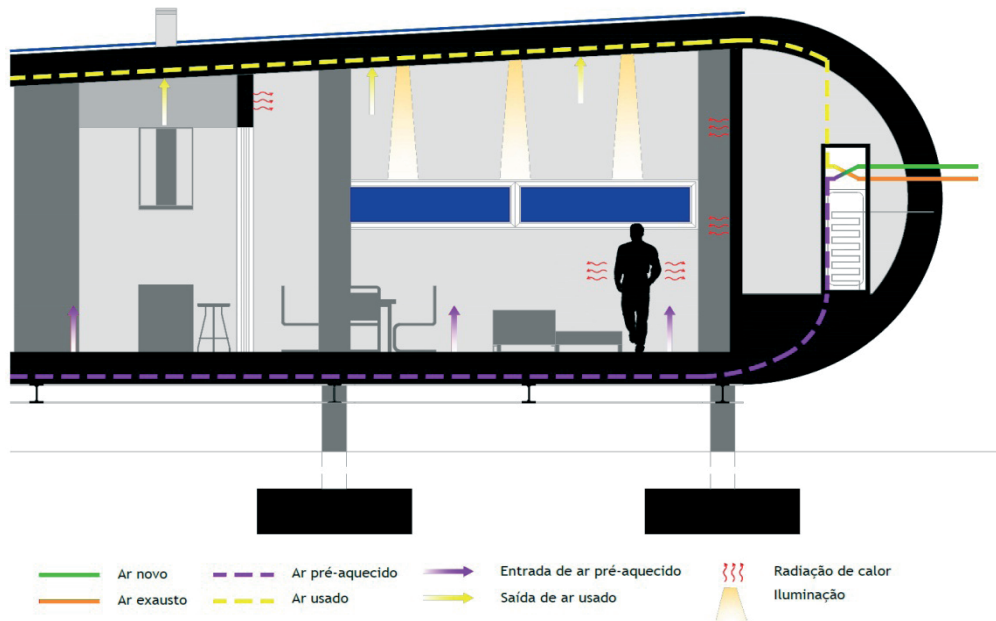
No inverno, durante o dia o edifício é aquecido pelo sistema das “veias”, com a distribuição de água quente, e com a ventilação forçada com recuperador de calor. As paredes interiores são revestidas com material de mudança de fase, que absorve e armazena a radiação de calor durante o dia e a liberta à noite (Figura 5).



Fonte: Furtado, 2010

Figura 5: Esquema do metabolismo do protótipo durante o dia no inverno

À noite o sistema de veias fica inactivo ao contrário do sistema de ventilação , que permanece activo introduzindo ar novo pré-aquecido à habitação, e expulsando o ar usado pra fora da habitação. Esse processo da ventilação ocorre tanto de dia como de noite (Figura 6).

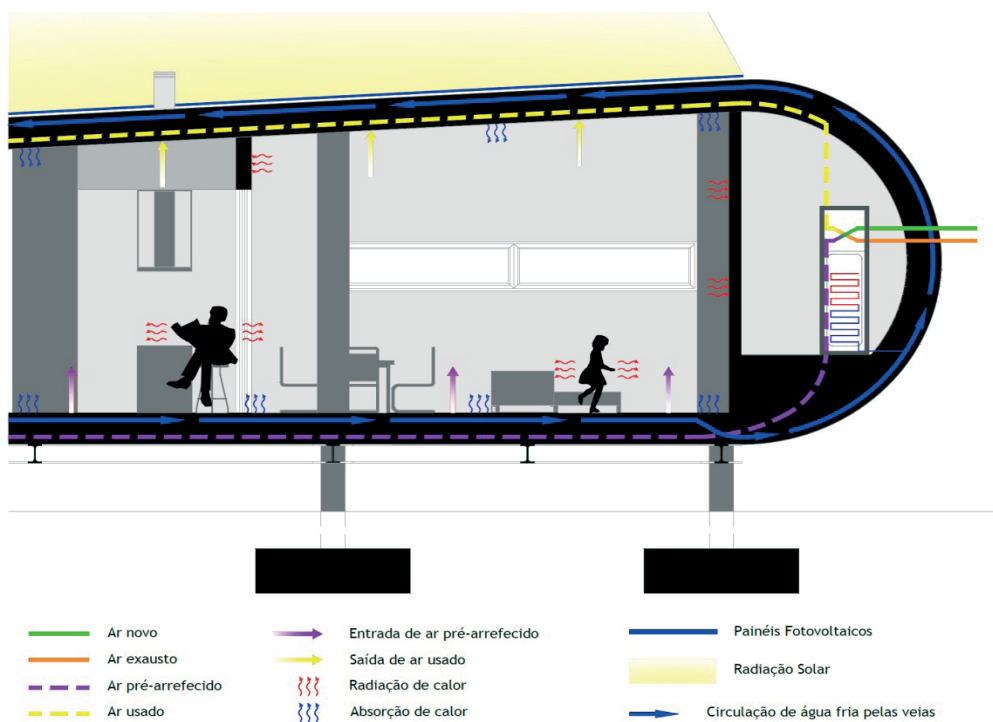


Fonte: Furtado, 2010

Figura 6: Esquema do metabolismo do protótipo durante a noite no inverno

• Verão – dia/Verão – noite

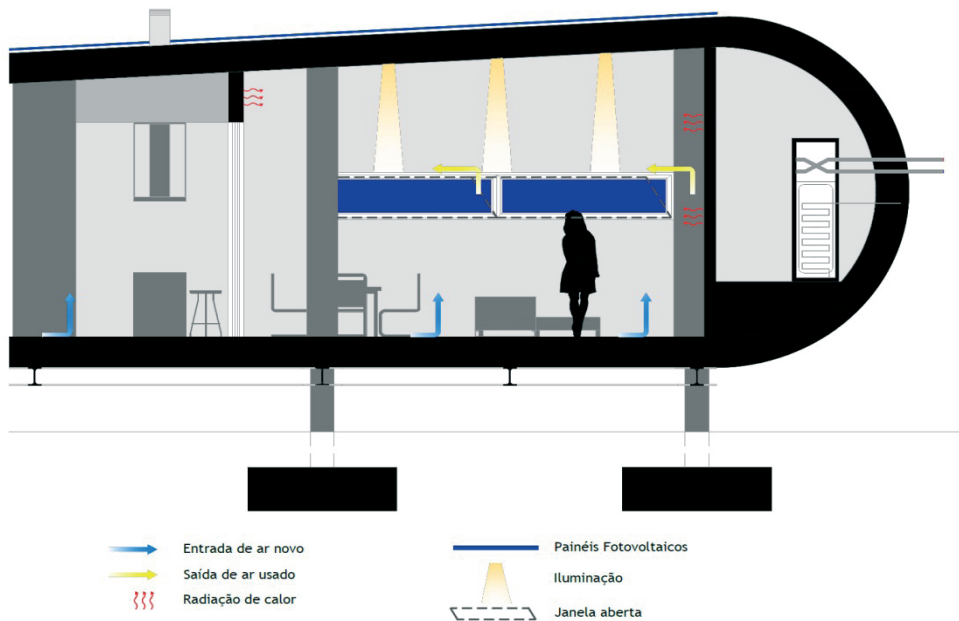
No verão durante o dia, o edifício é arrefecido pelo sistema das veias, com a distribuição de água fria, e pelo sistema de ventilação com recuperador de calor. O ar novo fornecido pelo sistema de ventilação forçada, é pré-arrefecido antes de entrar na habitação, e todo o ar usado é expulso para fora através do sistema. O material de mudança de fase aplicado nas paredes interiores absorvem e armazenam a radiação de calor durante o dia (Figura 7).



Fonte: Furtado, 2010

Figura 7: Esquema do metabolismo do protótipo durante o dia no verão

Durante a noite, tanto o sistema das veias como o sistema de ventilação forçada ficam inactivos sendo o edifício arrefecido por ventilação natural. E todo o calor absorvido pelas paredes interiores durante o dia, é libertado à noite (Figura 8).

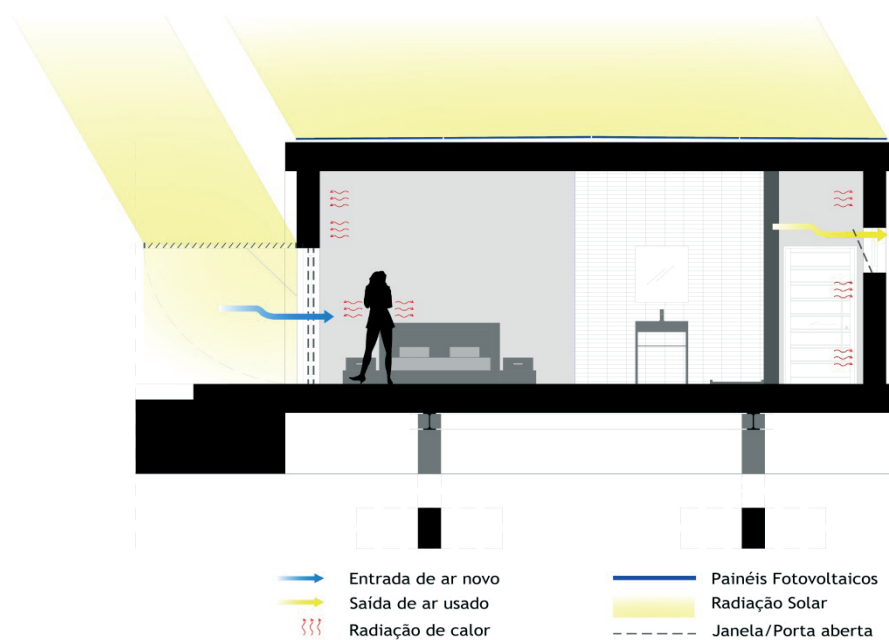


Fonte: Furtado, 2010

Figura 8: Esquema do metabolismo do protótipo durante a noite no verão

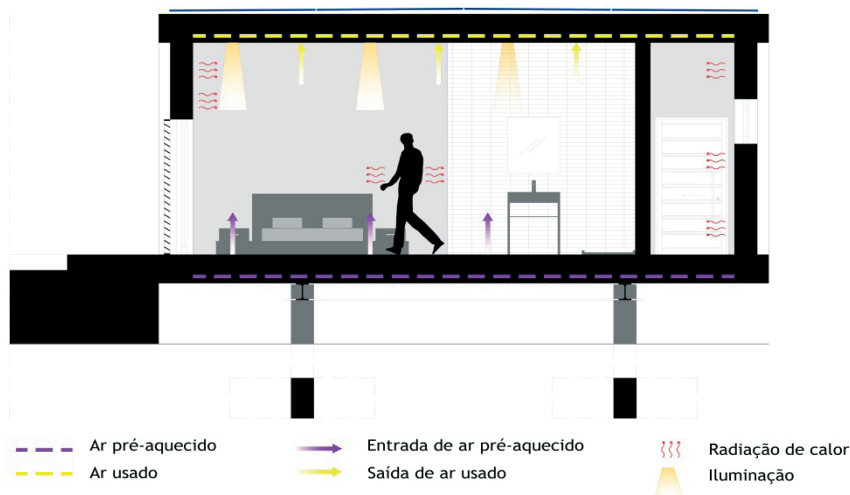
• Primavera e Outono – dia/ Primavera e Outono – noite

Na meia estação, durante o dia o sistema das veias e o sistema de ventilação forçada permanecem inactivos e apenas a ventilação natural é utilizada para regular a temperatura interna do edifício. À noite o sistema de ventilação forçada é o único em funcionamento. As paredes interiores absorvem e armazenam o excesso de radiação durante o dia, e todo esse excesso de radiação armazenado é libertado à noite quando a temperatura desce (Figura 9 e 10).



Fonte: adaptado de Furtado, 2010

Figura 9: Esquema do metabolismo do protótipo durante o dia na primavera/outono



Fonte: adaptado de Furtado, 2010

Figura 10: Esquema do metabolismo do protótipo durante a noite na primavera/outono

## CONCLUSÃO

Este estudo teve dois focos principais: a homeostase na arquitetura, e as alterações climáticas. O objectivo principal era criar um protótipo com base no conceito da homeostase do corpo humano, a fim de minimizar os efeitos das alterações climáticas.

Os cenários apresentados sobre as alterações climáticas sugerem que, os edifícios serão alvos de impactos que podem comprometer a segurança e o bem-estar dos seus ocupantes. Assim, a adaptação passa a ser uma medida de grande importância a ser tida em conta na construção de novos edifícios.

O estudo dos diferentes mecanismos da homeostase resultou no desenvolvimento de uma arquitectura homeostática, capaz de reagir a estímulos exteriores mantendo em equilíbrio dinâmico o seu ambiente interno através da regulação das suas variáveis: temperatura, energia, ventilação e água. Com o recurso à tecnologia, essa regulação é realizada através de um sistema de controlo homeostático, que regula os demais sistemas do edifício, assegurando assim o conforto dos ocupantes.

Com base nesse conceito de uma arquitectura homeostática desenvolveu-se o protótipo de um edifício homeostático, composto por um conjunto de sistemas, relativos às variáveis acima mencionadas, que em conjunto regulam o ambiente interno do edifício. O protótipo resultou numa solução construtiva leve e resistente capaz de reagir a estímulos exteriores e acima de tudo uma solução 100% energeticamente eficiente.

Espera-se que o trabalho de investigação realizado crie novos meios para melhorar o nosso entendimento sobre os efeitos das alterações climáticas nos edifícios e também contribuir para uma mudança na forma como construímos permitindo a substituição de práticas antigas por novas.

## CRÉDITOS DAS IMAGENS

Figura 1: Esquema da regulação do meio interno do edifício homeostático; Fonte: adaptado de Furtado, 2010.

Figura 2: Esquema do Sistema de Controlo Homeostático; Fonte: adaptado de Furtado, 2010.

Figura 3: Protótipo do Edifício Homeostático; Fonte: adaptado de Furtado, 2010.

Figura 4: Panta esquemática do Protótipo do Edifício Homeostático; Fonte: adaptado, 2010.

Figura 5: Esquema do metabolismo do protótipo durante o dia no inverno; Fonte: Furtado, 2010.

Figura 6: Esquema do metabolismo do protótipo durante a noite no inverno; Fonte: Furtado, 2010.

Figura 7: Esquema do metabolismo do protótipo durante o dia no verão; Fonte: Furtado, 2010.

Figura 8: Esquema do metabolismo do protótipo durante a noite no verão; Fonte: Furtado, 2010.

Figura 9: Esquema do metabolismo do protótipo durante o dia na primavera/outono; Fonte: adaptado de Furtado, 2010.

Figura 10: Esquema do metabolismo do protótipo durante a noite na primavera/outono; Fonte: adaptado de Furtado, 2010.

## BIBLIOGRAFIA

Comissão Europeia (CE), *Energy efficiency for the 2020 goal*. <http://europa.eu>. (2008).

Furtado, L., *Homeostase na arquitectura – Adaptação às mudanças causadas pelas alterações climáticas*. Dissertação de Mestrado, sob orientação do prof. João C. G. Lanzinha, Universidade da Beira Interior, Portugal, 2010.

Guyton, A., *Fisiologia humana*. Guanaraba Koogan S.A. Rio de Janeiro. ISBN 85 201 0230 1, (1988).

Hawthorne, C., *Turning Down the Global Thermostat*. Metropolis Magazine. (2003).

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2007, *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 104 pp. Disponível em: <http://www.ipcc.ch> (2007).

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2007a, Global Climate Projections. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 996 pp. Disponível em: <http://www.ipcc.ch> (2007).

Manaugh, G., *Architecture and Climate Change: An interview with Ed Mazria*. Disponível em: <http://bldgblog.blogspot.com>. (2007).

Marieb, E.N., Hoehn, K., *Human anatomy and physiology*. 7ª ed., Pearson Benjamin Cummings, (2007).

Paiva, A., *A Framework for the Evaluation of Quality of Dwellings*. Tese de Doutoramento, Bristol, 1995.

Smith, P., *Architecture in a Climate of Change*. 2ª edição. ISBN 0-7506-65440 (2005).

UNEP, *Buildings and Climate Change – Status, challenges and opportunities*. ISBN 978-92-807-2795-1,(2007).



## **LEIDA CRISTINA BAPTISTA GOMES FURTADO**

Cabo Verde, 1986. Mestre em Arquitectura pela Universidade da Beira Interior em 2010, com a Dissertação intitulada “Homeostase na Arquitectura – Adaptação às mudanças causadas pelas alterações climáticas.” Em 2009 participa na acção de formação de “Empreendedorismo em energia e alterações climáticas”, organizada pela Universidade da Beira Interior e pela Associação Portuguesa de Engenharia do Ambiente. Contribuição para o World Sustainable Building Conference 2011 (SB11) com o artigo “Homeostasis in architecture and climate change – A case study.”

## **JOÃO CARLOS GONÇALVES LANZINHA**

Covilhã, 1959. Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura e Vice-Presidente da Faculdade de Engenharia da Universidade da Beira interior, onde lecciona desde 1994. Licenciado em Engenharia Civil pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto em 1983, Mestre em Engenharia Civil – Ciências da Construção pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra em 1998 e Doutor em Engenharia Civil pela Universidade da Beira Interior em 2006, com a tese intitulada “Reabilitação de Edifícios – Metodologia de Diagnóstico e Intervenção”. É investigador do C-Made – Centre of Materials and Building Technologies e pertence ao Corpo Editorial do Grupo de Estudos da Patologia da Construção – PATORREB. Foi membro de comissões organizadoras e científicas de encontros e congressos nacionais e internacionais, sendo autor de diversos trabalhos científicos publicados em revistas nacionais e internacionais. Orientou diversas dissertações de Mestrado em Engenharia Civil e em Arquitectura. Desempenhou funções em empresas de construção civil e obras públicas, em autarquias locais e de Oficial da Reserva Naval. É membro sénior da Ordem dos Engenheiros e Perito Qualificado e Formador do Sistema de Certificação Energética na vertente RCCTE.

## **JORGE EDUARDO RAMOS JULAR**

Valladolid (Espanha), 1976. Professor Assistente Convidado do Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura da Universidade da Beira interior, onde lecciona desde 2005. Arquitecto pela Escuela Técnica Superior de Arquitectura da Universidade de Valladolid (Espanha) em 2003. Diploma de Estudos Avançados (DEA) e Curso de Doutoramento “Modernidade, Contemporaneidade na Arquitectura” pelo Departamento de Teoria da Arquitectura e Projectos Arquitectónicos da Universidade de Valladolid (Espanha) em 2005. Tese de Doutoramento “O Espaço Activo de Jorge Oteiza” em desenvolvimento. Como arquitecto tem sido premiado em diferentes concursos nacionais e internacionais, como exemplo: 1º premio no Concurso para a “Casa-Cuartel da Guardia Civil” em Malpartida de Plasencia (Espanha); 1º premio no Concurso para a “Escola de Educação Especial Carrechiquilla” em Palencia (Espanha); Menção Honorífica no Concurso Internacional “Um Campus para o Terceiro Milénio, Universidade Luigi Bocconi” em Milão (Itália). Tem sido convidado como conferencista em Espanha e Portugal, sendo autor de diversos trabalhos científicos publicados. Como Comissário de Exposições de pintura e fotografia tem colaborado com o Museu dos Lanifícios da Universidade da Beira Interior.