

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E  
CARACTERIZAÇÃO HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE  
PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

Ludmila Moreno Monteiro

Dissertação apresentada à Escola Superior de Tecnologia e de Gestão para  
obtenção do grau de mestre em Engenharia da Construção

Orientadora: Eduarda Cristina Pires Luso  
Dezembro 2016

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original.”

*Albert Einstein*

## **Agradecimentos**

Em primeiro lugar, quero agradecer à minha orientadora, Eng.<sup>a</sup> Eduarda Luso, pelo impulso e motivação dado no início do trabalho, e pela disponibilidade, atenção e partilha de conhecimentos que foram fundamentais para a realização deste trabalho. O meu muito obrigado!

Agradeço ainda à Câmara Municipal de Bragança, nomeadamente ao Dr. Edite Freitas Coordenadora Técnica do departamento de Serviços e Obras Municipais, pela atenção e pela disponibilização de documentação importante para realização deste trabalho.

À amiga Diana Cuma pelo apoio na execução das medições nas casas da Cidadela, motivação e amizade.

Aos moradores das casas da Cidadela de Bragança, que possibilitaram e confiaram a entrada em suas casas, um obrigado de coração.

À Isabel Bacém, Cleide Moniz, Michel Marques, Raquel Jácome Admir Tavares pela constante motivação e força.

A todos os meus amigos em Lisboa, pelo constante desejo do meu regresso.

Ao Sidney Ribeiro por todo o carinho e preocupação.

Por fim, aos meus pais e irmãos, por tudo o que têm feito por mim ao longo das suas vidas. Pela paciência, apoio, motivação e ajuda constante que foram peças fundamentais durante todo este percurso académico.

## **Palavras-chave**

Conforto térmico; Análise termo higrométrica; Humidade;

## **Resumo**

Em consequência da elevada permanência das pessoas, essencialmente idosas e não só, nos espaços interiores dos edifícios situados em zonas climatéricas rigorosas, tem vindo a surgir uma maior preocupação com o conforto térmico e qualidade do ar no seu interior.

Apesar da enorme evolução dos sistemas de conservação de energia térmica e controle da qualidade do ar interior na construção, assim como da regulamentação que rege a sua implementação, os edifícios existentes acabam por não acompanhar essa evolução, apresentando um comportamento térmico e higrométrico que por vezes podem comprometer quer o conforto, quer a saúde e atividades dos seus utilizadores.

Com este estudo pretende-se caracterizar as condições de habitabilidade no interior de dezasseis edifícios situados no centro histórico de Bragança, mais propriamente na Cidadela da cidade, edifícios estas caracterizadas por serem de pequeno porte, com pouca luz natural e raramente alvo de trabalhos de reabilitação térmica.

Desta forma, foram analisados os principais parâmetros de natureza higrotérmica no interior de edifícios habitados, escolhidos aleatoriamente, tais como: a temperatura e a humidade relativa, assim como o estado de degradação do edifício, procurando a existência de patologias quer exterior quer interiormente.

Foi igualmente feito neste estudo uma avaliação energética de dois desses edifícios, apresentando diversas soluções construtivas entre outras, que se considera poderem contribuir para o aumento da eficiência energética e conforto dos seus ocupantes.

### **Key words**

Thermal comfort; Hygrometric analysis; Humidity;

### **Summary**

As a consequence of the high permanence of people, mainly elderly and not only, in the interior spaces of buildings situated in strict climatic zones, a greater concern has been expressed about the thermal comfort and air quality inside.

Despite the enormous evolution of the thermal energy conservation and indoor air quality control systems in the construction, as well as the regulation that governs its implementation, the existing buildings do not follow this evolution, presenting a thermal and hygrometric behavior that sometimes can compromise both the comfort, health and activities of its users.

This study intends to characterize the habitability conditions inside sixteen buildings located in the historical center of Bragança, more precisely in the city's Citadel, buildings characterized by being small, with little natural light and rarely the target of rehabilitation work thermal.

In this way, the main parameters of hygrothermal nature inside inhabited buildings, chosen at random, such as: temperature and relative humidity, as well as the state of degradation of the building, looking for the existence of pathologies both outside and inside.

In this study an energy assessment of two of these buildings was also carried out, presenting several constructive solutions among others, considered to be able to contribute to increase the energy efficiency and comfort of its occupants.

## Índice

<b>1. Introdução.....</b>	<b>1</b>
1.1 Enquadramento geral .....	1
1.2 Estrutura do trabalho.....	2
<b>2. Estudo do conforto térmico humano.....</b>	<b>3</b>
2.1 Conforto térmico (Noção).....	3
2.2 Conforto térmico nos edifícios.....	3
2.2.1 Variáveis humanas .....	4
2.2.2 Variáveis Climáticas .....	10
2.2.2.1 Humidade relativa do ar .....	11
2.2.2.2 Radiação Solar.....	11
2.2.2.3 Temperatura do ar.....	12
2.2.2.4 Velocidade do ar.....	13
2.2.3 Variáveis Arquitetónicas .....	13
2.2.3.1 Forma volumétrica.....	14
2.2.3.2 Orientação.....	16
2.2.3.3 Envolvente de um edifício.....	16
2.2.3.4 Organização dos compartimentos.....	17
2.3 Valores limites de temperatura de conforto.....	18
2.3.1 Índice PMV .....	19
2.3.2 Índice PPD.....	20
<b>3 Comportamento higrométrico de edifícios .....</b>	<b>22</b>
3.1 Introdução .....	23
3.2 Formas de manifestação de humidade .....	24
3.2.1 Humidade de construção .....	25

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

3.2.2	Humidade do terreno .....	26
3.2.3	Humidade de precipitação .....	29
3.2.4	Humidade de condensação .....	30
3.2.4.1	Condensações superficiais .....	31
3.2.4.2	Condensações internas.....	32
3.2.5	Humidade devida a fenómenos de higroscopicidade .....	33
3.2.6	Humidade devido a causas fortuitas.....	34
3.3	Equipamentos para o diagnóstico de problemas de humidade .....	35
3.3.1	Temperatura .....	35
3.3.2	Humidade relativa .....	35
3.3.3	Temperatura e humidade relativa.....	35
3.3.5	Medição do teor de água das paredes.....	36
3.4	Soluções de reparação de anomalias provocadas pela humidade .....	38
<b>4.</b>	<b>Caracterização da cidade de Bragança.....</b>	<b>40</b>
4.1	Introdução .....	40
4.2	O centro histórico de Bragança e a sua evolução .....	41
4.3	Programas de reabilitação urbana na cidade de Bragança.....	46
4.3.1.	Os programas PROCOM/URBCOM .....	48
4.3.2	Programa Polis .....	49
4.3.3	Programa de Incentivos à Recuperação de Fachadas e Coberturas de Imóveis Degradados situados na Cidadela de Bragança.....	51
4.3.4	Avaliação da taxa de sucesso das intervenções de reabilitação urbana na cidade de Bragança.....	53
4.4	Cidadela o “coração” de Bragança .....	55
<b>5.</b>	<b>Avaliação do estado atual dos edifícios da cidadela.....</b>	<b>57</b>
5.1	Introdução .....	57
5.2	Caracterização habitacional na vila .....	57

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

5.3	Patologias existentes nas construções da cidadela.....	62
5.4	Levantamento das Condições de habitabilidade e caracterização higrométrica... 63	
5.4.1	Medições termo higrométricas .....	64
5.4.1.1	Descrição do procedimento do ensaio .....	64
5.4.1.2	Aparelhos de medição .....	64
5.4.2	Metodologia para o levantamento de dados .....	65
5.4.3	Caso Prático.....	67
5.5	Análise de resultados .....	73
5.6	Comparação dos resultados com estudos efetuados anteriormente .....	82
5.7	Soluções de reabilitação das zonas afetadas pela humidade.....	87
5.7.1	Anomalias em paredes interiores e tetos .....	87
5.7.2	Anomalias em pavimentos .....	88
<b>6.</b>	<b>Avaliação energética dos edifícios na cidadela.....</b>	<b>90</b>
6.1	Introdução .....	90
6.2	Análise do desempenho térmico de dois casos práticos .....	92
6.2.1	Desempenho térmico do Edifício 1 .....	93
6.2.1.1	Coeficientes de Transmissão Térmica (U) .....	95
6.2.1.2	Inércia térmica .....	96
6.2.1.3	Renovação do ar interior.....	97
6.2.1.4	Determinação da classe Energética .....	98
6.2.3	Caracterização do Edifício 2 .....	99
6.2.3.1	Classificação energética .....	101
6.2.2	Medidas de melhoria- Metodologia para a reabilitação energéticas dos edifícios de habitação .....	102
6.2.2.1	Paredes Exteriores .....	102
6.2.2.2	Cobertura .....	106
6.2.2.3	Renovação do ar interior.....	106

6.2.2.4 Alteração dos vãos envidraçados.....	107
6.2.2.5 Sistema de aquecimento .....	109
6.3 Análise de resultados .....	110
<b>7. Conclusão .....</b>	<b>112</b>
7.1 Perspetivas de Futuros Trabalhos .....	114
<b>8. Referências Bibliográficas .....</b>	<b>115</b>

## Índice de Figuras

Figura 1 Principais fatores que influenciam o conforto térmico [2].....	4
Figura 2 Diagrama de inter-relação das variáveis que afetam a percepção de sensação térmica [2].....	5
Figura 3 Balanço térmico no corpo humano. ....	10
Figura 4 Traçado urbano em Marrakesh. [8].....	15
Figura 5 Representação da variação do coeficiente de forma (COF) e da percentagem de perdas (Q), em função da variação proporcional do volume (V) e da área exterior (AE), de um edifício de forma constante [9].....	15
Figura 6 Zona de conforto térmico segundo o método gráfico de determinação da zona de conforto para ambientes interiores típicos [1]. ....	21
Figura 7 Formas de manifestação de humidade nos edifícios [12]. ....	25
Figura 8 Exemplo de uma parede com manchas de humidade e expansão da tinta depois da evaporação da água. ....	26
Figura 9 Manifestação de humidade ascendente do terreno numa parede [13].....	27
Figura 10 Altura atingida pela água nas paredes, em função das condições de evaporação [14]. ....	27
Figura 11 Mecanismo de formação de cripto florescência e eflorescência [14]. ....	28
Figura 12 Variação das alturas atingidas pela humidade do terreno em paredes interiores e exteriores, em função do tipo de alimentação [14].....	29
Figura 13 Diagrama psicométrico [14].....	31
Figura 14 Panorâmica da cidade de Bragança.....	43
Figura 15 Delimitação dos programas de intervenção na cidade de Bragança [29].....	47

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

Figura 16 Encosta da capela do Senhor da Piedade (antes e depois da intervenção polis)	
Fonte: Bragança Polis, S.A.....	50
Figura 17 Identificação dos imóveis intervenientes no Programa de Recuperação de fachadas e coberturas.....	52
Figura 18 Um dos edifícios da cidadela, antes e depois da intervenção do “Programa de Incentivos à Recuperação de Fachadas e Coberturas de Imóveis Degradados situados na Cidadela de Bragança”.....	53
Figura 19 Localização da cidadela, em planta.....	56
Figura 20 Edifício com quintal.....	58
Figura 21 Exemplos da constituição das paredes de pedra.....	59
Figura 22 Parede de tabique.....	59
Figura 23 Casas com cobertura em telha cerâmica.....	59
Figura 24 Exemplo de varandas.....	60
Figura 25 Identificação de imóveis habitados, desabitados e em ruínas.....	61
Figura 26 Identificação dos edifícios habitados e respetivas utilidades.....	62
Figura 27 Exemplo de uma casa em ruínas.....	63
Figura 28 Exemplo de uma casa com destacamento de reboco e pintura.....	63
Figura 29 Exemplo de uma casa com existência de fungos na fachada exterior.....	63
Figura 30 Exemplo de uma casa com existência de bolores na fachada exterior.....	63
Figura 31 Data Logger.....	65
Figura 32 Identificação dos casos de estudo.....	66
Figura 33 Identificação do caso de estudo.....	67
Figura 34 Plantas do edifício (Caso 3) e registo fotográfico das anomalias.....	69
Figura 35 Condições da envolvente exterior.....	70
Figura 36 Consumos energéticos por atividade.....	90
Figura 37 Fotografia aérea do edifício em estudo e fachada.....	93
Figura 38 Fotografia aérea do edifício em estudo e fachada.....	99
Figura 39 Planta ilustrativa do levantamento dimensional da habitação (R/c e 1º Andar) e identificação das envolventes.....	100
Figura 40 Representação da solução de isolamento pelo interior.....	103
Figura 41 Local onde foram inseridas as placas de EPS.....	105
Figura 42 Exemplo de aplicação de isolamento na cobertura (Vertentes).....	106
Figura 43 Exemplo esquemático de solução para a ventilação do edifício.....	107

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

Figura 44 Efeito do árgon na caixa-de-ar. .... 108  
Figura 45 Localização do recuperador a pellets. .... 109

## **Índice da Tabelas**

Tabela 1 Isolamento típico de algumas combinações de vestuário [4]. .... 6  
Tabela 2 Sais associados à humidade devida a fenómenos de higroscopicidade [15]. .. 34  
Tabela 3 Sais associados á humidade devida a fenómenos de higroscopicidade[15] .... 34  
Tabela 4 Avaliação da Taxa de Sucesso em Reabilitação Urbana na cidade de Bragança.  
[29] ..... **Erro! Marcador não definido.**  
Tabela 6 Informações sobre o edifício em estudo ..... 68  
Tabela 7 Valores máximos e mínimos obtidos no caso de estudo nº 3 no ensaio à  
temperatura e humidade relativa..... 71  
Tabela 8 Valores mininos, máximos e médios da temperatura interior. .... 76  
Tabela 9 Comparação de valores de humidade relativa e temperatura interior entre 2002  
e 2016 no caso de estudo nº 14. .... 84  
Tabela 10 Legenda da planta ilustrativa. .... 94  
Tabela 11 Tabela resumo dos coeficientes de transmissão térmica dos elementos  
construtivos..... 96  
Tabela 12 Classes de inércia, It ..... 97  
Tabela 13 Indicadores energéticos para determinação da classe energética da Habitação.  
..... 98  
Tabela 14 Legenda da planta ilustrativa. .... 100  
Tabela 15 Tabela resumo da constituição e coeficientes de transmissão térmica dos  
elementos construtivos. .... 101  
Tabela 16 Principais vantagens dos sistemas de isolamento térmico pelo interior. .... 104  
Tabela 17 Principais desvantagens dos sistemas de isolamento térmico pelo interior. 104  
Tabela 18 Constituição da parede da fachada exterior após intervenção. .... 105  
Tabela 19 Principais desvantagens da aplicação de isolamento térmico nas vertentes. 106  
Tabela 20 Classe energética obtida em cada medida de melhoria. .... 110  
Tabela 21 Classe energética final. .... 111  
Tabela 220 Informações acerca do edifício 10 ..... lxi

## Índice de gráficos

Gráfico 1 Escala de sensação térmica do índice PMV [4]. .....	19
Gráfico 2 Percentagem de pessoas insatisfeitas (PPD), em função do voto médio estimado (PMV) [4]. .....	20
Gráfico 3 Variadas utilidades dos edifícios habitados. ....	61
Gráfico 4 Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho no corredor na cozinha/ sala de estar. ....	71
Gráfico 5 Relação entre a temperatura interior (Caso de estudo nº 3) e exterior. ....	72
Gráfico 6 Número de habitantes por casa. ....	73
Gráfico 7 Sistema de aquecimento utilizado. ....	74
Gráfico 8 Quantidade de edifícios que se verificou ou não, existência de fendilhação. ....	74
Gráfico 9 Temperaturas mínimas e máximas exteriores .....	76
Gráfico 10 Valores mínimos, máximos e médios da temperatura interior. ....	77
Gráfico 11 Relação entre as temperaturas médias interiores e exteriores. ....	77
Gráfico 12 Aplicação do modelo adaptativo sugerido pela ASHRAE 55 (2010) ao caso de estudo nº 1. ....	78
Gráfico 13 Valores mínimos e máximos da humidade relativa no interior das habitações .....	79
Gráfico 14 Exemplo de habitação usa a lareira como sistema de aquecimento (Caso de estudo nº 3). ....	79
Gráfico 15 Valores máximos de humidade relativa atingidos. ....	80
Gráfico 16 Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho no corredor da habitação correspondente ao caso de estudo nº 14. ....	82
Gráfico 17 Variação da temperatura e humidade relativa do ar, entre 8/2/2002 e 12/2/2002, na cozinha (Caso de estudo nº 14). ....	84

## **1. Introdução**

### **1.1 Enquadramento geral**

Nos últimos anos tem havido uma preocupação crescente com a qualidade na construção, mas nem sempre esse esforço tem levado à melhoria da qualidade dos edifícios, apresentando muitos deles, um conjunto significativo de patologias. A humidade é uma das principais causas dessas patologias.

A manifestação de humidade nos edifícios dá, em regra, lugar a graves perturbações funcionais, causando redução apreciável da durabilidade dos materiais e provocando condições deficientes de habitabilidade para os utilizadores.

É essencial o conhecimento dos estudos envolvidos no fenómeno da humidade de forma a avaliar a resposta de um edifício face às solicitações climáticas e selecionar as soluções técnicas que garantam um desempenho higrotérmico adequado ao edifício

Quando se trata de edifícios antigos, essa problemática deve ser cuidadosamente tratada, devido à degradação dos materiais de construção e aos métodos construtivos utilizados na época. A preocupação pelo conforto e qualidade do ar ganha maior preocupação quando se trata de espaços de reduzida dimensão que acolhem principalmente idosos por longos períodos de tempo, como é o caso das habitações da Cidadela. Nestes espaços, o mau desempenho térmico e a qualidade do ar condicionam negativamente o bem-estar dos moradores.

Por esse motivo, o presente trabalho surge com o objetivo de analisar o comportamento termo higrométrico das habitações e estimar o seu conforto térmico, por forma a caracterizar a qualidade do ambiente no seu interior. Esta análise permite o conhecimento da resposta térmica da envolvente dos edifícios quando sujeita às variações climáticas interiores e exteriores, tais como variações de temperatura e de humidade relativa.

## 1.2 Estrutura do trabalho

A presente dissertação encontra-se dividida em seis partes:

- Na primeira parte (Capítulo 1) é apresentado um resumo dos objetivos deste trabalho e introduz os restantes capítulos;
- Na segunda parte (Capítulo 2) apresenta-se um estudo bibliográfico do estado atual do conhecimento no domínio do conforto térmico humano;
- Na terceira parte (Capítulo 3) apresenta-se um estudo bibliográfico do estado atual do conhecimento no âmbito do comportamento termo higrométrico de edifícios, fazendo uma abordagem à humidade como principal agente responsável pela degradação das construções e a forma como se manifesta, aos principais fatores que condicionam o comportamento termo higrométrico nos edifícios, aos tipos de humidade existentes e aos materiais utilizados em estudos relacionados com o assunto;
- Na quarta parte (Capítulo 4), faz-se referência à história da cidade de Bragança, às alterações que surgiram ao longo dos anos e programas de reabilitação de que foi alvo;
- Na quinta parte (Capítulo 5) apresenta-se detalhadamente o estudo efetuado na Cidadela, uma pequena vila existente na zona histórica da cidade de Bragança, fazendo-se uma pequena descrição da metodologia usada para realização das medições “in situ”. São analisadas as condições de habitabilidade, patologias existentes na vila, resultados acerca do estudo higrométrico que foi efetuado em dezasseis das habitações da vila, por fim é feita uma comparação com estudos anteriormente executados.
- Na sexta parte (Capítulo 6) é feita a avaliação energética de dois dos edifícios da Cidadela são apresentadas também algumas medidas de melhoria a fim de melhorar o seu respetivo desempenho energético;
- Na sétima e última parte (Capítulo 7) apresentam-se as principais conclusões resultantes da elaboração deste trabalho, e indicam-se ainda alguns aspetos a merecer desenvolvimentos futuros.

## 2. Estudo do conforto térmico humano

### 2.1 Conforto térmico (Noção)

A norma internacional ISO 7730:2005, descreve o conforto térmico como uma “ (...) *condição mental que expressa a satisfação do Homem com o ambiente*”[1]. Ao contrário de outras definições de conforto, esta revela-se um tanto subjetiva, pois depende de diversas outras condições fisiológicas quantificáveis, sendo também condicionada por diversas variantes de carácter pessoal, cuja quantificação é de elevada complexidade. Está principalmente relacionado com o equilíbrio térmico do corpo humano, o que por sua vez é influenciado pela atividade física, pelo vestuário utilizado e pelos principais parâmetros que caracterizam o meio ambiente, (temperatura do ar, temperatura radiante média, velocidade do ar e humidade do ar).

Resumidamente, o conforto térmico pode ser definido como uma sensação de comodidade e bem-estar relacionada com a temperatura. Funcionando o corpo a temperaturas constantes, oscilando estas entre 36,1°C e 37,2°C, homeotermia, em condições de saúde.

A sensação de conforto térmico está associada a um estado de neutralidade térmica, o qual é induzido pelo balanço térmico das trocas de calor entre o corpo humano e o meio que o rodeia representado pela equação (1) [2]:

$$\text{Metabolismo} = \text{Trocas de calor por (Condução + Convecção + Radiação + Evaporação)}(I)$$

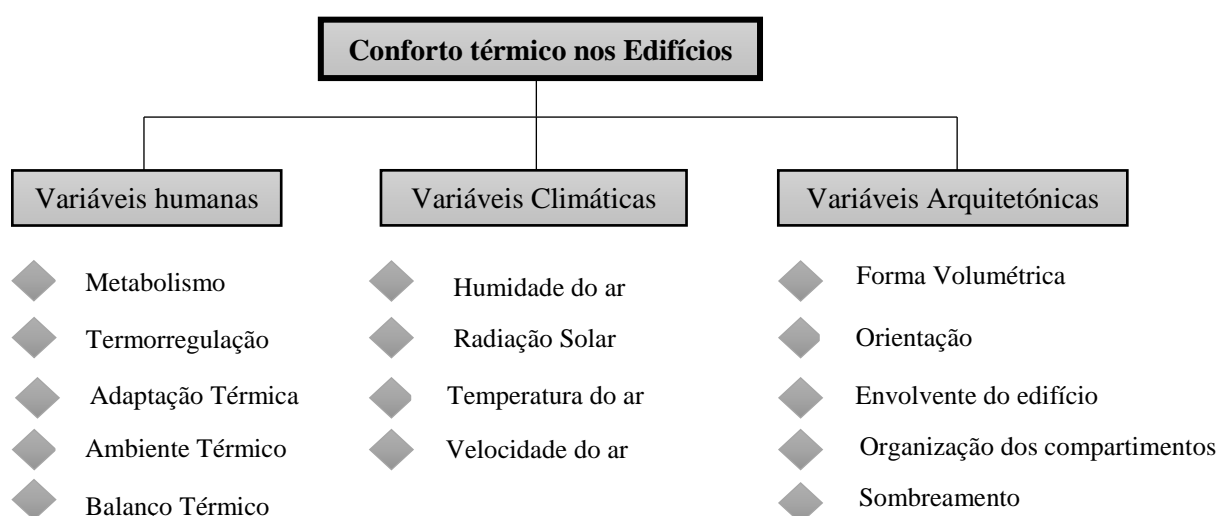
Existe assim, uma contínua interação entre o corpo humano e o ambiente a que está exposto, resultando na soma de trocas de calor regidas pelas leis da física, influenciadas e condicionadas por fatores ambientais, individuais e mecanismos de adaptação fisiológica, como já foi referido anteriormente.

### 2.2 Conforto térmico nos edifícios

Um dos principais objetivos ao construir um edifício é servir ao homem concedendo-o todo o conforto possível. Um edifício deve, por norma, oferecer todas as condições térmicas compatíveis com o conforto térmico humano, no seu interior,

independentemente das condições climáticas exteriores. O objetivo é então, permitir aos ocupantes, com vestuário apropriado, a possibilidade de realização das suas atividades no interior do edifício, sem que sintam desconforto. Este depende essencialmente de três grupos de variáveis: Variáveis Humanas, Climáticas e Arquitetónicas. O estudo e análise destas variáveis torna-se essencial para a determinação do nível de conforto de um edifício, bem como a determinação do balanço térmico global.

O balanço térmico global, por sua vez, deverá permitir que no inverno os ganhos térmicos sejam superiores que as perdas e no verão o inverso, por forma a assegurar uma temperatura ideal de conforto no interior do edifício.



**Figura 1 Principais fatores que influenciam o conforto térmico [2].**

As condições ambientes de conforto de referência são uma temperatura do ar de 20°C para a estação de aquecimento, 25°C para a estação de arrefecimento e 50% de humidade relativa em ambos [3].

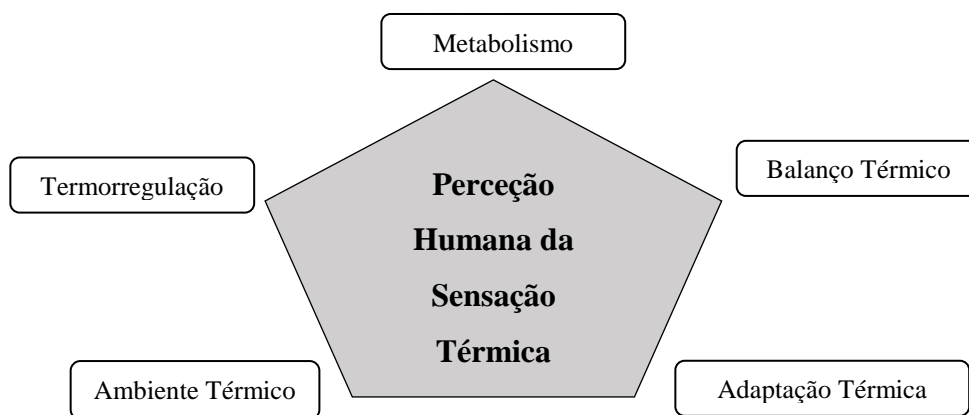
### 2.2.1 Variáveis humanas

O nível de conforto num determinado edifício, é determinado através da perceção humana de sensação térmica. Essa perceção consiste num processo que engloba um conjunto de variáveis físicas, psicológicas e fisiológicas.

As variáveis individuais ou fisiológicas podem ser influenciadas pela anatomia e fisiologia de cada pessoa, sendo possível resumi-las da seguinte forma [2]:

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

- I. Hábito alimentares - que afetam o metabolismo, verificando-se a existência de diferenças na dieta alimentar em áreas geográficas distintas;
- II. Idade – indivíduos de faixas etárias mais elevadas revelam maior preferência por ambientes mais aquecidos;
- III. Género – as mulheres apresentam um metabolismo inferior ao dos homens, ou seja, produzem menos calor, o que conduz a preferências, em termos médios, por ambientes um pouco mais aquecidos;
- IV. Forma do corpo – a relação entre volume e superfície influencia a preferência térmica;
- V. Gordura do corpo – que funciona como isolante térmico;
- VI. Estado de saúde – uma pessoa que sofra de alguma patologia pode ter os seus limites de conforto muito estreitos;
- VII. Vestuário – responsável pelo condicionamento das trocas térmicas;
- VIII. Aclimatização dos indivíduos – o tempo de permanência do ser humano num determinado contexto climático tende a que este produza hábitos e alterações metabólicas (quantidade de sangue e de suor) enquanto respostas de adaptação térmica.



**Figura 2 Diagrama de inter-relação das variáveis que afetam a percepção de sensação térmica [2].**

Essas variáveis devem ser estudadas e compreendidas, para que um determinado espaço seja devidamente avaliado.

As variáveis que influenciam a percepção de conforto são apresentadas na Figura 2 e seguidamente tratadas individualmente:

## **Metabolismo**

Através do metabolismo o organismo adquire energia mecânica e térmica a partir de elementos combustíveis orgânicos. A quantidade de energia libertada depende da quantidade de atividade física executada. O met é a unidade utilizada para descrever a energia produzida por unidade de área de uma pessoa em repouso ( $1 \text{ met} = 58 \text{ W/m}^2$ ), de acordo com a norma ISO 7730:2005 [4].

A libertação de calor pelo organismo humano depende da intensidade e do tempo que determinada tarefa exige. Quanto maior for o esforço, maiores serão as necessidades de perda de calor para que o corpo consiga manter a sua temperatura constante.

Devido à sua resistência térmica, o vestuário garante uma atenuação da sensação de desconforto, isto é, permite minimizar a perda de calor por condução e convecção ao permitir a criação de uma camada de ar, não renovada, junto à superfície corporal.

A unidade utilizada para caracterizar o efeito de isolamento proporcionado pela roupa, no conforto térmico, é o clo. Assim, 1 clo é o equivalente a  $0.155 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C/W}$  [4]. A Tabela 1 apresenta o valor de clo para algumas combinações de vestuário.

**Tabela 1 Isolamento típico de algumas combinações de vestuário [4].**

<b>Vestuário</b>	<b>Resistência térmica (clo)</b>
Calções e camisa de manga curta	0,36
Calças e camisa de manga curta	0,57
Calças e camisa de manga comprida	0,61
Calças e camisa de manga comprida e casaco	0,96
Calças e camisa de manga comprida t-shirt e camisola	1,01
Calças e camisa de manga comprida t-shirt, camisola e casaco	1,3
Saia até ao tornozelo, camisa de manga curta e sandálias	0,54
Roupa desportiva (calças e camisola de manga comprida)	0,74

O vestuário é selecionado em função da temperatura média ambiente, do movimento do ar, do calor produzido pelo organismo, da humidade do ar e da atividade a ser desenvolvida pelo indivíduo.

Conciliando todos estes fatores, se a temperatura interior de um ser humano for inferior a  $28 \text{ }^\circ\text{C}$ , podem surgir problemas cardíacos e de arritmia e acima de  $46^\circ\text{C}$ , danos cerebrais irreversíveis. Assim, é imperativo um bom controlo térmico. O objetivo é

proporcionar condições exteriores tais, que seja reduzida ao mínimo a necessidade do corpo utilizar os seus mecanismos de regulação térmica.

### **Termorregulação**

O homem sendo um animal homeotérmico, o seu organismo mantém uma temperatura interna constante.

A manutenção da temperatura interna do organismo humano, em ambientes cujas condições termo higrométricas são variáveis, faz-se através do aparelho termorregulador, que comanda a redução dos ganhos ou o aumento das perdas de calor através de alguns mecanismos de controlo - a termorregulação. Apesar de ser o meio natural de controlo de perdas de calor pelo organismo, representa um esforço extra e consequentemente uma perda de potencialidade de trabalho.

“A termorregulação apenas se verifica para um dado limite de condições exteriores, ou seja, se uma pessoa estiver exposta a temperaturas muito baixas ou muito altas, por um grande período de tempo, este mecanismo não possui capacidade de resposta “[5].

A pele é o principal órgão termorregulador do corpo humano, é através dela que se realizam as trocas de calor. A temperatura da pele é regulada pela intensidade do fluxo sanguíneo. Outro mecanismo termorregulador da pele é a transpiração ativa, que se faz através das glândulas sudoríparas.

### **Adaptação térmica**

“A tolerância dos utentes é tanto maior quanto maior for a possibilidade de adaptação térmica, quer através da interação com os elementos constituintes do edifício e os seus sistemas, quer individual mediante alteração do vestuário, da atividade, da postura ou do local de permanência” [6].

A adaptação térmica é a resposta do organismo à diminuição gradual de exposições repetidas dos estímulos recebidos a partir de um ambiente específico. Existem três mecanismos de adaptação utilizados pelo corpo humano para se proteger dos efeitos do clima: adaptação comportamental, fisiológica e psicológica.

O ambiente sociocultural como variável da adaptação psicológica refere-se ao conjunto de condições inerentes aos estilos de vida e costumes, bem como o conhecimento empírico do clima que determina os tipos de construção, vestuário e formas de interação

social que, por sua vez, influenciam a expectativa da sensação térmica devido à experiência de várias gerações [6].

### **Ambiente térmico**

Os estudos em conforto térmico visam principalmente analisar e estabelecer as condições necessárias para a avaliação e conceção de um ambiente térmico adequado às atividades e ocupação humanas, bem como estabelecer métodos e princípios para uma detalhada análise térmica de um ambiente.

O conforto térmico é definido como “A condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico” [1].

Neste aspeto, os principais fatores ambientais que influenciam o tão desejado conforto térmico são: a temperatura do ar, a humidade relativa, a temperatura radiante e a velocidade do ar.

A temperatura do ar é o fator mais simples e prático revelador de calor ou frio. É influenciada pela estratificação do ar devida à diferença de densidade entre ar frio e quente, pelas características do local e pela temperatura média radiante obtida a partir das temperaturas das superfícies envolventes. Um aumento de temperatura corporal em 3.5 °C na pele, devido a elevadas temperaturas do ar, é acompanhado de uma sensação de desconforto.

A humidade relativa tem um impacto relativamente baixo no conforto de pessoas em repouso. Esta não afeta diretamente a carga térmica de funcionamento do corpo humano, mas determina a capacidade de evaporação do ar, afetando a refrigeração ou a não transpiração [6].

### **Balanco térmico**

O ganho de calor no corpo dá-se através de produção de calor pelo metabolismo. A perda de calor dá-se através da respiração e da pele, também se leva em conta a resistência térmica e a permeabilidade das roupas. Variáveis ambientais, como a temperatura do ar, temperatura média radiante, velocidade do ar e humidade do ar e variáveis pessoais, como a atividade e vestimentas, são incorporadas na sua definição.

Os ganhos de energia térmica, num indivíduo, ocorrem [7]:

- Através do próprio metabolismo;
- Por radiação de calor emitida pelos corpos que se encontram no mesmo ambiente;

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

- Por convecção, recebendo o calor do ar (ou água) que está em contacto com ele;
- Pela respiração, inspirando o ar quente cuja temperatura está acima de sua temperatura corporal;
- E por condução, ao receber o calor dos sólidos que estão em contacto direto com ele.

Por sua vez, as perdas de calor num individuo, ocorrem:

- Através da radiação de calor;
- Através da convecção, fornecendo calor ao ar (ou água) que está em contacto com ele (a uma temperatura inferior);
- Pela respiração;
- Pela evaporação do suor, fornecendo calor que permita a evaporação deste;
- E por condução, fornecendo calor para os sólidos que estão em contacto direto com ele e a uma temperatura inferior.

A taxa de produção de energia do corpo humano (atividade metabólica) é a soma das taxas de produção de calor ( $\dot{Q}$ ) e de trabalho ( $\dot{W}$ ), como se pode verificar na equação 2 [7]:

$$\dot{Q} + \dot{W} = M \times A_c \quad (2)$$

Em que:

M- Atividade metabólica ( $W/m^2$ );

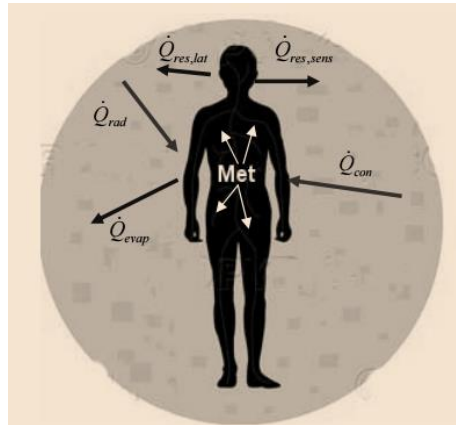
$A_c$ - Área superficial do corpo humano ( $m^2$ );

$\dot{W}$ - Trabalho produzido ( $W$ );

$\dot{Q}$ -Fluxo de calor instantâneo ( $W$ ), que se traduz na soma de perdas térmicas entre o corpo humano e o ambiente em que se encontra, nomeadamente: perdas pela pele por condução ( $\dot{Q}_{con}$ ), por radiação ( $\dot{Q}_{rad}$ ) e por evaporação ( $\dot{Q}_{evap}$ ), bem como as perdas de calor latentes ( $\dot{Q}_{resp.lat}$ ) e sensíveis ( $\dot{Q}_{resp.sens}$ ) inerentes à respiração [7]:

$$\dot{Q} = \dot{Q}_{con} + \dot{Q}_{rad} + \dot{Q}_{evap} + \dot{Q}_{resp.lat} + \dot{Q}_{resp.sens} \quad (3)$$

## LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA



**Figura 3** Balanço térmico no corpo humano.

Na prática, com exceção de atividades intensas, as perdas de calor através da respiração e da condução podem ser desprezadas devido ao reduzido valor da taxa metabólica [7].

Da equação de equilíbrio térmico, em função da situação em análise, é possível efetuar as seguintes interpretações [7]:

- $\dot{Q} + \dot{W} - M.A_c = 0 \rightarrow$  Verifica-se as condições físicas essenciais ao conforto térmico;
- $\dot{Q} + \dot{W} - M.A_c > 0 \rightarrow$  Desequilíbrio devido a condições críticas de calor, ocorrência de ganhos térmicos,
- $\dot{Q} + \dot{W} - M.A_c < 0 \rightarrow$  Desequilíbrio devido a condições críticas de ausência de calor, ocorrência de perdas térmicas;

Quando se verifica a condição do balanço térmico, diz-se que é atingida a neutralidade térmica. A neutralidade térmica é “a condição na qual uma pessoa não prefira nem mais calor nem mais frio no ambiente a seu redor” [7].

### 2.2.2 Variáveis Climáticas

Todo o processo de empreendimento de um edifício deverá ser pensado face ao clima do local, o que significa construir espaços que possibilitem ao homem as já mencionadas condições de conforto. É essencial amenizar as sensações de desconforto impostas por climas rígidos, tais como o excessivo calor, frio ou vento [2].

De entre as variáveis climáticas que caracterizam uma região, as que mais interferem no desempenho energético térmico dos espaços construídos são: a oscilação da temperatura e da humidade relativa, a radiação solar incidente e a velocidade do ar. Os valores dessas variáveis climáticas alteram consoante a sua localização geográfica, em função de alguns fatores como a circulação atmosférica, distribuição de terras e marés, relevo e revestimento do solo, latitude e altitude [7].

### **2.2.2.1 Humidade relativa do ar**

A humidade relativa é a relação percentual entre a quantidade de vapor de água que o ar contém (humidade absoluta) e a quantidade máxima de valor que esse ar pode conter (ponto de saturação) à mesma temperatura. Quando a humidade relativa do ar tem o valor de 100% diz-se que o ar está saturado, podendo, a partir daí ocorrerem fenómenos de condensação. Esta percentagem de água é influenciada não só pela temperatura do ar mas também pela pluviosidade, vegetação, tipo de solo e pelas condições climatéricas (ventos e exposição solar) [6].

Sob o ponto de vista do conforto térmico, a humidade relativa determina a capacidade de evaporação do ar, condicionando, a capacidade de refrigeração do corpo humano através da evaporação do suor [7].

### **2.2.2.2 Radiação Solar**

A radiação solar é uma energia eletromagnética, de onda curta, que atinge o nosso planeta após ser absorvida pela atmosfera. As quantidades de radiação variam em função da época do ano e da latitude. Depois de uma análise correta do movimento aparente do sol em relação ao planeta terra, e a sua interação com os edifícios, pode-se concluir os benefícios da radiação solar para o conforto térmico. O sol é a principal fonte de energia térmica de um edifício, contribuindo no inverno para o aumento de temperatura interior, algo que no verão o se vai evitar.

A energia solar recebida por qualquer superfície pode chegar de três modos distintos [8]:

- Radiação direta - mais intensa;

- Radiação difusa - radiação de menor intensidade difundida em todas as direções pela massa de ar que constitui a atmosfera;
- Radiação refletida – radiação refletida por outras superfícies.

Devido à rotação da Terra em torno do seu eixo e aos seus movimentos de translação, segundo um plano inclinado  $23^{\circ}27'$  em relação ao equador (posição dos trópicos definida por este ângulo), os dois hemisférios recebem quantidades distintas de radiação solar ao longo do ano. Daí a ocorrência dos solstícios, de inverno e verão que, em Portugal ocorrem duas vezes por ano, a 21 de Dezembro o de inverno e a 21 de Junho o de verão, estas datas marcam o início das respectivas estações do ano, representam respetivamente o menor e maior dia do ano [8].

### **2.2.2.3 Temperatura do ar**

A temperatura do ar tem uma importância fundamental no conforto térmico. Não só a vida do ser humano está muito dependente da temperatura, mas também a vida dos animais e plantas, constituindo assim um importante fator para a determinação das suas condições de vida.

De acordo com a teoria molecular da constituição da matéria, todas as substâncias são formadas de moléculas de movimentos mais ou menos rápidos, quando a velocidade do movimento intermolecular de um corpo aumenta, a temperatura desse corpo também aumenta. A energia que origina a aceleração do movimento das moléculas denomina-se de calor. Conclui-se assim que a temperatura é nada menos do que uma sensação fisiológica do corpo humano, sendo assim um parâmetro indicador do estado térmico do corpo e não pode ser confundida com calor. “O calor é uma manifestação de energia capaz de se transformar em trabalho ou em outro tipo de energia, podendo passar de um corpo para outro, quando as suas temperaturas forem diferentes”[8].

Num edifício essa transferência de calor dá-se quando, por exemplo, no inverno onde a temperatura do ar interior de uma habitação é maior do que a temperatura exterior, originando-se fluxos térmicos no qual o sentido do fluxo é do interior para o exterior do edifício (perdas térmicas). No verão o sentido do fluxo é inverso (ganhos térmicos) [9].

Em Portugal, tal como em muitos outros países, os regulamentos energéticos indicam valores constantes de temperaturas para a obtenção de condições ambientes de conforto de referência [3]:

- 20 °C, para a estação de aquecimento;
- 25 °C, para a estação de arrefecimento.

Para tal, é necessário dotar a envolvente do edifício com tecnologia construtiva que permita controlar os fluxos térmicos, por forma a contribuir satisfatoriamente para a melhoria das condições de conforto térmico no seu interior.

#### **2.2.2.4 Velocidade do ar**

A velocidade do ar, em ambientes interiores sem existir a ação direta do vento costuma ser inferior 0.1 m/s. O ar desloca-se em virtude das diferenças de temperatura que ocorrem no ambiente, em que o ar quente sobe e o ar frio desce (convecção natural). Quando o ar se desloca por meios mecânicos, como se de um ventilador se tratasse, o coeficiente de convecção aumenta, aumentando a sensação de perda de calor (convecção forçada). O deslocamento do ar também aumenta os efeitos da evaporação no corpo humano, retirando a água em contato com a pele, verifica-se também o aumento das perdas de calor por convecção, reduzindo a sensação de calor.

Para que sejam assegurados os requisitos regulamentares de conforto térmico, a velocidade do ar interior não deverá exceder os 0.2 m/s [9].

#### **2.2.3 Variáveis Arquitetónicas**

Existem muitas variáveis arquitetónicas que contribuem para um bom desempenho térmico e energético de um edifício, sendo utilizados consoante o tipo de construção, o tipo de material e o clima. Devem ser adotadas soluções que sejam condizentes com o padrão da edificação em construção, devendo, portanto, ressaltar-se a importância na fase de planeamento e consequentemente a busca de soluções financeiramente viáveis para cada tipo de obra.

As soluções arquitetônicas que mais afetam o condicionamento interno de um edifício e posteriormente o conforto térmico interior de um edifício são [10]:

- Forma volumétrica;
- Constituição da envolvente exterior;
- Orientação;
- Organização dos compartimentos;
- Sombreamento.

As respostas da arquitetura a questões climáticas podem ser apreendidas em diferentes níveis, por exemplo através de dispositivos arquitetônicos (controle da insolação, inércia...); por dispositivos técnicos (ar condicionado, ventilação mecânica...); elementos construtivos (aberturas, telhados...), inserção no sítio (plano de massa, orientação...)” [10].

### **2.2.3.1 Forma volumétrica**

Deve-se considerar que a forma arquitetônica é uma variável importante para as condições interiores de conforto e por sua vez, para o desempenho energético do edifício. Interfere principalmente na quantidade de energia consumida do edifício, pois este parâmetro influencia diretamente os fluxos de ar no interior e no exterior e, também na quantidade de luz e calor solar recebidos pelo edifício. Apenas uma diferente distribuição de envidraçados ou mesmo a sua área, já é o suficiente para se verificarem variações térmicas e visuais do microclima interno [10].

Na cidade de Marrakesh, em Marrocos, como se verifica na Figura 4, os edifícios foram construídos de forma a canalizar para o interior da cidade a brisa que vem do mar, da mesma forma o vento quente continental é desviado devido à forma dos edifícios, originando assim um certo conforto à escala urbana.

LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA



Figura 4 Traçado urbano em Marrakesh. [8].

O fator de forma, é definido como o quociente entre o somatório das áreas da envolvente exterior e interior do edifício e o respetivo volume interior, isto é, traduz a razão entre a área da envolvente na qual ocorrem trocas térmicas e o volume de ar no interior do edifício.

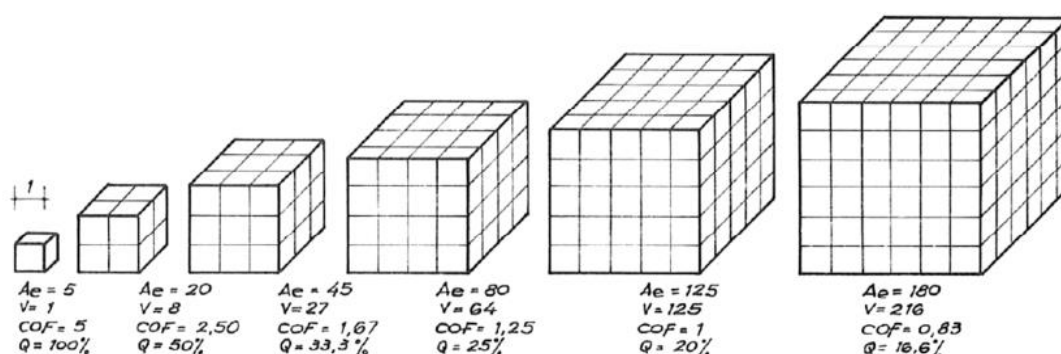


Figura 5 Representação da variação do coeficiente de forma (COF) e da percentagem de perdas (Q), em função da variação proporcional do volume (V) e da área exterior (AE), de um edifício de forma constante [9].

Concluindo-se assim, de acordo com a Figura 5, que, quanto maior a área da envolvente exposta, com saliências e reentrâncias, maior a vulnerabilidade às diferenças de temperatura exterior. Quanto mais compacto o edifício, menor as trocas de calor. Num edifício de forma constante, “a área da envolvente aumenta de forma mais lenta que o seu volume, pelo que um edifício grande tem, proporcionalmente, menos perdas térmicas que um edifício pequeno” [10].

Deve existir uma preocupação em reduzir ao máximo as áreas expostas do edificado, uma vez que as perdas térmicas pela superfície da envolvente exterior são proporcionais ao produto das áreas das superfícies expostas e o coeficiente térmico do respetivo elemento. Isto quer dizer que para uma habitação com idênticas características de

envidraçados e coeficientes térmicos, mas com diferenças no seu fator de forma, existe uma variação na sua capacidade de retenção do calor interno.

### **2.2.3.2 Orientação**

A orientação de um edifício é um dos fatores que deve ser controlado nas fases iniciais de planeamento, em que se estabelece a sua posição tendo em conta a exposição solar.

A escolha apropriada da orientação que o edifício tomará, pode traduzir-se em ganhos solares que irão reduzir as necessidades nominais de aquecimento durante a estação de inverno, e para além disso, a devida e correta exposição de painéis solares, colocados na cobertura, poderá traduzir-se ainda numa contribuição para a redução das necessidades energéticas anuais [10].

Durante a estação de aquecimento, a altura do Sol é menor, logo, uma fachada voltada a Sul recebe radiação solar durante mais tempo do que uma orientada em qualquer outra direção. Durante a estação de arrefecimento, o Sol apresenta uma posição mais elevada provocando a variação do ângulo de incidência da radiação e portanto uma fachada voltada a Sul receberá mais energia sendo que as coberturas dos edifícios registam a maior captação energética neste período de tempo [11].

Qualquer superfície voltada a Norte, não recebe incidência direta de radiação solar, tornando-se assim uma orientação menos preferencial e a evitar em espaços de maior permanência.

### **2.2.3.3 Envolvente de um edifício**

Designa-se por envolvente de um edifício o conjunto de elementos, nomeadamente paredes, pavimentos, coberturas e vãos que separam o ambiente interior útil do exterior. O seu desempenho “contribui para a obtenção da economia energética, para o cumprimento das exigências regulamentares e, simultaneamente, para a melhoria das condições de conforto térmico interior” [10]. Na fase de projeto é importante definir os materiais adequados de forma a reduzir as perdas de calor no inverno e os ganhos no verão, bem como implementar soluções tecnológicas e arquitetónicas que originem um menor consumo energético.

As envolventes são divididas em duas partes: envolvente opaca e não opaca, que se diferem na sua capacidade ou incapacidade de transmitir radiação solar para ambiente interior. Em envolventes a transmissão de calor ocorre quando há uma diferença de temperatura entre as superfícies interior e exterior, sendo que o fluxo de calor ocorrerá, sempre, da superfície mais quente para a mais fria [11].

Para reduzir as trocas de calor na envolvente e a necessidade de investir em sistemas de climatização recorre-se à utilização de isolamentos térmicos. Entende-se por “isolamento térmico o material que apresenta um coeficiente de condutibilidade térmica inferior a  $0,065 \text{ W/}^\circ\text{C}$ , ou cuja resistência térmica é superior a  $0,30 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C/W}$ ” [3].

A aplicação do isolamento é igualmente de máxima importância para corrigir as pontes térmicas existentes isto é, os locais onde ocorre uma significativa dispersão de calor devido à junção de materiais com comportamentos térmicos distintos.

A envolvente não opaca, constitui o conjunto de elementos translúcidos existentes no edifício. Dos materiais que constituem estes elementos, o vidro é o que requer maior análise devido ao seu coeficiente de condutibilidade térmica elevado e pelo facto de este permitir a transferência direta para o interior de uma parte da radiação solar incidente.

Existem diferentes tipos de vidros que variam entre si consoante as capacidades distintas em absorver, refletir e transmitir radiação solar. A escolha do tipo de vidro deverá ser realizada em função do respetivo fator solar, isto é, em função da razão entre a energia solar transmitida através do vidro para o interior e a energia solar incidente.

As principais trocas térmicas de um edifício ocorrem nas envolventes não opacas. Podem ocorrer por condução ou convecção, como em envolventes opacas ou, por radiação, quando, dependendo das características do vidro, uma parcela da radiação solar pode ser transmitida diretamente para o interior [11].

#### **2.2.3.4 Organização dos compartimentos**

A arquitetura é uma organização do espaço pensada pelo arquiteto, sendo que este deve preocupar-se com o conceito, o aspeto estético e a sua forma e função, no entanto, é em fase de projeto que devem ser planeadas soluções apropriadas para que o futuro utilizador do espaço se sinta confortável

A organização espacial dos compartimentos é feita também em função da insolação do edifício, constituindo uma das estratégias para a melhoria dos níveis de conforto térmico. O espaço deve ser organizado de acordo com a orientação solar e por sua vez dependendo do grau de utilidade [11].

### **2.2.3.5 Sombreamento**

O sombreamento é uma estratégia fundamental para a redução de ganhos solares do edifício. Uma proteção solar corretamente projetada deve evitar os ganhos solares nos edifícios nos dias do ano mais quentes, sem obstruí-los no inverno e sem prejudicar a iluminação natural através das aberturas. Uma proteção solar mal projetada pode obstruir além da radiação solar direta, a iluminação natural interior. No entanto, é necessário que o projetista conheça a geometria solar de inverno e verão em relação ao lugar de implantação dos edifícios. Dependendo da localização do edifício a própria sombra provocada por áreas construídas ou por vegetação vizinhas, podem minimizar a necessidade de sombreamento em certas fachadas. Portanto, é muito importante que o estudo da insolação também considere a vizinhança da área edificada, para posteriormente planejar a orientação do edifício e as proteções necessárias das fachadas. A eficácia dos dispositivos de sombreamento varia em função da quantidade de energia transmitida para o interior e que, por sua vez, é função do tipo de dispositivo de sombreamento (lâminas autorreguláveis; estores; palas horizontais; dispositivos com características isolantes, etc.) e do dimensionamento e posicionamento na envolvente (interior ou exterior) [11]. Os dispositivos aplicados pelo interior, apresentam menor eficiência que os aplicados pelo exterior, uma vez que contribuem para o aquecimento do ambiente devido ao efeito de convecção.

## **2.3 Valores limites de temperatura de conforto**

Existem vários métodos existentes para determinar a temperatura de conforto térmico, neste caso são mencionados alguns dos métodos mais utilizados.

Quando os parâmetros físicos de um ambiente (temperatura do ar, temperatura radiante média, velocidade do ar e humidade do ar) bem como os parâmetros pessoais como

atividade desempenhada e vestuário utilizado pelos habitantes são conhecidos ou medidos, a sensação térmica, para o corpo como um todo pode ser estimada pelo cálculo do índice do voto médio estimado (PMV). Descreve-se como calcular o índice da percentagem de pessoas insatisfeitas com o ambiente (PPD), ou seja, a percentagem de pessoas que gostariam que o ambiente estivesse mais quente ou mais frio [4].

Segundo a norma, o ambiente térmico em edifícios ou em locais de trabalho muda com o tempo e pode não ser sempre possível manter as condições dentro de limites recomendados. Também é apresentado um método para avaliação de conforto térmico para períodos longos. Por fim, a norma fornece recomendações de como levar em conta a adaptação de pessoas ao avaliar e projetar-se edifícios e sistemas.

Por sua vez, a norma ASHRAE 55:2010 [1], propõe um método gráfico simplificado para a determinação da zona de conforto, em função da resistência térmica proporcionada pelo vestuário.

### 2.3.1 Índice PMV

O PMV é um índice baseado num modelo estático de transferência de calor que prevê o valor médio de um grande grupo de pessoas segundo uma escala de sensações térmicas definidas.

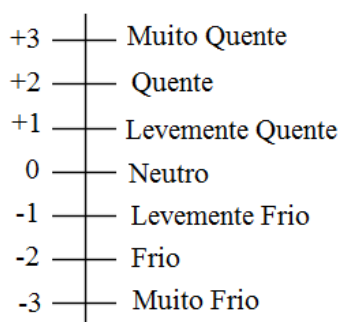


Gráfico 1 Escala de sensação térmica do índice PMV [4].

O PMV aplica-se então para verificar se determinado ambiente se encontra em condições de aceitabilidade térmica, conforme os critérios, para estabelecer maiores limites de aceitabilidade térmica em espaços com requerimentos de conforto menores do que os estabelecidos [4].

### 2.3.2 Índice PPD

O índice PPD estabelece a quantidade estimada de pessoas insatisfeitas termicamente com o ambiente. Baseia-se na percentagem de um grande grupo de pessoas que gostariam que o ambiente estivesse mais quente ou mais frio, classificando de +3 a -3, na escala de sensações. É calculado em função do PMV, de acordo com a seguinte equação 4 [4]:

$$PPD = 100 - 95 \cdot e^{-(0.03353 \cdot PMV^4 + 0.2179 \cdot PMV^2)} \quad (4)$$

Esta equação é representada pela curva de probabilidade da seguinte figura, que tem um valor mínimo na abscissa  $PMV = 0$ , representando a condição de conforto ótimo  $PPD = 5\%$ .

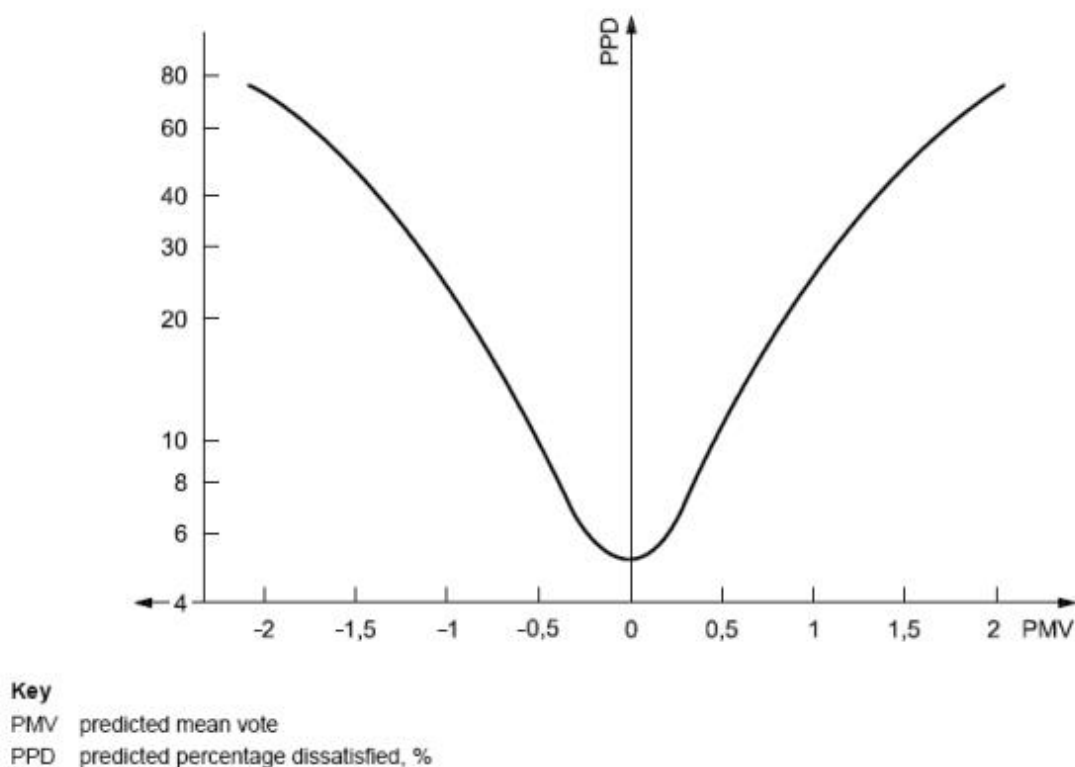


Gráfico 2 Percentagem de pessoas insatisfeitas (PPD), em função do voto médio estimado (PMV) [4].

### 2.3.3 Método gráfico da ASHRAE

A norma ASHRAE 55:2010 [1] propõe um método gráfico simplificado para avaliar as condições de conforto térmico. Este método é aplicável a ambientes com velocidades do ar inferiores a 0,2 m/s, cujas atividades dos ocupantes são sobretudo sedentárias, com valores de atividade metabólica entre 1,0 e 1,3 met, e vestuário com resistência térmica compreendida entre 0,5 e 1,0 clo, a que corresponde a situação de verão e a de inverno, respetivamente. As zonas indicadas correspondem a uma situação de conforto térmico para 80% dos ocupantes, resultante do efeito conjunto de 10% de insatisfeitos devido a desconforto referente ao balanço térmico global (determinado a partir dos índices PMV-PPD) e os restantes 10% referentes a situações de desconforto térmico localizado [1]. A zona de conforto é definida por uma faixa de temperaturas de conforto que proporcionam condições ambientais térmicas aceitáveis, como mostra a imagem seguinte.

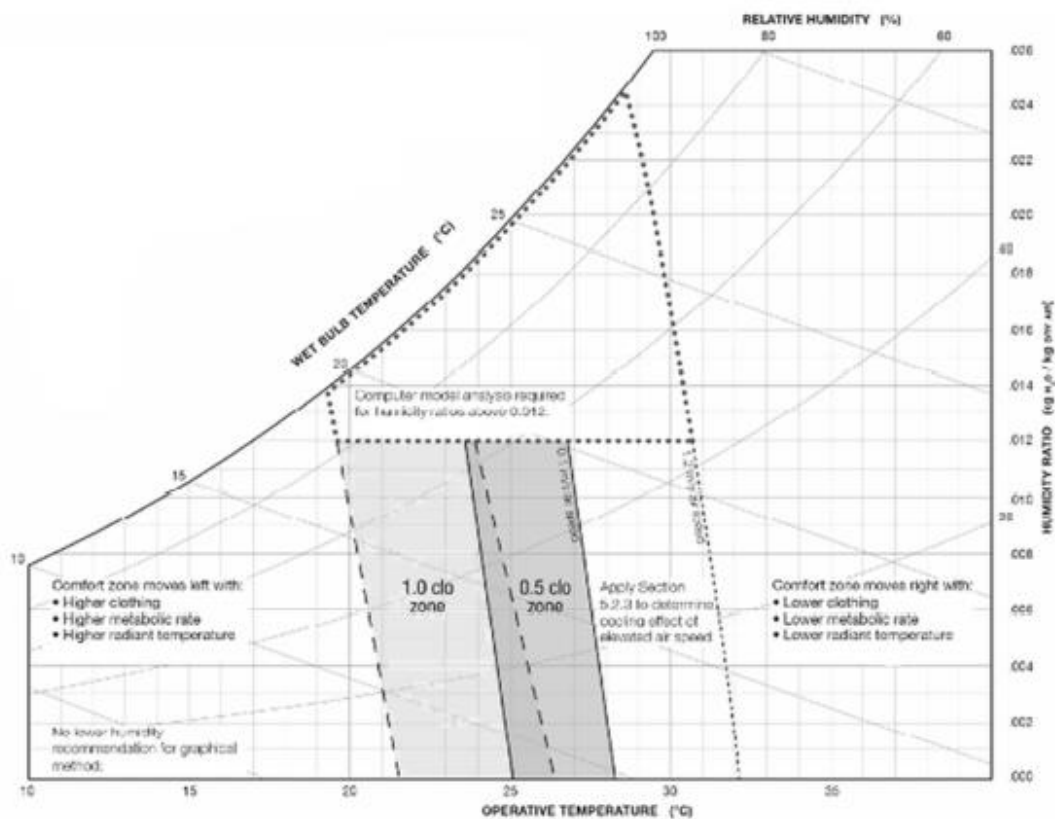


Figura 6 Zona de conforto térmico segundo o método gráfico de determinação da zona de conforto para ambientes interiores típicos [1].

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

O método gráfico de determinação da zona de conforto para ambientes interiores típicos, de acordo com a referida norma, pode ser aplicado na conceção e ensaio de edifícios e outros espaços com ar-condicionado, bem como na avaliação de ambientes térmicos naturalmente ventilados.

Nos próximos capítulos, apenas põem-se em prática o método de ASHRAE.

## 3 Comportamento higrométrico de edifícios

### 3.1 Introdução

Foram revistos nos capítulos anteriores alguns dos parâmetros que intervêm na obtenção de um melhor ou pior conforto térmico dos edifícios, no entanto, a existência de degradação e consequentes patologias, parecem conferir ao edifício uma certa “psicologia de ruína” interferindo também nas condições de habitabilidade dos seus ocupantes. Por vezes apresentam existência de patologias contrariam o efeito de máximo conforto pretendido, sendo este um dos objetivos fundamentais em qualquer processo de avaliação da qualidade de um edifício. Se o edifício está “doente” é impossível que estejamos completa e devidamente bem.

Essas patologias têm variadas origens, sendo a água considerada uma das maiores causas de degradação precoce dos materiais de construção. Em elementos ou materiais de construção, a humidade pode ter diversas origens. Algumas das patologias ligadas à humidade são:

- Deterioração dos materiais de construção;
- Variações dimensionais;
- Alteração das condições de conforto e habitabilidade;
- Perda de revestimentos;
- Aumento da condutibilidade térmica;

Resumidamente, a presença de humidade, modifica consideravelmente as propriedades físicas, mecânicas e térmicas dos materiais de construção afetando assim a durabilidade dos mesmos.

As patologias associadas à humidade devem-se principalmente a uma falta de compatibilização dos vários projetos de especialidade, da ausência ou inadequada pormenorização construtiva e deficiente dimensionamento das soluções do ponto de vista da física das construções.

Quando um material ou componente apresenta anomalias ligadas à humidade interessa conhecer qual a zona afetada e qual o teor de humidade presente. A abordagem às técnicas de medição do teor de humidade tem crescido nos últimos anos, devido ao aumento das patologias nas construções. A execução de intervenções de recuperação sem um diagnóstico prévio e sem um projeto de recuperação suficientemente

pormenorizado leva, na maioria dos casos, ao insucesso. É essencial que os projetistas tenham em conta o problema da humidade ainda na fase de dimensionamento de um edifício, nomeadamente evitar a deterioração prematura dos edifícios, criar condições desejáveis de conforto e proporcionar economia na utilização da energia e materiais.

O projetista deve propor soluções adequadas e bem claras para evitar condensações superficiais e/ou internas, deve controlar a entrada de água por infiltrações, e ainda proteger as fundações e paredes enterradas da humidade do solo, garantindo condições de conforto e habitabilidade.

Quanto à execução, é fundamental que cada ator tenha conhecimento claro dos trabalhos a realizar e que a mão-de-obra seja qualificada.” A má execução corresponde a cerca 25% da origem de patologias, isto deve-se à inexperiência dos operários qualificados, à conseqüente má aplicação dos materiais e ao desconhecimento das propriedades dos materiais de construção” [12].

### **3.2 Formas de manifestação de humidade**

Para elaboração de um diagnóstico correto, que permita identificar claramente as respetivas causas e propor as soluções de reparação adequadas o conhecimento das formas de manifestação das anomalias devido à humidade é um dado essencial.

São várias as formas sob as quais as anomalias devido à presença da humidade se podem manifestar. A cada tipo de causas correspondem conjuntos bem definidos de sintomas que poderão ser detetados por ensaios “in situ”, por simples observação visual ou por cálculos baseados em diversas características dos materiais e dos locais.

Por facilidade de exposição, as formas de manifestação de humidade serão analisadas individualmente, utilizando-se para esse fim a divisão em seis grupos distintos [14]:

- Humidade de construção
- Humidade do terreno
- Humidade de precipitação
- Humidade de condensação
- Humidade devido a fenómenos de higroscopicidade
- Humidade devido a causas fortuitas

## LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

Como se pode verificar na Figura 7, é frequente que dois ou mais tipos de fenómenos apareçam associados, quer por existirem condições propícias para tal, quer porque, em certos casos, uns podem ser consequência de outros.

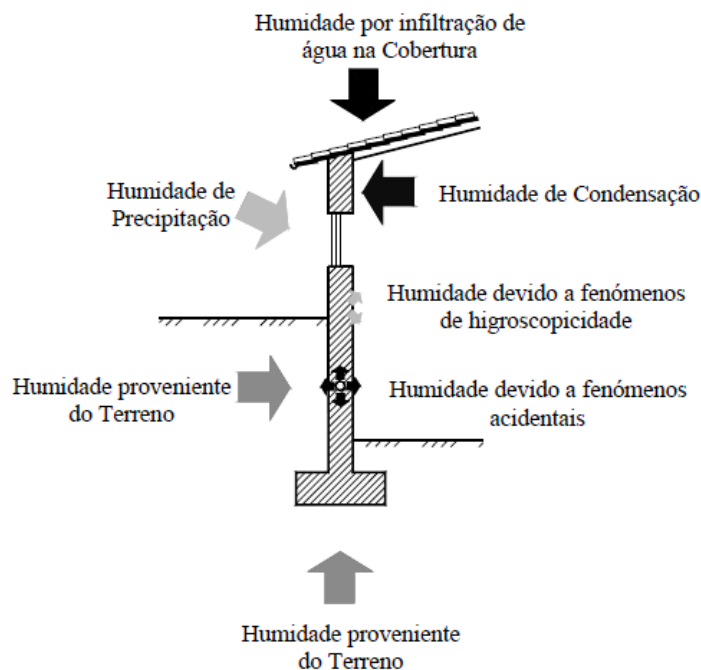


Figura 7 Formas de manifestação de humidade nos edifícios [12].

### 3.2.1 Humidade de construção

A maioria dos materiais de construção precisa de água na sua confeção, como por exemplo as argamassas e os betões. A quantidade de água utilizada para a sua execução é muito importante. Além da água utilizada ainda na fase de confeção, muitos desses materiais estão expostos à água da chuva durante a execução, o que faz aumentar o seu teor de água.

Parte desta água evapora facilmente, porém uma outra parte demora muito tempo a fazê-lo. O processo de secagem ocorre em três fases em que a primeira fase consiste na evaporação da água superficial dos materiais, na segunda fase dá-se a evaporação da água existente nos poros de maiores dimensões (processo bastante demorado) e por fim a terceira fase é traduzida pela libertação da água existente nos poros de menores dimensões (processo extremamente lento) [13].

Este processo de evaporação pode dar origem à ocorrência de anomalias generalizadas ou localizadas, nomeadamente e provocar expansões ou destaques dos materiais de revestimento e não só, o aparecimento de manchas de humidade por condensação, como

## LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

se observa na Figura 8. Devendo-se ao fato de a condutibilidade térmica dos materiais variar em função do respetivo teor de água e existência de salitres por cristalização dos sais solúveis.

“De forma geral as anomalias deste tipo tendem a cessar ao fim dum período mais ou menos curto, devido à ventilação, tipo de utilização e região climática do edifício” [14].



**Figura 8 Exemplo de uma parede com manchas de humidade e expansão da tinta depois da evaporação da água.**

### 3.2.2 Humidade do terreno

A água no solo pode ser um problema, principalmente em paredes dos pisos térreos e caves das edificações. Os materiais, por terem uma capilaridade por vezes elevada, fazem com que essa água migre através destes. Não existindo algo que impeça, que sirva de barreira, esta migração pode ocorrer horizontal (humidade ascensional) ou verticalmente (humidade proveniente do terreno), o que se verifica quando se encontram reunidas as seguintes condições [15]:

- Existência de zonas das paredes em contato com a água do solo;
- Existência de materiais com elevada capilaridade nas paredes;
- Inexistência ou deficiente posicionamento de barreiras estanques nas paredes.

LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

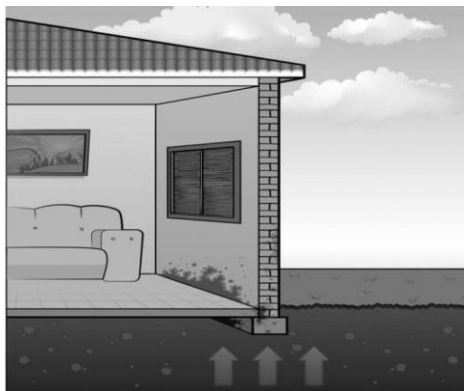


Figura 9 Manifestação de humidade ascendente do terreno numa parede [13].

Pode considerar-se que a ascensão de água numa parede verificar-se-á até ao nível em que a quantidade de água evaporada pela parede compense aquela que é absorvida do solo por capilaridade.

A altura que a água pode atingir numa dada edificação é variável, sempre que são diminuídas as condições de evaporação, por exemplo utilizando um revestimento impermeável, para além da espessura e orientação da parede em causa, segundo a Figura 10.

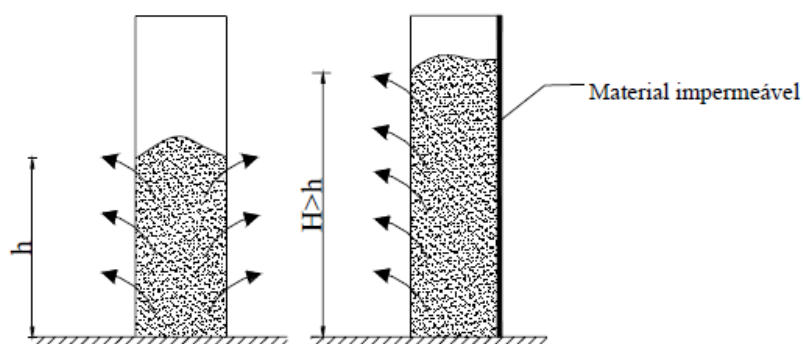


Figura 10 Altura atingida pela água nas paredes, em função das condições de evaporação [14].

Para que haja manifestação de humidade proveniente do terreno é necessário que as paredes estejam em contacto com a água do solo, que pode acontecer nas seguintes condições [14]:

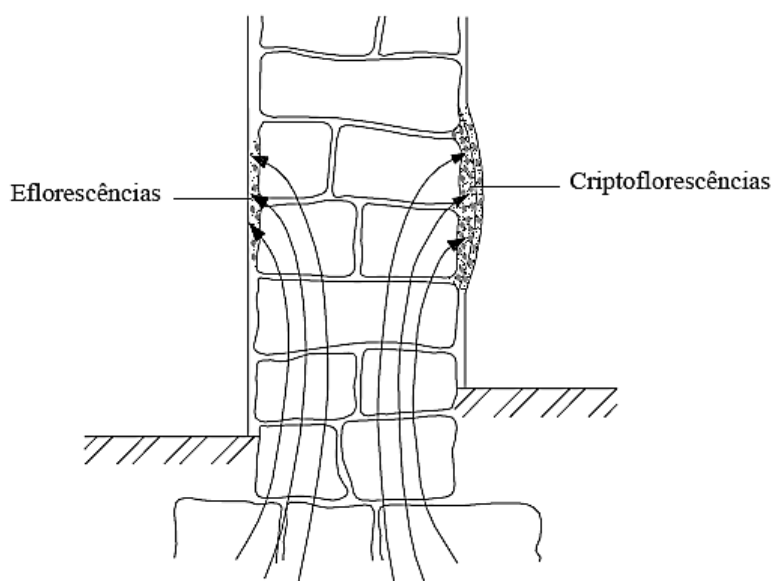
- Fundações nas paredes situadas abaixo do nível freático;

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

- Fundações das paredes situadas acima do nível freático em zonas cujo terreno tenha elevada capilaridade, provocando a ascensão da água existente a uma cota inferior;
- Paredes implantadas em terrenos pouco permeáveis ou com pendentes viradas para as paredes, dando origem a que as águas da chuva, ou provenientes de outras fontes, possam deslizar sobre o terreno e entrar em contato com aqueles elementos.

Os sais existentes no terreno e nos materiais de construção, são dissolvidos pela água e transportados por esta através da parede para níveis superiores.

Quando a água atinge a superfície das paredes e evapora, esses sais vão cristalizar acompanhados por um aumento de volume, designando-se por eflorescências quando cristalizam à superfície do revestimento e criptoflorescências quando os sais se concentram sob o revestimento da parede, ver figura 11.



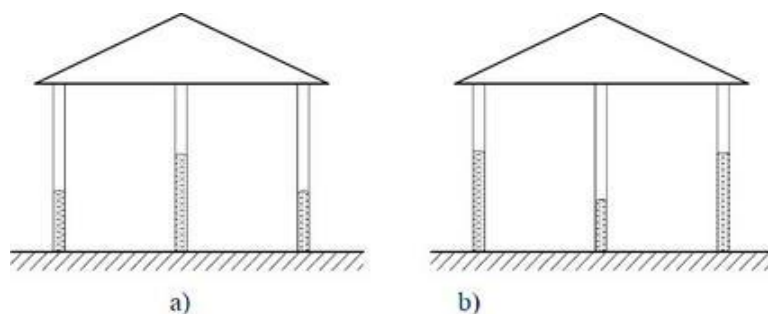
**Figura 11 Mecanismo de formação de cripto florescência e eflorescência [14].**

Existem dois tipos de fontes de alimentação de água às paredes, as águas freáticas e águas superficiais.

Quando a humidade é proveniente das águas freáticas os fenómenos apresentam-se sensivelmente inalterados ao longo do ano, verificando-se que a altura das manchas é constante ao longo do ano, sendo maior nas paredes interiores em relação às exteriores.

## LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

Nas situações em que a humidade provém de águas superficiais, os fenómenos apresentam variações ao longo do ano, sendo mais gravosos no inverno do que no verão e a altura da zona húmida pode variar ao longo das paredes, em especial nas exteriores pois estas estão mais perto da fonte de alimentação de água, ver Figura 12 [15].



**Figura 12** Variação das alturas atingidas pela humidade do terreno em paredes interiores e exteriores, em função do tipo de alimentação [14].

Uma parede bem concebida, pode ao longo dos anos passar a apresentar anomalias devidas à ascensão da água, normalmente devido ao aumento do nível do solo adjacente a uma parede, constituída por materiais impermeáveis apenas ao nível das fundações e das zonas em contato com o terreno.

### 3.2.3 Humidade de precipitação

A água da chuva não é, propriamente prejudicial para as paredes dos edifícios, só se torna um risco quando é associada ao vento, porque este faz com que a chuva adquira uma trajetória horizontal em vez de ser unicamente vertical.

A energia cinética das gotas de água pode provocar a penetração direta, sempre que haja incidência dessas gotas em fissuras ou juntas mal vedadas. A ação contínua da chuva sobre a parede dá origem à formação de uma cortina de água que, ao escorrer pela superfície, pode penetrar nela por gravidade, em resultado da sobrepressão causada pelo vento ou pela ação da capilaridade dos materiais. Deficiências, de conceção nomeadamente pendentes com inclinação contrária podem igualmente permitir a entrada de água para o interior [14].

As anomalias devido às águas das chuvas manifestam-se através do aparecimento de manchas de humidade de dimensões variáveis, manchas estas que tendem a desaparecer

quando termina o período de chuva. Nas zonas húmidas é frequente a ocorrência de bolores, eflorescência e cripto florescência.

As paredes duplas foram concebidas para evitar a penetração da água da chuva nas paredes, impedindo que a água infiltrada atinja os parâmetros interiores.

Mesmo com a presença de caixa-de-ar nas paredes duplas, evitando a manifestação de anomalias devidas à presença da água da chuva, verifica-se frequentemente a ocorrência destes problemas [14]:

- Caixa-de-ar parcialmente obstruída com desperdícios de argamassa ou de outros materiais;
- Estribos de ligação dos planos com inclinação para o interior;
- Dispositivo de recolha das águas de infiltração obstruído, mal executado ou inexistente;
- Orifícios de drenagem dos dispositivos de recolha de águas de infiltração - obstruídos, mal posicionados ou inexistentes;

### 3.2.4 Humidade de condensação

O ar é constituído por uma mistura de gases e por vapor de água. O ar pode conter uma quantidade limitada de vapor de água, designado limite de saturação. Quanto maior a temperatura do ar maior o limite de saturação.

A humidade relativa  $H_r$  é o quociente da quantidade de vapor de água que o ar contém (humidade absoluta  $W$ ) pela quantidade máxima que poderia conter a essa temperatura (limite de saturação  $W_s$ ) [14]:

$$H_r = \frac{W}{W_s} \times 100(\%) \quad (5)$$

Quando o ar atinge o limite de saturação, a humidade relativa é 100%. Pode-se concluir que, a humidade relativa de uma massa de ar varia consoante a temperatura a que esse ar se encontra, diminuindo quando a temperatura aumenta, porque aumenta o limite de saturação.

A humidade absoluta do ar é determinada indiretamente a partir do conhecimento da temperatura e da humidade relativa, na qual o limite de saturação é determinado através de valores tabelados, que relacionam as humidades relativa e absoluta, designado por diagrama psicrométrico, ver Figura 13 [14].

LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

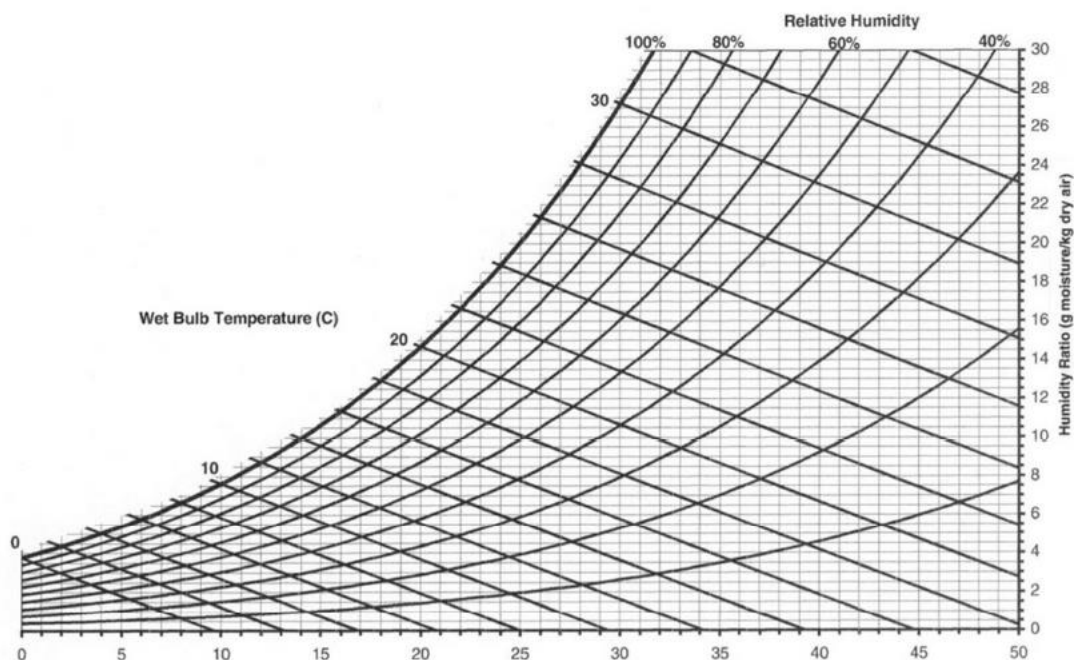


Figura 13 Diagrama psicométrico [14].

Pela análise do diagrama conclui-se que uma dada massa de ar poderá conter tanto mais vapor de água quanto maior for a temperatura e, inversamente que a diminuição de temperatura implica um acréscimo de humidade relativa até à saturação, a partir da qual o vapor de água condensa.

### 3.2.4.1 Condensações superficiais

No caso concreto do interior dos edifícios, o arrefecimento pode ocorrer de uma forma localizada, junto aos parâmetros das paredes exteriores, em particular nas zonas de pontes térmicas. Sabendo que no inverno a temperatura das paredes é inferior à temperatura ambiente, essa temperatura superficial interior pode ser calculada através da seguinte expressão [14]:

$$\theta_i = t_i - 1/h_i \times K \times (t_i - t_e) \quad (6)$$

Em que:

$\theta_i$ - Temperatura superficial interior

$t_i$ - Temperatura interior (em °C)

$t_e$ - Temperatura exterior (em °C)

$1/h_i$ - Resistência térmica superficial interior

*K*- Coeficiente de transmissão térmica da parede (em  $W/m^2\text{ }^\circ\text{C}$ )

A diminuição da temperatura superficial das paredes dá origem ao aumento de humidade relativa da camada de ar que contacta com elas podendo provocar condensações.

Para uma dada gama de temperaturas do ar exterior e interior, quanto maior for o isolamento térmico da parede, mais elevada será a sua temperatura superficial interior logo, menor o risco de ocorrência de condensações.

Outros fatores que podem diminuir este risco, são o acréscimo da temperatura do ar interior e a melhoria de ventilação dos espaços.

De um modo geral a ocorrência de condensações superficiais em paredes depende dos seguintes fatores[14]:

- Condições de ocupação, das quais depende a produção de vapor nas edificações;
- Temperaturas ambiente interior;
- Ventilação dos locais;
- Isolamento térmico das paredes.

### **3.2.4.2 Condensações internas**

As condensações no interior das paredes ocorrem sempre que, num dado ponto, a pressão parcial do vapor de água que atravessa a parede por difusão iguala a pressão de saturação correspondente à temperatura nesse ponto.

Considerando constantes as condições termo higrométricas dos ambientes exterior e interior, os fatores que influenciam a ocorrência destas condensações são de dois tipos [14]:

- As características de isolamento térmico dos vários materiais que constituem as paredes que, por condicionarem as respetivas temperaturas no interior, vão determinar os valores da pressão de saturação em cada ponto;
- As características de permeabilidade ao vapor de água daqueles materiais, que vão determinar as variações de pressão parcial ao longo da parede.

A localização das diferentes camadas numa parede heterogénea que influencia decisivamente o risco de ocorrência de condensações internas.

A partir das temperaturas exteriores e interior dos ambientes em contato com a parede e do seu coeficiente de transmissão térmica, determinam-se facilmente as temperaturas superficiais de cada uma das faces das paredes, utilizando-se a equação 7 para o cálculo da temperatura exterior [14]:

$$\theta_e = t_e - 1/h_e \times K \times (t_i - t_e) \quad (7)$$

Em que:

$\theta_e$ - Temperatura superficial exterior

$t_i$ - Temperatura interior (em °C)

$t_e$ - Temperatura exterior (em °C)

$1/h_e$ - Resistência térmica superficial exterior

$K$ - Coeficiente de transmissão térmica da parede (em W/m<sup>2</sup>°C)

### 3.2.5 Humidade devida a fenómenos de higroscopicidade

Muitos dos materiais de construção correntes apresentam na sua constituição sais solúveis em água, o mesmo acontecendo nos solos, sobretudo em locais ricos em matéria orgânica. A existência destes sais no interior das paredes não é gravosa, desde que não se verifiquem condições de humedificações dessas paredes.

Sob a ação da água, os sais dissolvidos percorrem as paredes até à superfície onde podem cristalizar sob a forma de eflorescência ou cripto florescência.

Alguns desses sais higroscópicos, isto é, têm a propriedade de absorverem a humidade do ar, dissolvendo-se quando essa humidade está acima dos 65-75% [14]. Quando a humidade baixa daqueles valores, voltam a cristalizar com um considerável aumento de volume.

As condições ambientes podem variar bastante ao longo de um dia, originando vários ciclos de dissolução-cristalização dos sais, o que vai contribuir fortemente para a degradação do elemento originando graves anomalias.

Assim, os sais solúveis provocam não só o humedecimento das paredes, como também dão origem a fenómenos de degradação em função do aumento de volume resultante da sua cristalização [15].

As anomalias devidas a fenómenos de higroscopicidade são caracterizadas pelo aparecimento de manchas de humidade em locais com fortes concentrações de sais.

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

Costuma-se dividir os sais em duas categorias, os sais não higroscópicos que absorvem água e os sais higroscópicos que, além da água, absorvem o vapor da atmosfera.

**Tabela 2 Sais associados à humidade devida a  
fenómenos de higroscopicidade [15].**

<b>Sal Eflorescente</b>	<b>Possível fonte</b>
Sulfato de Sódio	Reação Reboco + Tijolo
Sulfato de Potássio	Tijolo
Sulfato de Cálcio	Tijolo
Carbonato de Sódio	Argamassa
Carbonato de Potássio	Argamassa
Carbonato de Cálcio	Argamassa ou Betão
Cloreto de Sódio	Água do Mar
Cloreto de Potássio	Ácidos de Limpeza
Óxido de Magnésio	Tijolo

Os sais que se encontram normalmente associados a este tipo de anomalia são os carbonatos, sulfatos, nitratos e nitritos.

### **3.2.6 Humidade devido a causas fortuitas**

É difícil sistematizar todas as causas possíveis da ocorrência de humidade devidas a causas fortuitas, devido ao fato de serem inúmeras as situações. Estas caracterizam-se por decorrerem por:

- Defeitos na construção
- Falhas de equipamentos
- Erros humanos ativos (acidentes)
- Erros humanos passivos (falta de manutenção)

O que acontece mais frequentemente neste tipo de anomalia, é a rotura ou entupimento por falta de limpeza de canalizações, designadamente as de redes de distribuição de águas correntes, de águas pluviais e de esgotos. Alguns sintomas associados aos fenómenos de humidade devida a causas fortuitas [14]:

- Natureza localizada das anomalias;

- Associação com os períodos de precipitação em situações relacionadas com infiltrações de água das chuvas e maior gravidade dos fenómenos em relação aos que resultariam normalmente daquelas infiltrações;
- Caráter permanente e de grande gravidade em situações de rotura de canalizações, eventualmente sazonal se estas forem de águas pluviais;
- Migração de humidade para locais afastados da origem das anomalias em situações em que o débito de água propicie a atuação dos mecanismos da capilaridade.

### **3.3 Equipamentos para o diagnóstico de problemas de humidade**

#### **3.3.1 Temperatura**

Existem vários instrumentos para medir a temperatura do ar, os mais ocorrentes são os termómetros de mercúrio, gás ou bimetálicos, os termopares e termístores.

Uma vantagem comum ao uso destes instrumentos é a fácil utilização, e uma desvantagem a pouca precisão.

#### **3.3.2 Humidade relativa**

Os instrumentos destinados à medição da humidade relativa têm por base o abaixamento da temperatura provocado pela evaporação de água (psicrómetros), as variações dimensionais por certos materiais sob a ação da humidade relativa (higrómetros) e a determinação da temperatura de condensação (instrumentos de medição do ponto de carvalho).

Os mais ocorrentes são os psicrómetros, higrómetros e instrumentos de determinação de ponto de orvalho.

#### **3.3.3 Temperatura e humidade relativa**

Alguns dos equipamentos já referidos anteriormente permitem, determinar simultaneamente temperaturas e humidades relativas, com por exemplo os psicrómetros e os instrumentos de determinação do orvalho.

Existem alguns instrumentos destinados a esse fim - os termo higrómetros, que permitem leituras analógicas e termo higrógrafos que permite registos gráficos em papel

### **3.3.4 Medição da temperatura superficial das paredes**

Normalmente os mais utilizados são os termopares e os termístores e também os aparelhos de termografia, sendo este último de grande precisão possuindo a possibilidade de registo automático das leituras, porém trata-se de um instrumento de elevado custo.

### **3.3.5 Medição do teor de água das paredes**

A medição do teor de água das paredes pode ser feita por [14]:

- Processos não destrutivos

Alguns destes instrumentos requerem a utilização de dois eléctrodos, que são apresentados em forma de agulha ou de sondas de profundidade a introduzir nos elementos a testar. Estas últimas pressupõem que as paredes sejam previamente furadas para permitirem a sua introdução, enquanto as agulhas furam as paredes superficialmente.

- Aparelhos baseados na medição da variação da resistência eléctrica

Estes aparelhos são providos de dois eléctrodos que são colocados em contato com a parede ou introduzidos no seu interior, através do qual se faz passar a corrente eléctrica. Como é sabido a resistência eléctrica dum material varia na razão inversa do seu teor de água.

- Aparelhos baseados na medição da variação da constante dieléctrica

Estes aparelhos são providos de dois eléctrodos que são colocados em contato com a parede, permitindo assim medir a constante dieléctrica. Como a constante dieléctrica da água é cerca de 30 a 40 Volt mais elevada que a dos materiais de construção, qualquer quantidade de água presente no material produz um aumento dessa constante.

- Aparelhos baseados na medição da variação da impedância dum semiconductor

Este aparelho possibilita a determinação do teor de água dos materiais a partir da medição da humidade relativa do ar em equilíbrio com esses materiais. Este tem

## LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

um elemento sensível, constituído por um semicondutor cuja impedância varia em função da humidade relativa do ar, colocado dentro duma cápsula dum material permeável ao ar e ao vapor de água. Quando este elemento é posto em contato com o material, a humidade relativa do ar no seu interior varia até atingir um valor de equilíbrio com o teor de água do material.

- Aparelhos baseados na utilização de neutrões ou micro-ondas

O funcionamento deste equipamento é baseado na medição da atenuação que a água existente nos materiais em análise produz sobre uma emissão de neutrões ou de micro-ondas, originada pelo aparelho.

- Processos destrutivos

Equipamentos e processos mais correntes na medição do teor de água das paredes por meios destrutivos, isto é, pressupondo uma prévia furação da parede.

- Método ponderal

Este método consiste na recolha de pequenas amostras da parede para posterior pesagem em laboratório no estado em que se encontravam e após secagem. O teor de água ponderal é dado pelo quociente da diferença entre aquelas duas massas e a massa da amostra seca.

- Aparelhos baseados na medição da pressão de acetileno

Baseia-se no fato de reação do carboneto de cálcio com a água produzir acetileno em quantidade proporcional ao volume daquele líquido.

- Método do núcleo independente

Este método consiste na extração por carotagem duma amostra da parede com cerca de 25mm de diâmetro. O carote é então recolocado na parede, com as peças de borracha a assegurarem uma boa ligação com o furo existente.

Este método permite efetuar medições de teor de água da parede, por diferença de massas do núcleo após remoção e depois de secagem, e acompanhar a evolução do humedecimento ou secagem dessa parede.

Outras determinações são os indicadores da presença de sais, do risco de ocorrência de condensações e da ocorrência de condensações.

### **3.4 Soluções de reparação de anomalias provocadas pela humidade**

Só depois de estudadas e analisadas as condições específicas de cada casa é que é possível adotar medidas de intervenção para eliminar ou diminuir a existência de humidade. A realização de um diagnóstico incorreto pode derivar consequências mais graves e também gastos desnecessários.

Neste capítulo são apresentadas algumas das soluções possíveis para a minimização das anomalias provocadas pela humidade.

São diversas as soluções de reparação de anomalias provocadas pela humidade, dependendo assim do tipo de construção em que ocorram e dos objetivos que se pretendam atingir, estas intervenções podem ser subdivididas em seis grupos [14]:

- Eliminação das anomalias;
- Substituição dos elementos e materiais afetados;
- Ocultação das anomalias;
- Proteção contra agentes agressivos;
- Eliminação das causas das anomalias;
- Reforço das características funcionais.

#### **Eliminação das anomalias**

A eliminação das anomalias é um tipo de intervenção que permite resolver os problemas temporariamente, não consistindo em uma solução definitiva. Enquanto houver causas, as anomalias continuam a existir.

Remoção de eflorescências ou bolores, secagem das paredes humedecidas, através duma intensificação da respetiva ventilação ou do aumento da temperatura ou da desumidificação dos ambientes com que confinam, colagem de revestimentos de paredes que se encontrem descolados, são algumas formas de eliminar anomalias existentes.

#### **Substituição de elementos ou materiais afetados**

Quando os elementos ou materiais afetados se apresentem num estado cuja reparação seja difícil ou inviável, a sua substituição constitui uma solução possível. A resolução dos problemas através deste tipo de intervenções só é definitiva quando, na substituição se eliminarem as causas das anomalias ou se criarem proteções contra a ação dos agentes agressivos.

Pode ser feita a substituição total ou parcial de elementos de madeira que se encontrem apodrecidos, de revestimentos desagregados devido à formação de cripto florescências ou substituição de paredes não estruturais afetadas por problemas de humidade ascendente do terreno ou que apresentem fortes concentrações de sais higroscópicos.

### **Ocultação das anomalias**

A ocultação das anomalias é, em muitos casos, a forma mais económica de resolução dos problemas, ainda que as anomalias e as respetivas causas continuem a persistir. Por exemplo, pode-se construir panos de parede que ocultem as paredes afetadas ou aplicar revestimentos de parede desligados ou aderentes que recubram ou disfarcem as anomalias.

### **Proteção contra os agentes agressivos**

A proteção contra os agentes agressivos é um tipo de metodologia que, sem eliminar os agentes causadores das anomalias, procura impedir a sua atuação direta sobre os elementos construtivos. A impermeabilização dos paramentos exteriores de paredes enterradas sujeitas à ação da humidade do terreno e a criação de uma zona estanque em parede com humidade ascendente por capilaridade (introdução de resinas epoxídicas, telas betuminosas, folhas de material plástico, etc.) são exemplos de soluções para a proteção contra os agentes agressivos.

### **Eliminação das causas das anomalias**

A eliminação das causas das anomalias constitui um tipo de intervenção mais eficaz, apesar de nem sempre ser possível a sua implementação.

Como por exemplo a drenagem do terreno em situações de anomalias em paredes de pisos térreos e enterrados provocados por humidade do terreno, a correção das condições termo higrométricas em ambientes onde ocorram condensações ou reforço da ventilação dos espaços, o qual pode proporcionar a eliminação ou diminuição da ocorrência de condensações.

### **Reforço das características**

O reforço das características funcionais dos elementos de construção visa corrigir situações de inadequação desses elementos face às respetivas exigências funcionais. Estas correções podem eliminar, de forma direta ou indireta, diversas anomalias imputáveis à humidade. O reforço do isolamento térmico das envolventes exteriores dos edifícios é cada vez mais a solução de reforço fundamental e preferível.

## 4. Caracterização da cidade de Bragança

### 4.1 Introdução

Como foi estudado no capítulo anterior, a humidade é considerada uma das mais frequentes causas de deterioração, originando por vezes graves problemas ao edifício e consequentemente ao Homem. Sabe-se que em locais com o inverno rigoroso, a probabilidade do aparecimento desta patologia é significativamente maior, como é o caso da cidade de Bragança. Neste capítulo faz-se referência à história da cidade de Bragança, às alterações que surgiram ao longo dos anos e programas de reabilitação de que foi alvo.

É sabido que durante séculos, as cidades, vilas e aldeias cresceram e evoluíram exponencialmente, a alteração dos traços urbanos foi-se dando com maior ou menor rapidez, mas quase sempre permitindo identificar os vestígios do passado e deixando ficar na memória das pessoas a história da cidade. Já no século XXI, observamos o desaparecimento das características que singularizavam cada cidade, unificando assim o aspeto das casas, das ruas, dos passeios e dos jardins.

A conservação do passado não é contrária à evolução, é a renovação de uma cidade. Felizmente, *“quase todas as cidades portuguesas (tomando neste sentido também as vilas de fisionomia urbana) ascendem a um passado remoto e conservam, na escolha do sítio, na estrutura ou no aspeto, qualquer marca das várias civilizações que presenciaram a sua longa vida”*, Bragança não constitui exceção [16].

A cidade de Bragança, como muitas outras em Portugal, foi alvo e continua a ser, de inúmeras intervenções a fim de recuperar os seus edifícios. O fato de muitos deles se tratarem de edifícios antigos, o que explica, por vezes, o estado de degradação em que se encontram, transmite-nos a sua longa existência como cidade e como povoamento.

Atualmente, Bragança tem uma importância fundamental em toda a região de Trás-os-Montes, no entanto a distância aos centros de decisão, tem sido nas últimas décadas um fator de constrangimento ao seu crescimento e desenvolvimento, constatando-se uma afastamento sistemático da população mais jovem do distrito.

Ainda assim, a cidade tem-se mantido como polo de atração para a fixação da população. Uma forte aposta na sua requalificação urbana e ambiental, como forma de melhorar a qualidade de vida dos seus cidadãos.

Com o passar dos anos, vai-se requalificando o tecido urbano e vão-se resolvendo alguns dos problemas da cidade.

## 4.2 O centro histórico de Bragança e a sua evolução

Bragança foi habitada por diferentes povos, semelhança do que se passou no restante território que, com o passar dos anos, viria a chamar-se Portugal. Neste espaço destacam-se, desde os primórdios da história, vários traços que viriam a fazer parte da cultura portuguesa: por um lado com influência Mediterrânea, por outro, o contributo da Europa Atlântica [17].

“Os materiais e os vestígios arqueológicos levam-nos a épocas muito recuadas” [18].

Encontram-se vestígios da fase em que, por hábito se insiste em designar de pré-história na região onde viria a nascer Bragança.

A romanização deixa inúmeras marcas e traços, opera significativas transformações e vai afetar profundamente as paisagens e a maneira de viver. Escavações recentes, testemunham a presença de um significativo assentamento da época romana alto-imperial.

O domínio dos povos bárbaros (suevos e visigodos) vai contribuir para que se acentue a ruralização económica, estruturando-se também os grupos sociais, que marcam a sociedade medieval essencialmente “trifuncional” [17].

Sabe-se que o aglomerado remonta aos finais do século XII e que D. Sancho I lhe dá foral em 1187, este teria como principal objetivo a criação de uma “vila nova”[17]

Bragança começa por “encontrar a sua razão de ser” a partir da existência de uma fortaleza. Sendo uma cidade de grande importância política defensiva, desenvolve-se em função do núcleo fortificado (da cidadela), designando-se assim uma cidade de acessão. “Cidade de acessão por ser formada a partir de um elemento não urbano. [...]”

Entretanto, entre o século XII e XV, vão se verificando várias mudanças e alterações, designando-se assim duas fases, A e B. A fase A, de crescimento e expansão até aos primórdios do século XV, manifestaram-se aí, em determinados momentos, graves problemas. A fase B, que vai até aos fins dos Quatrocentos, faz-se sentir sintomas de recessão e contração, mas apesar das dificuldades são visíveis sinais de desenvolvimento: realizaram-se obras monumentais, como as do castelo, o perímetro

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

das muralhas é alargado o que aumenta a funcionalidade do aglomerado. “Toda esta época deixa traços, bem visíveis, na malha urbana” [19].

Nos meados do século XIII, já existiam então, quatro freguesias: Santa Maria, S.Tiago, S. João, e S.Vicente. Santa Maria e S.Tiago localizavam-se intramuros, sendo que a última ter-se á desaparecido. As freguesias de S. João e S. Vicente ficavam já fora das muralhas significando isto que as populações se estendiam extramuros. “A formação de novas paróquias é um índice de crescimento urbano, se bem que não haja, necessariamente, uma relação direta entre ambos os fenómenos. De facto, se em princípio o alargamento do povoado pressupunha a criação de paróquias novas, convém não generalizar em excesso. Situações de privilégio de antigas paróquias, questões de tradição, rivalidades locais, por exemplo, impediam a amiúde, que tal renovação fosse feita” [20].

A história da elevação da cidade está ligada à poderosa casa dos Duques de Bragança. Em 1442, Pedro, regente do reino, dá as rédeas da cidade a D.Afonso, conde de Barcelos, este era filho ilegítimo do rei triunfador D. João, que se tinha casado com a filha de Nuno Álvares Pereira, dono de um vasto património e considerava-se um dos “senhores” mais poderosos do reino [17]. Em épocas de transformação gradual e progressiva, tanto em negócios públicos como na política expansionista, morre D.Pedro. Por alvará de 20 de Fevereiro de 1464, a pedido de D. Fernando (2º Duque, filho de D.Afonso), que se encontrava em Ceuta a acompanhar o rei D. Afonso V, é concedido à vila de Bragança o “foro de cidade”, que segundo José Mattoso, este “considerava mais prestigiante ser duque de uma cidade do que de uma vila”. Eis algumas palavras, expostas no alvará de D.Afonso, para concessão do privilégio de cidade: “[...] a nós apraz daqui por diante a sua vila de Bragança se chamar cidade e haver todos os privilégios, liberdades que hão e devem de haver as outras cidades dos nossos reinos...”.

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**



**Figura 14 Panorâmica da cidade de Bragança.**

Nem sempre, através dos tempos, a designação de cidade, correspondeu à realidade, havia como é óbvio vilas mais urbanizadas e com estrutura, notavelmente consistente. Concluindo-se então, que o fato de Bragança ser definida como cidade, deveu-se principalmente a um interesse estratégico que continuava a ter, “ como cidade fronteiriça, de defesa e consolidação dessa fronteira”, em vez de dar-se importância à “centralização de um mercado”, o que era pouco importante devido a uma certa “debilidade económica da região [21].

Abade Baçal afirma que, “ao findar o século, em 1498, ainda se sentem dificuldades, por isso D. Manuel concede isenção alfandegária a todos os mantimentos provenientes de Castela, que dessem entrada na cidade “ [22].

A partir de 1450, tal como em outras cidades, verifica-se uma melhoria no povoamento “com um surto de vida local, a criação de abrigos a pessoas perseguidas e o progresso das feiras e do comércio inter- regional” [23].

Em 1455, a pedido do duque de Bragança, concede-se a realização de uma feira franca, em cada ano com a duração de 16 dias, com a regalia de redução de metade da sisa e muitos outros privilégios, tão ambicionados por outras vilas.

Oliveira Marques, ao estudar as novas rotas comerciais dos séculos XIV e XV, salienta que Bragança já era, um “centro importante do norte interior e uma das portas de saída para Castela”. A cidade “ *era porventura o maior polo rodoviário de todo o Norte interior*” [24].

No século XV, dá-se uma evolução em algumas atividades industriais, desenvolvendo-se assim a sericicultura e a indústria das sedas, devendo-se associar este século a ligação

## LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

dos judeus à indústria dos curtumes. Não podemos ignorar o papel dos judeus, expulsos pelos reis católicos de Espanha, estes vieram instalar-se em Bragança, desde os primórdios da cidade, apesar de fazerem parte de um grupo minoritário, contribuíram assim para o aumento demográfico, o crescimento do aglomerado bem como o desenvolvimento do comércio e indústria, sobretudo sericícola.

Segundo Abade de Baçal, que lhes dedica um volume na sua obra, os judeus seriam cerca de três mil e a sua especialidade eram os curtumes. Devido à necessidade de uma corrente de água próxima instalaram-se perto do rio Fervença, formando um bairro de casas humildes muito semelhantes ao aglomerado existente na Cidadela.

Na época quinhentista continuavam a verificar-se, alguns momentos difíceis como a fome e a morte, em que “caíam os homens mortos pelas ruas, praças e campos” [25].

E é assim, com altos e baixos Bragança passa de cidade... a “capital” de Trás-os-Montes [17].

No século XVIII, Bragança é uma comunidade que representaria então, as características da realidade, em aspetos económicos e sociais. Eram então, comunidades onde existia uma parte agrária, uma parte industrial, que era a maioria e por fim oficinas e trabalhos domésticos, a população distribuía-se pelas variadas atividades.

Em suma: a indústria e o comércio acabam por definir a coletividade e são muito importantes na definição do modo de vida dos habitantes.

Na zona histórica, permaneceu até aos dias de hoje muita história dos anos seiscentos e setecentos. De acordo com João Jacob os séculos XVI, XVII e XVIII são vistos como os de *“maior dinamismo e crescimento urbano [...] bem visível na construção e/ou remodelações de todas as igrejas, conventos e casas brasonadas”*.

Registando-se assim, nesta época, prosperidade e valorização da malha urbana, a construção e conseqüentemente importantes intervenções nos edifícios religiosos, mais precisamente nos templos já existentes: Santa Maria, São Francisco, São Bento, São Vicente, Santa Clara, Igreja da Misericórdia, Igreja do colégio dos Jesuítas e Nossa Senhora do Loreto.

Nos fins do século XVIII, a Cidadela perde supremacia em benefício do desenvolvimento verificado no seu exterior, esta encontrava-se “descentrada e marginalizada”. Além de ser mais difícil cobrar os impostos extramuros, com o crescimento das pequenas oficinas e comércio verifica-se aqui o aumento do poder económico em detrimento da Cidadela, onde ocorre o despovoamento [26].

## LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

Daqui surge talvez a justificação para a grande diferença do estilo de habitação da Cidadela, mais humilde e de ascendência medieval, e extramuros, mais nobre e ampla. A zona extramuros quis mostrar a sua supremacia, parecendo que a muralha divide dois mundos distintos.

Nesta época, o aumento populacional, o desenvolvimento da importância administrativa, religiosa e económica da cidade são responsáveis por algumas alterações nas ruas mais movimentadas e dinâmicas: rua de Trás, rua Direita e praça da Sé. Este século teria sido marcado pela “remodelação e substituição do parque arquitetónico envelhecido”, em que conclui-se daí o aumento do perímetro urbano [27].

No início do século XIX, a crise instalou-se na cidade, chegando mesmo a sustentar um “perfil de região abandonada, ensimesmada...” [28]. Verificando-se assim uma diminuição da população. A fome e a peste instalam-se na cidade, originando assim a morte de muita gente. Uma das sérias consequências desta crise foi, o desaparecimento da indústria na cidade. Como diz Orlando Ribeiro: “Bragança cresce, emigra e estaciona”. A instalação do caminho-de-ferro em 1906 estimulou a migração dos nordestinos para os grandes centros do país e para o estrangeiro.

No século XIX e boa parte do século XX, nem o crescimento da população nem o desenvolvimento urbano são significativos.

Trata-se de uma cidade parcialmente ruralizada, descrita no Correio brigantino da seguinte forma:

*“Além de um piso detestável, que nos contorce os pés a andar, por toda a parte deparamos com poças de água e de lama, com montouros onde fossam porcos e esgaravanhavam galinhas n’uma liberdade imperturbada [...] As ruas são pocilgas e as capoeiras da maior parte dos moradores d’esta cidade, dos quaes são raros os que não possuem pelo menos um porco, que á noite, numa promiscuidade repugnante compartilha com eles da mesma habitação, onde obrigatoriamente dormem. Rompe a manhã, abrem-se-lhe as portas e toca para a rua, onde eles gozam de mais garantias do que os humanos transeuntes...”*

Como, felizmente nada dura para sempre, e a crise não é exceção, a partir dos anos 60 dá-se uma evolução urbanística da cidade, apontando-se um crescimento populacional, o que implica um alargamento da malha urbana, constroem-se novos bairros (alguns começam por ser clandestinos), havendo uma grande migração para a cidade,

verificando-se maiores ofertas de emprego, multiplicam-se os estabelecimentos de ensino, reativa-se o comércio e finalmente dá-se o “boom” na construção.

A cidade cresce significativamente com a implantação do ensino politécnico na cidade, contribuindo para um crescimento económico e uma nova dinâmica nos serviços públicos e comércio.

A sua forte imagem de qualidade de vida, é origem de grandes investimentos em infraestruturas básicas, vias de comunicação, equipamentos, serviços públicos, ambiente, habitação, entretenimento, turismo e ensino.

Volta a ser a cidade mais populosa de Trás-os-Montes, o crescimento demográfico é notável, a instalação de instituições de Ensino Superior, provocam o avivar e rejuvenescer da lenta evolução da cidade.

A “*Bragança mais recente*” distingue-se bem da “*Bragança dita antiga*”[17].

### **4.3 Programas de reabilitação urbana na cidade de Bragança**

A cidade de Bragança, está ligada aos primórdios da identidade do país, mantendo a sua importância atualmente na região de Trás-os-Montes. No entanto, devido à distância aos centros do país, tem sido um dos principais fatores que impede o seu crescimento e desenvolvimento, o que se traduz na migração da população mais jovem.

Apesar de tudo, pouco a pouco tem sido uma atração para a fixação da população. Para melhorar a qualidade de vida dos habitantes, a autarquia apostou na requalificação urbana e ambiental.

Na década passada, os esgotos eram descarregados no rio Fervença e Sabor, e contavam-se oitenta e seis ruas em terra batida. A iluminação pública era bastante fraca, os espaços verdes existentes estavam descuidados, o trânsito e estacionamento eram uma complicação diária para os cidadãos, a limpeza urbana limitava-se ao centro da cidade, o que era um dos principais fatores que, levavam ao enfraquecimento da imagem da cidade.

A inexistência de equipamentos públicos desportivos, culturais ou económicos era um fator negativo, muito importante, dada existência de uma forte população jovem existente, em maioria provinda de várias partes do país.

“A cidade de Bragança foi pioneira na utilização e implementação dos recursos disponibilizados por alguns programas de reabilitação urbana, tendo concretizado uma

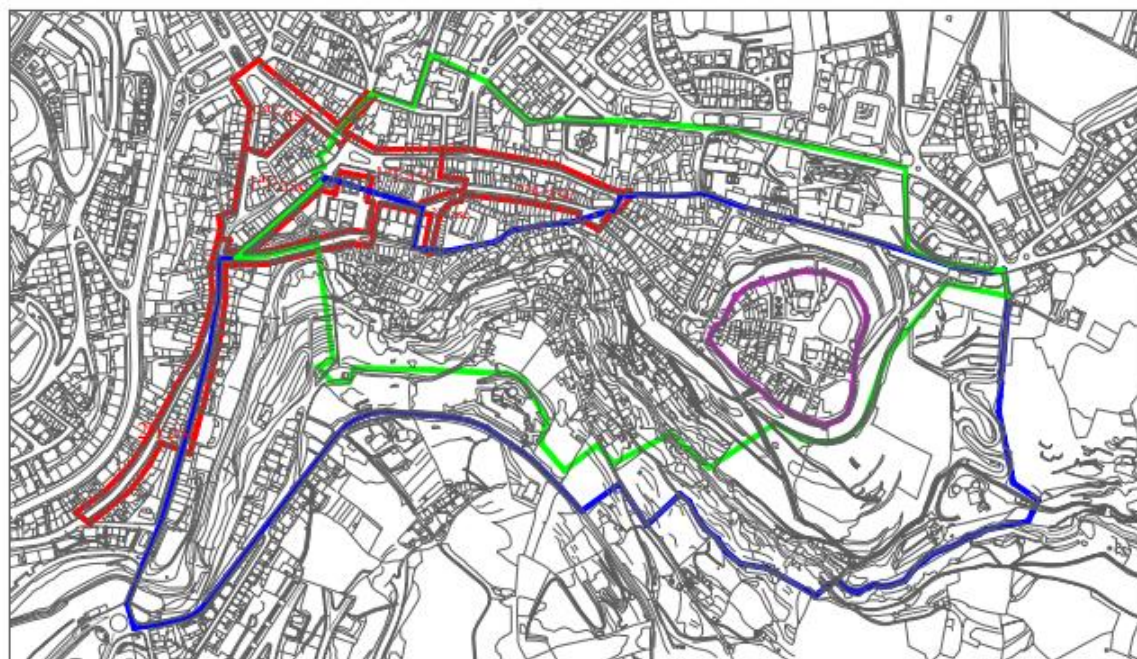
**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

intervenção significativa, alargada a edifícios particulares” [29]. Teve início em 1999 e terminou em 2007.

Nessa época o país foi alvo de vários programas de reabilitação urbana, sendo promovidos por programas públicos.

“A cidade de Bragança, situada na região de Trás-os-Montes e Alto Douro, beneficiou dos recursos disponibilizados por um conjunto de programas, nomeadamente: PROCOM/URBCOM (Programa de Apoio à Modernização do Comércio/ Sistema de Incentivos a Projetos de Urbanismo Comercial), respetivamente, que vigoraram entre os anos de 1999 e 2002, o programa POLIS (Programa de Requalificação Urbana e Valorização Ambiental das Cidades) entre os anos de 2001 e 2004 e por fim o Programa de Incentivos à Recuperação de Fachadas e Coberturas de Imóveis Degradados situados na Cidadela de Bragança que teve início no ano de 2005 e término em Março de 2007” [29].

A Figura 15, mostra a delimitação dos referidos programas de intervenção, percebendo-se claramente a relação entre eles.



- Delimitação da Intervenção dos Programas PROMCOM/URBCOM —
- Delimitação da Intervenção do Programa Polis —
- Delimitação da Intervenção do Programa de Incentivos à Recuperação de Fachadas —
- Delimitação da Intervenção do Plano de Salvaguarda e Valorização da Zona Histórica —

**Figura 15 Delimitação dos programas de intervenção na cidade de Bragança [29].**

## LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

Nos últimos anos, a cidade nordestina ganhou urbanidade e vitalidade e sofreu uma verdadeira revolução urbana e cultural. Deixou de ter a imagem de cidade do interior, descuidada, sem espaços verdes e de convívio e sem equipamentos culturais. As ruas do centro histórico e comercial foram reabilitadas e a cidade ganhou novos edifícios e áreas urbanas.

Estas medidas permitiram superar o conceito de um único centro, normalmente associado ao centro histórico e compreender a cidade como um universo mais vasto e difundido no território.

Após estas intervenções, é permitido afirmar-se que, Bragança tornou-se uma cidade mais bonita, atrativa e mais jovem.

### **4.3.1. Os programas PROCOM/URBCOM**

O programa PROCOM, criado pelo Decreto-Lei n.º184/94 de 1 de Julho, teve como principal objetivo “promover o desenvolvimento sustentado da competitividade das empresas do sector comercial no quadro de uma estratégia coerente de modernização da sua atividade” [30]. No seguimento deste programa, entretanto surgiu o programa URBCOM, criado pela Portaria n.º317-B/2000 de 31 de Maio, tendo em conta, os projetos de urbanismo comercial, “a modernização das atividades empresariais do comércio e de alguns serviços, a qualificação do espaço público envolvente e a promoção do respetivo projeto global, integrados em áreas limitadas dos centros urbanos com características de elevada densidade comercial, centralidade, multifuncionalidade e de desenvolvimento económico, patrimonial e social” [31].

O principal objetivo destes programas, apesar de diferirem de cidade para cidade, era “criar um meio comercial mais competitivo e simultaneamente promover e melhorar as estruturas comerciais” [32].

Os Projetos de Urbanismo Comercial na cidade de Bragança desenvolveram-se em três fases, de acordo com as imagens, designadas “Revitalização do Centro Histórico de Bragança”. De um modo geral, foram realizadas intervenções ao nível do espaço público (arruamentos, estacionamento e passeios) e colocação de mobiliário urbano, rede de infraestruturas viárias, redes de abastecimento de água, de drenagem de águas pluviais e residuais, telefónica, elétrica e iluminação pública.

Face à informação disponível, tendo por base o ano de 2002, constata-se que a área de intervenção do PROCOM representa cerca de 14% do total dos estabelecimentos

existentes em todo o distrito, o que evidencia bem as potencialidades inerentes ao projeto e os impactos gerados pelo mesmo, em termos da modernização da oferta, mas também das dimensões que se tornaram viáveis nas restantes tipologias de intervenções (envolvente comercial, promoção e animação comercial).

A população, que foi quem mais beneficiou com a implementação deste programa, passou a valorizar mais os espaços destinados ao comércio.

“De uma forma geral, os Projetos de Urbanismo Comercial para a cidade de Bragança, atingiram os objetivos definidos, tanto no que refere à “obra realizada”, mas também no que diz respeito aos custos e cumprimento de prazos, podendo por vezes ter existido uma ligeira diferença entre o inicial e o final provocada muitas vezes por trabalhos a mais e ainda as próprias características climatéricas da região” [29].

#### **4.3.2 Programa Polis**

Na verdade, a qualidade da vida urbana depende do papel dos espaços públicos, da sustentabilidade urbana e da capacidade de valorização dos seus elementos ambientais.

“As cidades possuem um potencial considerável para resolver os seus problemas, mas na prática não o atingem devido ao modo como são administradas e à excessiva confiança no mercado para solucionar esses problemas” [33].

O programa Polis, foi aprovado por Resolução do Conselho de Ministros n.º26/2000 de 15 de Maio, tendo como principal objetivo “melhorar a qualidade de vida nas cidades, através de intervenções nas vertentes urbanística e ambiental, melhorando a atratividade e competitividade de polos urbanos que têm um papel relevante na estruturação do sistema urbano nacional” [33].

Os principais objetivos deste programa eram:

- “Desenvolver grandes operações integradas de requalificação urbana com uma forte componente de valorização ambiental;
- Desenvolver ações que contribuam para a requalificação e revitalização de centros urbanos, que promovam a multifuncionalidade desses centros e que reforcem o seu papel na região em que se inserem;
- Apoiar outras ações de requalificação que permitam melhorar a qualidade do ambiente urbano e valorizar a presença de elementos ambientais estruturantes, tais como frentes de rio ou de costa;

## LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

- Apoiar iniciativas que visem aumentar as zonas verdes, promover áreas pedonais e condicionar o trânsito automóvel em centros urbanos” [34].

O ambiente urbano tem uma relevância estratégica para o desenvolvimento económico do país. “Um país mais atrativo é um país mais explorado e visitado, favorecendo assim a indústria e o comércio deste, gerando assim por consequência um aumento da população” [33].

A intervenção polis em Bragança, é considerada uma das mais emblemáticas do País.

O principal objetivo deste programa, em Bragança, era “a criação de um corredor verde ao longo do rio Fervença”, reaproximando assim a população da cidade às margens do rio, que eram consideradas zonas desagradadas e passaram a zonas de lazer. Também na zona histórica da cidade, são notáveis as intervenções afetas ao programa.

A intervenção polis, surgiu logo após a conclusão das obras de construção dos emissários de esgotos dos rios Fervença e Sabor e da Estação de Tratamento de Esgotos, vindo assim a complementar estas obras.

Nas margens do rio, foram criados percursos pedonais, zonas verdes, zonas de estada, de recreio e de lazer e criadas várias ligações entre as duas margens através de pontes pedonais, respeitando sempre a sensibilidade ecológica da paisagem, a valorização ambiental, arqueológica e natural desta zona da cidade.



**Figura 16** Encosta da capela do Senhor da Piedade (antes e depois da intervenção polis) Fonte: Bragança Polis, S.A.

Por outro lado, a revitalização da zona histórica da cidade, também era um dos objetivos do programa, que passou pela melhoria da qualidade dos espaços públicos e das infraestruturas, nomeadamente água, esgotos, pluviais, eletricidade, telecomunicações, gás e televisão.

A encosta do Castelo foi requalificada e valorizada a zona verde natural, através da sua reflorestação, da criação de percursos pedonais e de uma ciclovia, da iluminação cénica do Castelo e o arranjo paisagístico envolvente à ETAR.

Como era de se prever, a intervenção do programa Polis na cidade, só veio a beneficiar, dado que se tornou uma cidade mais atrativa, competitiva e com melhores condições de vida. São igualmente visíveis melhorias a nível de comércio e indústria, o que é muito importante para gerar riqueza, atrair e fixar população. Os espaços e edifícios públicos começaram a desempenhar o papel de unificadores entre zonas com diferentes funções.

“Sem uma política como o Programa Polis, muito dificilmente as cidades portuguesas fariam obras tão profundas como as que estão a realizar ou que já realizaram” [35].

### **4.3.3 Programa de Incentivos à Recuperação de Fachadas e Coberturas de Imóveis Degradados situados na Cidadela de Bragança**

À medida que a cidade foi crescendo, as casas das cidadelas tornaram-se degradadas e “velhas”, em relação às casas já existentes fora das muralhas do castelo, passando a ser desvalorizada. Ao mesmo tempo esta zona da cidade, onde tudo começou e é considerado o coração da cidade, tem um grande valor na sua história.

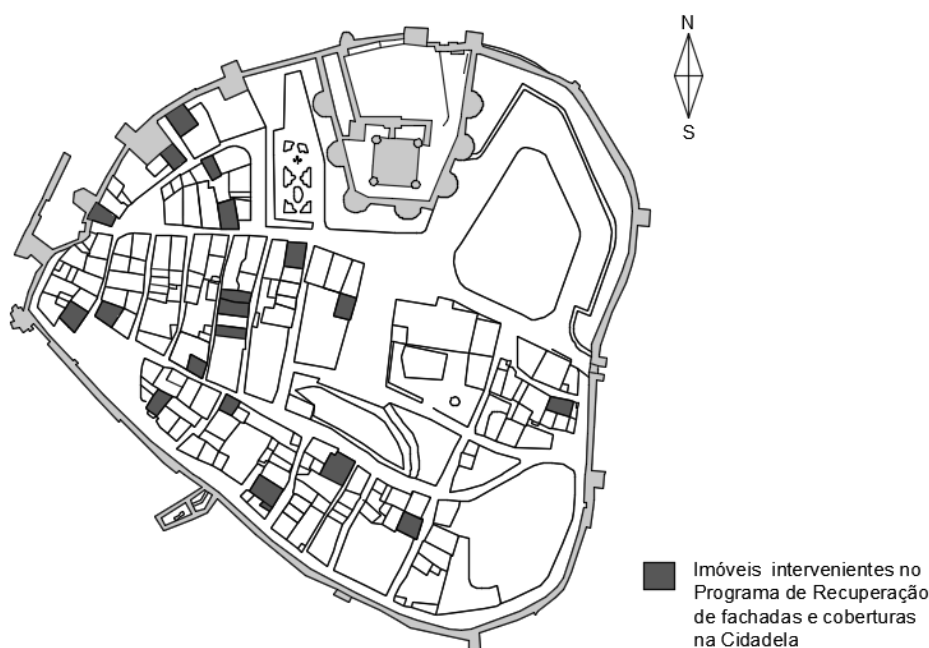
Como celebração do Pacto para o Desenvolvimento da Terra Fria Transmontana (da qual faz parte o município de Bragança), que visa a realização de um conjunto de ações, relativas à execução da “Rota da Terra Fria”, nomeadamente a recuperação da imagem urbana da envolvente. Neste âmbito foi englobada recuperação das fachadas e coberturas de imóveis degradados, localizados na área designada de “Cidadela” de Bragança.

Este programa foi promovido pela Câmara Municipal de Bragança, aprovado no âmbito da Medida 1.6 do Programa operacional da região do Norte, e aplicou-se a todas as construções localizadas na Cidadela de Bragança [36].

“Foram considerados dois grupos, correspondendo o grupo I aos imóveis propriedade da Câmara Municipal de Bragança com projeto de recuperação e o grupo II correspondente aos imóveis com necessidade de conservação pelo exterior. Dentro do segundo grupo foi ainda realizada uma divisão, isto é, imóveis prioritários habitados, não prioritários habitados e devoluta.” [29]

## LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

Dos trinta e seis edifícios selecionados, vinte dos quais habitados e dezasseis não habitados, foram reabilitados trinta.



**Figura 17 Identificação dos imóveis intervenientes no Programa de Recuperação de fachadas e coberturas.**

Financeiramente a Câmara apoiou, através de comparticipação, até 73,7%, e através de fundos próprios em 10%, cabendo ao proprietário do imóvel degradado suportar pelo menos 16,3%, podendo esta parte ser paga de uma só vez, ou em duas prestações, uma no início dos trabalhos executados e outra a meio.

Após intervenção do programa houve um aumento das visitas ao local por turistas, pois estes edifícios contribuem como marcos históricos e ao mesmo tempo pontos importantes na caracterização da cidade.

Na Figura 18, pode verificar-se que os edifícios se encontravam em mau estado de conservação, esteticamente “deprimentes” e após intervenção ganharam não só cor e melhores condições como adquiriram vida, apesar de que, muitos dos reais problemas ultrapassam estes aspetos.

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**



**Figura 18 Um dos edifícios da cidadela, antes e depois da intervenção do “Programa de Incentivos à Recuperação de Fachadas e Coberturas de Imóveis Degradados situados na Cidadela de Bragança”.**

Com esta intervenção, pretendeu-se a valorização dos recursos locais, tais como o património edificado, a melhor utilização dos espaços públicos e ainda a dinamização das atividades locais. Os beneficiários principais foram os habitantes.

Bragança é uma cidade que vive muito das suas tradições, procurando novos métodos de as manter vivas, exemplos disso é a Cidadela.

#### **4.3.4 Avaliação da taxa de sucesso das intervenções de reabilitação urbana na cidade de Bragança**

Depois de analisados os programas conclui-se que, os programas PROCOM/URBCOM incidiram, na zona histórica da cidade. O programa POLIS, constituiu uma continuação de projetos não terminados anteriormente e finalmente o programa de recuperação de fachadas e coberturas veio valorizar os edifícios da zona da cidadela de Bragança. Notou-se a complementaridade entre estes programas, no sentido de resolução de problemas existentes na cidade e ao mesmo tempo, garantir o desenvolvimento de potencialidades existentes.

“Os Projetos de Urbanismo Comercial para a cidade de Bragança atingiram objetivos definidos, tanto no que refere à obra realizada, mas também no que diz respeito aos custos e cumprimento de prazos, podendo por vezes ter existido uma ligeira diferença

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

entre o inicial e o final provocada muitas vezes por trabalhos a mais e ainda pelas próprias características climatéricas da região. As ações e projetos definidos no âmbito deste programa Polis foram cumpridos. No que diz respeito aos custos e a nível de intervenções diretas do programa POLIS, estes ficaram abaixo do inicialmente previsto. De uma forma geral, as intervenções previstas no âmbito do referido programa (Incentivos à Recuperação de fachadas e coberturas de Imóveis Degradados situados na Cidadela de Bragança) foram realizadas, não na sua totalidade, uma vez que dos trinta e seis imóveis alvos de intervenção, seis deles não foram intervencionados, aspeto este resultante do fato de os proprietários de tais imóveis não possuírem meios financeiros para conseguirem participar na percentagem estabelecida pelo programa. No que respeita a custos, e uma vez que não foram intervencionados todos os imóveis, o valor final da obra ficou abaixo do inicialmente previsto. Em contrapartida, e no que refere ao cumprimento do prazo, este foi ultrapassado em cerca de um ano, devido a trabalhos a mais existentes no decorrer das intervenções” [29].

Definiram-se seis parâmetros de avaliação, para cada programa, numerados de um a cinco correspondendo aos seguintes critérios de valorização: 1- Não atingiu os objetivos; 2- Atingiu mal os objetivos; 3- Atingiu razoavelmente os objetivos; 4- Atingiu bem os objetivos; 5- Atingiu muito bem os objetivos; 6- Não aplicável ou não avaliado,

**Tabela 4 Avaliação da Taxa de Sucesso em Reabilitação Urbana na cidade de Bragança. [29]**

<b>Programas Parâmetros</b>	<b>Taxa de Ponderação</b>	<b>PROCOM /URBCOM</b>	<b>POLIS</b>	<b>Programa de Recuperação de Fachadas e Coberturas</b>
Cumprimento do prazo de execução da obra	1	4	5	3
Cumprimento do orçamento inicialmente previsto	2	4	5	5
Grau de satisfação relativamente ao edificado	1	-	-	3
Grau de satisfação relativamente ao espaço urbano	2	4	4	-
Adequação na estratégia global	3	4	4	4
Cálculo da Taxa de Sucesso em Reabilitação Urbana		80%	88%	80%

Pode dizer-se que, estes Programas de reabilitação em Bragança, constituíram uma mais-valia para a cidade. Foram implantados com sucesso, transformando principalmente a zona histórica da cidade, que ficou mais atrativa e de um certo modo, “curou as feridas profundas e antigas das margens do rio Fervença”[39].

#### **4.4 Cidadela o “coração” de Bragança**

A cidadela é a zona integrada no centro histórico de Bragança localizada no interior das muralhas do castelo de Bragança, à qual os seus habitantes denominam carinhosamente por “Vila”. Considera-se o “coração” de Bragança, não só devido à sua geometria, mas também porque o crescimento urbano da cidade inicia-se a partir desta zona à volta do castelo, outrora uma vila medieval.

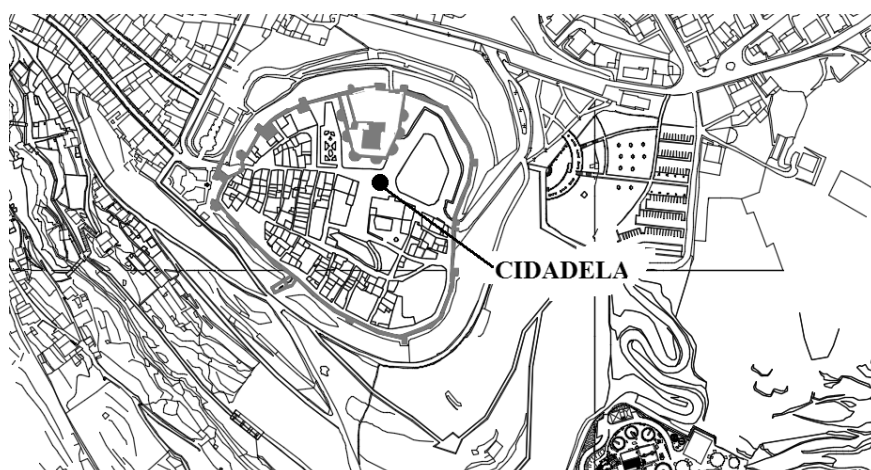
Este aglomerado, na época medieval tinha duas paróquias, Santa Maria e Santiago, delimitadas pela via estruturante que “organiza” a vila, a rua Fernão, o Bravo. Este eixo este/oeste, faz a comunicação entre as duas portas da muralha: a porta do Sol e porta da vila. A organização da vila, faz-se a partir deste eixo unindo assim as duas portas, era aqui, um local privilegiado para o pequeno comércio e mercado. “Para além de um carácter de comunicação, a porta tinha ainda uma função fiscal, pois aí se cobravam os impostos das mercadorias que entravam”[37].

A porta da vila, anos depois é reforçada por uma outra porta, quinze metros mais adiante, a Porta de Santo António, esta foi construída com o objetivo de dificultar a entrada na Cidadela pela Porta da Vila.

Sensivelmente a meio desta rua principal, assim dizendo, a sul implanta-se o Largo de Santa Maria com a sua igreja, espaço fundamental, resultante da sua importância comercial, política e religiosa. Era também onde se realizava a feira e se reunia o concelho, no Domus Municipalis., construído sobre a casa da água.

Em frente à igreja de Santa Maria, torna-se um espaço multifuncional, o que origina uma maior densidade da malha na sua envolvente. As ruas, perpendiculares ao eixo principal e organizadas paralelamente, aumentam progressivamente, entre as duas portas existentes.

LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA



**Figura 19** Localização da cidadela, em planta.

O intramuros é composto por lotes estreitos, de orientação este/oeste, ocupados por casas de habitação de dois ou três pisos com loja ou oficina, consideradas visivelmente “pobre” em relação ao já existente extramuros. Dentro do perímetro muralhado salienta-se o impacto do castelo, destacado ainda através da Praça de Santiago a Oeste onde se localiza o pelourinho e do espaço reservado a funções militares, que ocupa todo o recinto a Este até à Porta do Sol.

Deste recinto, destacam-se as muralhas, a Torre de Menagem, o Pelourinho, a “Domus Municipalis” e a igreja de Santa Maria, e os edifícios de pequeno porte com função habitacional na sua maioria.

## **5. Avaliação do estado atual dos edifícios da cidadela**

### **5.1 Introdução**

Neste capítulo recorreremos ao estudo das várias formas de manifestação de humidade no interior de algumas das casas do centro histórico da cidade de Bragança, que é considerada uma das cidades mais frias de Portugal. O objetivo é fazer uma avaliação higrométrica das casas da Cidadela, zona mais antiga da cidade, consequentemente avaliar as condições de habitabilidade dos respetivos moradores.

Para efetuar o estudo foram consideradas dezasseis das casas da vila, em que os moradores possibilitaram a entrada e observação do interior das casas o que facilitou a análise dos problemas relacionados à humidade aí existentes. Também foi feita uma análise visual exterior, às características dos edifícios e patologias existentes.

Em alguns casos, é notável a revolta de alguns moradores em relação à Câmara Municipal, na expectativa que estes resolvam algumas das patologias existentes por vezes ao seu redor. Por outro lado, conclui-se que a Cidadela, já não é tão velha como era, depois de ter sido alvo de várias intervenções permitiu que houvesse severas melhoras nas condições de vida dos habitantes.

### **5.2 Caracterização habitacional na vila**

É difícil fazer uma definição da tipologia construtiva de uma cidade, vila ou zona rural, pois são elementos muito complexos, transparecendo em si, a caracterização e até mesmo personalidade das pessoas que a constroem e habitam, as suas condições económicas e sociais, profissão e época a que pertencem. Os edifícios podem adquirir várias formas e categorias o que dificulta uma definição singular e única.

As habitações intramuralhas, classificadas em zona de Reserva Ecológica Nacional, após intervenção do Programa de Pormenor, programa este que regulamentava e regravava todas as intervenções executadas numa área em específico, e englobado no já referido Programa de Incentivos à Recuperação de Fachadas e Coberturas de Imóveis Degradados, não se identificam muitas diferenças entre estas consideradas simples e humildes, apesar das variadas intervenções de restauro efetuadas à maioria dos edifícios. A ideia foi recuperar os edifícios de uma forma cuidada e regrada, utilizando

## LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

técnicas tradicionais de construção, tornando a zona mais atrativa, mas também, eliminar todas as patologias existentes evitando assim, o seu ressurgimento, de modo a que as pessoas vivessem em condições minimamente aceitáveis, “mas não alterando a aparência e o caráter antigo que os caracterizam” [37].

Na Cidadela, as casas são de um ou dois pisos, com fachadas planas transparecendo a pobreza e a falta de recursos do passado. Hoje em dia, a maior parte dos edifícios possuiu aspeto exterior bastante agradável. As fachadas são todas idênticas devido às condições regulamentares do Plano de Pormenor para a Zona Histórica de Bragança I., as mesmas cores, mesmo tipo de cobertura e vãos idênticos. Em algumas habitações vê-se, nas traseiras um pequeno quintal limitado por uma vedação ou por um muro, onde esse espaço é explorado com fins agrícolas ou simplesmente para espaços de lazer, ver Figura 20.



**Figura 20 Edifício com quintal.**

No passado, os habitantes destes edifícios, pertenciam à classe baixa, tratando-se de pessoas humildes, com poucas condições económicas e muitas viviam até há bem pouco tempo em deficientes condições de habitabilidade. No interior destas habitações era habitual a existência de um forno e no piso inferior procedia-se à criação de animais.

Hoje em dia existem alguns edifícios abandonados ou desabitados, muitos deles usados como casa de férias ou fins turísticos.

Os materiais utilizados na construção das paredes exteriores destas casas eram, normalmente a pedra, o barro e a madeira. A alvenaria era realizada pelo sucessivo encaixe das pedras de diferentes dimensões umas nas outras, sendo as pedras maiores e mais lisas assentes no paramento exterior. Para preenchimento dos vazios utilizavam-se pedras mais pequenas e essencialmente barro. Estas eram depois rebocadas com

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

argamassa de cal, resultando fachadas lisas de cor branca. “As aberturas para janelas e portas eram suportadas por lintéis que podiam ser vigas de madeira ou de cantaria de pedra” [37].

As pedras mais utilizadas eram o granito e o xisto. O primeiro, usado em paredes de casas nobres ou burguesas com abundância e em paredes de casas mais modestas em padieiras de portas ou janelas. O xisto é uma pedra abundante na região, sendo por isso utilizada com mais frequência.



**Figura 21 Exemplos da constituição das paredes de pedra.**

Nas fachadas, para além das cores dos materiais naturais são de cor branca, creme ou ocre amarelo.

Em paredes ainda mais simples constituídas por barrotes de madeira, de tal maneira associados que permitiam formar uma estrutura, em que os espaços vazios seriam preenchidos com materiais diversos normalmente barro e palha.



**Figura 22 Parede de tabique.**



**Figura 23 Casas com cobertura em telha cerâmica.**

## LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

As coberturas são constituídas por telha cerâmica de canudo e subtelha de cor natural, incluindo todo o sistema de impermeabilização, isolamento térmico e estrado de madeira de castanho.

Em poucas das casas ainda se veem varandas, normalmente no primeiro andar, ao longo da dimensão das fachadas quando estas são voltadas para a rua principal (ver figura 24). São geralmente cobertas pelo telhado, o frechal que lhe corresponde pousa em prumos que se erguem do peitoril, simples barrotes de madeira ou metal postos ao alto. Estas assentam apenas nas pontas salientes do soalho sem qualquer apoio do solo.



**Figura 24 Exemplo de varandas.**

Torna-se difícil caracterizar edifícios antigos, devido à falta de informação proveniente do construtor original, inexistência de documentação que pormenorize os materiais utilizados ou o tipo de construção utilizada e obras ou possíveis remodelações feitas ao longo dos anos. Neste estudo, a única informação existente, é a dos atuais habitantes de cada uma das casas ou em alguns casos a partir das casas em ruínas, em que é possível observar e caracterizar diversos elementos estruturais utilizados na época.

Atualmente das 106 casas existentes na cidadela, 58 estão habitadas (54.72%), 38 desabitadas (35.85%) e 10 estão em ruínas (9.43%).

Os imóveis que se encontram desabitados, nem todos estão em mau estado, pelo menos a nível de fachada exterior. Muitos destes estão remodelados, mas por motivos, talvez, de falta de oportunidade foram “abandonados”.

LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA



Figura 25 Identificação de imóveis habitados, desabitados e em ruínas.

Em relação às casas habitadas, aproximadamente 84% tratam-se de casas remodeladas. Por outro lado, sabe-se que das casas habitadas, algumas são destinadas ao comércio nomeadamente restaurantes, loja de venda de artesanato e museus, outras são utilizadas para fins turísticos ou para férias dos próprios proprietários

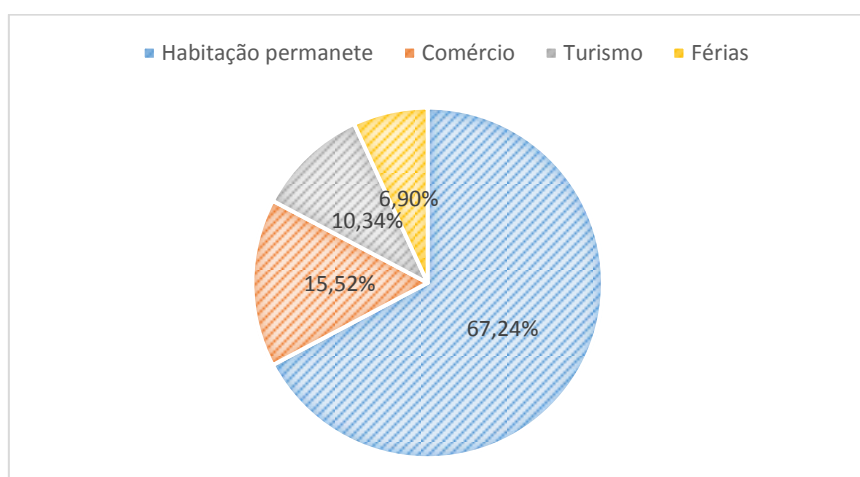


Gráfico 3 Variadas utilidades dos edifícios habitados.

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**



**Figura 26 Identificação dos edifícios habitados e respetivas utilidades.**

Contam-se hoje 79 habitantes, número este que tem vindo a diminuir de ano para ano, pois a população é maioritariamente idosa.

### **5.3 Patologias existentes nas construções da cidadela**

Devido à intervenção do Plano de Pormenor, do Plano de Fachadas e Coberturas regido pela Câmara Municipal de Bragança e de restauros executados pelos proprietários dos edifícios, a Cidadela como já foi referido em capítulos anteriores, está bastante alterada, continua a ser a vila antiga e velha de outrora, mas vestida com o pano de modernice e elegância.

No entanto ainda foram observadas algumas patologias, como:

- Existência de fissuração;
- Destacamento de rebocos;
- Destacamento de pinturas;
- Existência de bolores e fungos nas fachadas exteriores;
- Madeira envelhecida;
- Coberturas em mau estado;
- Casas em ruína.

## LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

Algumas destas patologias em maioria existem nos edifícios que não foram alvo de nenhum tipo de restauro ou intervenção. Noutros casos, estas surgiram após os trabalhos apoiados nos programas referidos devido a erros de execução, materiais de construção de má qualidade entre outros.



**Figura 28** Exemplo de uma casa com destacamento de reboco e pintura.



**Figura 27** Exemplo de uma casa em ruínas.



**Figura 30** Exemplo de uma casa com existência de bolores na fachada exterior.



**Figura 29** Exemplo de uma casa com existência de fungos na fachada exterior.

### 5.4 Levantamento das Condições de habitabilidade e caracterização higrométrica

Para compreender melhor o comportamento higrométrico no interior de uma habitação, a realização dos ensaios “in situ” é a melhor opção. Para tal foram analisados e estudados o maior número de edifícios possível tendo como objetivo analisar as condições termo higrométricas, os problemas principais do edifício, nomeadamente patologias e espaço habitável, condições de acesso, estado das instalações sanitárias entre outros parâmetros de forma a tecer uma análise crítica das condições de

habitabilidade das edificações bem como de que forma os programas de que foram alvo melhoraram as condições de vida dos seus habitantes. Foram deste modo, analisadas dezasseis edifícios, todos habitados regularmente, cada um deles com as suas características específicas pelo que fica difícil a formulação de uma única conclusão.

#### **5.4.1 Medições termo higrométricas**

A amostra analisada conta com dezasseis habitações, localizadas na cidade de Bragança, mais precisamente na Cidadela, não se sabendo ao certo as datas de construção, devido à escassez de documentação, algumas dessas habitações fizeram parte do Programa de Fachadas e Cobertura já falado anteriormente, outras simplesmente foram remodeladas pelos seus proprietários, seguindo as normas regulamentares do Plano de Pormenor lançado em 2002, devido ao facto de estarem localizadas numa zona classificada como Reserva Ecológica Nacional.

##### **5.4.1.1 Descrição do procedimento do ensaio**

São apresentados em seguida os parâmetros medidos em cada visita às habitações, os aparelhos de medição utilizados o respetivo procedimento de execução de medições. Para efetuar a análise global do comportamento termo higrométrico das habitações é necessário perceber a relação entre as condições ambientais interiores e exteriores. Como tal, é essencial a medição da Temperatura e humidade relativa do ar interior.

##### **5.4.1.2 Aparelhos de medição**

Para a realização das medições pretendidas ao longo deste estudo, foram utilizados os seguintes aparelhos:

- a) Data Loggers de Temperatura, Humidade e ponto de orvalho - O equipamento é da marca Lascar e foi dotado para medir a temperatura e humidade continuamente. Quando utilizado corretamente, poderá obter-se uma medição de alta precisão em um ou mais locais de medição com um sensor interno. Algumas versões são de ligação direta a PC semelhante a uma *pen drive* outras ligam através de cabo USB. Comum a todos os modelos é o software de configuração e descarga de dados que pode ser descarregado gratuitamente no site da marca deste.



**Figura 31 Data Logger.**

- b) Medidor de áreas – Trata-se de um medidor digital de largura, comprimento e volume.
- c) Outros equipamentos: Fita métrica e máquina fotográfica digital.

#### **5.4.2 Metodologia para o levantamento de dados**

Os valores obtidos de cada medição refletem o comportamento higrométrico real de um dos compartimentos de cada habitação, durante um determinado período de tempo, em função das variações climáticas ao longo desses dias.

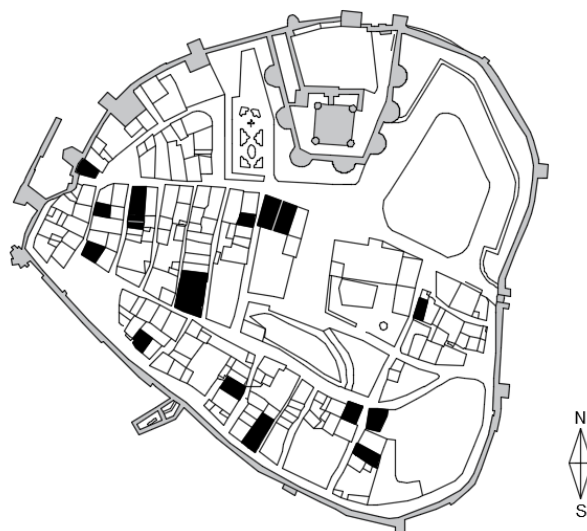
Com base nessas medições são obtidos valores mínimos, médios e máximos, que permitem efetuar uma comparação gráfica do desempenho higrométrico destas habitações, bem como a análise das condições de habitabilidade dos seus ocupantes e uma estimativa do conforto térmico.

Para além disso, estes tipos de estudos experimentais têm como principal objetivo, além da caracterização higrométrica da construção, a apresentação de propostas de melhoramento do edifício no âmbito do desempenho higrométrico tendo em conta todas as limitações que este tipo de construções possui.

As habitações em estudo correspondem a 41% das casas permanentemente habitadas.

É ainda de referir que estes edifícios se encontravam em permanente utilização, durante a realização do ensaio, que foi feito durante o inverno, entre os meses de Janeiro e Março para uma melhor obtenção de dados, as medições a nível de plantas foi feito nos meses seguintes.

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**



**Figura 32 Identificação dos casos de estudo.**

Para fins de comparação entre o interior e o exterior, foi efetuada uma pesquisa acerca das condições climáticas, máximos e mínimos da temperatura exterior e valores de humidade relativa.

Foi efetuado um pequeno inquérito a um dos habitantes de cada casa, que consistia no levantamento de informações como:

- O número de habitantes;
- Insolação;
- Constituição das paredes interiores e exteriores;
- Identificação do sistema de aquecimento utilizado;
- Qual o sistema de ventilação;
- Qual o estado da cobertura;
- Reparações/ remodelações efetuadas;
- Existência ou não de rede de abastecimento de água.

Exteriormente fez-se uma análise do estado da cobertura e das possíveis patologias existentes na fachada exterior.

Para completar a informação importante acerca dos edifícios registou-se também a exposição solar de todas as fachadas.

Foram feitas a análise e o registo das anomalias encontradas nas paredes da parte interior do edifício, nomeadamente: a existência de manchas, sua dimensão e localização na parede; eflorescências e cripto florescências; e desenvolvimento de bolores, comprovados por registo fotográfico.

### 5.4.3 Caso Prático

Para efetuar detalhadamente o estudo e análise dos casos de estudo, foi efetuado o seguinte procedimento:

1. Dar a conhecer aos habitantes da casa os objetivos do trabalho;
2. Deixar o aparelho de mediação da humidade, temperatura e ponto de orvalho no interior da habitação (permanecendo durante cinco dias);
3. Fazer uma medição de áreas e perímetros da habitação;
4. Execução de um pequeno inquérito para levantamento de dados (nº de habitantes, tipo de sistema de aquecimento utilizado, reparações efetuadas, estado da cobertura)
5. Análise e registo fotográfico das anomalias existentes.

Como se pode verificar, foi um trabalho bastante exaustivo, devido por vezes á falta de cooperação de alguns moradores.

São apresentadas as condições termo higrométricas registadas entre 18 de janeiro e 23 de dezembro do caso de estudo número 3.

Optou-se por este caso entre os restantes, devido ao fato de ser o que houve mais interação da parte dos habitantes a nível de fornecimento de informação e confiança.

São demonstrados alguns registos fotográficos das patologias assim como a sua identificação e a solução da patologia proposta. Os restantes casos estão de forma análoga no anexo I.

#### Localização e identificação fotográfica

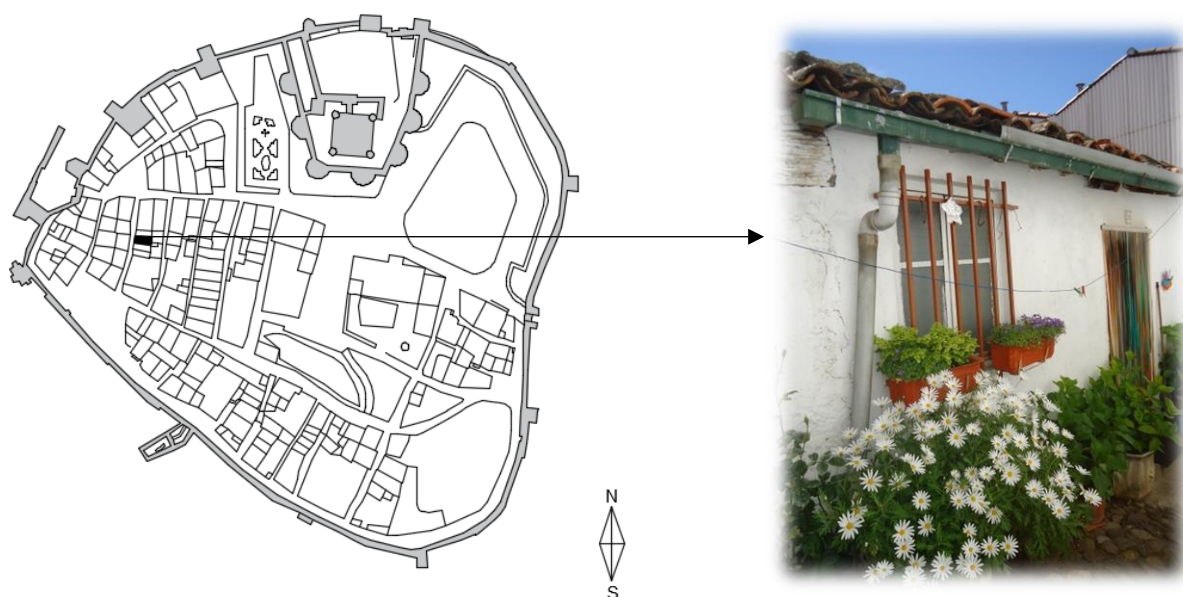


Figura 33 Identificação do caso de estudo.

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

**Tabela 5 Informações sobre o edifício em estudo.**

<b>Identificação do Edifício</b>						
Localização (Rua/Largo)	Rua das Flores, Cidadela					
Data de construção	Data indefinida					
Número de habitantes	2					
Área	≈19.75					
<b>Utilização</b>						
Cave			3º Andar			
R/C		x	4º Andar			
1º Andar			Sótão			
2º Andar						
<b>Informações Básicas</b>						
Orientação Solar	Oeste					
Ventilação	Ventilação Natural					
Redes	Abastecimento de água, drenagem de águas residuais e pluviais					
Sistema de aquecimento	Lareira					
Sistema de arrefecimento	Não existe					
Instalações sanitárias	Existe					
Fendilhação	Sim					
<b>Salubridade</b>						
Humidade	Inexistente					
	Alguma	x				
	Bastante					
Insolação	Razoável					
	Boa					
	Má	x				
<b>Estado de conservação/ Processo construtivo</b>						
		Bom	Razoável	Mau	Ruínas	Tipo de material
Geral			x			Alvenaria de Pedra
Estrutura			x			Xisto/ granito (20cm)
Cobertura				x		Telha cerâmica
Paredes interiores				x		Tabique(4cm)
Vãos				x		Madeira/ Alumínio
<b>Estado</b>						
Remodelada						
Por remodelar		x				
Foi alvo do <b>Programa de Incentivos á Recuperação de fachadas e coberturas de imóveis degradados</b> situados na Cidadela?			Sim	Não		
				x		

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

**Observações:**

Esta pequena habitação é somente utilizada pelos habitantes durante o dia como “refúgio” ao frio, devido á existência da lareira e para cozinha.



**Figura 34 Plantas do edifício (Caso 3) e registo fotográfico das anomalias.**

**Processo de identificação e possível solução da patologia**

1-Lista de possíveis diagnósticos

- a) Humidade do terreno;
- b) Humidade de precipitação;
- c) Humidade de condensação;
- d) Humidade devido a causas fortuitas;
- e) Humidade de construção.
- f) Humidade devido a fenómenos de higroscopicidade.

2- Exame

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

- a) **Reconstituição construtiva-** Por observação direta verifica-se: Humidade visível nas paredes divisórias (interiores) e junto a uma das janelas, zonas de humedecimento em espaços pouco ventilados e Humidade proveniente da infiltração de água vinda da cobertura.
- b) **Observação dimensional:** Não se fez;
- c) **Consulta do projeto:** Não há;

3- História

- a) **Informação do construtor:** não existe;
- b) **Informação do utente:** as manchas de humidade já existem á muitos anos, que vai piorando consoante a rigorosidade do inverno. Foi feito uma intervenção de reabilitação no apartamento, renovando a pintura interior e alteração do teto para teto em pladur.
- c) **Observação visual da envolvente:** São visíveis machas de água na parede da fachada principal tanto do lado exterior como interior. Existem outras manifestações patológicas semelhantes, mas de menores extensões. É possível verificar algumas fissuras na envolvente interior e exterior.

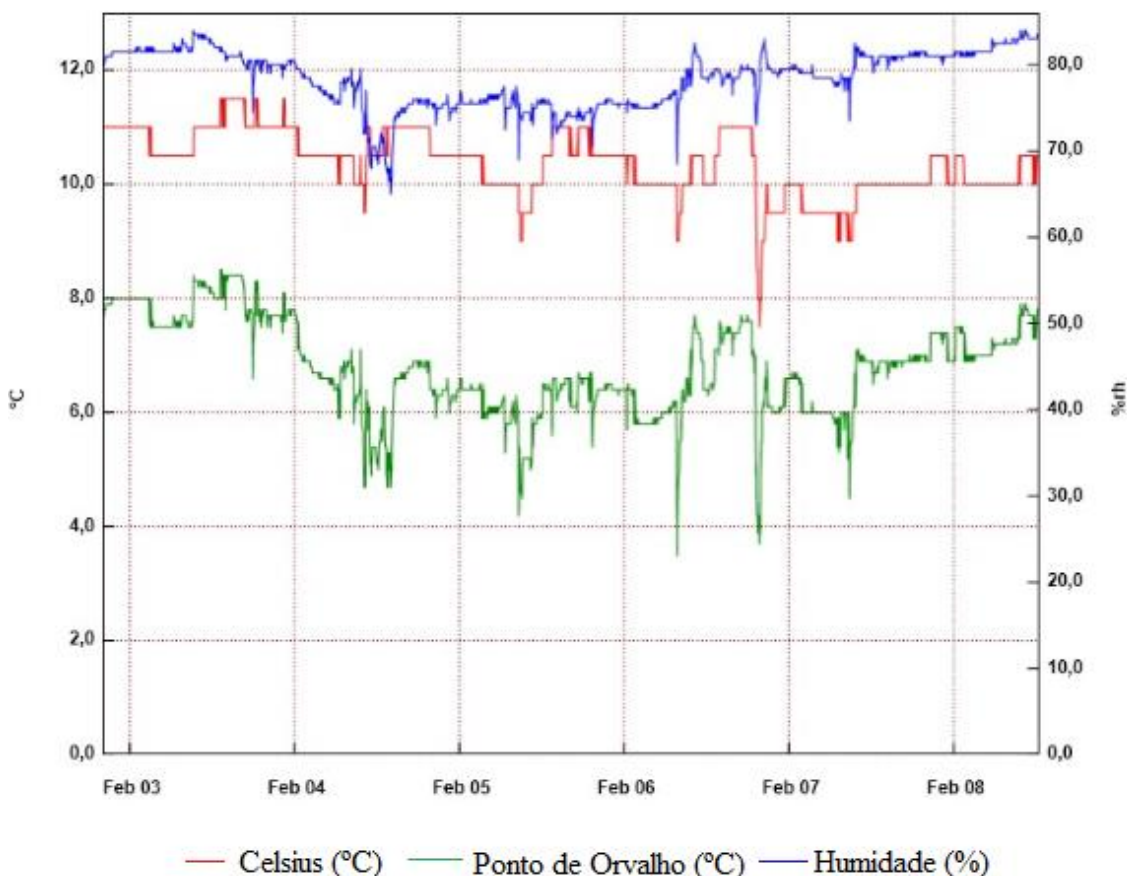


**Figura 35 Condições da envolvente exterior.**

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

4- Ensaio experimentais

Fizeram-se ensaios para medição da humidade relativa e temperatura na cozinha/sala de estar.

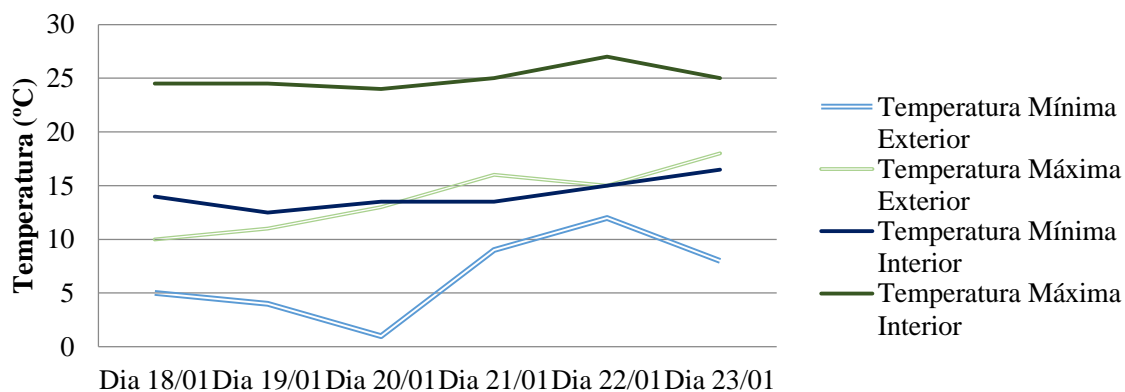


**Gráfico4** Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho no corredor na cozinha/sala de estar.

	Mínimo		Máximo	
Temperatura (°C)	12	HR=47%	27	HR=50,5%
Ponto de orvalho (°C)	0,5	-	16	-
Humidade relativa (%)	34	T= 27°C	63	T= 17°C

**Tabela 6** Valores máximos e mínimos obtidos no caso de estudo nº 3 no ensaio à temperatura e humidade relativa.

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**



**Gráfico 5** Relação entre a temperatura interior (Caso de estudo nº 3) e exterior.

#### 5- Eliminação de diagnóstico

- a. **Humidade de terreno:** A existência de fissuras nas paredes junto ao solo conduz á infiltração de água proveniente do terreno ou dos materiais.
- b. **Humidade de precipitação:** Não é possível eliminar, pois há probabilidade de existência de infiltrações nas paredes de águas das chuvas, através da cobertura.
- c. **Humidade de condensação:** São visíveis manchas de humidade na casa de banho, esta sem janela, o que dificulta a uma ventilação adequada desse compartimento. Na cozinha é possível verificar algumas manchas na parede, dado que esta tem uma fraca ventilação e iluminação muito fraca.
- d. **Humidade de causas fortuitas:** Não se conhecem causas acidentais que poderiam originar o aparecimento das patologias;
- e. **Humidade de construção:** Não existe.

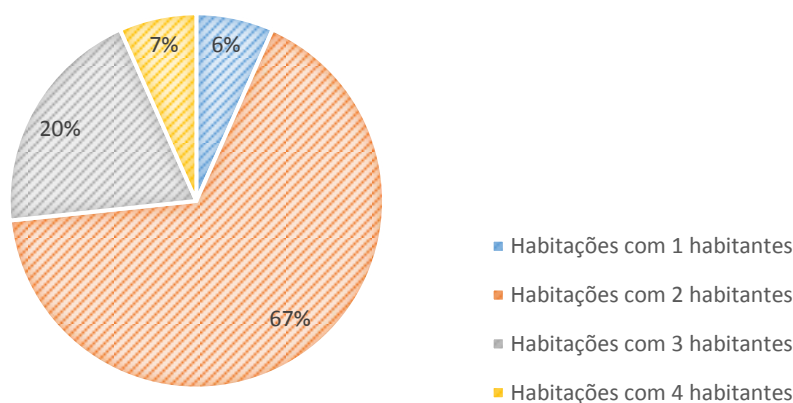
#### 6- Diagnósticos

- Humidade de terreno
- Humidade de precipitação
- Humidade de condensação

## 5.5 Análise de resultados

Com base nos dados recolhidos, quer por análise visual, quer por medições concretas ou mesmo apenas por informação dos moradores, podem retirar-se algumas conclusões, do ponto de vista geral, as quais se enumeram:

- Das habitações inseridas na amostra de estudo apenas uma foi alvo do programa de coberturas e fachadas. Não se verificando valores satisfatórios em relação a habitações intervencionadas pelo proprietário;
- Depois de analisados todos os casos de estudo particularmente, conclui-se que existem algumas patologias relacionadas com a humidade, variando de casa para casa e dependendo do tipo de hábito dos moradores;
- O número de habitantes da Cidadela não é elevado, residem atualmente 79 habitantes;
- Numa amostra de dezasseis habitações, é possível verificar que, num total de 37 habitantes, 46.84% da população total, 45.94% são do sexo feminino e 54,06% do sexo masculino. A maioria dos edifícios tem dois moradores, ver gráfico 6;



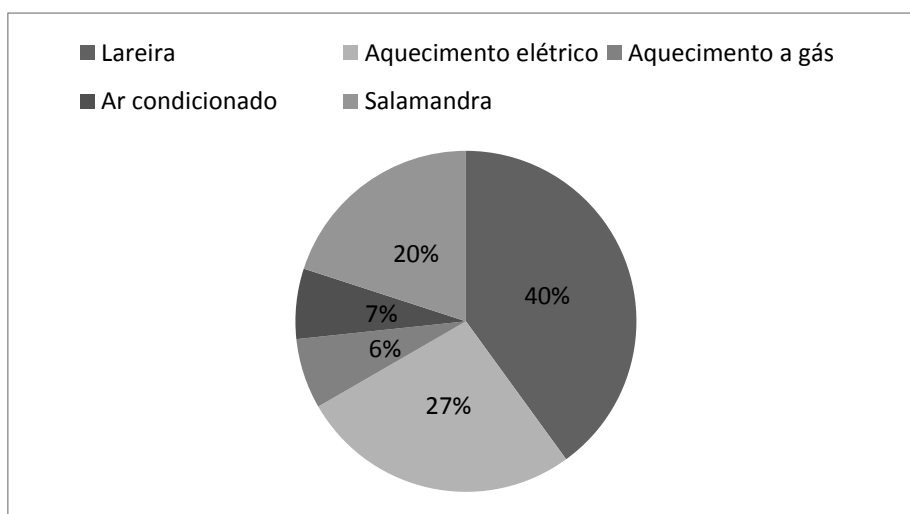
**Gráfico 6 Número de habitantes por casa.**

- Devido ao facto da maioria das casas da cidadela terem fachada única, verifica-se uma notável falta de ventilação dos espaços e fraca iluminação natural na maioria das habitações;
- Trata-se em maioria de habitações com área útil reduzida, principalmente no que diz respeito a quartos e instalações sanitárias;
- A maioria das habitações são orientadas a Este ou Oeste, o que leva a uma fraca exposição solar e consequentemente a ganhos solares reduzidos. Mesmo os edifícios

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

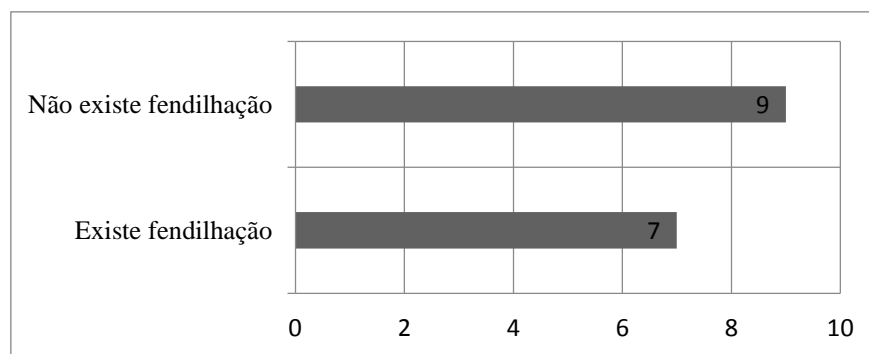
orientados a Sul, que é o ideal, não possuem ganhos solares elevados devido à obstrução provocadas por outros edifícios ou até mesmo pelas muralhas que delimitam a vila;

- De acordo com os inquéritos verifica-se que o sistema de aquecimento mais utilizado, é a lareira que tem alguns inconvenientes como a libertação de cheiros e de fumos. Também utilizado é o aquecedor elétrico e a gás, que em termos higrométricos não é uma mais-valia, pois aumenta o vapor de água existente no ar, originando humidade de condensação;



**Gráfico 7 Sistema de aquecimento utilizado.**

- Não é usual o recurso a um aquecimento permanente interior. O aquecimento apenas ocorre nos compartimentos em uso e pontualmente aquando da permanência dos ocupantes;
- Na maioria das casas visitadas não existe fendilhação interior, como mostra o seguinte gráfico;



**Gráfico 8 Quantidade de edifícios que se verificou ou não, existência de fendilhação.**

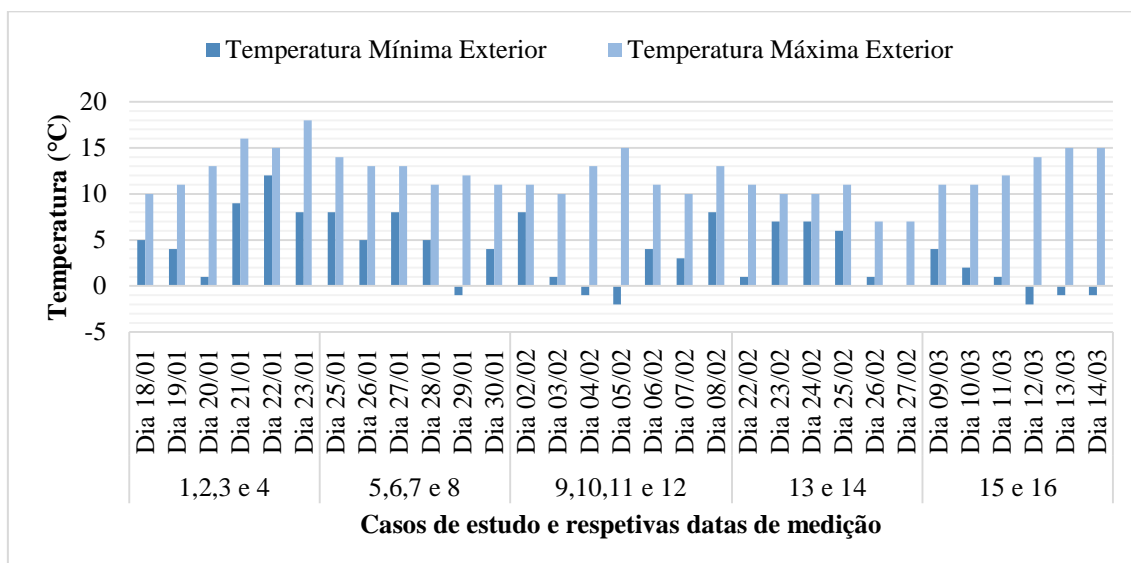
**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

- A ventilação dos espaços é em maioria feita naturalmente, ou seja, com recurso a abertura das janelas ou portas. Não se verificou o recurso a ventilação através de dispositivos mecânicos;
- Um grande número de habitações possui fissuras ao longo da fachada exterior;
- Apesar de reabilitados exteriormente, nota-se em alguns edifícios a necessidade de manutenção, como por exemplo da pintura e do pavimento que por vezes encontra degradado;
- As espessuras das paredes exteriores são sempre elevadas, rondando os 60, 80 e até 100 centímetros, todas estas constituídas por alvenaria de pedra;
- As paredes interiores de tabique foram em alguns casos substituídas por alvenaria de tijolo;
- Os pavimentos interiores são normalmente de azulejo, por vezes degradado;
- As coberturas, de um modo geral, estão em bom estado.

Quanto aos valores adquiridos por medição, nomeadamente da temperatura e de humidade relativa do ar interior, estes diferem de habitação para habitação. De modo geral, os valores de humidade relativa são muito elevados e os de temperatura interior são reduzidos, não cumprindo os requisitos em que segundo o RCCTE, as condições ambientes de conforto de referência são de temperatura do ar de 20°C para a estação de aquecimento e humidade relativa de 50%.

Sabendo que as medições foram efetuadas durante o inverno, as temperaturas exteriores por vezes são muito baixas, atingindo os -2 graus, realçando que este não foi dos invernos mais rigorosos.

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**



**Gráfico 9 Temperaturas mínimas e máximas exteriores**

De acordo com o Gráfico 9 o mês de fevereiro apontou temperaturas mais baixas.

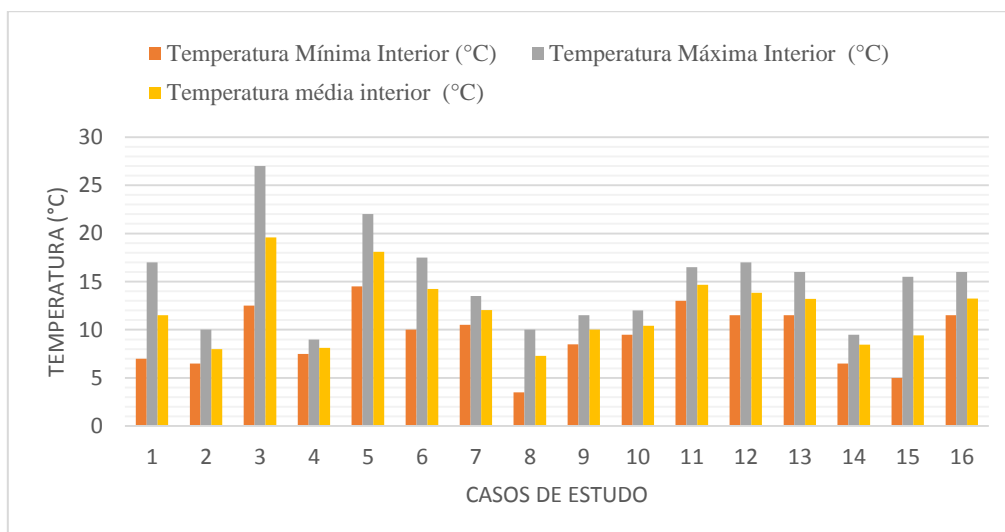
Em média a temperatura mínima no interior das casas é de 9,31 °C e a temperatura máxima interior é de 15°C, como se pode observar na tabela seguinte.

**Tabela 7 Valores mínimos, máximos e médios da temperatura interior.**

Caso de estudo	Temperatura Mínima Interior (°C)	Temperatura Máxima Interior (°C)	Temperatura média interior (°C)
1	7	17	11,50
2	6,5	10	8,00
3	12,5	27	19,58
4	7,5	9	8,13
5	14,5	22	18,08
6	10	17,5	14,25
7	10,5	13,5	12,04
8	3,5	10	7,29
9	8,5	11,5	10,00
10	9,5	12	10,42
11	13	16,5	14,67
12	11,5	17	13,83
13	11,5	16	13,21
14	6,5	9,5	8,46
15	5	15,5	9,42
16	11,5	16	13,25
<b>Média</b>	<b>9,31</b>	<b>15,00</b>	<b>12,01</b>

## LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

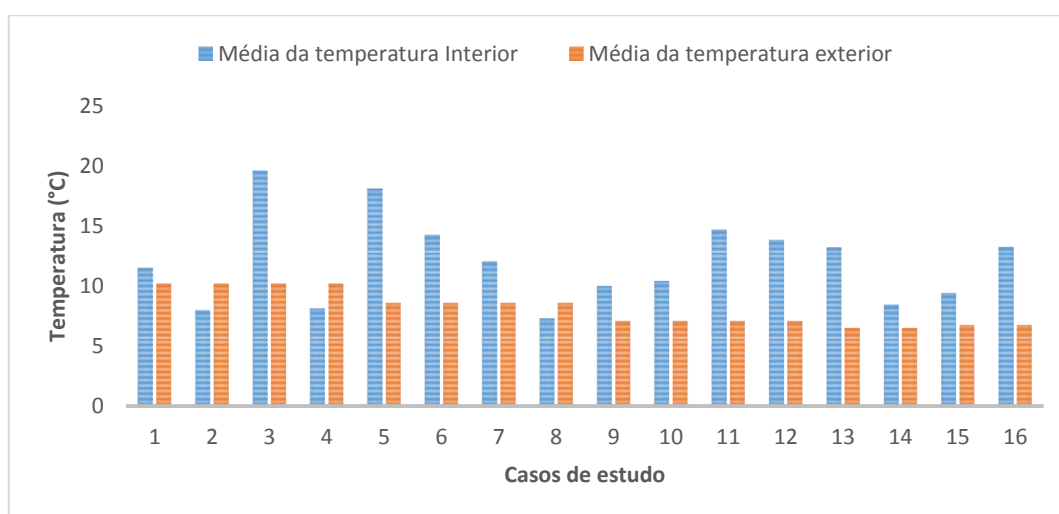
No caso de estudo nº 3 verificam-se valores para a temperatura inteiro da habitação muito elevados, atingindo os 27°C porque o instrumento de medições, situava-se muito perto da lareira existente na habitação.



**Gráfico 10** Valores mininos, máximos e médios da temperatura interior.

Através do gráfico anterior pode-se verificar que 100% dos edifícios analisados não estão de acordo com os requisitos, ou seja a temperatura mínima não atinge os 20°C, observam-se valores muito abaixo do exigido no regulamento.

No entanto a média da temperatura interior é superior à exterior 81,25% dos casos como se pode verificar no seguinte gráfico. O que demonstra alguma preocupação, pelo fato de existirem habitações em que a média da temperatura interior é menor que a exterior.



**Gráfico 11** Relação entre as temperaturas médias interiores e exteriores.

## LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

A avaliação do conforto térmico pelo método gráfico sugerido pela ASHRAE 55 (2010) [1] permitiu facilmente obter uma visão global do nível de conforto propiciado aos ocupantes do edifício em estudo.

O Gráfico 12 apresenta os resultados obtidos, observando-se claramente que a totalidade dos valores está fora da zona de conforto no caso de estudo nº 1, verificam-se valores muito baixos e preocupante.

Com esta campanha de medições pode-se concluir que este caso de estudo está muito aquém das condições de conforto propostas por este modelo.

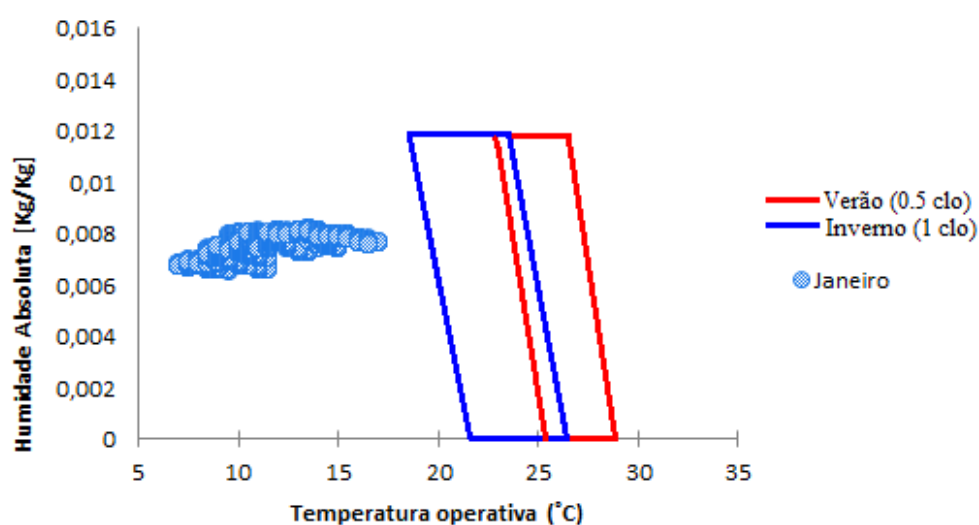
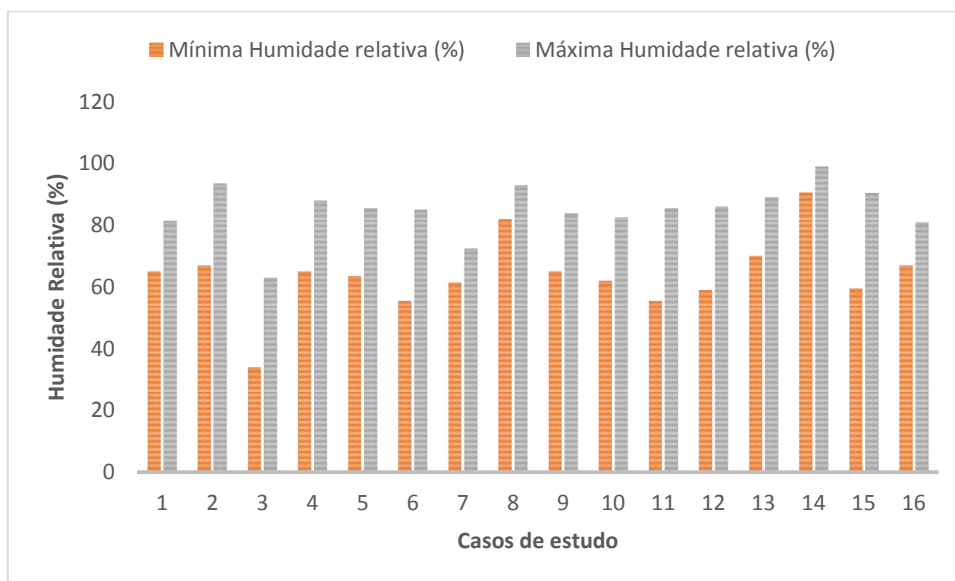


Gráfico 12 Aplicação do modelo adaptativo sugerido pela ASHRAE 55 (2010) ao caso de estudo nº 1.

Os valores de humidade relativa, de acordo com o Gráfico 13 são muito elevados, correspondendo diretamente então, às patologias existentes em termos de humidade, estes variam consoante o sistema de aquecimento utilizado, a frequência de ventilação e aos hábitos dos moradores.

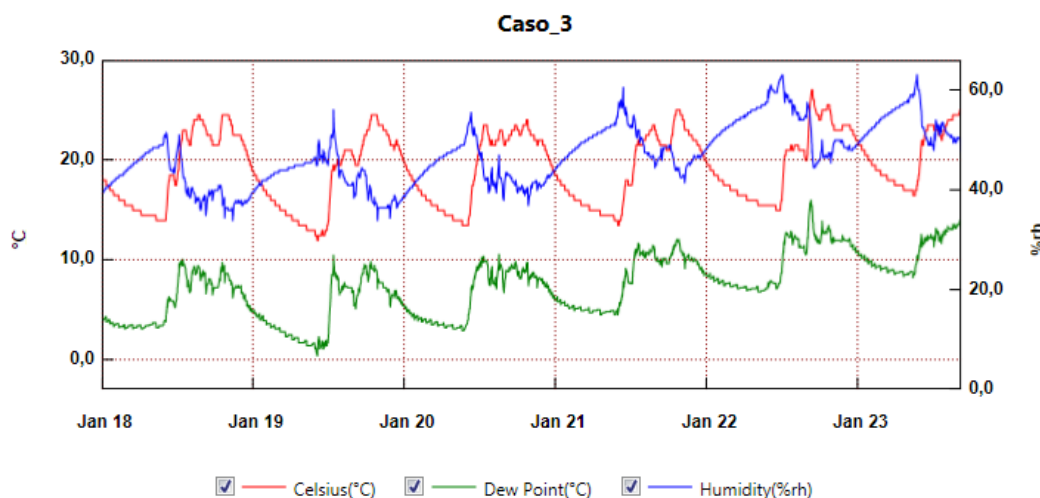
**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**



**Gráfico 13** Valores mínimos e máximos da humidade relativa no interior das habitações

Este registo de temperatura e humidade relativa do ar na época de arrefecimento, nos edifícios observados, durante o período referido, permite concluir que:

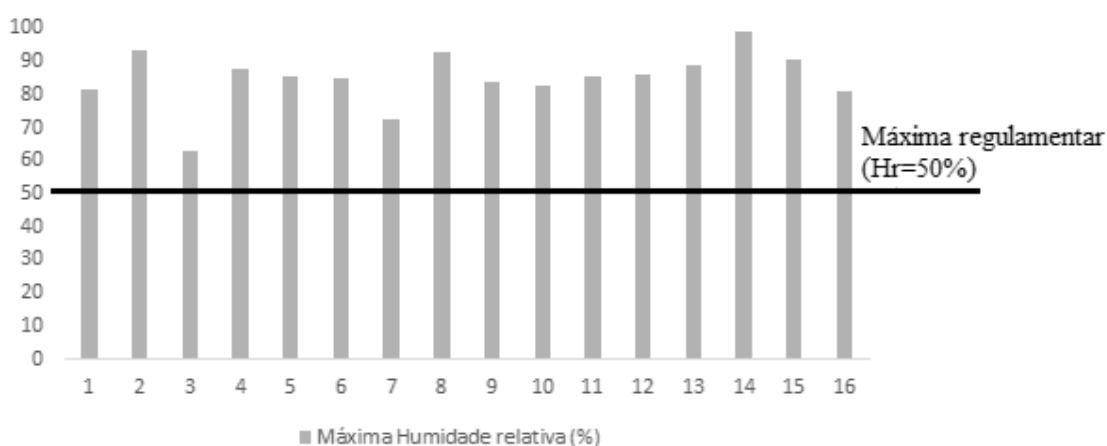
- A diferença de temperaturas interiores e exteriores é pouca;
- Geralmente as temperaturas interiores são reduzidas, variando entre 3.5 e 27°C, em média atinge um mínimo de 9.31°C e um máximo de 15°C distanciando-se das temperaturas mínimas de conforto na estação de arrefecimento;
- É graficamente notório (Gráfico 14) que, no momento em que é ativado o sistema de aquecimento a temperatura aumenta e por sua vez a humidade relativa diminui;



**Gráfico 14** Exemplo de habitação usa a lareira como sistema de aquecimento (Caso de estudo nº 3).

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

- 37,5% das habitações estudadas utiliza a lareira como sistema de aquecimento. Em conclusão ainda, acerca do gráfico anterior e não só, verifica-se que as habitações em que os moradores optam pelo uso da lareira, obtêm valores de humidade relativa relativamente mais baixos;
- A humidade relativa nas casas analisadas varia entre os 34 e 99%, a média dos máximos atingido é de 84,7% e o mínimo de 64,35%, o que são valores muito elevados, ultrapassam assim o máximo regulamentar exigido como demonstra o Gráfico 15;



**Gráfico 15 Valores máximos de humidade relativa atingidos.**

- O ponto de orvalho é sempre inferior à temperatura do ar interior o que significa que o ar não está saturado (a humidade relativa do ar é inferior a 100%). Verifica-se também que à medida que o ponto de orvalho aumenta, a temperatura aumenta e por sua vez a humidade relativa do ar diminui;
- As diferenças entre a temperatura interior e a temperatura de ponto de orvalho são relativamente elevadas;

Quanto às patologias encontradas, na maioria dos casos são visíveis manifestações patológicas nas paredes em contato com o exterior e na parte inferior destas, verificando-se algumas manchas de humidade e destacamento do revestimento.

Devendo-se á infiltração de água proveniente da precipitação devido à degradação dos vãos em contato com o exterior, janelas e portas, principalmente as que possuem

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

caixilharia em madeira, fendas e fissuração das fachadas e degradação dos remates da cobertura.

As zonas de humedecimento são muito frequentes junto aos vãos de janelas e portas, nos cantos, estando por sua vez, associadas a zonas de maior produção de vapor de água, como a cozinha e instalações sanitárias.

Os compartimentos não ventilados são os que mais “sofrem”, contendo manchas de humidade acompanhada por vezes de algum odor.

Pode-se então concluir que a ocorrência de condensação deve-se às seguintes causas:

- Não existência qualquer tipo de dispositivo de ventilação a não ser a que é garantida pela abertura das janelas. Para além disso, os compartimentos são pequenos e interiores;
- As temperaturas registadas no interior são muito baixas e, por vezes, não muito diferentes das exteriores;
- O aquecimento não é permanente, nem utilizado em todos os compartimentos.
- Inexistência de isolamento térmico nas fachadas.

Foram observadas as seguintes manifestações patológicas: degradação de pinturas, destacamento de rebocos e existência de eflorescências, com alguma presença de sais. Estas manifestações patológicas ocorrem geralmente em zonas junto ao solo, tanto em paredes térreas, como em paredes enterradas, assim como em paredes interiores e exteriores. Poderá estar-se na presença de humidade proveniente do terreno.

Existem também patologias associadas à presença de água no terreno porque existe água a circular no terreno onde assenta o edifício e, como se trata de construções antigas, os edifícios não são providos de uma barreira estanque que impeça a subida de água por capilaridade ou a sua entrada por pressão hidrostática e também existem paredes enterradas que, não sendo impermeáveis, são mais suscetíveis à entrada de água;

A situação mais gravosa é a da habitação correspondente ao caso de estudo número 14, como demonstra o gráfico 16 em que se atinge os 99% de humidade relativa á temperatura de 7°C o que indica que a um certo instante o ar está quase saturado, ou seja, há uma forte probabilidade de se verificar a ocorrência de condensações ao longo da superfície das paredes interiores da habitação. Estes valores, devem-se ao fato de o edifício em questão ter uma fraca ventilação, falta de material de impermeabilização e também aos hábitos dos habitantes, em que, a produção de vapor de água deve ser muito elevada em relação aos restantes edifícios.

LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

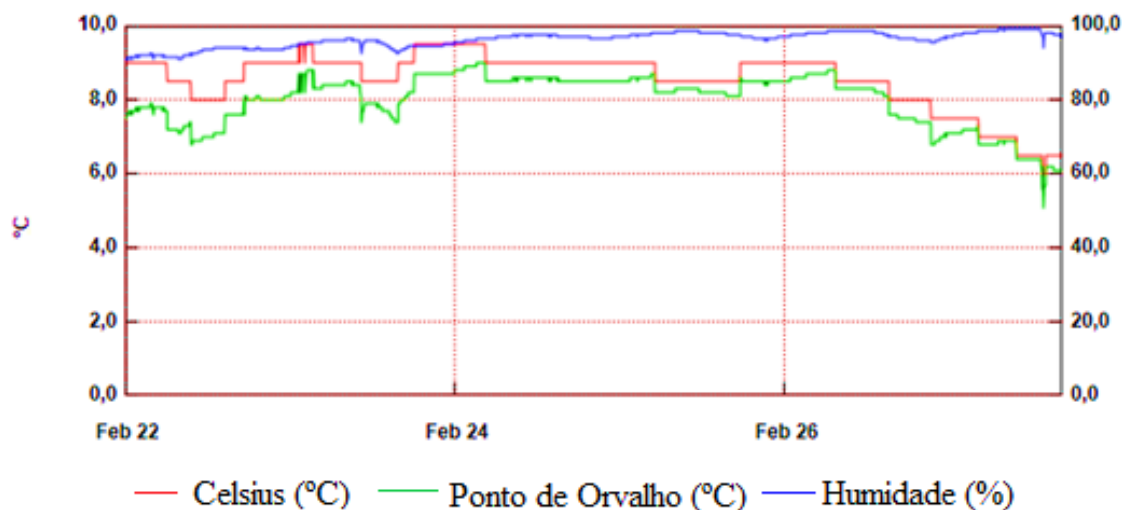


Gráfico 16 Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho no corredor da habitação correspondente ao caso de estudo nº 14.

Destacam-se algumas habitações em más ou mesmo péssimas condições de habitabilidade (casos de estudo nº 1,3,8 e 10) que a par de muitos outros problemas apresentam bastantes anomalias provocadas pela presença de água.

### 5.6 Comparação dos resultados com estudos efetuados anteriormente

Um outro objetivo deste trabalho seria comparar estes resultados obtidos com outros semelhantes recolhidos em 2002, na mesma, na zona histórica da cidade de Bragança. Em que alguns dos edifícios da amostra de estudo atual, coincidiam com os do estudo anterior. Como é o caso dos edifícios 1, 7,8, 10 e 14.

Pretende-se verificar a existência ou não de melhoramentos, a nível de conforto térmico, condições de habitabilidade e satisfação dos habitantes, embora obviamente as habitações analisadas não terem sido precisamente as mesmas, por vários fatores associados que impediu tal estudo.

Segundo Luso (2002), devido aos poucos recursos financeiros dos proprietários trabalhos de manutenção e/ou a reabilitação dos edifícios, estes se encontravam em condições precárias e deficientes condições de habitabilidade. As patologias existentes na época são [37]:

- Ruínas;
- Deformação de paredes;

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

- Existência de manchas em paredes ao nível do solo;
- Destacamento de rebocos, pinturas;
- Existência de fissuração;
- Existência de bolores, fungos, ervas, etc.
- Deterioração de cobertura;
- Deterioração de madeiras;

As percentagens de existência de manchas em paredes ao nível do solo e de edifícios em que se verificava deterioração de cobertura, eram muito elevadas. Com o presente estudo não se verificaram muitos edifícios com cobertura degradada, intervencionados ou substituídos na maioria das habitações entre os anos 2005 e 2009.

No entanto as patologias continuam a existir, mas em menor percentagem, verificando-se um maior cuidado em relação à habitação e uma mudança nos hábitos dos moradores. O número de habitantes diminuiu de 151 habitantes para 79, devido ao facto da elevada quantidade de idosos que habitam a zona e a falta de atrativos que levem a fixar a população de outras faixas etárias nestes edifícios.

Existem fatores que permanecem até aos dias de hoje, como:

- A falta de ventilação, em que a maioria das habitações tem pelo menos um compartimento interior sem ventilação;
- Os ganhos solares reduzidos, devido à orientação das habitações;
- Continua a não ser usual o recurso a um aquecimento permanente interior. O aquecimento apenas ocorre nos compartimentos em uso e pontualmente aquando da permanência dos ocupantes;
- A ventilação das habitações ainda é assegurada pela abertura das janelas, não dispondo de dispositivos mecânicos de ventilação;
- As coberturas muito degradadas, encontram-se atualmente em maioria em bom estado devido às intervenções executadas ao longo do tempo;
- Em 2002 não se verificavam a existência de sistemas de recolha de água pluvial e quando existiam, estavam em estado degradado. Atualmente esse problema não existe em maioria das habitações.

Em relação aos valores de humidade relativa e temperatura interior, verificou-se que:

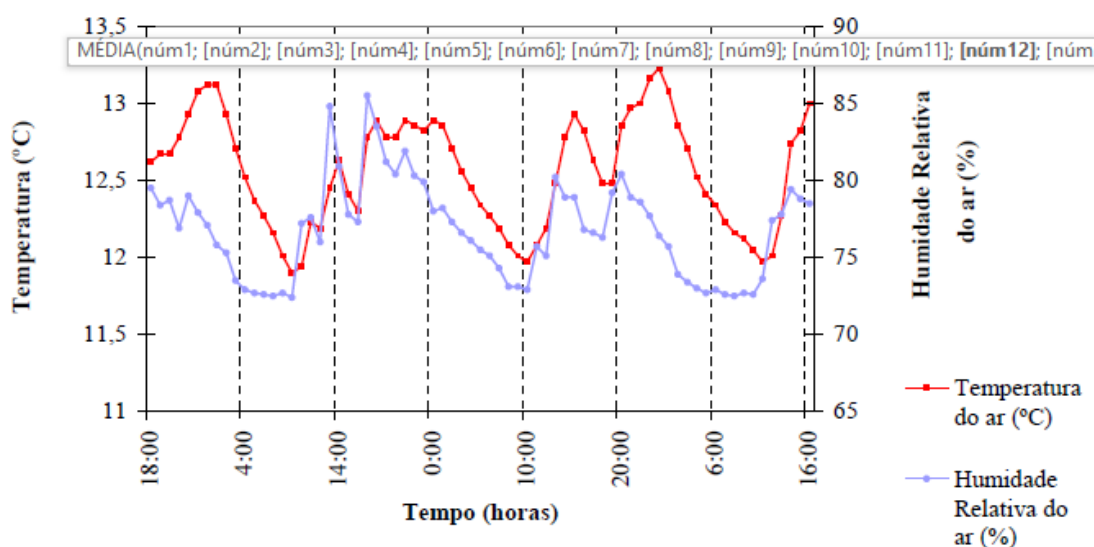
- O valor de humidade relativa máximo registado foi de 91,9% e o mínimo de 38,3%, no presente estudo os valores variam entre 34 e 99%. Nota-se um

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

aumento de humidade relativa ao longo dos anos, talvez devido à degradação dos materiais de construção;

- As temperaturas exteriores eram menores, sabendo que a recolha de dados foi feita igualmente nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, em que as temperaturas neste período registaram valores de  $-2^{\circ}\text{C}$ ,  $-3^{\circ}\text{C}$  e até  $-10^{\circ}\text{C}$ , no período noturno;
- Nas habitações onde o aquecimento utilizado é a lenha, continua a registar-se valores de humidade relativa do ar mais baixos;
- As temperaturas interiores eram próximas das exteriores, situando-se muito abaixo das temperaturas mínimas de conforto, esta problemática ainda se mantém;

De seguida demonstra-se um exemplo dos valores de humidade relativa e temperatura interior de uma das habitações em 2002 em comparação com o que se verifica atualmente numa das habitações:



**Gráfico 17** Variação da temperatura e humidade relativa do ar, entre 8/2/2002 e 12/2/2002, na cozinha (Caso de estudo nº 14).

**Tabela 8** Comparação de valores de humidade relativa e temperatura interior entre 2002 e 2016 no caso de estudo nº 14.

	2002		2016	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Temperatura (°C)	11,9	13,2	6	9,5
Humidade relativa (%)	72,4	85,5	90,5	99

## LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

Pode-se concluir que tanto os valores da humidade relativa aumentaram bastante com o passar dos anos e a temperatura interior diminuiu, sabendo que o sistema de aquecimento foi alterado de elétrico para o uso da salamandra, salienta-se que os moradores da habitação não são os mesmos.

É de salientar que na maioria das habitações objeto de estudo em 2002, não existiam instalações sanitárias. Atualmente, em dezasseis casas da amostra, em 100% existe casa de banho.

Verificava-se muito a ocorrência de humidade por condensação, infiltração de água proveniente da precipitação e do terreno devendo-se fundamentalmente aos seguintes fatores [37]:

- Falta de ventilação dos compartimentos, a ventilação é assegurada somente devido à abertura das janelas;
- Baixas temperaturas interiores e exteriores;
- O aquecimento a gás era frequente;
- A secagem da roupa ocorria, muitas vezes no interior das habitações;
- As tentativas de melhoramento das condições da habitação, sem apoio técnico adequado, como colocação de novas janelas em alumínio e colocação de forros na cobertura que impediam ainda mais a saída de vapor de água do interior;
- A não existência de isolamento térmico;
- Degradação das janelas e caixilharias, permitindo a infiltração de água, assim como através das juntas em más condições;
- Existência de fendas e fissuração nas paredes o que permitia a entrada de água para o exterior;
- Pela degradação dos remates da cobertura, nas cornijas e devido à degradação ou falta de sistemas de recolha de águas pluviais;
- Inexistência de materiais estanque, que impeça a entrada de água proveniente do terreno;
- A pavimentação das ruas, teria sido feita nesse ano, o que segundo alguns habitantes provocou o aparecimento de algumas destas patologias junto ao solo.

Segundo Luso (2002) [37], “destacam-se algumas habitações em más ou mesmo péssimas condições de habitabilidade, que a par de muitos outros problemas apresentam bastantes anomalias provocadas pela presença de água.”

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

Hoje, a maioria das patologias relacionadas com a água continuam a existir, porém verifica-se uma maior preocupação por parte dos habitantes, que procedem a medidas de intervenção para solucionar e prevenir o problema, como se pode verificar na Tabela 10 muitos aspetos mudaram, comparativamente ao passado.

<b>Luso (2002)</b>	<b>Estudos recentes (2016)</b>
Devido aos poucos recursos financeiros dos proprietários, estes se encontravam em precárias e deficientes condições de habitabilidade;	Condições de habitabilidade-boa ou razoáveis na maioria dos casos;
Patologias existentes: Ruínas, Deformação de paredes, existência de manchas em paredes ao nível do solo,, existência de fissuração, existência de Bolores e fungos, deterioração Cobertura e deterioração Madeiras;	Patologias existentes mantêm-se mas em menores percentagens;
As percentagens de existência de manchas em paredes ao nível do solo e de edifícios em que se verificava deterioração de cobertura, eram muito elevadas;	Atualmente são muito menores as percentagens de edifícios com cobertura em más condições;
Habitações por vezes descuidadas, em que os habitantes criavam animais nos quintais, secavam a roupa no interior da habitação;	Maior cuidado em relação à habitação e uma mudança nos hábitos dos moradores;
Não existência de sistema de recolha de águas pluviais, ou degradados e de instalações sanitárias.	Problema inexistente.

**Tabela 10** Quadro resumo de comparação de aspetos apontados antes (2002) e agora (2016).

O fato de a maioria das habitações terem sido alvo de intervenções nas fachadas e na cobertura principalmente, diminuiu o aparecimento de humidade devido a infiltração de água das chuvas, mas a água proveniente do terreno e as condensações continua a existir num número consideravelmente alto de habitações.

## **5.7. Soluções de reabilitação das zonas afetadas pela humidade**

Como se sabe a humidade na construção é uma das causas com maior impacto na degradação de edifícios, qualquer estudo sobre anomalias em fachadas, pavimentos, paredes, coberturas, terraços, entre outros, tem ligação direta associação à presença de humidade. A humidade pode ser responsável pela degradação dos materiais, perda de revestimentos decorativos, alteração de condições de habitabilidade e conforto. O seu efeito é agravado quando se associa a um conjunto de mecanismos como a presença de sais, a criação de ambientes propícios à proliferação de algas e fungos e a expansão/retração do próprio elemento água, considerando os seus estados de gelo/degelo e vapor.

De acordo com os casos de estudo, normalmente as origens de humidade são a penetração de água das chuvas (infiltração), a condensação, a humidade ascendente e a humidade resultante de situações esporádicas como fugas em canalização, regas por aspersão, ações de limpeza e outros. Depois de analisados todos os casos (Anexo I), este subcapítulo tem como objetivo apresentar algumas soluções de reparação e manutenção para este tipo de patologia.

### **5.7.1 Anomalias em paredes interiores e tetos**

A humidade presente pode associar-se a manchas escuras (fungos) e à presença de sais. Tem início devido a:

- Penetração de água por deficiência de estanqueidade de zonas particulares como coberturas, terraços, varandas, janelas, portas e nas transições entre componentes;
- Penetração de água por danos em áreas opacas da fachada (fissuras e fendas) presença de água prolongada cria condições propícias ao desenvolvimento de fungos e devido à presença de sais nos elementos construtivos poderá promover desagregação das camadas de reboco.

#### **Soluções de reabilitação:**

- I. As habitações necessitam de melhoramento das condições interiores a nível de circulação de ar, sabendo que o espaço tem pouca, ou quase nada de luz natural. Deve-se garantir um bom arejamento do espaço interior. Se necessário, recorrer

- a ventilação forçada para promover a eliminação da água existente de forma mais rápida;
- II. Corrigir eventuais entradas de água por coberturas, caixilharias, portas e zonas de transição entre elementos (por exemplo, caixilharia/alvenaria);
  - III. Sabendo que ao sistema de aquecimento mais utilizado é a lareira, este não é o mais apropriado sabendo que se tratam de habitações com área útil reduzida, o que propicia uma situação perigosa associada a uma insuficiente ventilação. Optar pelo uso de salamandra por exemplo;
  - IV. Limpar as zonas degradadas esteticamente com fungos por lavagem com biocida (alternativamente, lavar com solução de hipoclorito de sódio, embora esta solução contribua para deposição de sais). Se necessário, picar a zona afetada e substituir por nova argamassa com características similares às originais;
  - V. Aplicar novo revestimento de acabamento, com tratamento antifúngicos e de maior resistência á humidade, por exemplo pintura.
  - VI. Remoção dos sais existentes na superfície dos revestimentos, por recurso a uma escova;
  - VII. No entanto é necessário ter em conta que com temperaturas exteriores muito baixas muitas vezes abaixo do zero), valores de humidade relativa do ar elevados e temperaturas interiores igualmente baixos, é extremamente difícil, apenas com a ventilação solucionar o problema no aparecimento da condensação. Desta forma releva-se fundamental a necessidade de reforço do isolamento térmico, para que aumente a temperatura interior por sua vez diminui a humidade relativa do ar.

### **5.7.2 Anomalias em pavimentos**

Normalmente manifesta-se por humidade ascensional por capilaridade. Causas comuns:

- Ausência de corte capilar;
- Pouca capacidade de eliminação de água em forma de vapor: argamassas inadequadas ou revestidas por produtos que impedem esta capacidade;
- Pouca capacidade de acumulação de sais pelos revestimentos de paredes;
- Introdução de sais pelos próprios componentes de argamassas usadas nos revestimentos;

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

- Zonas de fissuração (estrutural, juntas entre ladrilhos, dos próprios ladrilhos ou estanqueidade insuficiente dos materiais...);
- Empolamento de materiais de revestimento, no caso de ladrilhos com exposição a fenómenos Termo higrométricos (como aplicações em terraços e varandas exteriores).

**Soluções de reabilitação:**

- I. Remoção das camadas anteriores à humidade;
- II. Execução de corte capilar em que se faz a remoção do pavimento existente, seguindo-se a execução de corte capilar por aplicação de barreira de capilaridade antes da execução do revestimento e por fim faz-se a aplicação de novo pavimento e revestimento.
- III. Aplicação de materiais estanque, impermeáveis que impeçam a absorção de água.

## 6. Avaliação energética dos edifícios na cidadela

### 6.1 Introdução

Hoje em dia passamos grande parte do tempo no interior de edifícios e não é de estranhar que nas últimas décadas os seus consumos energéticos tenham aumentado significativamente. Existem diversos fatores que influenciam esse aumento de consumo, além do excessivo uso de pequenos equipamentos elétricos e eletrodomésticos, a utilização de sistema de climatização para aquecimento, arrefecimento e produção de águas quentes sanitárias.

“Em Portugal, o setor dos edifícios apresenta uma taxa de crescimento bastante significativa, representando cerca de 20% (fatias de Serviços e Doméstico) da energia total consumida no país, como se pode verificar no gráfico que contém dados do Balanço Energético Nacional de 2000”[40].

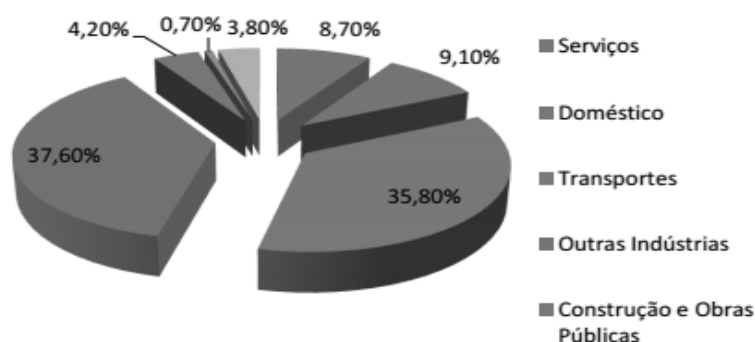


Figura 36 Consumos energéticos por atividade.

Apesar de Portugal se encontrar abaixo da média Europeia no que respeita ao consumo de energia no setor dos edifícios, o nível de qualidade e de conforto dos edifícios tem aumentado, exponencialmente, na última década. O consumo energético nos edifícios tem subido bastante devido ao crescimento do padrão de vida dos portugueses e consequente aumento das exigências de conforto individual e das famílias. Têm surgido novos equipamentos em resultado do forte desenvolvimento tecnológico, o que, conjuntamente com as maiores exigências ao nível do condicionamento térmico interior, tem levado ao crescimento do consumo energético. Em consequência, as exigências a nível do projeto térmico em edifícios novos têm sido cada vez rigorosas, de modo a

## LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

diminuir o consumo energético e aproximar o mais possível os edifícios da autossuficiência. A reabilitação térmica e energética de edifícios constitui uma importante via para a correção de situações de inadequação funcional, proporcionando uma melhoria na qualidade térmica e nas condições de conforto dos ocupantes, permitindo reduzir o consumo de energia para aquecimento, arrefecimento e ventilação, possibilitando ainda em muitos casos, a correção de patologias ligadas à presença de humidade e à degradação do aspeto nos edifícios.

A aplicação rigorosa do regulamento térmico português, em casos de trabalhos de reabilitação em edifícios antigos, torna-se um processo muito difícil de concretizar. No entanto, a necessidade de melhorar a qualidade dos edifícios mais antigos, nomeadamente o seu comportamento térmico, faz com que a reabilitação térmica da envolvente se assuma como uma das principais e quase imprescindível medida a ter em conta. Dependendo da performance da envolvente, podem ser obtidas significativas economias de energia, ao mesmo tempo que são melhoradas as condições de conforto térmico.

No caso dos edifícios objeto de estudo neste trabalho, a Cidadela, a maioria dos edifícios de habitação continuam a apresentar muitos problemas em termos desconforto térmico e qualidade do ar interior, motivando o aumento significativo dos consumos energéticos. As principais características responsáveis pelo baixo desempenho energético das habitações em questão são [40]:

- Isolamento térmico insuficiente ou inexistente nos elementos opacos da envolvente;
- O fato de existirem paredes com elevada inércia térmica, permite que as habitações sejam frescas no verão, mas muito frias no inverno;
- Presença de humidade, afetando o desempenho energético e a durabilidade;
- Baixo desempenho térmico de vãos envidraçados e portas (perdas de calor desproporcionadas por transmissão térmica e por infiltrações excessivas de ar);
- Existência de pontes térmicas na envolvente do edifício e insuficiente isolamento das mesmas;
- Ventilação não-controlada, criando maiores necessidades energéticas em aquecimento no inverno;
- Ventilação insuficiente, conduzindo a maiores níveis de humidade relativa no inverno e sobreaquecimento no verão. Provocando o desconforto dos ocupantes, fenómenos de condensação e baixo nível de qualidade do ar interior;

- Os vãos por vezes encontram-se degradados ou com remates mal efetuados, o que permite a entrada e saída de ar;

O fato de as reparações de que alguns dos edifícios foi alvo, não ter sido executada por técnicos especializados o que origina uma fraca confeção dos trabalhos.

Constata-se que com a entrada em vigor do Regulamento de desempenho energético para edifícios de habitação, tratando-se de edifícios antigos, além de ser difícil de aplica-lo nestas condições as exigências ao nível térmico são mínimas, como resultado não existe garantia de conforto para os habitantes [41].

O fato de não ser possível a implementação de algumas soluções de melhoria, como a colocação de isolamento térmico na envolvente exterior, algo comum e edifícios mais recentes, são motivos em demasia para reabilitações incompletas e deficientes.

## **6.2 Análise do desempenho térmico de dois casos práticos**

Na impossibilidade de fazer para todos os casos de estudo dos capítulos anteriores, foram escolhidos dois edifícios aleatoriamente para serem avaliados a nível do desempenho térmico, um sem ter sofrido ainda grandes trabalhos de reparação/reabilitação (Caso de estudo nº14), somente reparações executadas pelos moradores ao longo dos anos, também por ter sido o edifício que apontou piores níveis de humidade, atingindo os 99%. O outro edifício pelo fato de ter sido reabilitado recentemente (Caso de estudo nº11), por técnicos especializados. Para tal foram utilizadas as tabelas de cálculo disponibilizadas pelo ITecons, que tem como base a metodologia preconizada no REH [41].

Na análise do REH, a caracterização do comportamento térmico dos edifícios faz-se através da quantificação dos seguintes índices:

- Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento,  $N_{ic}$ ;
- Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento,  $N_{vc}$ ;
- Necessidades nominais anuais de energia para produção de águas quentes sanitárias,  $N_{ac}$ ;
- Necessidades globais de energia primária,  $N_{tc}$ .

A metodologia de cálculo para os diferentes índices referidos anteriormente é feita, genericamente, com base em [41]:

## LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

- Coeficientes de transmissão térmica, superficiais e lineares dos elementos da envolvente – contabilização das transmissões de calor pelas paredes e também pelas pontes térmicas, quer para o exterior, quer para locais não aquecidos;
- Classe de inércia térmica do edifício ou da fração autónoma – capacidade de contrariar as variações de temperatura no seu interior, o que acontece devido à capacidade dos elementos construtivos acumularem calor;
- Fator solar dos envidraçados – contabilização dos ganhos solares dos vãos envidraçados, que variam de acordo com o tipo de vidro, de caixilharia, de sombreamento e com a orientação solar.
- A taxa de renovação do ar – possibilidade de aumentar a qualidade do ar interior, tendo também a capacidade de transferir energia entre o interior do edifício e a sua envolvente.

### 6.2.1 Desempenho térmico do Caso de estudo nº 14

O edifício situa-se na Rua Rainha D.Maria II, Cidadela, Bragança. Encontra-se inserido na zona Histórica da cidade de Bragança. O edifício possui uma fachada orientada a Oeste, trata-se de uma habitação unifamiliar é constituída por três pisos, R/chão e 1º andar e sótão. No R/Chão existe somente uma cozinha e uma sala comum, no 1º andar três quartos e uma casa de banho. No sótão existe uma sala comum e cozinha (não utilizada).

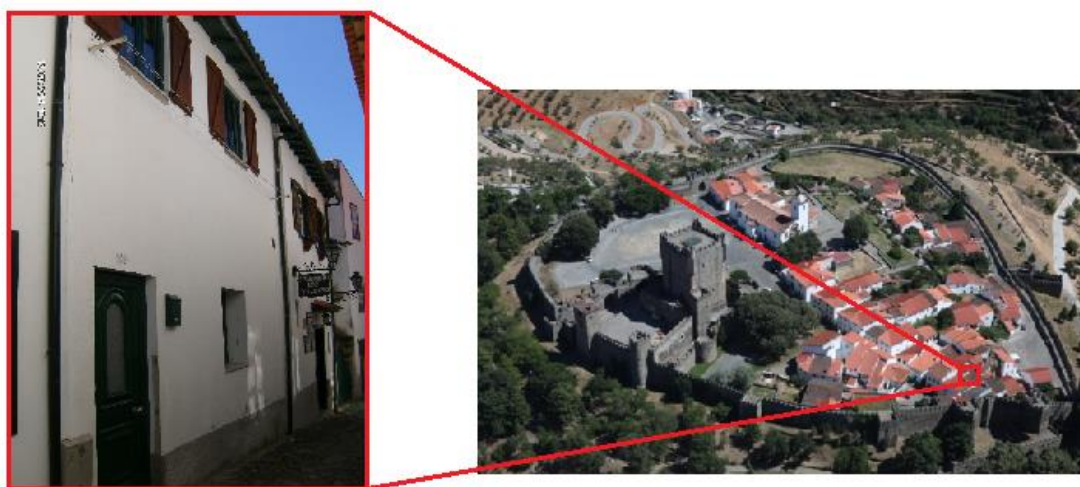






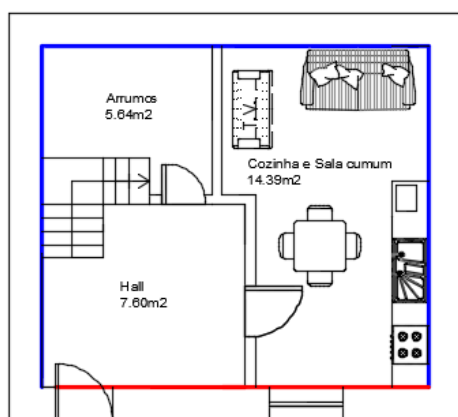
Figura 37 Fotografia aérea do edifício em estudo e fachada.

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

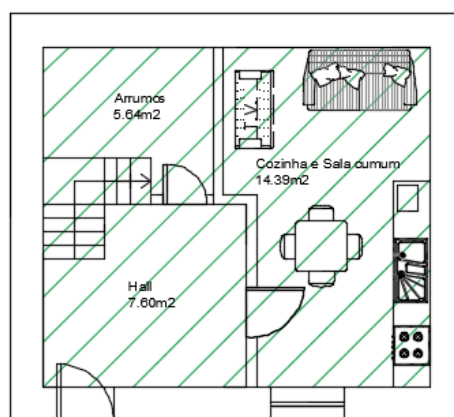
Foi efetuada a planta ilustrativa do levantamento dimensional realizado durante a visita ao local. Estes elementos incluem a indicação dos diferentes tipos de envoltivo usando o esquema de cores a seguir indicado:

**Tabela 9 Legenda da planta ilustrativa.**

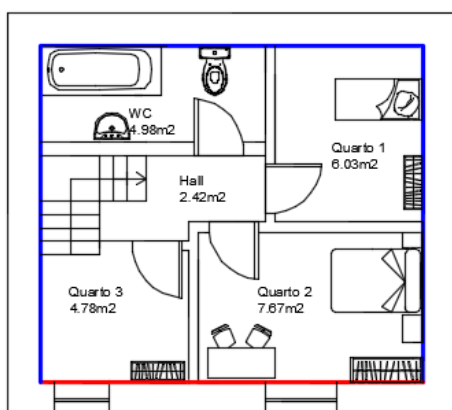
Envoltivo Exterior	
Envoltivo Interior com Requisitos de Exterior	
Envoltivo Interior com Requisitos de Interior	
Envoltivo Sem Requisitos	
Envoltivo em Contato com o Solo	



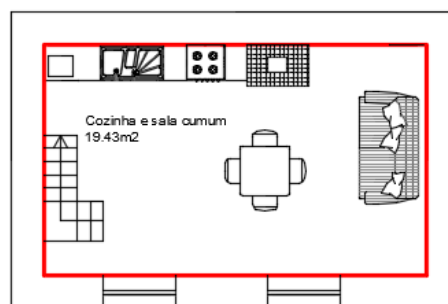
**R/CHÃO (Paredes)**



**R/CHÃO (Pavimento)**



**1º Andar (Paredes)**



**Sotão (Paredes)**

**Figura 38 Planta ilustrativa e definição das envoltivas.**

### 6.2.1.1 Coeficientes de Transmissão Térmica (U)

O coeficiente de transmissão térmica superficial em zona corrente, U, de um elemento homogéneo ou heterogéneo traduz o comportamento do elemento quanto a facilidade de travessia do fluxo de calor tendo em conta os três fenómenos conjuntos de condução, convecção e radiação, e o seu valor é dado por [41]:

$$U = \frac{1}{(R_{SI} + \sum R_j + R_{SE})} \quad (8)$$

Em que:

R<sub>j</sub> – resistência térmica da camada j (m<sup>2</sup>.°C/W);

R<sub>si</sub>, R<sub>se</sub> – resistências térmicas superficiais interior e exterior respetivamente (m<sup>2</sup>.°C/W);

R- Resistência térmica do elemento construtivo (m<sup>2</sup>. °C/W)

- R<sub>si</sub> – 0. 13 (m<sup>2</sup>. °C/W)
- R<sub>se</sub> – 0. 04 (m<sup>2</sup>. °C/W)

O cálculo do valor de U de um elemento da envolvente depende de vários fatores, nomeadamente se trata de um elemento construído por camadas homogéneas ou heterogéneas, se inclui ou não a presença de espaços de ar e do grau de ventilação desses espaços de ar.

Os valores referentes à resistência térmica e da condutibilidade térmica dos materiais, para o cálculo do U, foram retirados da publicação do LNEC “Coeficientes de transmissão térmica dos elementos da envolvente dos edifícios”.

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

**Tabela 10 Tabela resumo dos coeficientes de transmissão térmica dos elementos construtivos.**

<b>Designação do tipo de Solução</b>	<b>Elemento</b>	<b>Tipo de solução</b>	<b>U[W/m<sup>2</sup>.°C]</b>
<b>PDE</b>	Parede exterior	As paredes exteriores são constituídas por alvenarias de pedra (xisto/granito) e argamassa de cal hidráulica ao traço 1/3	2.33
<b>PDI1</b>	Parede interior tipo 1	Paredes simples de alvenaria composta de maciço ou perfurado e argamassa de cal aérea	1.96
<b>PDI2</b>	Parede interior tipo 2	Parede de tabique que resulta da pregagem de um fasquiado sobre tábuas colocadas em alto, sendo revestido em ambas as faces com reboco de argamassa de cal, espessura de 0,10m	2
<b>PV1</b>	Pavimento Têrreo (R/C)	Pavimento têrreo constituído por pedra (xisto/granito), argamassa de cal e azulejos	2.78
<b>PV2</b>	Pavimento (1º andar)	Pavimentos constituídos por vigas únicas apoiadas diretamente sobre as paredes resistentes perpendiculares à fachada	2.8
<b>PV3</b>	Pavimento (Sotão)	Pavimentos constituídos por vigas únicas apoiadas diretamente sobre as paredes resistentes perpendiculares à fachada	2.71
<b>CB</b>	Cobertura	Estrutura de madeira por um conjunto de asnas de madeira, horizontais e inclinadas, travadas por pendurais e escoras, as quais suportavam as madres onde era aplicado o ripado	2.16
<b>V1</b>	Envidraçado (1º andar)	Caixilharia em PVC com vidro Simples, com proteção de portadas de madeira	2
<b>V2</b>	Envidraçado (R/C e Sótão)	Caixilharia em PVC com vidro Simples sem proteção	3
<b>P</b>	Porta exterior	Porta de PVC	1.3

### **6.2.1.2 Inércia térmica**

A inércia térmica interior de uma fração autónoma é a função da capacidade térmica (ou capacidade de armazenar e de restituição de calor) que os locais apresentam e depende da massa superficial útil por unidade de área útil de pavimento,  $I_t$ , de cada um dos elementos de construção (paredes pavimentos, coberturas) envolventes ou interiores dessa fração.

Em função do valor de  $I_t$ , o despacho 15793K/2013, tabela 11 do REH, define as três classes de inércia térmica, onde:

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

**Tabela 11 Classes de inércia,  $I_t$**

Classe de inércia térmica	$I_t [Kg/m^2]$
Fraca	$I_t < 150$
Média	$150 \leq I_t \leq 400$
Forte	$I_t > 400$

A massa superficial útil por unidade de área útil de pavimento,  $I_t$ , é calculada a partir da expressão:

$$I_t = \frac{\sum M_{si} \cdot r \cdot S_i}{A_p} \quad (9)$$

Em que:

- $M_{si}$ - Massa superficial útil do elemento  $i$
- $S_i$ - Área da superfície interior do elemento  $i$  ( $m^2$ );
- $A_p$ - Área útil de pavimento ( $m^2$ )
- $r$ - Fator de redução da massa superficial útil

No anexo II, apresenta-se os valores de inércia calculados a cada um dos elementos.

### **6.2.1.3 Renovação do ar interior**

Para determinar a renovação do ar interior, utilizou-se a ferramenta de cálculo desenvolvida pelo LNEC para ventilação no âmbito do REH, citada no n.º3, do ponto 12.1, do despacho n.º.15796- K/2013. A renovação do ar interior no imóvel processa-se com base em ventilação natural. Para efeitos de determinação da respetiva taxa de ventilação, foi considerado que o imóvel se encontra a uma distância de mais de 5km da costa, à altitude de 700m e que a respetiva zona de implantação é urbana. Foi determinado o valor de 0,40 renovações de ar por hora ( $r_{ph,i}$ ) na estação de aquecimento e 0,60 na estação de arrefecimento ( $r_{ph,v}$ ) com base apenas na ventilação natural e considerando aspetos tais como os seguintes:

- Caixilharia sem classificação
- Não existem aberturas na envolvente;
- Edifício com altura ( $H_{edif}$ ) de 6.9m, sendo que a altura da fração ( $H_{fa}$ ) é de 2.3m e o número fachadas exposta ao exterior ( $N_{fach}$ ) é de 1;
- Protegido.

O número de renovações de ar estimada em condições nominais,  $r_{ph,(h-1)}$  é de 0.24. Sendo inferior ao valor regulamentar, de 0,40.

#### 6.2.1.4 Determinação da classe Energética

No caso de pré-certificados e certificados SCE de edifícios de habitação, a classe energética é determinada através do rácio de classe energética ( $R_{Nt}$ ):

$$R_{Nt} = \frac{N_{tc}}{N_t} \quad (10)$$

Em que:

$N_{tc}$  - Corresponde ao valor das necessidades nominais anuais de energia primária

$N_t$  - Corresponde ao valor limite regulamentar para as necessidades nominais anuais de energia primária, ambos calculados de acordo com o disposto no REH.

A escala de classificação energética dos edifícios ou frações autónomas de edifícios referidos no ponto anterior será composta por oito classes, correspondendo a cada classe um intervalo de valores de  $R_{Nt}$ , de acordo com o apresentado na seguinte tabela do despacho 15793J/2013.

Embora o número de classes na escala seja o mesmo, os edifícios de habitação e de serviços têm indicadores e formas de classificação diferente. A classificação para os edifícios existentes segue uma escala pré-definida de 6+2 classes (A+, A, B, B-, C, D, E, F), em que a classe A+ corresponde a um edifício com melhor desempenho energético, e a classe G corresponde a um edifício com o pior desempenho energético [41].

**Tabela 12 Indicadores energéticos para determinação da classe energética da Habitação.**

Classe Energética	Valor de $R_{Nt}$
A+	$R_{Nt} \leq 0.25$
A	$0.26 \leq R_{Nt} \leq 0.5$
B	$0.51 \leq R_{Nt} \leq 0.75$
B-	$0.76 \leq R_{Nt} \leq 1.00$
C	$1.01 \leq R_{Nt} \leq 1.50$
D	$1.51 \leq R_{Nt} \leq 2.00$
E	$2.01 \leq R_{Nt} \leq 2.50$
F	$R_{Nt} \geq 2.51$

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

Obteve-se uma classe energética F, para o caso de estudo nº14 (cálculos das tabelas em anexoII)

### **6.2.2 Caso de estudo nº 11**

O edifício 2 situa-se na Rua Rainha D. Amélia, também na Cidadela, constituído por dois pisos, onde no r/chão existe uma cozinha, um quarto e uma casa de banho e no 1º andar dois quartos, duas casas de banho e uma cozinha.

Trata-se de um edifício unifamiliar com uma fachada orientada a Sudeste.



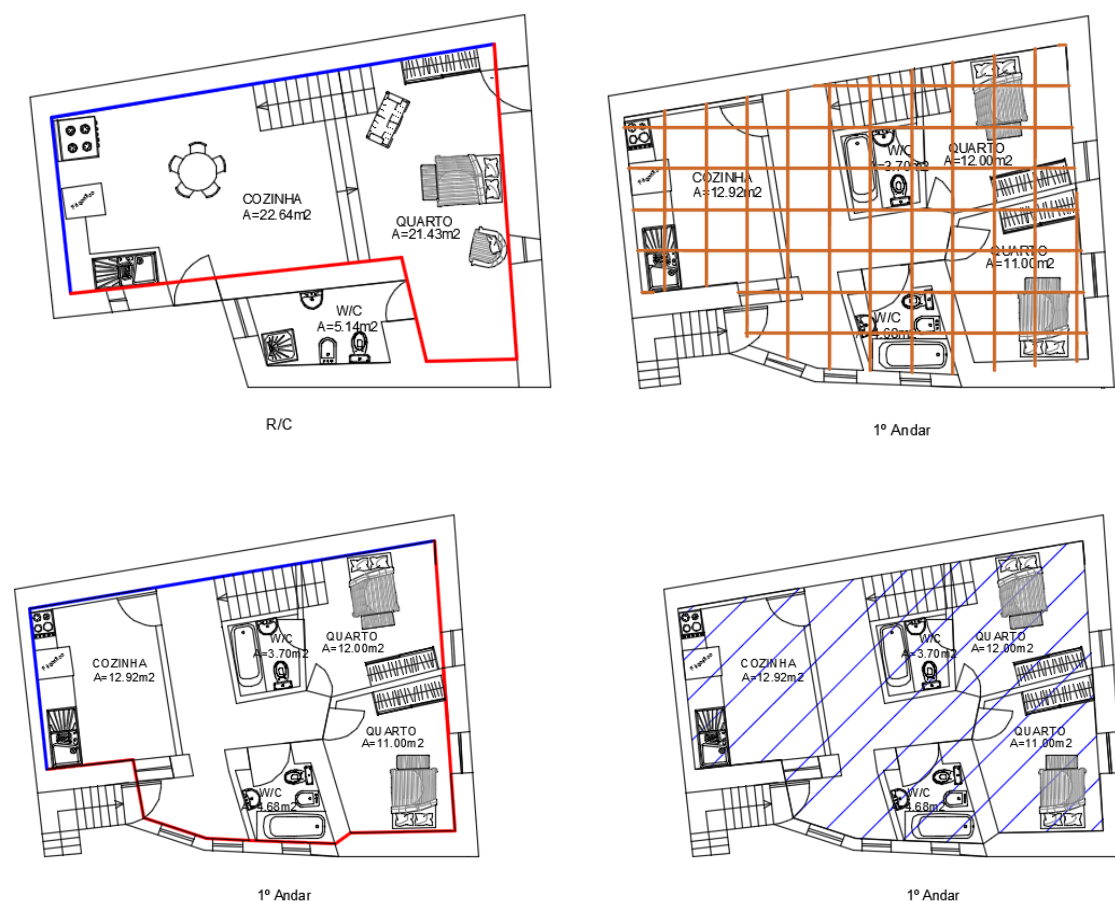
**Figura 38 Fotografia aérea do edifício em estudo e fachada.**

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

Durante uma visita ao local o atual morador facultou a planta da habitação, onde foram desenhadas os tipos de envoltentes existentes, usando o esquema de cores a seguir indicado:

**Tabela 13 Legenda da planta ilustrativa.**

Envoltente Exterior	—
Envoltente Interior com Requisitos de Exterior	—
Envoltente Interior com Requisitos de Interior	—
Envoltente Sem Requisitos	—
Envoltente em Contato com o Solo	—



**Figura 39 Planta ilustrativa do levantamento dimensional da habitação (R/c e 1ºAndar) e identificação das envoltentes.**

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

**Tabela 14 Tabela resumo da constituição e coeficientes de transmissão térmica dos elementos  
construtivos.**

Designação do tipo de Solução	Elemento	Tipo de solução	U[W/m <sup>2</sup> .°C]
PDE	Parede exterior	As paredes exteriores são constituídas por alvenarias de pedra (xisto/granito) e isolamento térmico e argamassa de cal hidráulica ao traço 1/3	0.45
PDI	Parede interior tipo 1	Paredes simples de alvenaria composta de maciço ou perfurado e argamassa de cal aérea	1.96
PV1	Pavimento (R/C)	Pavimento térreo constituído por pedra (xisto/granito), argamassa de cal e azulejos	-
PV2	Pavimento (1º andar)	Pavimentos constituídos por vigas únicas apoiadas diretamente sobre as paredes resistentes perpendiculares á fachada	-
CB	Cobertura	Laje aligeirada	0.33
V	Envidraçados	Caixilharia em madeira com vidro Duplo 6mm+12mm+6mm, sem proteção	1.2
P	Porta exterior	Porta de Madeira	2.23

Sabe-se que o sistema de aquecimento é feito através de uma salamandra e o aquecimento da água é através de esquentador por botijas de gás. Não existem dispositivos mecânicos para ventilação.

### **6.2.2.1 Classificação energética**

Depois de efetuados os cálculos na folha de ITecons (anexo II) obteve-se classe energética do edifício é A.

Como se pode observar a habitação obteve uma classe energética positiva. Podendo assim concluir que não é necessária a implementação de medidas de melhoria.

### **6.2.3 Medidas de melhoria- Metodologia para a reabilitação energéticas dos edifícios de habitação**

Para que seja possível reduzir significativamente os consumos de energia, é importante adotar medidas de melhoria de eficiência energética dos edifícios quer através de intervenções realizadas aos mesmos quer pelo papel que o cidadão desempenha. Algumas intervenções eficazes em edifícios podem conduzir a poupanças de 30-35% no consumo de energia, mantendo ou até mesmo melhorando as condições de conforto. Os cidadãos devem adotar comportamentos inteligentes e devem selecionar equipamentos mais eficientes [40].

O estudo e otimização da eficiência energética é, no quadro da construção sustentável, um dos seus principais pilares, pela importância dos seus princípios no contributo para uma eficiente e progressiva poupança de energia nas edificações.

As estratégias construtivas para melhoramento da eficiência energética de um edifício, podem ser passivas ou ativas. As soluções passivas referem-se ao uso e controlo dos fluxos naturais de energia que envolvem o edifício, tais como a radiação solar e o vento, com o objetivo de fornecer luz, aquecimento, arrefecimento e ventilação. As soluções ativas consistem em equipamentos que promovem o conforto e/ou a eficiência energética, podendo funcionar em paralelo com as soluções passivas. Do ponto de vista da construção sustentável, os sistemas ativos devem conduzir a uma utilização racional da energia [40].

Neste subcapítulo serão avaliadas diferentes soluções que se considera poderem contribuir para o aumento da eficiência energética.

#### **6.2.3.1 Paredes Exteriores**

##### **Isolamento pelo interior**

O isolamento térmico pelo interior é normalmente efetuado através de painéis isolantes pré-fabricados ou, da aplicação de uma contra fachada (pano de alvenaria ou forro contínuo) no lado interior da parede a reabilitar, ver Figura 40. Esta última hipótese não é válida para o caso de estudo, uma vez que apenas será tido em conta soluções leves.

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

De acordo com estudo higrométrico já efetuado, os níveis de humidade relativa são extremamente elevados, chegando a atingir os 99%, verificando-se zonas humedecidas no teto e nas partes inferiores das paredes.

Tendo em conta a localização geográfica e a parede existente com  $U=2.33$  ( $W/m^2.C$ ), considerando, por exemplo no dia 27 de janeiro uma temperatura exterior de  $0^\circ$  e interior de  $7^\circ$ , admitindo uma humidade relativa no interior de 90% .

De acordo com a equação 11 a temperatura superficial interior da parede é de  $5.04^\circ C$ , a que comparado com a temperatura de orvalho, verifica-se a possibilidade de ocorrência de condensações superficiais [41].

$$\theta_i = t_i - 0.12U \times (t_i - t_e) \quad (11)$$

Em que:

$\theta_i$  - Temperatura superficial interior;

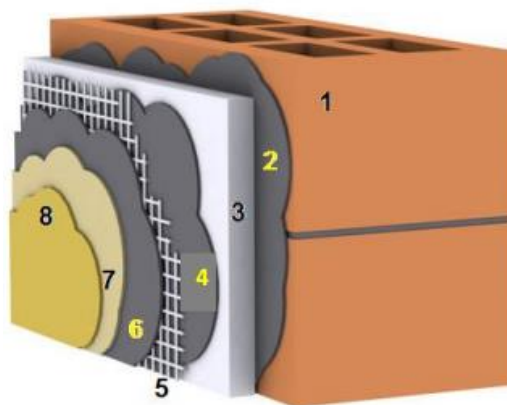
$t_i$  - Temperatura interior;

$t_e$  - Temperatura exterior;

$U$  - Coeficiente de transmissão térmica.

Legenda:

1. Suporte
2. Produto de colagem
3. Isolante Térmico –EPS
4. Camada de Base
5. Armadura – rede de fibra de vidro ani-alkalina
6. Camada de acabamento
7. Primário
8. Revestimento final



**Figura 40 Representação da solução de isolamento pelo interior.**

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

Na Tabela 16 encontram-se resumidas as vantagens da aplicação das soluções de isolamento térmico pelo interior.

**Tabela 15 Principais vantagens dos sistemas de isolamento térmico pelo interior.**

<b>Fator</b>	<b>Desempenho</b>
Aplicabilidade e Durabilidade	Aplicação e desempenho futuro não são afetados pelas condições climáticas exteriores.
Isolamento térmico	Reduz de forma significativa o coeficiente de transmissão térmica da parede, garantindo um isolamento eficiente.
Isolamento acústico	Esta solução oferece um incremento do isolamento a ruídos aéreos provenientes do exterior garantido pela fachada.
Compatibilidade	Os materiais utilizados são compatíveis com a parede existente
Reversibilidade	Caso se pretenda substituir, reparar ou retirar é possível, sem comprometer a parede existente.
Autenticidade	Sendo o isolamento aplicado pelo interior não compromete as características arquitetónicas da fachada.

Na tabela 17 encontram-se resumidas as desvantagens da aplicação das soluções de isolamento térmico pelo interior.

**Tabela 16 Principais desvantagens dos sistemas de isolamento térmico pelo interior.**

<b>Fator</b>	<b>Desempenho</b>
Área útil	Implica uma redução da área útil interior e conseqüente diminuição do valor do imóvel.
Autenticidade	Não permite a manutenção dos ornamentos que se encontram no paramento interior das paredes de fachada.
Inércia Térmica	A inércia térmica (interior) é reduzida em conseqüência da inutilização da parede exterior como massa de armazenamento térmico.

Esta solução não parece ser viável para a maioria das situações da Cidadela, por se tratar de casas de pequeno porte, com poucos compartimentos e área útil baixa. No entanto,

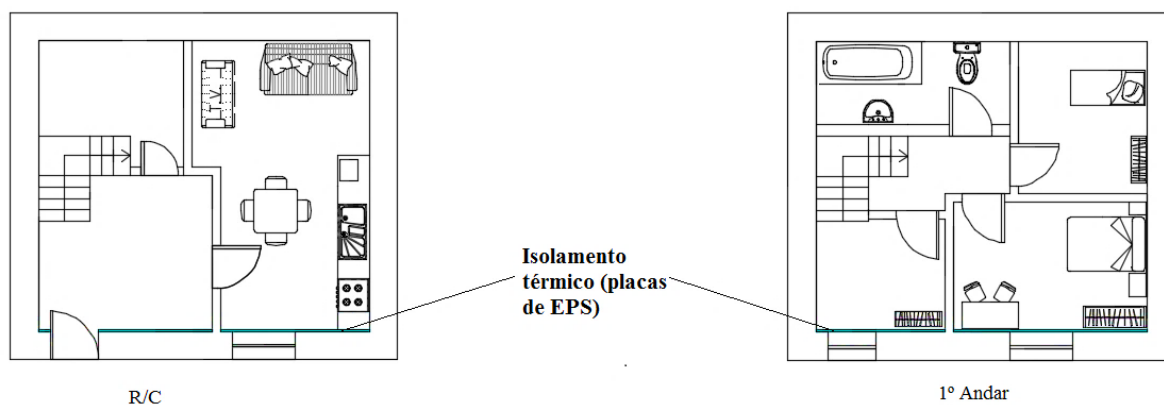
**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

neste exemplo prático a aplicação de isolamento pelo interior somente na fachada em contato com o exterior parece ser uma solução interessante pois aparentemente não irá afetar muito o espaço útil da habitação. Depois de inserida a solução obteve-se um coeficiente térmico muito menor que a inicial, como mostra a Tabela 18.

**Tabela 17 Constituição da parede da fachada exterior após intervenção.**

Designação	Tipo	d (m)	$\lambda$ (W/m.°C)	R(m2.°C/W/)	Ref.
<b>Constituição do elemento</b>	<b>Parede exterior</b>				
Rse				0,04	DI80/06
Revestimento Exterior	Tinta				
Regularização Exterior	Argamassa de cal hidráulica	0,02	1,3	0,015	ITE50
Pedra	Pedra (Xisto/Granito)	0,46	2,2	0,209	ITE50
Regularização interior	Estuque	0,02	0,57	0,035	ITE50
Camada de regularização	Argamassa	0,003	0,45	0,007	ITE50
Isolamento térmico	Placa de EPS	0,03	0,036	0,833	ITE50
Regularização interior	Argamassa	0,003	0,45	0,007	ITE50
Rsi				0,13	DI80/06
	Espessura	0,54	<b>R.total</b> (W/m.°C)	<b>1,28</b>	
			<b>U</b> (W/m2.°C)	<b>0,78</b>	

Após implementação da medida de melhoria o valor do coeficiente de transmissão térmica diminui de  $U=2.33$  (W/m<sup>2</sup>.°C) para  $U=0.78$  (W/m<sup>2</sup>.°C), o que protege térmica e acusticamente o edifício. A inércia do elemento também aumenta (cálculos em anexoII).



**Figura 41 Local onde foram inseridas as placas de EPS.**

Depois de implementada a solução obteve-se classe energética do edifício E.

### 6.2.3.2 Cobertura

Em relação à cobertura neste caso de estudo é uma cobertura inclinada e habitável.

A solução passa por implementar isolamento nas vertentes. Este tipo de solução deve ser considerado apenas quando o desvão seja habitável, onde o isolamento térmico é aplicado segundo as vertentes da cobertura. O reforço da proteção superior do isolante pode ser feito através de uma camada que impeça a passagem da água e que, simultaneamente, não origine condensações internas. Aplica-se o isolante nas vertentes da cobertura.

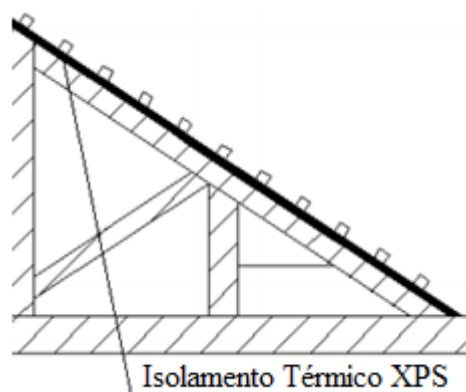


Figura 42 Exemplo de aplicação de isolamento na cobertura (Vertentes).

Tabela 18 Principais desvantagens da aplicação de isolamento térmico nas vertentes.

Fator	Desempenho
Área de aplicação	Implica uma maior área de aplicação e, conseqüentemente a um custo maior
Consumo energético	Define um volume não-habitado desnecessariamente climatizado, independentemente se é aquecido ou arrefecido, logo um maior consumo energético.

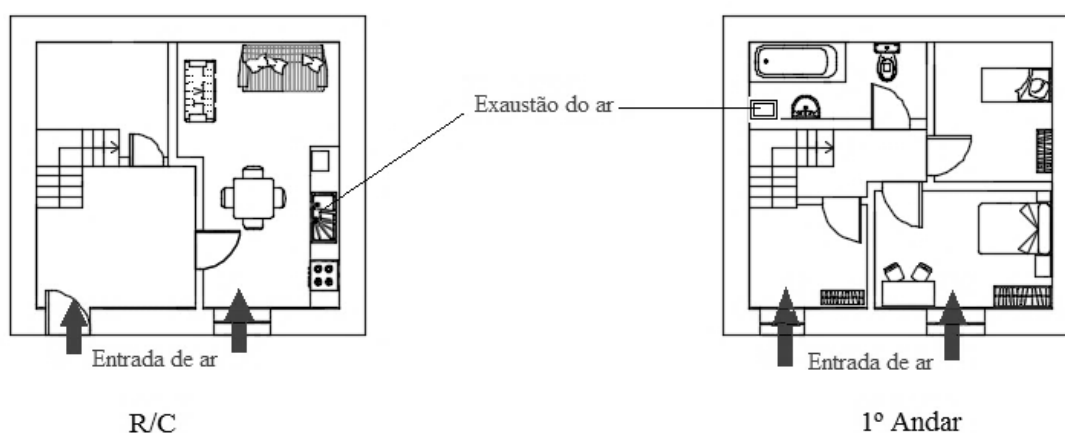
### 6.2.3.3 Renovação do ar interior

De forma a aumentar o número de ciclo de renovação de ar por hora em condições nominais, rph, (h-1), propõe-se introduzir um dispositivo de extração mecânica na casa

## LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

de banho interior na cozinha. Esta solução tem a vantagem de garantir os caudais pretendidos em regime contínuo, permitindo assim taxas de renovação permanentes, além de poder realizar o pré-aquecimento e a filtragem do ar insuflado. Em contrapartida impede a circulação do ar quando de encontra desligado, reduzindo a ventilação a caudais quase nulos, assim como o ruído provocado pelo funcionamento do mesmo [33]. O número de renovações de ar estimado em condições nominais é de 0.42, valor este que foi calculado através de uma folha de ITecons, destinada ao cálculo da Ventilação. Sendo superior ao valor mínimo regulamentar, de 0.40 [41].

Na Figura 43 representa-se uma das formas que pode ser efetuada a ventilação do edifício, sabendo que se trata de um edifício pequeno de fachada única o que reduz o número de exemplos possíveis.



**Figura 43 Exemplo esquemático de solução para a ventilação do edifício.**

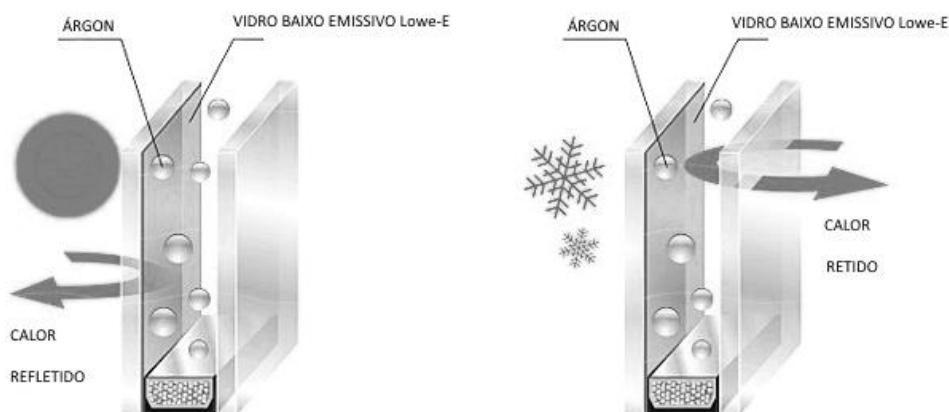
### 6.2.3.4 Alteração dos vãos envidraçados

Os vãos envidraçados constituem grande parte da envolvente dos edifícios de habitação e, como estão em contacto direto com o ambiente exterior, são propícios à ocorrência de grandes trocas de calor. Podem, por isso, representar uma parcela significativa na energia consumida pelos edifícios para aquecimento e arrefecimento. Quando aplicados eficientemente, contribuem para otimizar o desempenho energético e ambiental dos edifícios, ao ponto de existirem sistemas envidraçados que atingem um grau de desempenho energético semelhante ao de uma parede maciça vulgar.

## LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

O vidro é um material que confere um fraco isolamento térmico às edificações. No inverno, o seu elevado coeficiente de transmissão térmica leva a que as perdas de calor, derivadas do diferencial de temperatura entre o exterior e o interior, sejam muitas vezes elevadas. Por outro lado, no verão, esses ganhos de calor podem ser excessivos, levando a situações de desconforto.

Com o objetivo de reduzir as perdas de calor ocorridas através dos envidraçados, é possível preencher o espaço de ar entre panos de vidro com gases menos condutores, ver Figura 44. Os gases mais utilizados para esse efeito são o argon e o cripton (gases inertes, não tóxicos, não reativos, incolores e sem cheiro). Também podem ser aplicadas películas de baixa emissividade, o que contribui para um aumento da reflexão do calor, aumentando a capacidade de isolamento térmico da janela. Com esta solução é possível reduzir ainda mais o U sem incrementar excessivamente a espessura da janela.



**Figura 44** Efeito do argon na caixa-de-ar.

Neste caso, propõe-se a colocação de envidraçados (4mm+12+4mm) com as duas características, película de baixa emissividade e argon no interior da caixa-de-ar, mantendo-se a caixilharia em PVC.

$$U = 1.20W/m^2\text{°C}$$

O sistema de caixilharia original foi substituído há sensivelmente sete anos atrás, não sendo necessário implementar nenhuma medida de melhoria.

### 6.2.3.5 Sistema de aquecimento

O sistema de aquecimento utilizado pelos moradores atualmente é através de aquecedores elétricos. Propõe-se a sua substituição por um recuperador de calor, a pellets, situado na sala de estar no R/C. De seguida apresentam-se algumas vantagens deste tipo de aquecimento:

- Sem fumos nem cheiros
- Sem Chaminé Tradicional
- Económica e rendimento
- Aquecimento Ecológico
- Funcionamento fácil
- Temperatura regulável

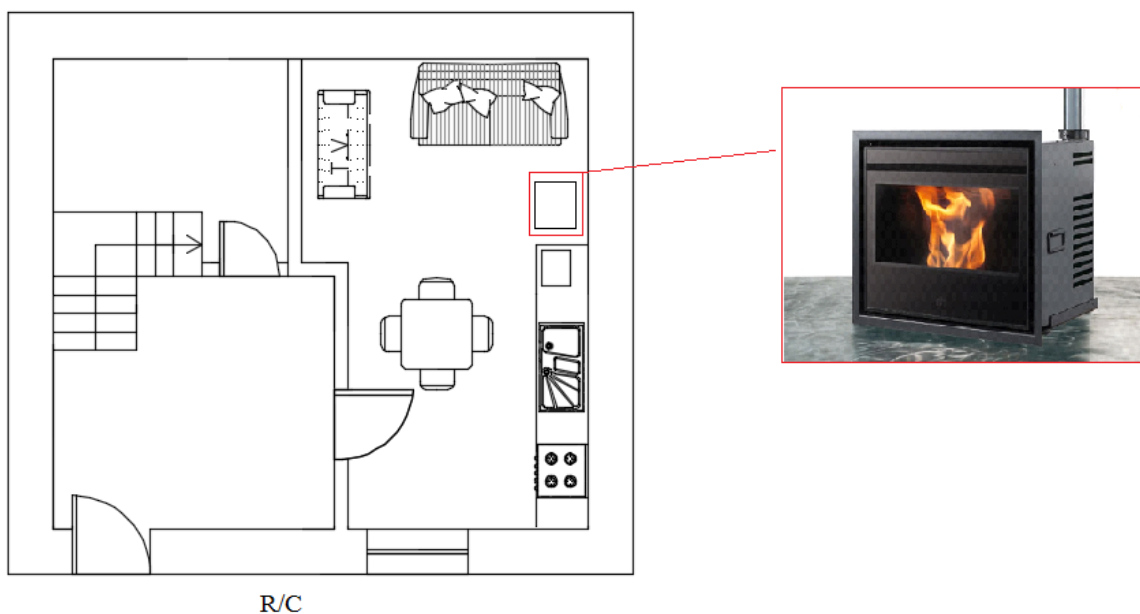


Figura 45 Localização do recuperador a pellets.

### 6.3 Análise de resultados

Atualmente existem várias estratégias para a melhoria da classificação energética de um edifício.

Na Cidadela existe um conjunto de problemas que afeta o desempenho energético dos edifícios, para além do envelhecimento natural dos materiais e da falta de manutenção, como por exemplo as características do edifício, os sistemas energéticos e o comportamento dos utilizadores.

No presente capítulo procedeu-se ao estudo de uma possível solução de reabilitação para cada uma das habitações analisadas, caso de estudo nº 14 e 11.

No edifício 1 o objetivo era adotar algumas medidas de reabilitação visando a melhoria do seu desempenho energético. Estas medidas foram essencialmente centradas no reforço térmico da envolvente exterior do edifício. Na Tabela 20 apresenta-se o resumo de cálculos efetuados para determinação da classe energética. Os cálculos específicos para cada caso são apresentados no Anexo II.

**Tabela 19 Classe energética obtida em cada medida de melhoria.**

		$R_{Nt} = \frac{N_{tc}}{N_t}$ Classe Energética	
<b>Solução inicial</b>		2.61	F
<b>Medida de melhoria 1</b>	Sistema de isolamento térmico pelo interior	2.11	E
<b>Medida de melhoria 2</b>	Introdução de um dispositivo de extração mecânica na casa de banho	2.51	F
<b>Medida de melhoria 3</b>	Alteração dos envidraçados	2.56	F
<b>Medida de melhoria 4</b>	Sistema de Aquecimento a Pellets	0.43	A

Foi estudada a aplicação isolada das várias soluções de reabilitação consideradas anteriormente, nomeadamente: a aplicação de isolante para as soluções da envolvente opaca, aplicação de vidro duplo para as soluções da envolvente envidraçada, de forma a

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

perceber-se a implicação que cada uma tem quanto à variação das necessidades energéticas do edifício

Perante os resultados da Tabela 20 , pode verificar-se que a solução que mais contribui para uma melhoria significativa, sob o ponto de vista energético é a alteração no sistema de aquecimento, não alterando praticamente nos casos de intervenção na fachada exterior e nos envidraçados. Após intervenção das medidas de melhoria obteve-se uma classe energética A, ver Tabela 21, um resultado bastante satisfatório.

**Tabela 20 Classe energética final.**

	$R_{Nt} = \frac{N_{tc}}{N_t}$	Classe Energética
Medida de melhoria 1+2+3+4	0.40	A

De acordo com a insatisfação dos moradores em relação à temperatura interior, afirmando que no verão é agradável a permanência no seu interior, mas no inverno torna-se, por vezes, desagradável. Nota-se também um desagrado quanto à humidade relativa, denunciando por vezes a roupa húmida. Segundo estes desagrados, estas soluções de melhoria seriam uma mais-valia para os habitantes, proporcionado mais conforto.

De notar que as propostas apresentadas correspondem apenas ao edifício estudado, e não devem ser extrapolados para edifícios da mesma tipologia. Na reabilitação de edifícios não é possível definir um fluxograma de forma a generalizar as intervenções, cada caso é um caso, implicando a necessidade de um estudo rigoroso para cada um deles.

## 7 Conclusão

Quanto aos conhecimentos básicos referidos no capítulo 2 e 3 referentes ao Conforto Térmico e o Comportamento Higrométrico de edifícios respetivamente, ressalta o papel fundamental da fase inicial do processo de conceção dos edifícios. Nesta fase é essencial que a equipa de projeto analise todos os aspetos relevantes que possam influenciar de forma decisiva o modo como a relação entre o edifício e o seu utilizador se irá desenvolver. O conforto térmico dos ocupantes é afetado por diversos fatores não só humanos, mas também fatores ambientais tais como a temperatura do ar, temperaturas superficiais, humidade relativa e a circulação do ar. O desempenho destes fatores ambientais é decisivo no comportamento termo higrométrico ao longo da vida útil do edifício, sendo certo que o seu desequilíbrio tem implicações sobre a saúde dos ocupantes e condição do edifício.

De acordo com o capítulo 4 conclui-se que a implementação dos programas de intervenção foi uma mais-valia, para a cidade em geral, tornando-a mais atrativa e ativa. A cidadela torna-se desta forma um dos principais pontos turísticos da cidade, devido à sua antiguidade, tradição, arquitetura e história, passa a ser visitada regularmente por turistas estrangeiros e não só, a ser reconhecida novamente perante os habitantes de bragança como local a explorar, com abertura de espaços de restauração e comércio. Estas intervenções melhoraram bastante das problemáticas existentes, mas infelizmente não as eliminaram de todo.

Depois de estudada a caracterização habitacional da vila, verifica-se que as características particulares em relação à arquitetura se mantêm com o passar dos anos, mesmo após intervencionadas não perderam o apeto medieval, continuando a transparecer-se a história e os hábitos passados, a existir as mesmas humildes casas de pedra, que limitam o serpentear das estreitas vielas entre si. O interior das habitações é na maioria dos casos “pequeno”, mas aconchegante.

No entanto, a tipologia construtiva não se adequa aos regulamentos atuais, havendo ainda lacunas a nível de condições de conforto.

São verificadas algumas patologias nos edifícios, maioritariamente fissuração nas paredes exteriores e existência de bolor, fungos e destacamento de reboco nas fachadas exteriores. Existem algumas (poucas) casas em ruínas, que, com a quantidade de casas desabitadas existentes, a tendência será aumentar.

## LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

Observa-se também, mas em minoria, em cerca de 10% das habitações, coberturas em mau estado e vãos em madeira degradada. Tal como esperado, a maioria das manifestações patológicas existentes nestes edifícios são provocadas pela água. Foi observado que a maioria das manifestações patológicas existentes nestes edifícios é provocada por infiltrações de água pela cobertura e pela fachada, para além dos originados por fenómenos de condensação.

A análise efetuada ao comportamento termo-higrométrico das dezasseis habitações permitiu obter uma perceção do desempenho destes espaços antes e após as obras de reabilitação, sendo possível observar uma evolução do grau de exigência das condições de conforto no interior por parte dos habitantes.

Depois de elaborada a análise de resultados, verificou-se que os edifícios têm temperaturas interiores muito baixas, não estando de acordo com o que é exigido em regulamento. A relação entre as temperaturas interiores e exterior é mínima, havendo um caso em que a primeira é menor que a segunda, o que é bastante preocupante. Os níveis de humidade relativa são bastante elevados, chegando a atingir num dos edifícios os 99%, ou seja, ar interior quase saturado.

Em síntese, a análise efetuada às habitações permitiu concluir que estas não apresentam estabilidade térmica no seu interior, o que se deve a apesar da forte inércia térmica das suas paredes, estas apresentam elevados valores de transmissão térmica devido à inexistência de isolamento. Verificam-se elevados valores de humidade relativa e não possuem ventilação suficiente para realizar a extração do vapor de água produzido no seu interior.

No entanto, as medidas de intervenção a adotar para eliminar a existência de qualquer tipo de humidade só deverão ser estabelecidas após a análise cuidada das condições específicas de cada edifício, recorrendo, inclusive, a medições e ensaios, com acompanhamento de profissionais especializados. O edifício reabilitado deve garantir um bom desempenho face à presença de humidade, para não produzir sensações de desconforto aos seus moradores e todos os outros problemas associados que foram referidos.

Em comparação com o estudo efetuado em 2002 conclui-se que as condições de habitabilidade estão relativamente melhores. As instalações sanitárias que antes, por vezes não existiam, hoje já existem, mas em maioria são de pequena dimensão.

Atualmente ainda se verificam pouquíssimas chaminés, sabendo que a saída do fumo se faz através de um tubo de ventilação.

Mesmo com estas desvantagens, verifica-se que a Cidadela pouco a pouco está habitada por pessoas mais jovens (estudantes). Com este estudo constatou-se, no entanto, uma elevada insatisfação dos habitantes em relação à autarquia, caracterizando-se com “esquecidos”, devido à falta de atenção em resolver algumas das patologias ainda existentes.

Uma avaliação energética do edifício é essencial para que se possa intervir com algumas medidas de melhoria, para se obter um bem-estar dos habitantes. Pode-se concluir, que na Cidadela, apesar da idade dos edifícios, é possível encontrar-se habitações eficientes, após inúmeras intervenções é possível atingir-se as máximas classes energéticas (A e A+).

### **7.1 Perspetivas de Futuros Trabalhos**

Com este trabalho pretendeu-se dar um contributo para o estudo do comportamento higrométrico de habitações antigas de pequeno porte, no entanto, com desenvolvimento desta pesquisa observou-se um vasto campo de investigação neste domínio. De seguida referem-se alguns aspetos que se consideraram importantes para futuros desenvolvimentos:

- Os parâmetros ambientais são importantes no comportamento higrométrico de edifícios sendo decisivos na análise de risco para problemas com níveis de complexidade elevados (problemas reais). No entanto, estes parâmetros apresentam uma grande variabilidade e, devido à falta de informação relativa à variabilidade destes parâmetros, torna-se complicado caracterizar a aleatoriedade dos mesmos;
- Incluir uma análise experimental, com aparelhos de medição contínua das condições ambientais interiores e exteriores;
- Analisar a influência de sais higroscópicos na variação da humidade relativa no interior;
- Procurar estender o tipo de análise desenvolvida neste trabalho para outras habitações semelhantes;
- Analisar o desempenho da ventilação natural no interior do edifício;

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

- Embora a definição de valores para a higrometria apresente uma variabilidade extensa, estudos realizados nos últimos anos permitem conhecer classes de valores importantes para a avaliação do risco.

## 8. Referências Bibliográficas

- [1] ANSI/ASHRAE 55 2010
- [2] Morales G. B., León A. L., 2013 - **Confort Térmico**
- [3] ADENE, 2006- **Regulamento das Características do Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE)**
- [4] ISO (International Organization for Standardization), 2005- **Ergonomics of the thermal environment**
- [5] Magalhães S., Albuquerque, Pinto J., Moreira A. L., 2001- **Termorregulação.**
- [6] Matias L., Pina dos Santos C., 2012 -**Critérios para um conforto térmico sustentável nos edifícios em Portugal.**
- [7] Mondelo P. R., Torada E.G., Úriz S.C., Vilella E. C., Lacambra E. B., 1999- **Confort y estrés térmico**
- [8] <http://www.infoaviacao.com/2012/04/temperatura-do-ar.html>
- [9] Oliveira e Ribas, 1995 - **Sistemas de controle das condições ambientais de conforto.**
- [10] Moita F., 1987- **Energia Solar Passiva**
- [11] Pinto A. M., 2011- **Reabilitação térmica de fachadas - Estudo de caso através de simulação numérica. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. (Dissertação de Mestrado).**
- [12] Córias, V, 2006 - **Inspeções e ensaios na reabilitação de edifícios.**
- [13] Garston BRE, 1974 – **Drying out buildings**
- [14] Henriques, F, 1994 – **Humidade em paredes**
- [15] Freitas, V.P. de, Torres, M.I.M., Guimarães, A.S., 2008- **Humidade Ascensional**
- [16] Ribeiro, O – **Cidade**, in D.H.P
- [17] Monteiro, J.R (2004) -**Bragança nos 540 anos de cidade**
- [18] Menéndez, J (2004) – Bragança, **Um olhar sobre a cidade (Programa Polis)**
- [19] Marques, Oliveira, 1987 – **Portugal na crise dos séculos XIV e XV**, Lisboa
- [20] PIRENNE, H, 1989 – **As cidades da idade média**, Editor Europa América
- [21] Apreciação colhida do estudo da ESBAL, 1982- **Recuperação Urbana, Bragança**
- [22] Alves, FM **2000 – Bragança memórias arqueológico -históricas do distrito de Bragança**
- [23] Serrão, Veríssimo, 1985- **História de Portugal**
- [24] Marques, O- **Portugal na crise**

- [25] Baçal, A- **Povoamento III, in D.H.P**
- [26] Rodrigues, LA, 2000 – **Bragança no Século XVIII, Urbanismo Arquitetura, Vol. I e II**
- [27] Jacob, J1997 – **Bragança, Cidades e vilas de Portugal;**
- [28] De Sousa, F– Artigo, cit.
- [29] Silva, F e Rodrigues, R 2007 - **Avaliação da taxa de sucesso em reabilitação urbana**
- [30] Diário da República, I Série-Programa de Apoio à Modernização do Comércio (PROCOM);
- [31] Diário da República, I Série-B, N.º126 (31.05.2000) **Cria o Sistema de Incentivos a Projetos de Urbanismo Comercial (URBCOM);**
- [32] Balsas, C., 1999- **Urbanismo Comercial em Portugal e a Revitalização do Centro das Cidades;**
- [33] Diário da República, I Série-B, N.º112 (15.05.2000) –**Programa de Requalificação Urbana e Valorização Ambiental das Cidades;**
- [34] MAOT, 2000
- [35] Nascimento, E e Conde, S 2005 – **Paisagem e Cenários Urbanos para a qualidade de vida.**
- [36] Câmara Municipal de Bragança (2002) -**Plano de Intervenção para Recuperação Exterior de Imóveis na Cidadela;**
- [37] De Sousa, F – **Bragança na época contemporânea (1820-2012)**
- [37] Luso, E 2002- **Contribuição para intervenções no Centro histórico de bragança**
- [38] Câmara Municipal de Bragança , 2004- **Bragança Cidade – Andares da História.**
- [39] GIL, J, 1986 – **Os mais Belos Castelos e Fortalezas de Portugal**
- [40] Martins et al. (2009)- **O Mercado da Reabilitação**
- [41] ITEcons, DL118/2013 DE 20 DE AGOSTO - **Regulamento de desempenho energético dos edifícios de habitação (REH)**

# Anexos

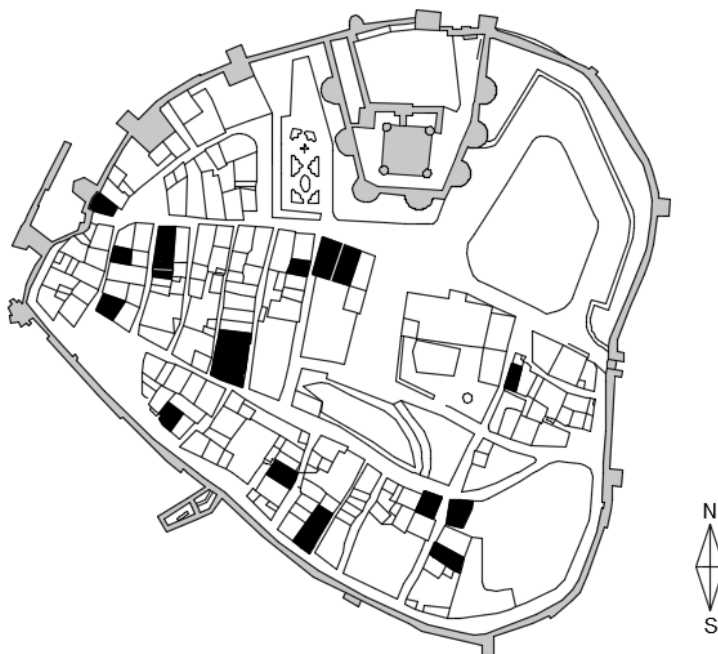
**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

## ANEXO 1

Apresenta-se neste Anexo toda a informação recolhida acerca dos dezasseis edifícios analisados da Cidadela da Cidade de Bragança, nomeadamente:

- i) Características gerais do edifício (localização do edifício, n.º de habitantes no fogo, hábitos dos ocupantes, constituição das paredes, estado da cobertura, existência ou não de instalações sanitárias entre outros);
- ii) Plantas do edifício;
- iii) Registo fotográfico das anomalias;
- iv) Caracterização das anomalias (dimensão e localização, existência de bolor, eflorescências e fissuras, etc.);
- v) Medições horárias da temperatura do ar e humidade relativa do ar durante um certo período de tempo;
- vi) Caracterização do tipo de humidade surgida em cada edifício da Cidadela.

### Identificação dos casos de estudo



## Índice de Figuras

Figura 0-1 Localização do edifício (Caso de estudo N°1) e respetiva identificação fotográfica.....	xii
Figura 0-2 Plantas do edifício (Caso 1) e registo fotográfico das anomalias .....	xiv
Figura 0-3 Localização do edifício (Caso de estudo N°2) e respetiva identificação fotográfica.....	xviii
Figura 0-4 Plantas do edifício (Caso 2) e registo fotográfico das anomalias .....	xx
Figura 0-5. Localização do edifício (Caso de estudo N°3) e respetiva identificação fotográfica.....	xxiv
Figura 0-6 . Plantas do edifício (Caso 3) e registo fotográfico das anomalias .....	xxvi
Figura 0-7 Condições da envolvente exterior.....	xxvii
Figura 0-8 Localização do edifício (Caso de estudo N°4) e respetiva identificação fotográfica.....	xxx
Figura 0-9 Fachada lateral direita da habitação.....	xxxii
Figura 0-10 Localização do edifício (Caso de estudo N°5) e respetiva identificação fotográfica.....	xxxv
Figura 0-11 . Plantas do edifício (Caso 5) e registo fotográfico das anomalias .....	xxxvii
Figura 0-12 Infiltrações pela cobertura .....	xxxvii
Figura 0-13 . Localização do edifício (Caso de estudo N°6) e respetiva identificação fotográfica.....	xl
Figura 0-14 Plantas do edifício (Caso 6) e registo fotográfico das anomalias .....	xlii
Figura 0-15 . Localização do edifício (Caso de estudo N°7) e respetiva identificação fotográfica.....	xliv
Figura 0-16 Plantas do edifício (Caso 7) e registo fotográfico das anomalias .....	xlvii
Figura 0-17 . Localização do edifício (Caso de estudo N°8) e respetiva identificação fotográfica.....	l
Figura 0-18 Plantas do edifício (Caso 8) e registo fotográfico das anomalias .....	lii
Figura 0-19 . Localização do edifício (Caso de estudo N°9) e respetiva identificação fotográfica.....	lv
Figura 0-20 . Localização do edifício (Caso de estudo N°10) e respetiva identificação fotográfica.....	lx
Figura 0-21 Plantas do edifício (Caso 10) e registo fotográfico das anomalias .....	lxii

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

Figura 0-22 Localização do edifício (Caso de estudo N°11) e respetiva identificação fotográfica.....	lxv
Figura 0-23 Plantas do edifício (Caso 11) e registo fotográfico das anomalias .....	lxvii
Figura 0-24 Localização do edifício (Caso de estudo N°12) e respetiva identificação fotográfica.....	lxx
Figura 0-25 Plantas do edifício (Caso 12) e registo fotográfico das anomalias .....	lxxi
Figura 0-26 Localização do edifício (Caso de estudo N°13) e respetiva identificação fotográfica.....	lxxiv
Figura 0-27 Plantas do edifício (Caso 13) e registo fotográfico das anomalias .....	lxxvi
Figura 0-28 Localização do edifício (Caso de estudo N°14) e respetiva identificação fotográfica.....	lxxx
Figura 0-29 . Plantas do edifício (Caso de estudo nº 14) e registo fotográfico das anomalias.....	lxxxii
Figura 0-30 Localização do edifício (Caso de estudo N°15) e respetiva identificação fotográfica.....	lxxxv
Figura 0-31 Plantas do edifício (Caso 15).....	lxxxvii
Figura 0-32 Localização do edifício (Caso de estudo N°16) e respetiva identificação fotográfica.....	xc
Figura 0-33 Imagem. Plantas do edifício (Caso 16) e registo fotográfico das anomalias .....	xcii

**Índice de tabelas**

Tabela 1. Informações acerca do edifício .....	xiii
Tabela 2. Valores máximos e mínimos obtidos no caso de estudo nº 1 no ensaio á temperatura e humidade relativa.....	xv
Tabela 3 Informações acerca do edifício .....	xix
Tabela 4 Valores máximos e mínimos obtidos no caso de estudo nº 2 no ensaio á temperatura e humidade relativa, na taberna .....	xxii
Tabela 5. Valores máximos e mínimos obtidos no caso de estudo nº 2 no ensaio á temperatura e humidade relativa, no quarto .....	xxii
Tabela 6 Informações acerca do edifício 3 .....	xxv
Tabela 7 Valores máximos e mínimos obtidos no caso de estudo nº 3 no ensaio á temperatura e humidade relativa.....	xxviii

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

Tabela 8. Informações acerca do edifício 4.....	xxxii
Tabela 9 Valores máximos e mínimos obtidos no caso de estudo nº 4 no ensaio á temperatura e humidade relativa.....	xxxiii
Tabela 10 Informações acerca do edifício 5.....	xxxvi
Tabela 11 Valores máximos e mínimos obtidos no caso de estudo nº 5 no ensaio á temperatura e humidade relativa.....	xxxix
Tabela 12 Informações acerca do edifício 6.....	xli
Tabela 13 Valores máximos e mínimos obtidos no caso de estudo nº 6 no ensaio á temperatura e humidade relativa.....	xliii
Tabela 14 Informações acerca do edifício 7.....	xlvi
Tabela 15 Valores máximos e mínimos obtidos no caso de estudo nº 7 no ensaio á temperatura e humidade relativa.....	xlix
Tabela 16 Informações acerca do edifício 8.....	li
Tabela 17 Valores máximos e mínimos obtidos no caso de estudo nº 8 no ensaio á temperatura e humidade relativa.....	liii
Tabela 18 Informações acerca do edifício 9.....	lvi
Tabela 19 Valores máximos e mínimos obtidos no caso de estudo nº 9 no ensaio á temperatura e humidade relativa.....	lviii
Tabela 20 Informações acerca do edifício 10.....	lxi
Tabela 21 Valores máximos e mínimos obtidos no caso de estudo nº 10 no ensaio á temperatura e humidade relativa.....	lxiv
Tabela 22 Informações acerca do edifício 11.....	lxvi
Tabela 23 Valores máximos e mínimos obtidos no caso de estudo nº 11 no ensaio á temperatura e humidade relativa.....	lxviii
Tabela 24 Informações acerca do edifício 12.....	lxxi
Tabela 25 Informações acerca do edifício 13.....	lxxv
Tabela 26 Informações acerca do edifício 14.....	lxxxii
Tabela 27 Valores máximos e mínimos obtidos no caso de estudo nº 14 no ensaio á temperatura e humidade relativa.....	lxxxiv
Tabela 28 Informações acerca do edifício 15.....	lxxxvi
Tabela 29 Informações acerca do edifício 16.....	xcii
Tabela 30. Valores máximos e mínimos obtidos no caso de estudo nº 16 no ensaio á temperatura e humidade relativa.....	xciv

## Índice de gráficos

Gráfico 1 Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho na sala .....	xv
Gráfico 2 . Relação entre a temperatura interior (Caso de estudo nº 1) e exterior.....	xvi
Gráfico 3 Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho na taberna .....	xxi
Gráfico 4 Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho no quarto .....	Erro! Marcador não definido.
Gráfico 5 . Relação entre a temperatura interior (Caso de estudo nº 2) e exterior´ ...	xxiii
Gráfico 6 Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho na cozinha/sala comum. ....	Erro! Marcador não definido.
Gráfico 7 Relação entre a temperatura interior (Caso de estudo nº 3) e exterior.....	xxix
Gráfico 8 Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho no quarto .....	Erro! Marcador não definido.
Gráfico 9 Relação entre a temperatura interior (Caso de estudo nº 4) e exterior.....	xxxiv
Gráfico 10 Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho no quarto.....	Erro! Marcador não definido.
Gráfico 11 Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho num dos quartos.....	Erro! Marcador não definido.
Gráfico 12 Relação entre a temperatura interior (Caso de estudo nº 6) e exterior.....	xliv
Gráfico 13 Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho no quarto .....	Erro! Marcador não definido.
Gráfico 14 Relação entre a temperatura interior (Caso de estudo nº 7) e exterior.....	xlix
Gráfico 15 Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho na sala.....	Erro! Marcador não definido.
Gráfico 16 Relação entre a temperatura interior (Caso de estudo nº 8) e exterior.....	liv
Gráfico 17 Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho no hall de entrada.....	Erro! Marcador não definido.
Gráfico 18 Relação entre a temperatura interior (Caso de estudo nº 9) e exterior.....	lviii
Gráfico 19 Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho na sala .....	Erro! Marcador não definido.
Gráfico 20 Relação entre a temperatura interior (Caso de estudo nº 10) e exterior....	lxiv

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

Gráfico 21 Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho no quarto .....	Erro! Marcador não definido.
Gráfico 22 Relação entre a temperatura interior (Caso de estudo nº 11) e exterior....	lxix
Gráfico 23 Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho no corredor.....	Erro! Marcador não definido.
Gráfico 24 Relação entre a temperatura interior (Caso de estudo nº 12) e exterior..	lxxiii
Gráfico 25 Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho no corredor.....	Erro! Marcador não definido.
Gráfico 26 Relação entre a temperatura interior (Caso de estudo nº 13) e exterior	lxxviii
Gráfico 27 Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho no hall de entrada.....	Erro! Marcador não definido.
Gráfico 28 Relação entre a temperatura interior (Caso de estudo nº 14) e exterior	lxxxiv
Gráfico 29 Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho no corredor.....	Erro! Marcador não definido.
Gráfico 30 Relação entre a temperatura interior (Caso de estudo nº 15) e exterior	lxxxix
Gráfico 31 Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho na sala.....	Erro! Marcador não definido.
Gráfico 32 Relação entre a temperatura interior (Caso de estudo nº 16) e exterior....	xciv

LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

Caso de estudo Nº1

Identificação	
Localização (Rua/Largo)	Rua Duque D.João I, Cidadela
Data de construção	Data indefinida
Número de habitantes	3
Área ( m <sup>2</sup> )	209

Localização e identificação fotográfica

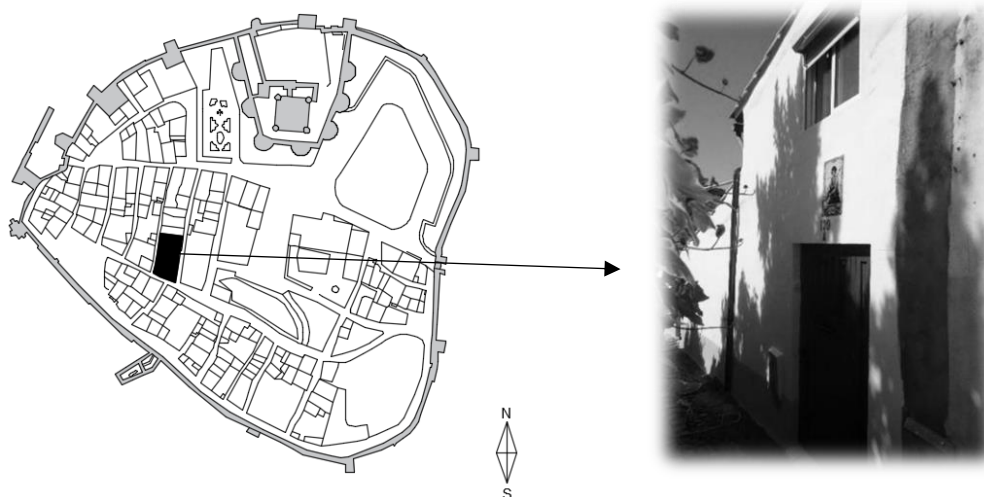


Figura 0-1 Localização do edifício (Caso de estudo Nº1) e respetiva identificação fotográfica

Utilização			
Cave		3º Andar	
R/C	x	4º Andar	
1º Andar	x	Sótão	
d2º Andar			

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

<b>Informações Básicas</b>	
Orientação Solar	Este
Ventilação	Ventilação natural, através das janelas existentes
Redes	Abastecimento de água, drenagem de águas residuais e pluviais da Câmara Municipal de Bragança
Sistema de aquecimento	Lareira na sala
Sistema de arrefecimento	Não existe
Instalações sanitárias	Existe e encontra-se em bom estado
Fendilhação	Sim

<b>Estado de conservação/ Processo construtivo</b>					
	Bom	Razoável	Mau	Ruínas	Tipo de material
Geral		x			Alvenaria de Pedra
Estrutura		x			Xisto/ granito
Cobertura		x			Telha cerâmica
Paredes interiores	x				Reboco e Tabique
Vãos		x			Madeira e PVC

<b>Salubridade</b>		
Humidade	Inexistente	
	Alguma	x
	Bastante	
Insolação	Razoável	x
	Boa	
	Má	

<b>Estado</b>		
Remodelada	x	
Por remodelar		
<b>Foi alvo do Programa de Incentivos à Recuperação de fachadas e coberturas de imóveis degradados situados na Cidadela?</b>		
		Sim
		Não
		x

**Tabela 1. Informações acerca do edifício**

**Observações:** Esta moradia é resultado da junção de várias casas vizinhas, logo a diferença de características é visível e sensivelmente notável, nomeadamente o tipo de material utilizado e dimensão.

As medições contínuas foram efetuadas no R/C e num dos quartos do 1º andar

LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

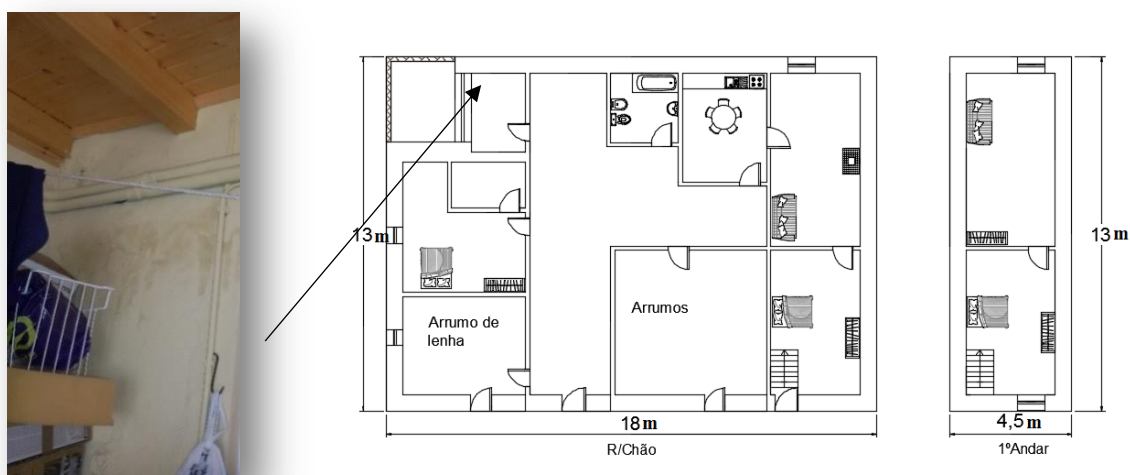


Figura 0-2 Plantas do edifício (Caso 1) e registo fotográfico das anomalias

### Processo de identificação e possível solução da patologia

#### 1- Lista de possíveis diagnósticos

1. Humidade do terreno;
2. Humidade de precipitação;
3. Humidade de condensação;
4. Humidade devido a causas fortuitas;
5. Humidade de construção.
6. Humidade devido a fenómenos de higroscopicidade.

#### 2- Exame

##### a) Reconstituição construtiva

###### ❖ Observação direta:

- Humidade visível nas paredes divisórias (interiores) e junta a uma das janelas;
- Zonas de humedecimento em espaços pouco ventilados;
- Humidade proveniente da infiltração de água vinda da cobertura

##### b) Observação dimensional: não se fez;

##### c) Consulta do projeto: não há;

#### 3- História

- i. Informação do construtor: não existe;

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

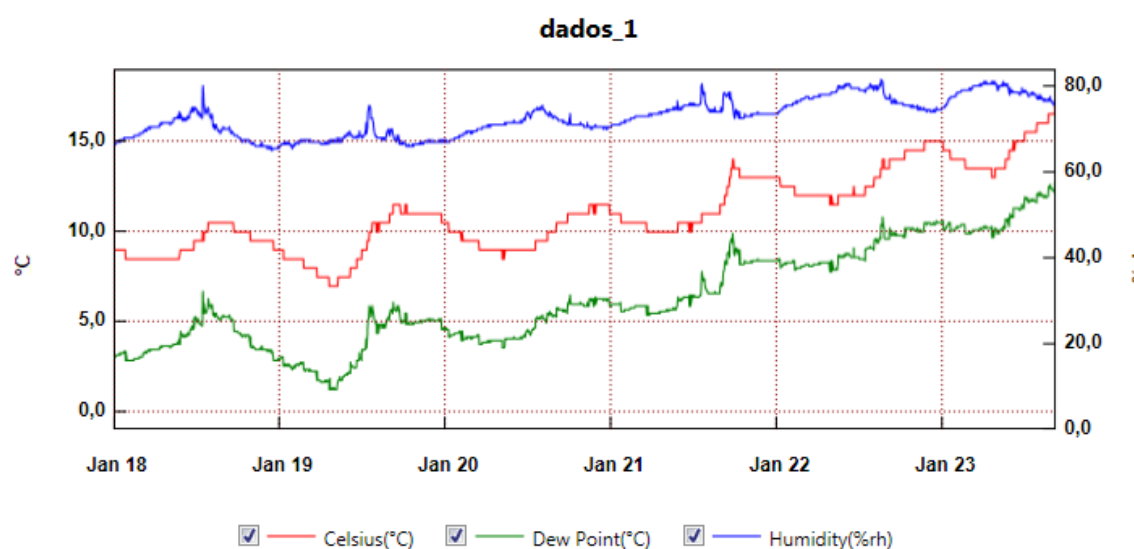
ii. **Informação do utente:** as manchas de humidade já existem pelo menos desde 2006, que vai piorando consoante a rigorosidade do inverno.

Foi feita uma intervenção de reabilitação no apartamento, renovando a pintura interior de todos os compartimentos e com o passar do tempo, a patologia voltou a manifestar-se através manchas nas paredes principalmente.

iii. **Observação visual da envolvente:** existem outras manifestações patológicas semelhantes, mas de menores extensões. É possível verificar algumas fissuras na envolvente, com abertura relativamente pequenas ( $\approx 2\text{mm}$ ) e com extensões razoáveis.

#### 4- Ensaio experimentais

Fizeram-se ensaios á humidade relativa e temperatura na sala da casa



**Gráfico 1** Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho na sala

	Mínimo		Máximo	
Temperatura(°C)	7	HR=67%	17	HR=76%
Ponto de orvalho (°C)	1,3	-	12,7	-
Humidade relativa (%)	65	T= 9,5°C	81,5	T= 13,5°C

**Tabela 2.** Valores máximos e mínimos obtidos no caso de estudo nº 1 no ensaio á temperatura e humidade relativa

LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

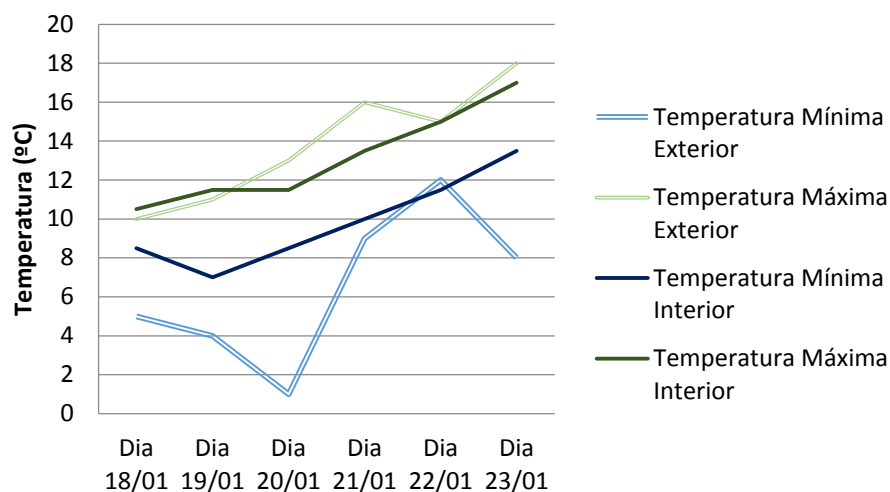


Gráfico 2. Relação entre a temperatura interior (Caso de estudo nº 1) e exterior

#### 5- Eliminação de diagnóstico

- a. **Humidade de terreno:** Não se elimina, pois existem manifestações patológicas, nomeadamente manchas de humidade nas zonas inferiores das paredes;
- b. **Humidade de precipitação:** Não é possível eliminar, pois há probabilidade de existência de infiltrações nas paredes de águas das chuvas, através da cobertura.
- c. **Humidade de condensação:** são visíveis manchas de humidade na casa de banho, esta sem janela, o que dificulta uma ventilação adequada desse compartimento. Na cozinha é possível verificar algumas manchas na parede, dado que esta tem uma fraca ventilação e iluminação muito fraca. Pode-se afirmar que com a presença de gotas de água no teto de casa de banho e na cozinha durante o inverno acentuado, atinge-se a temperatura de orvalho. Além disso não se pode eliminar esta patologia devido ao arrefecimento do vapor (contacto de vapor com zonas frias).  
O cheiro intenso a mofo, a falta de ventilação do espaço reservado para guardar a lenha evidencia por si só a existência de condensação.
- d. **Humidade de causas fortuitas:** não se conhecem causas acidentais que poderiam originar o aparecimento das patologias;
- e. **Humidade de construção:** Não existe.

#### 6- Diagnósticos

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

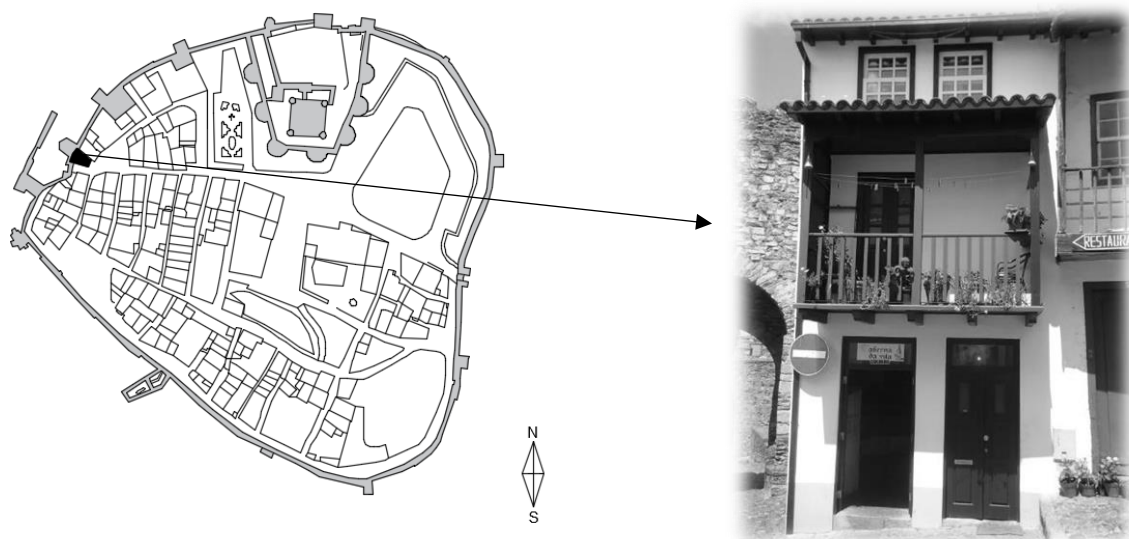
- ❖ Humidade de terreno
- ❖ Humidade de precipitação
- ❖ Humidade de condensação

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

**Caso de estudo N°2**

<b>Identificação</b>	
Localização (Rua/Largo)	Rua D. Fernão, Cidadela
Data de construção	Data indefinida
Número de habitantes	2
Área ( m <sup>2</sup> )	61.74

**Localização e identificação fotográfica**



**Figura 0-3 Localização do edifício (Caso de estudo N°2) e respetiva identificação fotográfica**

<b>Utilização</b>			
Cave		3° Andar	
R/C	x	4° Andar	
1° Andar	x	Sótão	x
2° Andar			

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

<b>Informações Básicas</b>	
Orientação Solar	Sudeste
Ventilação	Ventilação natural, através das janelas
Redes	Abastecimento de água, drenagem de águas residuais e pluviais
Sistema de aquecimento	Lareira
Sistema de arrefecimento	Não existe
Instalações sanitárias	Sim
Fendilhação	Sim

<b>Estado de conservação/ Processo construtivo</b>					
	Bom	Razoável	Mau	Ruínas	Tipo de material
Geral		x			Alvenaria de Pedra
Estrutura		x			Xisto/ granito (60 cm)
Cobertura		x			Telha cerâmica
Paredes interiores			x		Reboco e Tabique (20cm)
Vãos		x			Madeira / Alumínio

<b>Salubridade</b>		
Humidade	Inexistente	
	Alguma	
	Bastante	x
Insolação	Razoável	
	Boa	x
	Má	

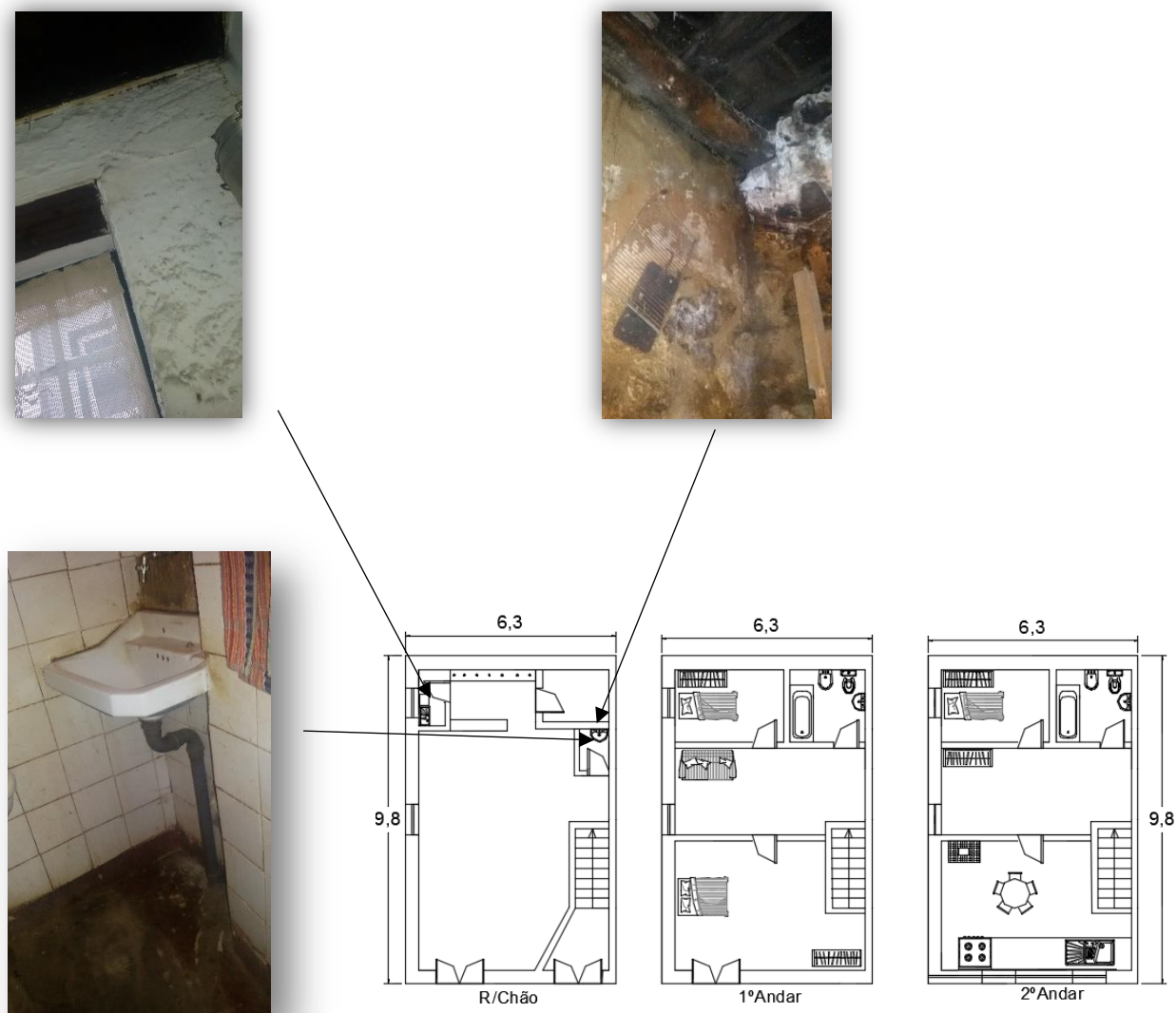
<b>Estado</b>		
Remodelada	x	
Por remodelar		
Foi alvo do <b>Programa de Incentivos à Recuperação de fachadas e coberturas de imóveis degradados</b> situados na Cidadela?		
	x	
		x

**Tabela 3 Informações acerca do edifício**

**Observações:**

O R/C era uma antiga taberna.

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**



**Figura 0-4**Plantas do edifício (Caso 2) e registo fotográfico das anomalias

**Processo de identificação e possível solução da patologia**

1- Lista de possíveis diagnósticos

1. Humidade do terreno;
2. Humidade de precipitação;
3. Humidade de condensação;
4. Humidade devido a causas fortuitas;
5. Humidade de construção.
6. Humidade devido a fenómenos de higroscopicidade.

2- Exame

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

**a) Reconstituição construtiva**

❖ **Observação direta:**

- Humidade visível nas paredes divisórias (interiores) e junto às janelas;
- Zonas de humedecimento em espaços pouco ventilados;
- Visível degradação da pedra utilizada na constituição das paredes

b) **Observação dimensional:** não se fez;

c) **Consulta do projeto:** não há;

3- História

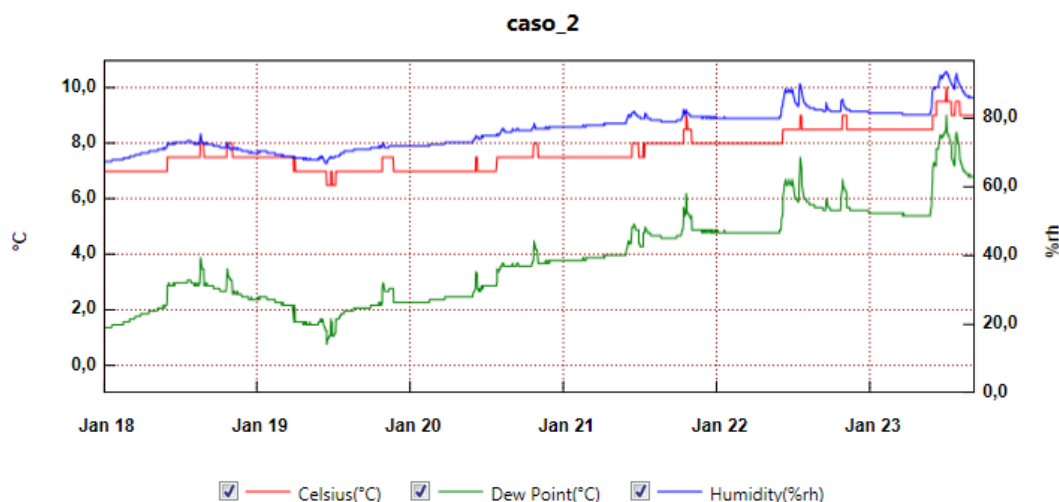
a) **Informação do construtor:** não existe;

b) **Informação do utente:** Os problemas de humidade já existem há muitos anos, que vai piorando ao longo do tempo, assim como a degradação dos materiais utilizados no interior.

c) **Observação visual da envolvente:** É possível verificar algumas fissuras na envolvente, assim como manchas de bolor.

4- Ensaios experimentais

Fizeram-se ensaios à humidade relativa e temperatura na taberna no R/C e num dos quartos do 1º andar.

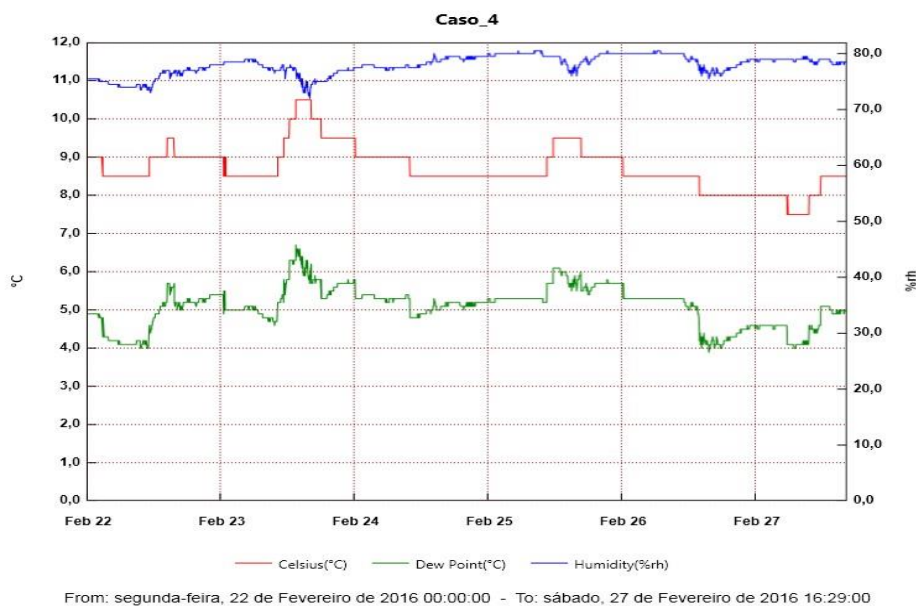


**Gráfico 3** Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho na taberna

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

	Mínimo		Máximo	
Temperatura(°C)	6,5	HR=68,5%	10	HR=93,5%
Ponto de orvalho (°C)	0,8	-	9	-
Humidade relativa (%)	67	T= 7°C	93,5	T= 10°C

**Tabela 4 Valores máximos e mínimos obtidos no caso de estudo nº 2 no ensaio á temperatura e humidade relativa, na taberna**



**Gráfico 4 Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho no quarto**

	Mínimo		Máximo	
Temperatura(°C)	7,5	HR=79%	10,5	HR=75%
Ponto de orvalho (°C)	3,9	-	6,7	-
Humidade relativa (%)	72	T= 10,5°C	80,5	T= 8,5°C

**Tabela 5. Valores máximos e mínimos obtidos no caso de estudo nº 2 no ensaio à temperatura e humidade relativa, no quarto**

LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

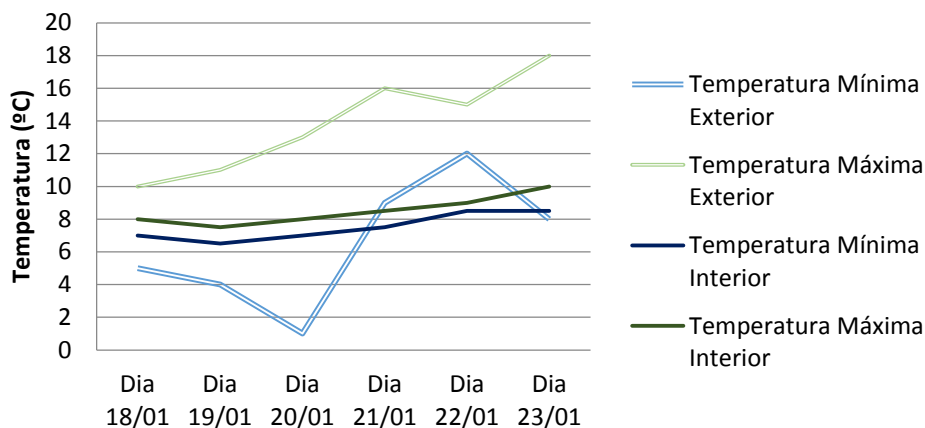


Gráfico 5. Relação entre a temperatura interior (Caso de estudo nrº 2) e exterior'

#### 5- Eliminação de diagnóstico

- a. **Humidade de terreno:** Não se elimina, pois existem manifestações patológicas, nomeadamente manchas de humidade nas zonas inferiores das paredes que apresentam eflorescência e cripto florescência assim como destacamento da pintura.
- b. **Humidade de precipitação:** Não existe infiltração de águas da chuva.
- c. **Humidade de condensação:** são visíveis manchas de humidade na casa de banho, esta sem janela, o que dificulta a ventilação adequada desse compartimento.  
  
O cheiro intenso a mofo, derivado da degradação da pedra provocada pela ação da água, a falta de ventilação na despensa evidencia por si só a existência de condensação.
- d. **Humidade de causas fortuitas:** não se conhecem causas acidentais que poderiam originar o aparecimento das patologias;
- e. **Humidade de construção:** Não existe.

#### 6- Diagnósticos

- ❖ Humidade de terreno
- ❖ Humidade de precipitação
- ❖ Humidade de condensação

### Caso de estudo N°3

Identificação	
Localização (Rua/Largo)	Rua das Flores, Cidadela
Data de construção	Data indefinida
Número de habitantes	2
Área ( m <sup>2</sup> )	19.75

### Localização e identificação fotográfica

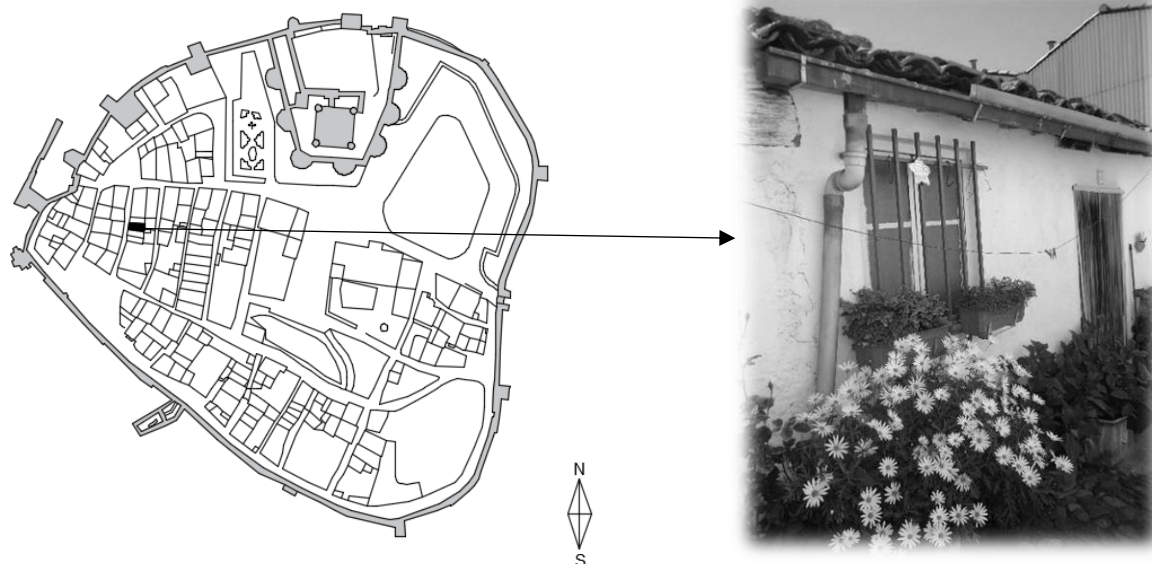


Figura 0-5. Localização do edifício (Caso de estudo N°3) e respetiva identificação fotográfica

Utilização			
Cave		3° Andar	
R/C	x	4° Andar	
1° Andar		Sótão	
2° Andar			

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

<b>Informações Básicas</b>	
Orientação Solar	Oeste
Ventilação	Ventilação Natural
Redes	Abastecimento de água, drenagem de águas residuais e pluviais
Sistema de aquecimento	Lareira
Sistema de arrefecimento	Não existe
Instalações sanitárias	Existe
Fendilhação	Sim

<b>Salubridade</b>		
Humidade	Inexistente	
	Alguma	X
	Bastante	
Insolação	Razoável	
	Boa	
	Má	X

<b>Estado de conservação/ Processo construtivo</b>					
	Bom	Razoável	Mau	Ruínas	Tipo de material
Geral		X			Alvenaria de Pedra
Estrutura		X			Xisto/ granito (20cm)
Cobertura			X		Telha cerâmica
Paredes interiores			X		Tabique(4cm)
Vãos			X		Madeira/ Alumínio

<b>Estado</b>		
Remodelada		
Por remodelar	X	
Foi alvo do <b>Programa de Incentivos à Recuperação de fachadas e coberturas de imóveis degradados</b> situados na Cidadela?	Sim	Não
		X

**Tabela 6. Informações acerca do edifício 3**

**Observações:**

Esta pequena habitação é somente utilizada pelos habitantes durante o dia como “refúgio” ao frio, devido à existência da lareira e para cozinhar.

LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA



Figura 0-6. Plantas do edifício (Caso 3) e registo fotográfico das anomalias

### Processo de identificação e possível solução da patologia

#### 1- Lista de possíveis diagnósticos

- a) Humidade do terreno;
- b) Humidade de precipitação;
- c) Humidade de condensação;
- d) Humidade devido a causas fortuitas;
- e) Humidade de construção.
- f) Humidade devido a fenómenos de higroscopicidade.

2- Exame

d) **Reconstituição construtiva**

❖ **Observação direta:**

- Humidade visível nas paredes divisórias (interiores) e junta a uma das janelas;
- Zonas de humedecimento em espaços pouco ventilados;
- Humidade proveniente da infiltração de água vinda da cobertura.

e) **Observação dimensional:** não se fez;

f) **Consulta do projeto:** não há;

3- História

a) **Informação do construtor:** não existe;

b) **Informação do utente:** as manchas de humidade já existem há muitos anos, que vai piorando consoante a rigorosidade do inverno.

Foi feita uma intervenção de reabilitação no apartamento, renovando a pintura interior e alteração do teto .

c) **Observação visual da envolvente:** São visíveis manchas de água na parede da fachada principal tanto do lado exterior como interior. Existem outras manifestações patológicas semelhantes, mas de menores extensões. É possível verificar algumas fissuras na envolvente interior e exterior.

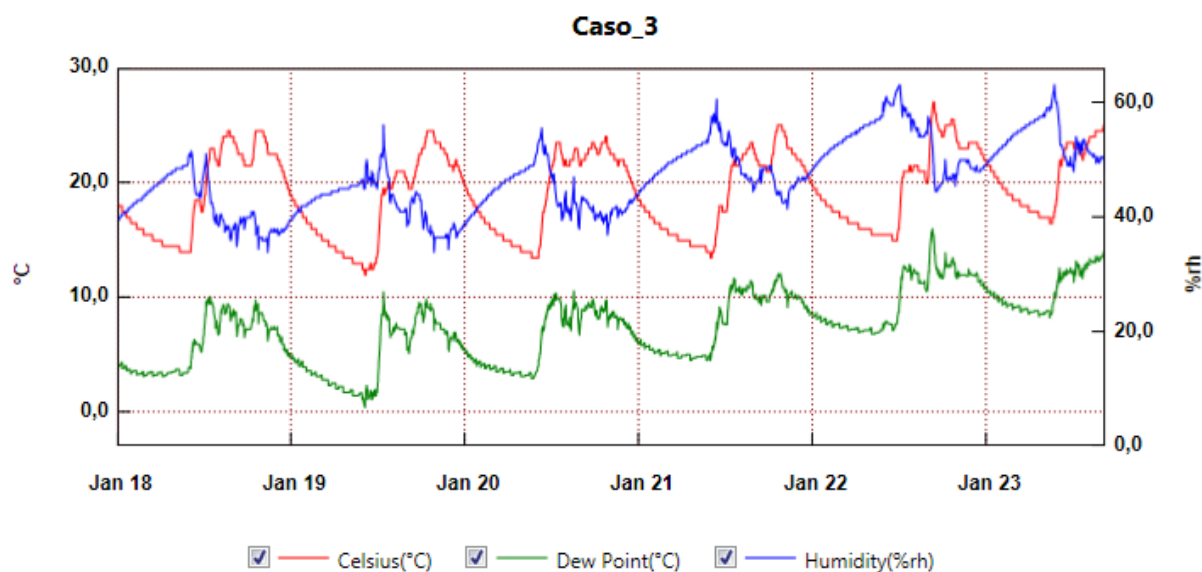


Figura 0-7 Condições da envolvente exterior

4- Ensaio experimentais

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

Fizeram-se ensaios à humidade relativa e temperatura na cozinha/sala comum.



From: segunda-feira, 18 de Janeiro de 2016 00:00:00 - To: sábado, 23 de Janeiro de 2016 16:29:00

**Gráfico 6** Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho na cozinha/sala comum.

	Mínimo		Máximo	
Temperatura(°C)	12	HR=47%	27	HR=50,5%
Ponto de orvalho (°C)	0,5	-	16	-
Humidade relativa (%)	34	T= 27°C	63	T= 17°C

**Tabela 7** Valores máximos e mínimos obtidos no caso de estudo nº 3 no ensaio á temperatura e humidade relativa

LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

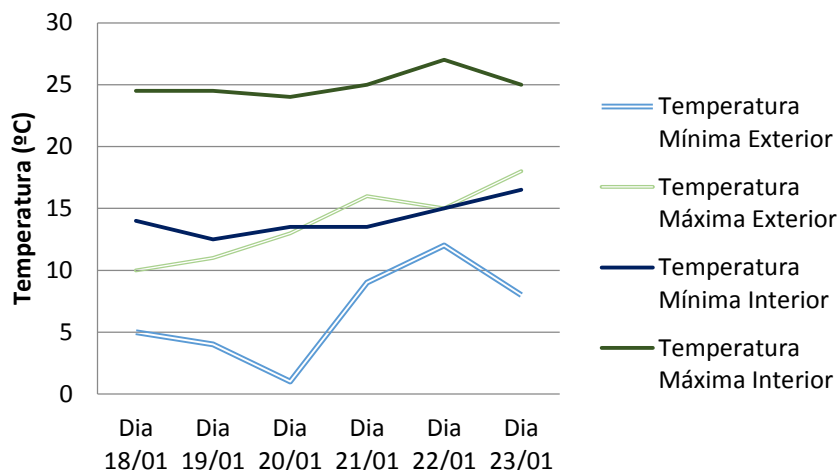


Gráfico 7 Relação entre a temperatura interior (Caso de estudo nº 3) e exterior

5- Eliminação de diagnóstico

- a. **Humidade de terreno:** A existência de fissuras nas paredes junto ao solo conduz á infiltração de água proveniente do terreno ou dos materiais.
- b. **Humidade de precipitação:** Não é possível eliminar, pois há probabilidade de existência de infiltrações nas paredes de águas das chuvas, através da cobertura.
- c. **Humidade de condensação:** são visíveis manchas de humidade na casa de banho, esta sem janela, o que dificulta a uma ventilação adequada desse compartimento. Na cozinha é possível verificar algumas manchas na parede, dado que esta tem uma fraca ventilação e iluminação muito fraca.
- d. **Humidade de causas fortuitas:** não se conhece causas acidentais que poderiam originar o aparecimento das patologias;
- e. **Humidade de construção:** Não existe.

6- Diagnósticos

- ❖ Humidade de terreno
- ❖ Humidade de precipitação
- ❖ Humidade de condensação

### Caso de estudo N°4

Identificação	
Localização (Rua/Largo)	Rua Rainha D.Maria II, Cidadela
Data de construção	Data indefinida
Número de habitantes	2
Área ( $m^2$ )	-

### Localização e identificação fotográfica

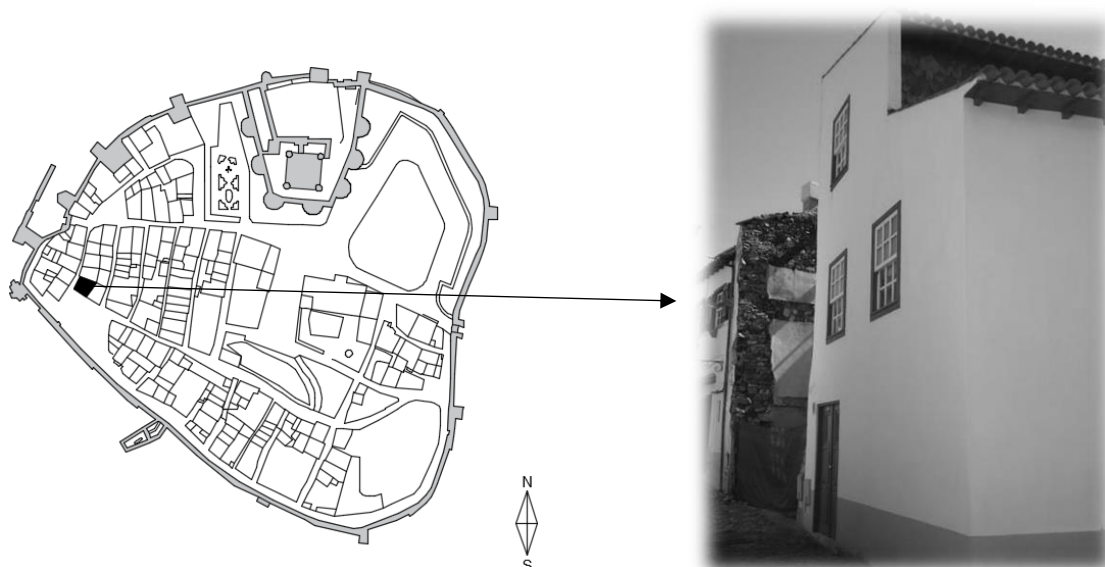


Figura 0-8 Localização do edifício (Caso de estudo N°4) e respetiva identificação fotográfica

Utilização			
Cave		3° Andar	
R/C	x	4° Andar	
1° Andar	x	Sótão	x
2° Andar			

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

<b>Informações Básicas</b>	
Orientação Solar	Noroeste
Ventilação	Ventilação Natural, através das janelas
Redes	Abastecimento de água, drenagem de águas residuais e pluviais
Sistema de aquecimento	Aquecedor elétrico
Sistema de arrefecimento	Não existe
Instalações sanitárias	Existe
Fendilhação	Não existe

<b>Estado de conservação/ Processo construtivo</b>					
	Bom	Razoável	Mau	Ruínas	Tipo de material
Geral	X				Alvenaria de Pedra
Estrutura		X			Xisto/ granito (20cm)
Cobertura	X				Telha cerâmica
Paredes Interiores		X			Alvenaria de tijolo
Vãos		X			Madeira/ Alumínio

<b>Salubridade</b>		
Humidade	Inexistente	
	Alguma	X
	Bastante	
Insolação	Razoável	
	Boa	
	Má	X

<b>Estado</b>		
Remodelada	X	
Por remodelar		
<b>Foi alvo do Programa de Incentivos à Recuperação de fachadas e coberturas de imóveis degradados situados na Cidadela?</b>	Sim	Não
	X	

**Tabela 8. Informações acerca do edifício 4**

**Observações:**

Os moradores da habitação afirmam que desde que se deu o derrubamento da fachada do lado direito da habitação, a humidade e infiltração de água aumentaram bastante e a casa tornou-se mais fria.



Figura 0-9 Fachada lateral direita da habitação

### Processo de identificação e possível solução da patologia

#### 1- Lista de possíveis diagnósticos

1. Humidade do terreno;
2. Humidade de precipitação;
3. Humidade de condensação;
4. Humidade devido a causas fortuitas;
5. Humidade de construção.
6. Humidade devido a fenómenos de higroscopicidade.

#### 2- Exame

##### a) Reconstituição construtiva

##### ❖ Observação direta:

- Humidade visível nas paredes divisórias (interiores) e junta a uma das janelas;
- Zonas de humedecimento em espaços pouco ventilados;
- Humidade proveniente da infiltração de água vinda da cobertura

##### b) Observação dimensional: não se fez;

##### c) Consulta do projeto: não há;

#### 3- História

##### a) Informação do construtor: não existe;

##### b) Informação do utente: as manchas de humidade já existem pelo menos desde 2006, que vai piorando consoante a rigorosidade do inverno.

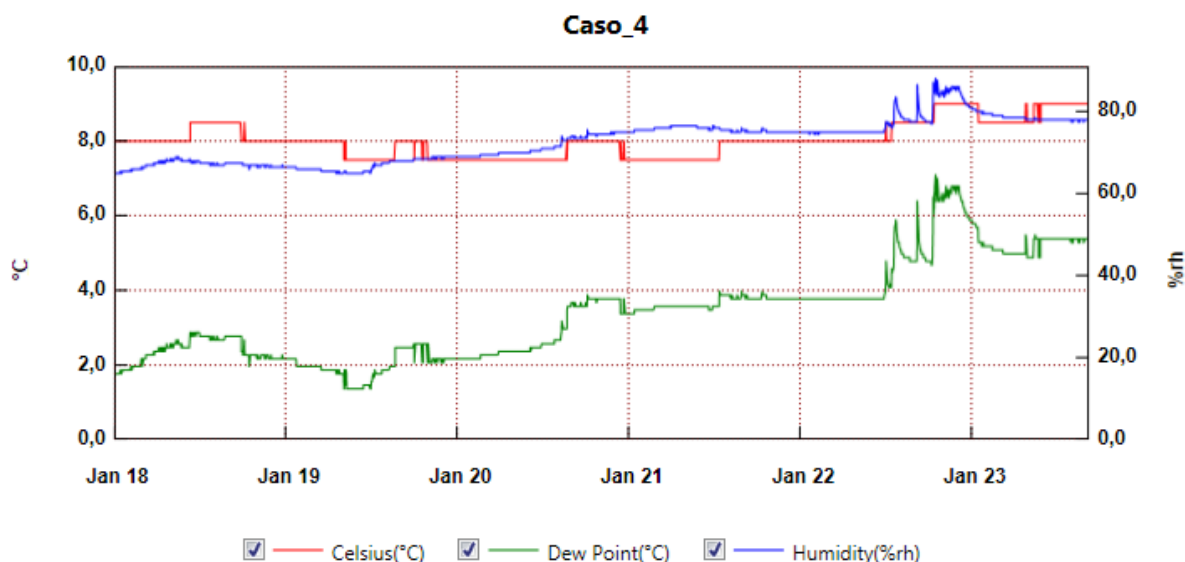
**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

Foi feita uma intervenção de reabilitação no apartamento, renovando a pintura interior de todos os compartimentos e com o passar do tempo, a patologia voltou a manifestar-se através manchas nas paredes principalmente.

- c) **Observação visual da envolvente:** existem outras manifestações patológicas semelhantes, mas de menores extensões. É possível verificar algumas fissuras na envolvente, com abertura relativamente pequenas ( $\approx 2\text{mm}$ ) e com extensões razoáveis.

#### 4- Ensaios experimentais

Fizeram-se ensaios à humidade relativa e temperatura num dos quartos da casa.



From: segunda-feira, 18 de Janeiro de 2016 00:00:00 - To: sábado, 23 de Janeiro de 2016 16:29:00

**Gráfico 8** Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho no quarto

	Mínimo		Máximo	
Temperatura(°C)	7,5	HR=76,5%	9	HR=85,5%
Ponto de orvalho (°C)	1,4	-	7,1	-
Humidade relativa (%)	65	T= 7,5°C	88	T= 9°C

**Tabela 9** Valores máximos e mínimos obtidos no caso de estudo nº 4 no ensaio á temperatura e humidade relativa

LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

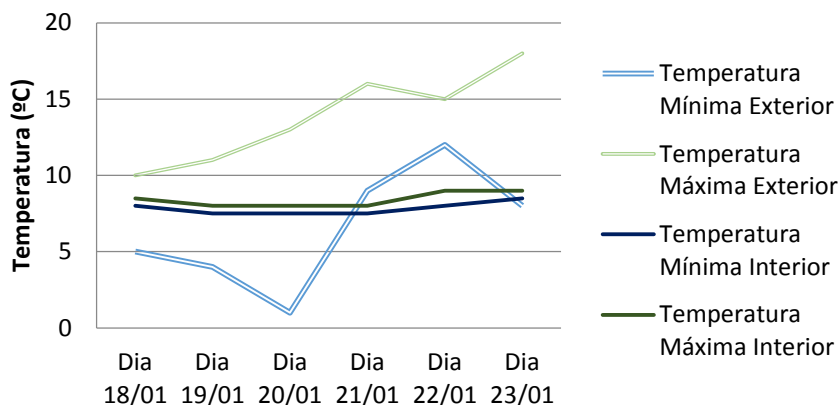


Gráfico 9 Relação entre a temperatura interior (Caso de estudo nº 4) e exterior

### 5- Eliminação de diagnóstico

- a. **Humidade de terreno:** Não se elimina, pois existem manifestações patológicas, nomeadamente manchas de humidade nas zonas inferiores das paredes, mas são muito poucas;
- b. **Humidade de precipitação:** Não é possível eliminar, pois há probabilidade de existência de infiltrações nas paredes de águas das chuvas, da fachada lateral direita;
- c. **Humidade de condensação:** são visíveis manchas de humidade na casa de banho, esta sem janela, o que dificulta a uma ventilação adequada desse compartimento.
- d. **Humidade de causas fortuitas:** não se conhece causas acidentais que poderiam originar o aparecimento das patologias;
- e. **Humidade de construção:** Não existe

### 6- Diagnósticos

- ❖ Humidade de terreno
- ❖ Humidade de precipitação
- ❖ Humidade de condensação

### Caso de estudo N°5

Identificação	
Localização (Rua/Largo)	Rua D.Fernão, Cidadela
Data de construção	Data indefinida
Número de habitantes	2
Área ( m <sup>2</sup> )	63.67

### Localização e identificação fotográfica

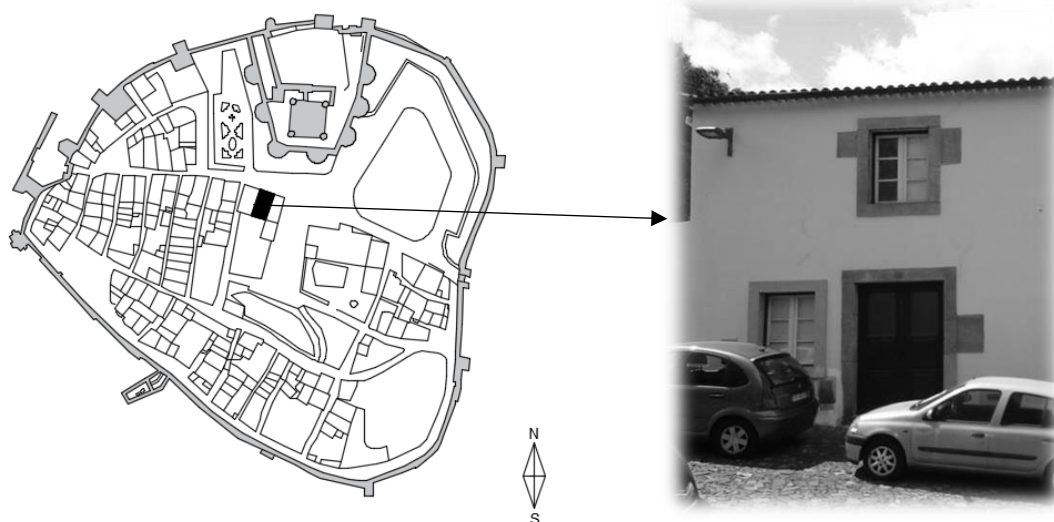


Figura 0-10 Localização do edifício (Caso de estudo N°5) e respetiva identificação fotográfica

Utilização			
Cave		3° Andar	
R/C	x	4° Andar	
1° Andar	x	Sótão	
2° Andar			

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

<b>Informações Básicas</b>	
Orientação Solar	Sul
Ventilação	Ventilação natural através das janelas
Redes	Abastecimento de água, drenagem de águas residuais e pluviais
Sistema de aquecimento	Aquecedor elétrico
Sistema de arrefecimento	Não existe
Instalações sanitárias	Existe
Fendilhação	Não existe

<b>Estado de conservação/ Processo construtivo</b>					
	Bom	Razoável	Mau	Ruínas	Tipo de material
Geral	X				Alvenaria de Pedra
Estrutura	X				Xisto/ granito (20cm)
Cobertura			X		Telha cerâmica
Paredes interiores		X			Alvenaria de tijolo (cm)
Vãos	X				Madeira/ Alumínio

<b>Salubridade</b>		
Humidade	Inexistente	
	Alguma	X
	Bastante	
Insolação	Razoável	
	Boa	X
	Má	

<b>Estado</b>		
Remodelada	X	
Por remodelar		
Foi alvo do <b>Programa de Incentivos à Recuperação de fachadas e coberturas de imóveis degradados</b> situados na Cidadela?	Sim	Não
		X

**Tabela 10** Informações acerca do edifício 5

**Observações:**

A habitação foi reconstruída em 2007, antes disso era uma casa em ruínas.

## LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

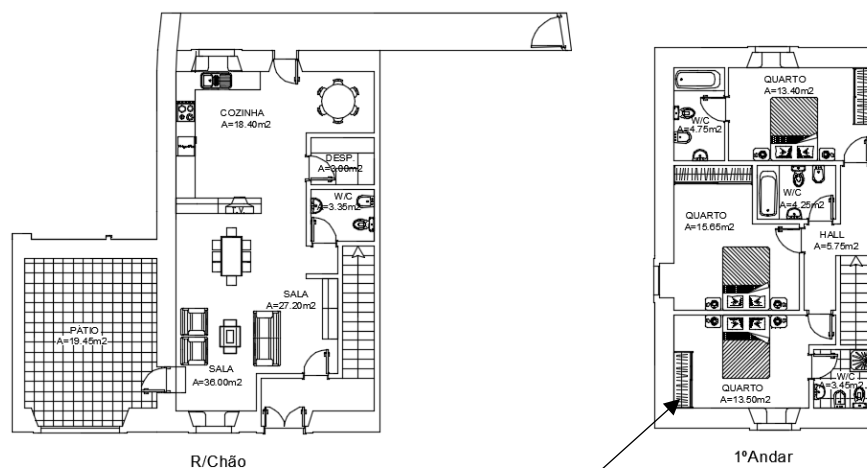


Figura 0-11. Plantas do edifício (Caso 5) e registo fotográfico das anomalias



Figura 0-12 Infiltrações pela cobertura

### Processo de identificação e possível solução da patologia

#### 1- Lista de possíveis diagnósticos

1. Humidade do terreno;
2. Humidade de precipitação;
3. Humidade de condensação;
4. Humidade devido a causas fortuitas;
5. Humidade de construção.

LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

6. Humidade devido a fenómenos de higroscopicidade.

2- Exame

a) **Reconstituição construtiva- Observação direta:**

- Zonas de humedecimento proveniente da infiltração de água vinda da cobertura

b) **Observação dimensional:** não se fez;

c) **Consulta do projeto:** não há;

3- História

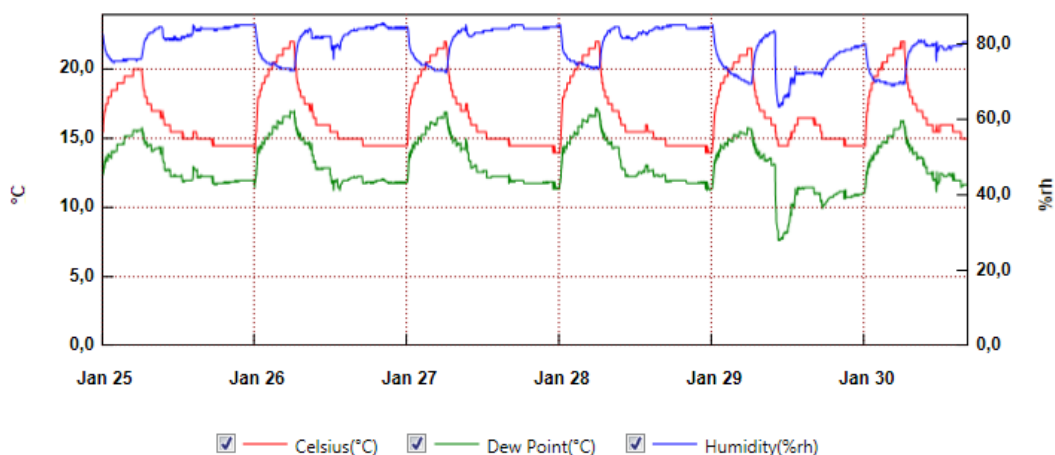
a) **Informação do construtor:** não existe;

b) **Informação do utente:** as manchas de humidade vão piorando consoante a rigorosidade do inverno e existem problemas na cobertura o que origina a infiltração da água para um dos quartos.

c) **Observação visual da envolvente:** a envolvente de um modo geral encontra-se em bom estado, dado que se trata de uma construção relativamente recente.

4- Ensaios experimentais

Fizeram-se ensaios á humidade relativa e temperatura num dos quartos da casa.

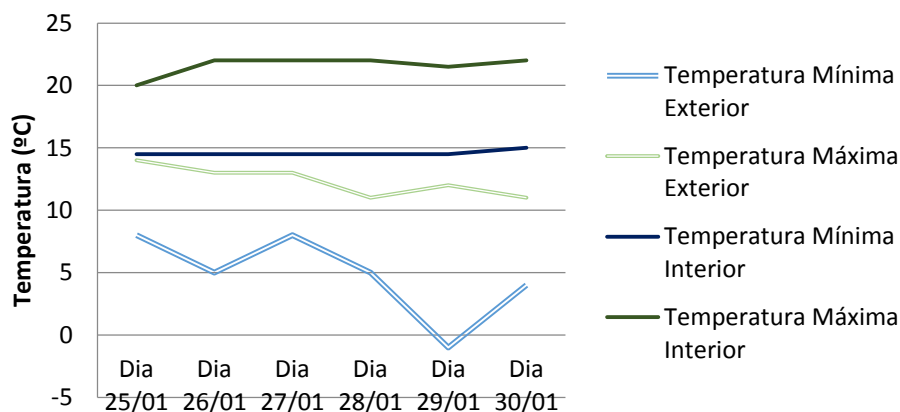


**Gráfico 180** Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho no quarto.

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

	Mínimo		Máximo	
Temperatura(°C)	14	HR=84,5%	22	HR=74%
Ponto de orvalho (°C)	7,7	-	17,2	-
Humidade relativa (%)	63,5	T=14,5 °C	85,5	T= 14,5°C

**Tabela 11** Valores máximos e mínimos obtidos no caso de estudo nº 5 no ensaio à temperatura e humidade relativa



**Gráfico 11.** Relação entre a temperatura interior (Caso de estudo nº 5) e exterior

#### 5- Eliminação de diagnóstico

- a. Humidade de terreno:** Não existe.
- b. Humidade de precipitação:** Não é possível eliminar, pois há probabilidade de existência de infiltrações nas paredes de águas das chuvas, através da cobertura.
- c. Humidade de condensação:** são visíveis manchas de humidade na casa de banho e na cozinha.
- d. Humidade de causas fortuitas:** não se conhece causas acidentais que poderiam originar o aparecimento das patologias;
- e. Humidade de construção:** Não se elimina devido as zonas de humedecimento existente devido á infiltração de água proveniente da cobertura.

#### 6- Diagnósticos

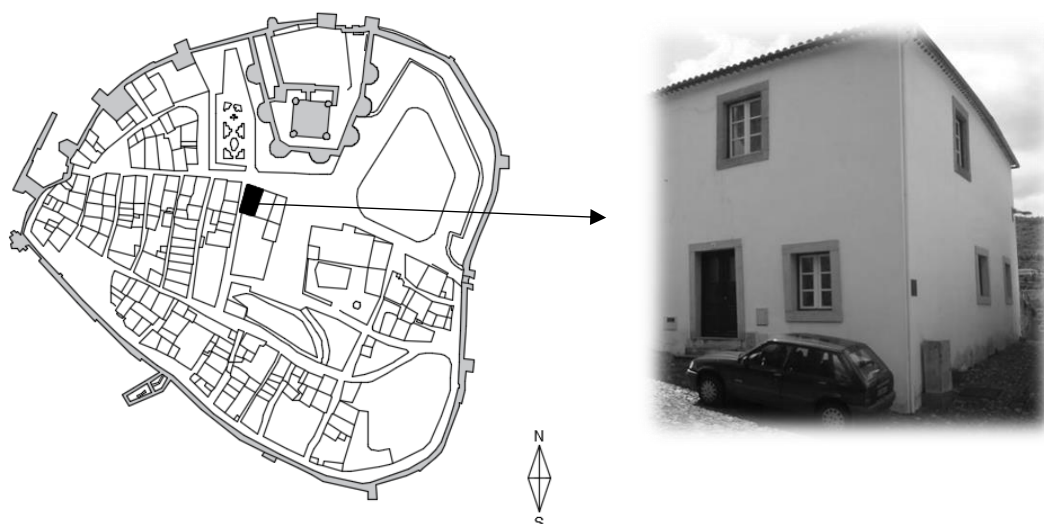
- ❖ Humidade de precipitação
- ❖ Humidade de condensação
- ❖ Humidade de construção

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

**Caso de estudo Nº6**

<b>Identificação</b>	
Localização (Rua/Largo)	Rua D.Fernão, Cidadela
Data de construção	Data indefinida
Número de habitantes	2
Área ( m <sup>2</sup> )	67.11

**Localização e identificação fotográfica**



**Figura 0-13 . Localização do edifício (Caso de estudo Nº6) e respetiva identificação fotográfica**

<b>Utilização</b>			
Cave		3º Andar	
R/C	x	4º Andar	
1º Andar	x	Sótão	
2º Andar			

<b>Informações Básicas</b>	
Orientação Solar	Sul
Ventilação	Ventilação mecânica e natural
Redes	Abastecimento de água, drenagem de águas residuais e pluviais
Sistema de aquecimento	Ar condicionado ou caldeira a lenha
Sistema de arrefecimento	Ar condicionado
Instalações sanitárias	Existe
Fendilhação	Não existe
<b>Salubridade</b>	

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

<b>Estado de conservação/ Processo construtivo</b>					
	Bom	Razoável	Mau	Ruínas	Tipo de material
Geral	x				Alvenaria de Pedra
Estrutura	x				Xisto/ granito (35cm)
Cobertura			x		Telha cerâmica
Paredes interiores		x			Alvenaria de tijolo (20cm)
Vãos	x				Madeira/ Alumínio

Humidade	Inexistente	
	Alguma	x
	Bastante	
Insolação	Razoável	
	Boa	x
	Má	

<b>Estado</b>		
Remodelada	x	
Por remodelar		
<b>Foi alvo do Programa de Incentivos à Recuperação de fachadas e coberturas de imóveis degradados situados na Cidadela?</b>	Sim	Não
		x

**Tabela 12 Informações acerca do edifício 6**

**Observações:**

A habitação foi reconstruída em 2007, antes disso era uma casa em ruínas.

## LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

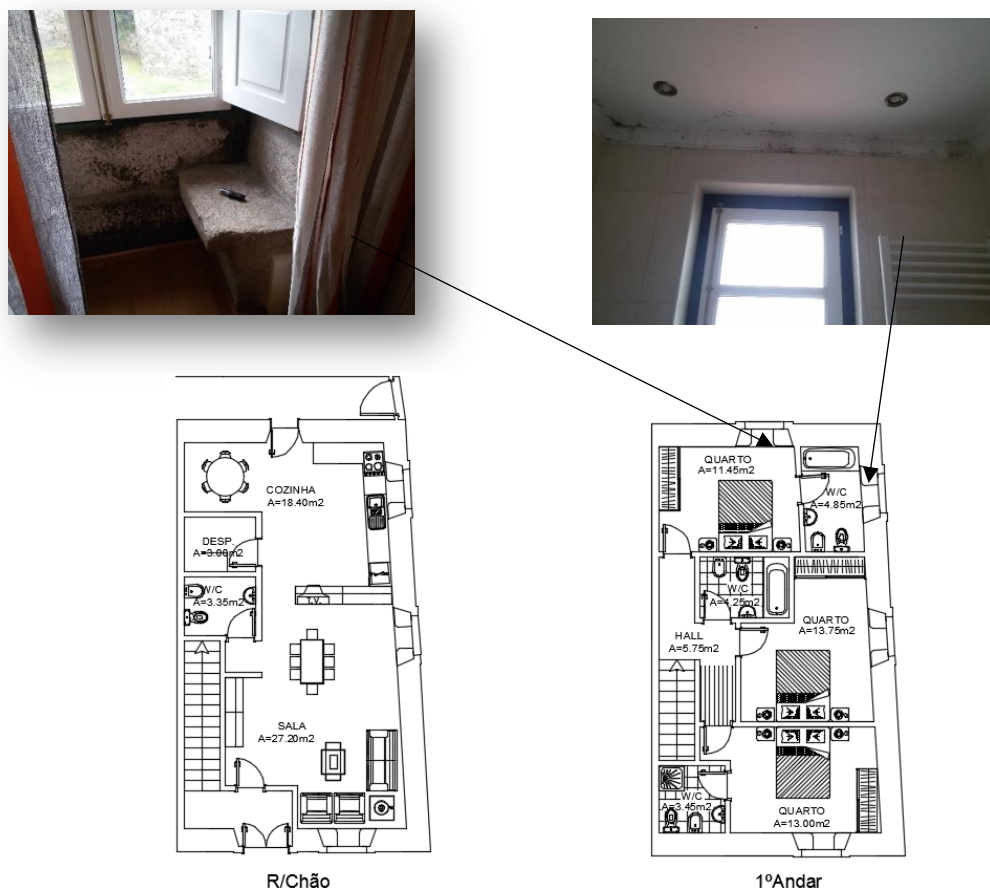


Figura 0-14 Plantas do edifício (Caso 6) e registo fotográfico das anomalias

### Processo de identificação e possível solução da patologia

#### 1- Lista de possíveis diagnósticos

1. Humidade do terreno;
2. Humidade de precipitação;
3. Humidade de condensação;
4. Humidade devido a causas fortuitas;
5. Humidade de construção.
6. Humidade devido a fenómenos de higroscopicidade.

#### 2- Exame

##### a) Reconstituição construtiva

##### ❖ Observação direta:

- Zonas de humedecimento em alguns compartimentos da casa, nomeadamente uma das casas de banho e cozinha;

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

- Existência de algum bolor nas paredes de pedra em contato com o exterior;
- Humidade proveniente da infiltração de água vinda da cobertura;

b) **Observação dimensional:** não se fez;

c) **Consulta do projeto:** há;

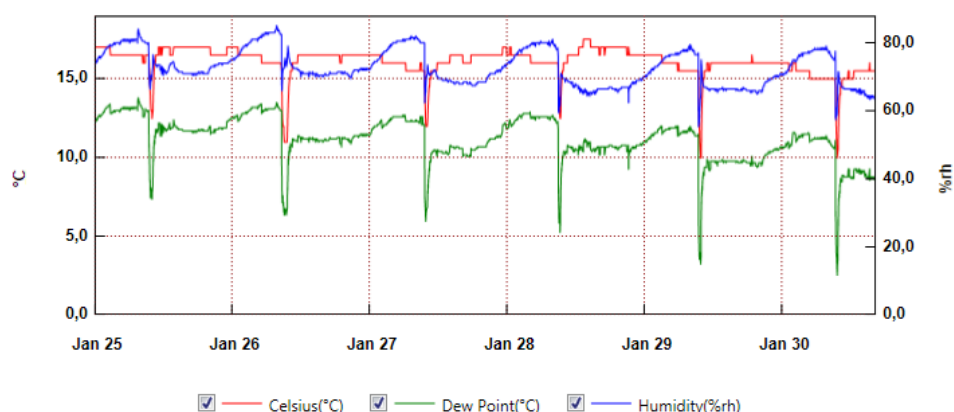
3- História

a) **Informação do construtor:** não existe;

b) **Informação do utente:** as manchas de humidade vão piorando consoante a rigorosidade do inverno e quando o ar condicionado está mal regulado atingindo valores muito baixos ou muito elevados.

c) **Observação visual da envolvente:** existência de pequenas fissuras.

4- Ensaios experimentais



From: segunda-feira, 25 de Janeiro de 2016 00:00:00 - To: sábado, 30 de Janeiro de 2016 16:29:00

**Gráfico 19**Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho num dos quartos

Fizeram-se ensaios á humidade relativa e temperatura num dos quartos da casa.

	Mínimo		Máximo	
Temperatura(°C)	10	HR=64,5%	17,5	HR=65%
Ponto de orvalho (°C)	2,6	-	13,8	-
Humidade relativa (%)	55,5	T= 14,5°C	85	T= 16°C

**Tabela 13** Valores máximos e mínimos obtidos no caso de estudo nº 6 no ensaio á temperatura e humidade relativa

LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

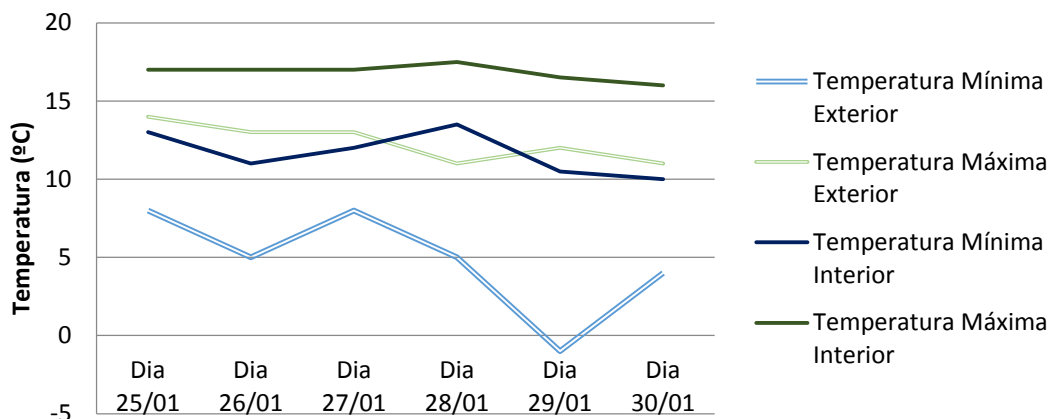


Gráfico 13 Relação entre a temperatura interior (Caso de estudo nrº 6) e exterior

### 5- Eliminação de diagnóstico

- a. **Humidade de terreno:** Não existe;
- b. **Humidade de precipitação:** Não é possível eliminar, pois há probabilidade de existência de infiltrações nas paredes de águas das chuvas, através da cobertura.
- c. **Humidade de condensação:** são visíveis mancha de humidade na casa de banho e na cozinha,  
Pode-se afirmar que com a presença de gotas de água no teto de casa de banho e na cozinha durante o inverno acentuado, atinge-se a temperatura de orvalho.  
**Humidade de causas fortuitas:** não se conhece causas acidentais que poderiam originar o aparecimento das patologias;
- d. **Humidade de construção:** Não existe

### 6- Diagnósticos

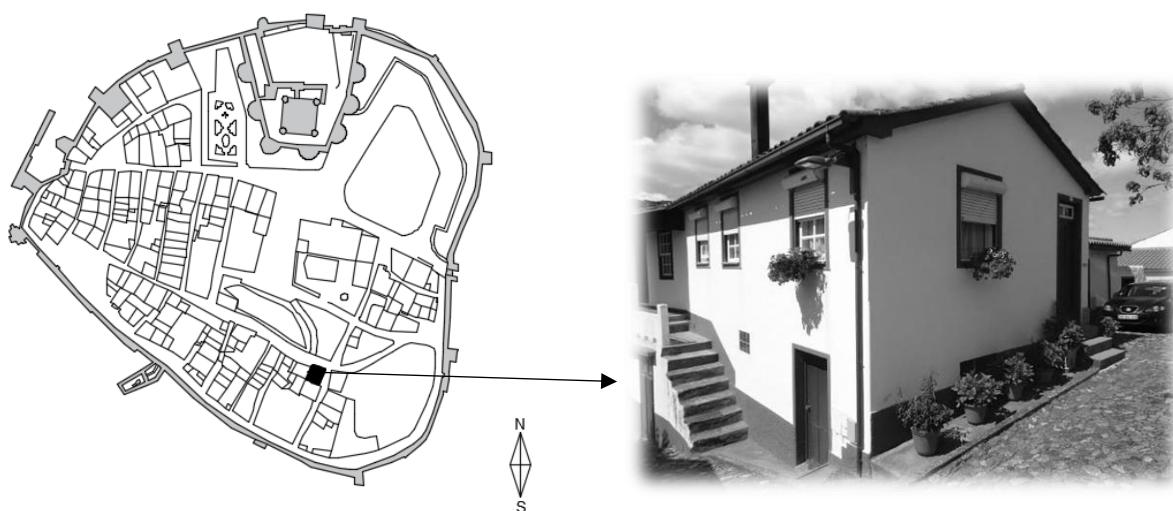
- ❖ Humidade de terreno
- ❖ Humidade de precipitação
- ❖ Humidade de condensação

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

**Caso de estudo N°7**

<b>Identificação</b>	
Localização (Rua/Largo)	Rua da Cidadela, Cidadela
Data de construção	Data indefinida
Número de habitantes	2
Área ( m <sup>2</sup> )	55.8

**Localização e identificação fotográfica**



**Figura 0-15. Localização do edifício (Caso de estudo N°7) e respetiva identificação fotográfica**

<b>Utilização</b>			
Cave	x	3° Andar	
R/C	x	4° Andar	
1° Andar		Sótão	
2° Andar			

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

<b>Informações Básicas</b>	
Orientação Solar	Norte
Ventilação	Ventilação Natural
Redes	Abastecimento de água, drenagem de águas residuais e pluviais
Sistema de aquecimento	Lareira e aquecedor elétrico
Sistema de arrefecimento	Não existe
Instalações sanitárias	Sim
Fendilhação	Não

<b>Estado de conservação/ Processo construtivo</b>					
	Bom	Razoável	Mau	Ruínas	Tipo de material
Geral		x			Alvenaria de Pedra
Estrutura		x			Xisto/ granito (30cm)
Cobertura	x				Telha cerâmica
Paredes Interiores		x			Alvenaria de tijolo (15cm) e tabique
Vãos	x				Madeira/ Alumínio

<b>Salubridade</b>		
Humidade	Inexistente	
	Alguma	x
	Bastante	
Insolação	Razoável	x
	Boa	
	Má	

<b>Estado</b>		
Remodelada	x	
Por remodelar		
Foi alvo do <b>Programa de Incentivos à Recuperação de fachadas e coberturas de imóveis degradados</b> situados na Cidadela?	Sim	Não
		x

**Tabela 14** Informações acerca do edifício 7

**Observações:**

Foram feitas remodelações sucessivas, como a construção das instalações sanitárias, reparação da estrutura (introdução de elementos em betão armado), paredes e cobertura,

## LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

bem como de janelas e portas, e pintura. Habitação muito bem cuidada e em constante melhoramento; a humidade na parede, só surgiu após a colocação da calçada no exterior.

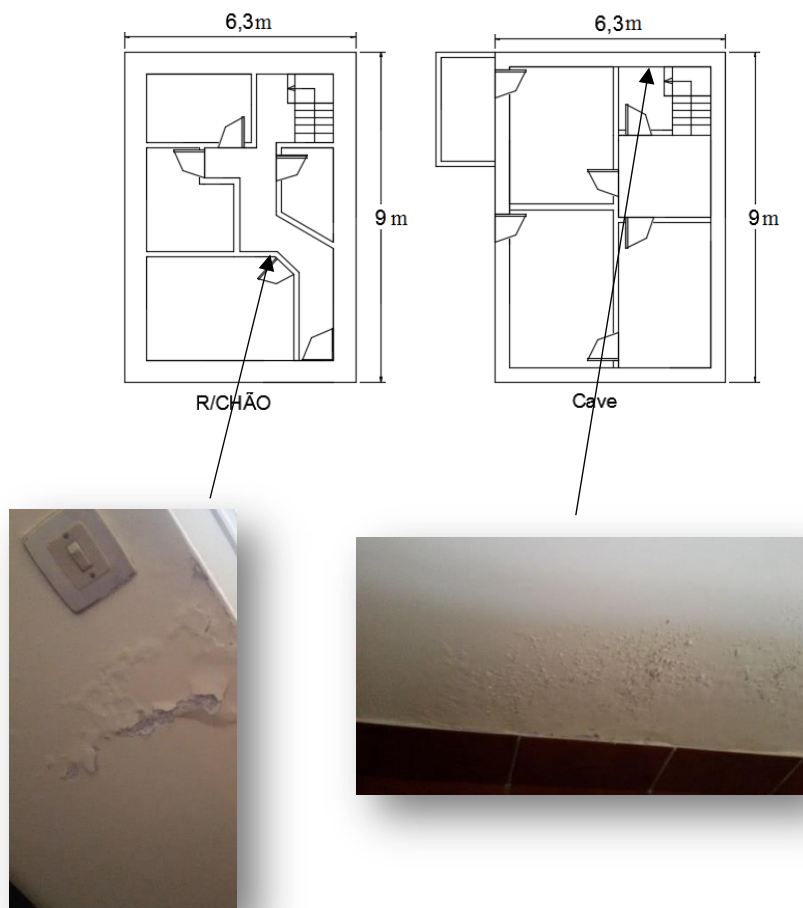


Figura 0-16 Plantas do edifício (Caso 7) e registo fotográfico das anomalias

### Processo de identificação e possível solução da patologia

#### 1- Lista de possíveis diagnósticos

1. Humidade do terreno;
2. Humidade de precipitação;
3. Humidade de condensação;
4. Humidade devido a causas fortuitas;
5. Humidade de construção.
6. Humidade devido a fenómenos de higroscopicidade.

#### 2- Exame

##### a) Reconstituição construtiva

LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

❖ **Observação direta:**

- Humidade visível nas paredes divisórias (interiores) e junta ás escadas;
- Zonas de humedecimento em espaços pouco ventilados;

b) **Observação dimensional:** não se fez;

c) **Consulta do projeto:** não há;

3- História

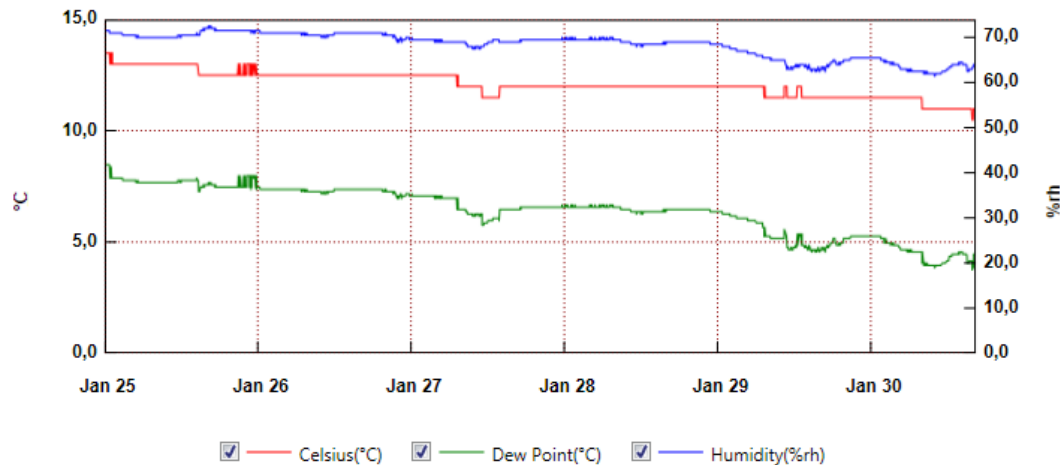
a) **Informação do construtor:** não existe;

b) **Informação do utente:** as manchas de humidade começaram a aparecer desde que a calçada no exterior começou a ser remodelada.

c) **Observação visual da envolvente:** É possível verificar algumas fissuras na envolvente. É notável o destacamento da pintura em algumas paredes.

4- Ensaios experimentais

Fizeram-se ensaios á humidade relativa e temperatura num dos quartos da casa.



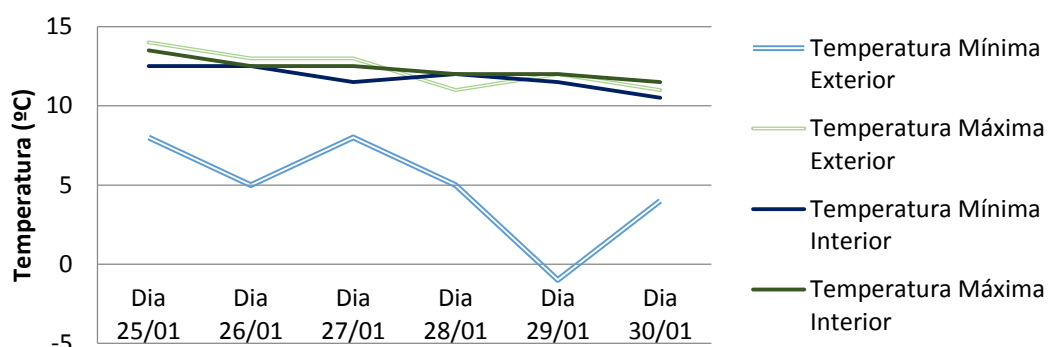
From: segunda-feira, 25 de Janeiro de 2016 00:00:00 - To: sábado, 30 de Janeiro de 2016 16:29:00

**Gráfico 20**Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho no quarto

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

	Mínimo		Máximo	
Temperatura(°C)	10,5	HR=63%	13,5	HR=71,5%
Ponto de orvalho (°C)	3,8	-	8,5	-
Humidade relativa (%)	61,5	T=11 °C	72,5	T= 12,5°C

**Tabela 15 Valores máximos e mínimos obtidos no caso de estudo nº 7 no ensaio á temperatura e humidade relativa**



**Gráfico 21 Relação entre a temperatura interior (Caso de estudo nº 7) e exterior**

#### 5- Eliminação de diagnóstico

- a. Humidade de terreno:** Não se elimina, pois existem paredes enterradas em que se verificam manifestações patológicas, nomeadamente manchas de humidade nas zonas inferiores das paredes, eflorescência e criptoflorescência o que originou a destruição de revestimentos.
- b. Humidade de precipitação:** Não existe;
- c. Humidade de condensação:** São visíveis mancha de humidade na casa de banho, corredor e quarto, possivelmente devido á fraca ventilação;
- d. Humidade de causas fortuitas:** não se conhece causas acidentais que poderiam originar o aparecimento das patologias;
- e. Humidade de construção:** Não existe.

#### 6- Diagnósticos

- ❖ Humidade de terreno
- ❖ Humidade de condensação

LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

Caso de estudo N°8

Identificação	
Localização (Rua/Largo)	Rua das Flores, Cidadela
Data de construção	Data indefinida
Número de habitantes	2
Área ( m <sup>2</sup> )	57.16

Localização e identificação fotográfica

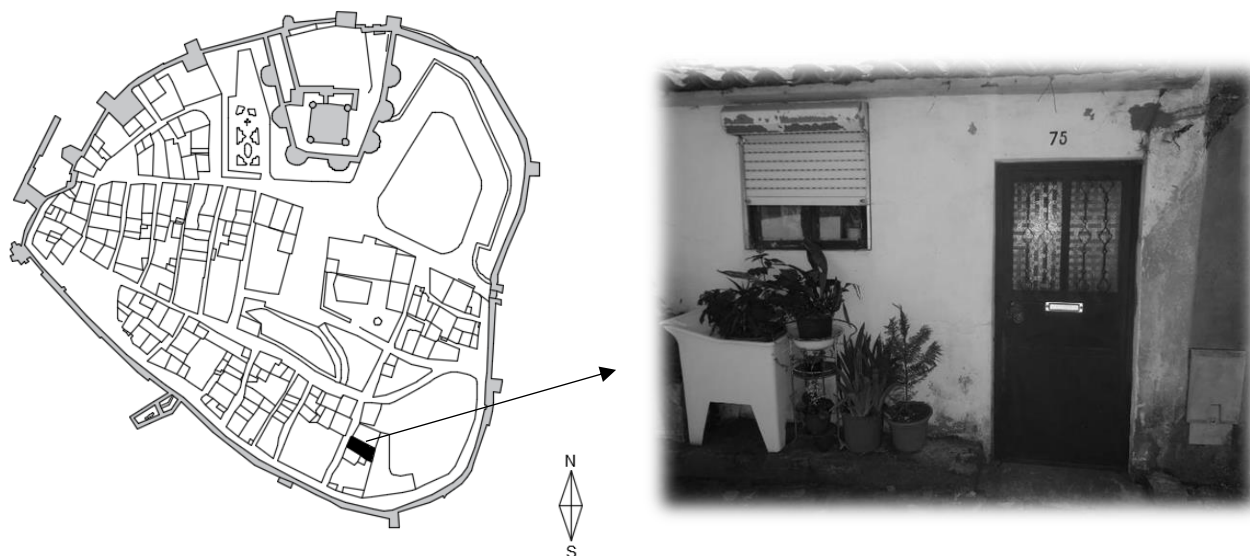


Figura 0-17. Localização do edifício (Caso de estudo N°8) e respetiva identificação fotográfica

Utilização			
Cave	x	3° Andar	
R/C	x	4° Andar	
1° Andar		Sótão	
2° Andar			

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

<b>Informações Básicas</b>	
Orientação Solar	Este
Ventilação	Ventilação natural através das janelas
Redes	Abastecimento de água, drenagem de águas residuais e pluviais
Sistema de aquecimento	-
Sistema de arrefecimento	-
Instalações sanitárias	Não existe
Fendilhação	Existe

<b>Estado de conservação/ Processo construtivo</b>					
	Bom	Razoável	Mau	Ruínas	Tipo de material
Geral			X		Alvenaria de Pedra
Estrutura			X		Xisto/ granito (50cm)
Cobertura			X		Telha cerâmica
Paredes Interiores			X		Tabique (15cm)
Vãos			X		Madeira/ Alumínio

<b>Salubridade</b>		
Humidade	Inexistente	
	Alguma	
	Bastante	X
Insolação	Razoável	
	Boa	X
	Má	

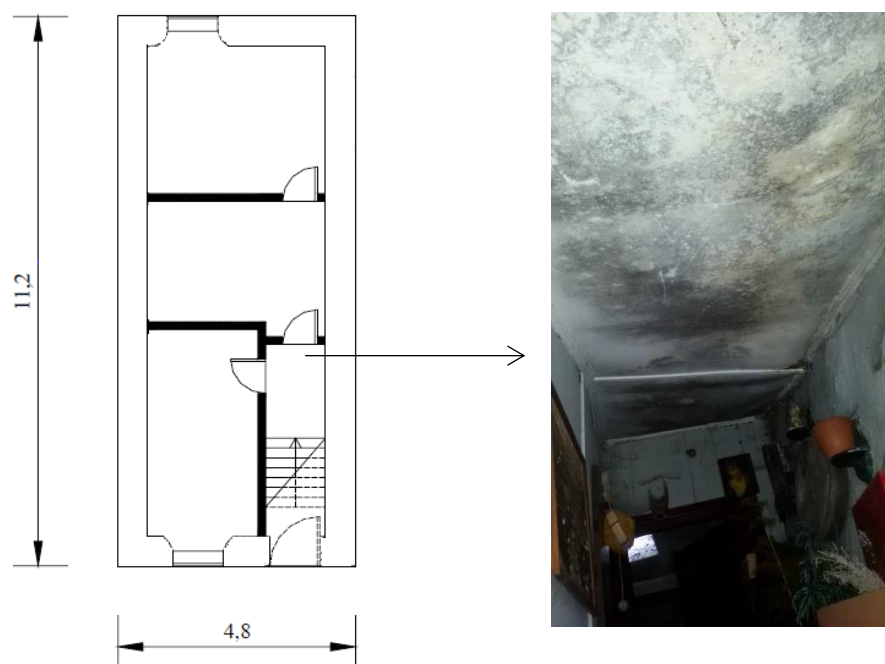
<b>Estado</b>	
Remodelada	
Por remodelar	X
Foi alvo do <b>Programa de Incentivos à Recuperação de fachadas e coberturas de imóveis degradados</b> situados na Cidadela?	Sim
	Não X

**Tabela 16 Informações acerca do edifício 8**

**Observações:**

Os moradores já não estão na casa, durante os dias de medição estes estava em mudanças, devido às condições improprias da habitação mudaram-se para uma outra moradia, também na cidadela.

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**



**Figura 0-18**Plantas do edifício (Caso 8) e registo fotográfico das anomalias

### **Processo de identificação e possível solução da patologia**

#### **1- Lista de possíveis diagnósticos**

1. Humidade do terreno;
2. Humidade de precipitação;
3. Humidade de condensação;
4. Humidade devido a causas fortuitas;
5. Humidade de construção.
6. Humidade devido a fenómenos de higroscopicidade.

#### **2- Exame**

##### **a) Reconstituição construtiva**

##### **❖ Observação direta:**

- Humidade visível nas paredes divisórias (interiores), junta às janelas e em todo o teto;
- Zonas de humedecimento em espaços pouco ventilados;
- Humidade proveniente da infiltração de água vinda da cobertura

##### **b) Observação dimensional:** não se fez;

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

c) **Consulta do projeto:** não há;

3- História

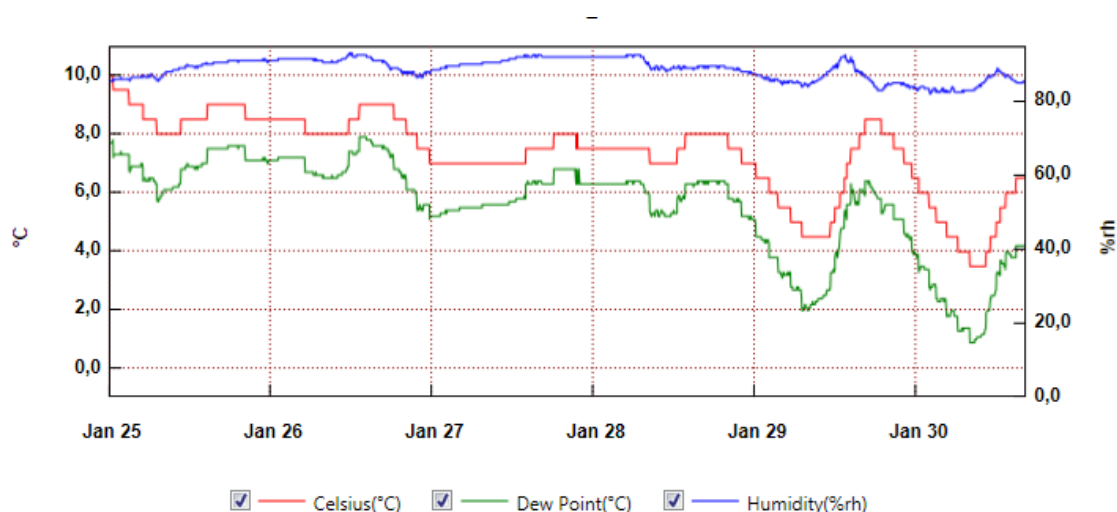
a) **Informação do construtor:** não existe;

b) **Informação do utente:** as manchas de humidade já existem á muito tempo e vão piorando consoante a rigorosidade do inverno.

c) **Observação visual da envolvente:** existem outras manifestações patológicas semelhantes, mas de menores extensões. É possível verificar algumas fissuras na envolvente.

4- Ensaio experimentais

Fizeram-se ensaios á humidade relativa e temperatura na sala.



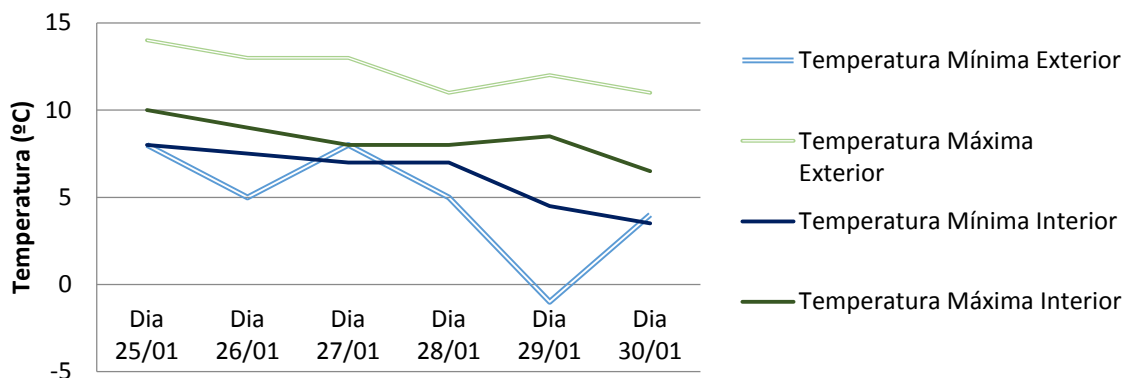
From: segunda-feira, 25 de Janeiro de 2016 00:00:00 - To: sábado, 30 de Janeiro de 2016 16:29:00

**Gráfico 22**Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho na sala.

	Mínimo		Máximo	
Temperatura(°C)	3,5	HR=84,5%	10	HR=85,5%
Ponto de orvalho (°C)	0,9	-	7,9	-
Humidade relativa (%)	82	T= 4,5°C	93	T= 7,5°C

**Tabela 17** Valores máximos e mínimos obtidos no caso de estudo nº 8 no ensaio á temperatura e humidade relativa

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**



**Gráfico 23 Relação entre a temperatura interior (Caso de estudo nº 8) e exterior**

### 5- Eliminação de diagnóstico

- a. **Humidade de terreno:** Não se elimina, pois existem manifestações patológicas, nomeadamente manchas de humidade nas zonas inferiores das paredes;
- b. **Humidade de precipitação:** Não é possível eliminar, pois há probabilidade de existência de infiltrações nas paredes de águas das chuvas, através da cobertura.
- c. **Humidade de condensação:** são visíveis mancha de humidade na casa de banho, esta sem janela, o que dificulta a uma ventilação adequada desse compartimento. Na cozinha é possível verificar algumas manchas na parede, dado que esta tem uma fraca ventilação e iluminação.  
Pode-se afirmar que com a presença de gotas de água no teto de casa de banho e na cozinha durante o inverno acentuado, atinge-se a temperatura de orvalho. Além disso não se pode eliminar esta patologia devido ao arrefecimento do vapor (contacto de vapor com zonas frias).  
O cheiro intenso a mofo, a falta de ventilação do espaço reservado para guardar a lenha evidencia por si só a existência de condensação.
- d. **Humidade de causas fortuitas:** não se conhece causas acidentais que poderiam originar o aparecimento das patologias;
- e. **Humidade de construção:** Não existe

### 6- Diagnósticos

- ❖ Humidade de terreno
- ❖ Humidade de precipitação
- ❖ Humidade de condensação

### Caso de estudo N°9

Identificação	
Localização (Rua/Largo)	Rua Duque D.João I , Cidadela
Data de construção	Data indefinida
Número de habitantes	2
Área ( m <sup>2</sup> )	-

### Localização e identificação fotográfica

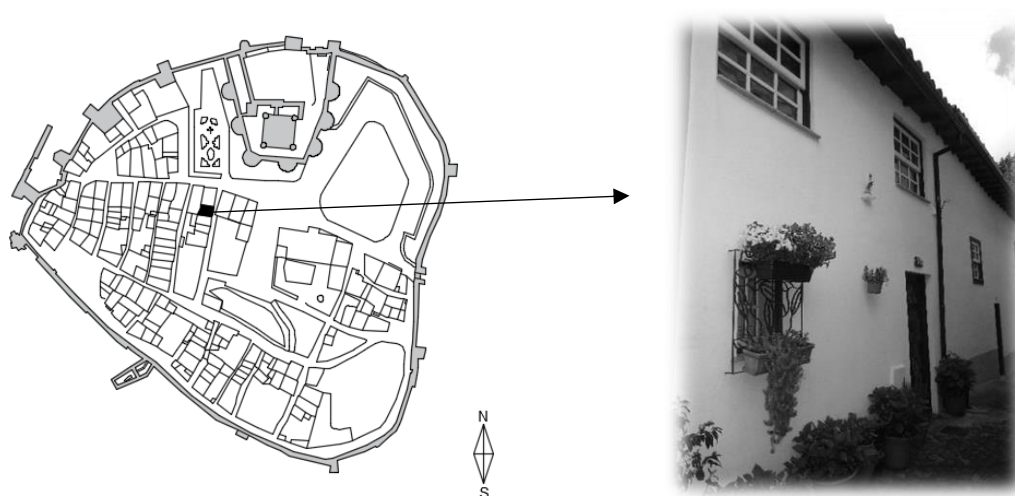


Figura 0-19 . Localização do edifício (Caso de estudo N°9) e respetiva identificação fotográfica

Utilização			
Cave		3° Andar	
R/C	x	4° Andar	
1° Andar	x	Sótão	
2° Andar			

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

<b>Informações Básicas</b>	
Orientação Solar	Este
Ventilação	Ventilação natural através de janelas
Redes	Abastecimento de água, drenagem de águas residuais e pluviais
Sistema de aquecimento	Salamandra
Sistema de arrefecimento	Não existe
Instalações sanitárias	Existe
Fendilhação	Não existe

<b>Estado de conservação/ Processo construtivo</b>					
	Bom	Razoável	Mau	Ruínas	Tipo de material
Geral	X				Alvenaria de Pedra
Estrutura	X				Xisto/ granito (65cm)
Cobertura	X				Telha cerâmica
Paredes Interiores	X				Tabique (15cm)
Vãos	X				Alumínio

<b>Salubridade</b>		
Humidade	Inexistente	X
	Alguma	
	Bastante	
Insolação	Razoável	X
	Boa	
	Má	

<b>Estado</b>		
Remodelada	X	
Por remodelar		
Foi alvo do <b>Programa de Incentivos à Recuperação de fachadas e coberturas de imóveis degradados</b> situados na Cidadela?	Sim	Não
		X

**Tabela 18 Informações acerca do edifício 9**

**Observações:**

A moradia está em boas condições, os moradores demostram algum cuidado para com esta.

## Processo de identificação e possível solução da patologia

### 1- Lista de possíveis diagnósticos

1. Humidade do terreno;
2. Humidade de precipitação;
3. Humidade de condensação;
4. Humidade devido a causas fortuitas;
5. Humidade de construção.
6. Humidade devido a fenómenos de higroscopicidade.

### 2- Exame

#### a) Reconstituição construtiva

#### ❖ Observação direta:

- Humidade visível na parte inferior das paredes da fachada principal, na parte exterior.

b) **Observação dimensional:** não se fez;

c) **Consulta do projeto:** não há;

### 3- História

a) **Informação do construtor:** não existe;

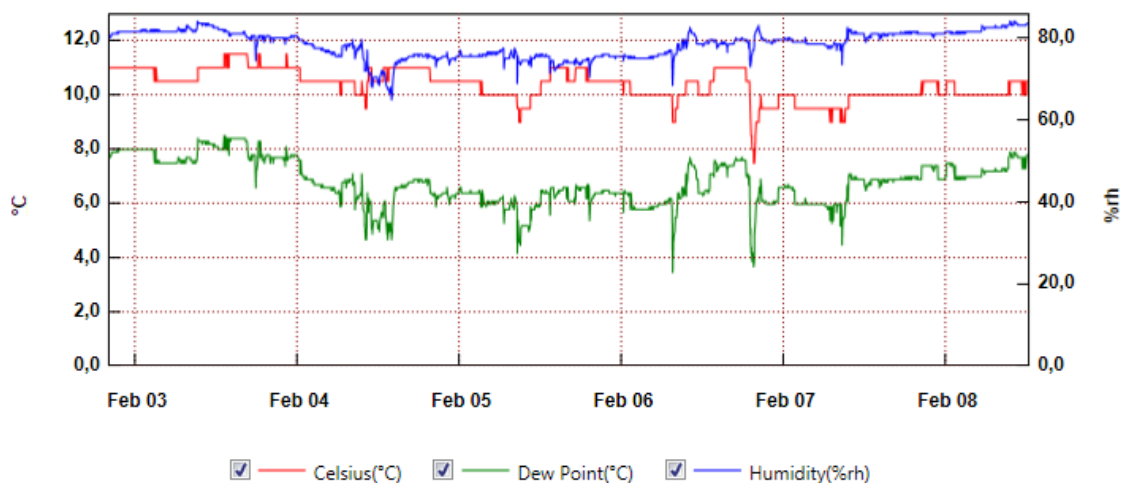
b) **Informação do utente:** A casa não tem muita humidade.

c) **Observação visual da envolvente:** existem outras manifestações patológicas semelhantes, mas de menores extensões. É possível verificar algumas fissuras na envolvente, com abertura relativamente pequenas ( $\approx 2\text{mm}$ ) e com extensões razoáveis.

### 4- Ensaios experimentais

Fizeram-se ensaios á humidade relativa e temperatura no hall de entrada da casa.

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

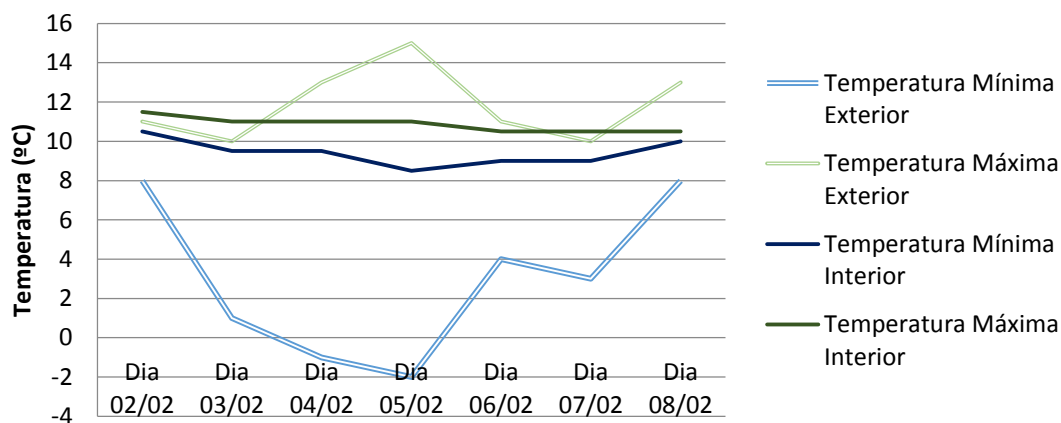


From: terça-feira, 2 de Fevereiro de 2016 20:00:00 - To: segunda-feira, 8 de Fevereiro de 2016 12:30:30

**Gráfico 24** Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho no hall de entrada.

	Mínimo		Máximo	
Temperatura(°C)	7,5	HR=77%	11,5	HR=79,5%
Ponto de orvalho (°C)	3,5	-	8,5	-
Humidade relativa (%)	65	T=11 °C	84	T= 10,5°C

**Tabela 19** Valores máximos e mínimos obtidos no caso de estudo nº 9 no ensaio á temperatura e humidade relativa



**Gráfico 25** Relação entre a temperatura interior (Caso de estudo nrº 9) e exterior

#### 5- Eliminação de diagnóstico

- a. **Humidade de terreno:** Não se elimina, pois existem manifestações patológicas, nomeadamente manchas de humidade nas zonas inferiores das paredes;
- b. **Humidade de precipitação:** Não é possível eliminar, pois há probabilidade de existência de infiltrações nas paredes de águas das chuvas, através da cobertura.
- c. **Humidade de condensação:** são visíveis mancha de humidade na casa de banho, esta sem janela, o que dificulta a uma ventilação adequada desse compartimento. Na cozinha é possível verificar algumas manchas na parede, dado que esta tem uma fraca ventilação e iluminação muito fraca.  
  
Pode-se afirmar que com a presença de gotas de água no teto de casa de banho e na cozinha durante o inverno acentuado, atinge-se a temperatura de orvalho. Além disso não se pode eliminar esta patologia devido ao arrefecimento do vapor (contacto de vapor com zonas frias).  
  
O cheiro intenso a mofo, a falta de ventilação do espaço reservado para guardar a lenha evidencia por si só a existência de condensação.
- d. **Humidade de causas fortuitas:** não se conhece causas acidentais que poderiam originar o aparecimento das patologias;
- e. **Humidade de construção:** Não existe.

#### 6- Diagnósticos

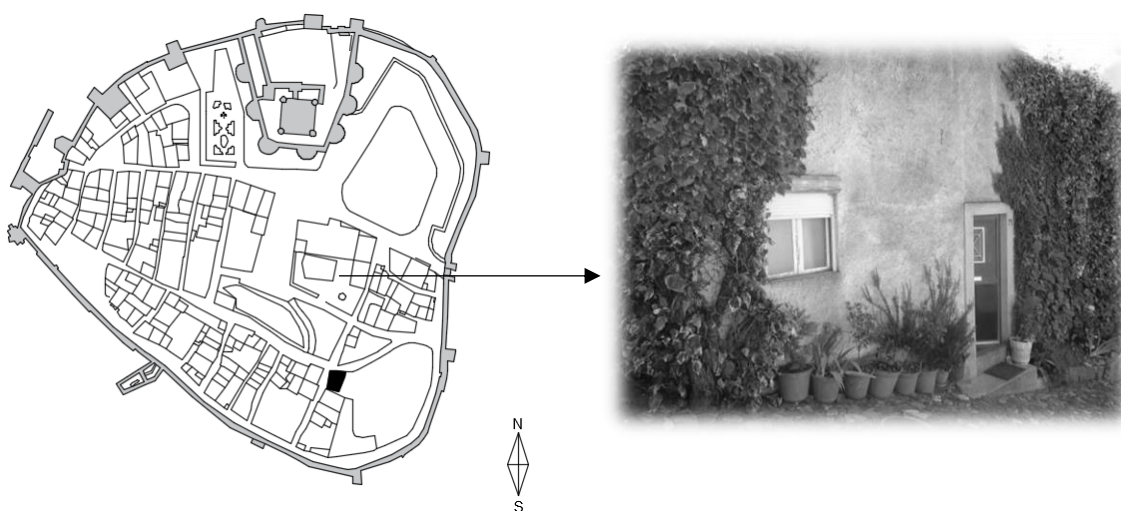
- ❖ Humidade de terreno
- ❖ Humidade de precipitação
- ❖ Humidade de condensação

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

**Caso de estudo Nº10**

<b>Identificação</b>	
Localização (Rua/Largo)	Rua Duque D.JoãoI, Cidadela
Data de construção	Data indefinida
Número de habitantes	2
Área ( m <sup>2</sup> )	61.6

**Localização e identificação fotográfica**



**Figura 0-20 . Localização do edifício (Caso de estudo Nº10) e respetiva identificação fotográfica**

<b>Utilização</b>			
Cave		3º Andar	
R/C	x	4º Andar	
1º Andar		Sótão	
2º Andar			

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

<b>Informações Básicas</b>	
Orientação Solar	Oeste
Ventilação	Ventilação Natural através de janelas
Redes	Abastecimento de água, drenagem de águas residuais e pluviais
Sistema de aquecimento	Lareira
Sistema de arrefecimento	Não existe
Instalações sanitárias	Existe
Fendilhação	Não existe

<b>Estado de conservação/ Processo construtivo</b>					
	Bom	Razoável	Mau	Ruínas	Tipo de material
Geral		X			Alvenaria de Pedra
Estrutura		X			Xisto/ granito (30cm)
Cobertura		X			Telha cerâmica
Paredes interiores			X		Alvenaria de tijolo (15cm)
Vãos		X			Alumínio

<b>Salubridade</b>			<b>Estado</b>	
Humidade	Inexistente		Remodelada	X
	Alguma	x	Por remodelar	
	Bastante			
Insolação	Razoável	x		
	Boa			
	Má			
<b>Foi alvo do Programa de Incentivos à Recuperação de fachadas e coberturas de imóveis degradados situados na Cidadela?</b>			Sim	Não
				X

**Tabela 210 Informações acerca do edifício 10**

LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA



Figura 0-21 Plantas do edifício (Caso 10) e registo fotográfico das anomalias

### Processo de identificação e possível solução da patologia

#### 1- Lista de possíveis diagnósticos

1. Humidade do terreno;
2. Humidade de precipitação;
3. Humidade de condensação;
4. Humidade devido a causas fortuitas;
5. Humidade de construção.
6. Humidade devido a fenómenos de higroscopicidade.

LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

2- Exame

a) **Reconstituição construtiva**

❖ **Observação direta:**

- Humidade visível nas paredes divisórias (interiores) e junto às janelas e na zona inferior das paredes;
- Zonas de humedecimento em espaços pouco ventilados;

b) **Observação dimensional:** não se fez;

c) **Consulta do projeto:** não há;

3- História

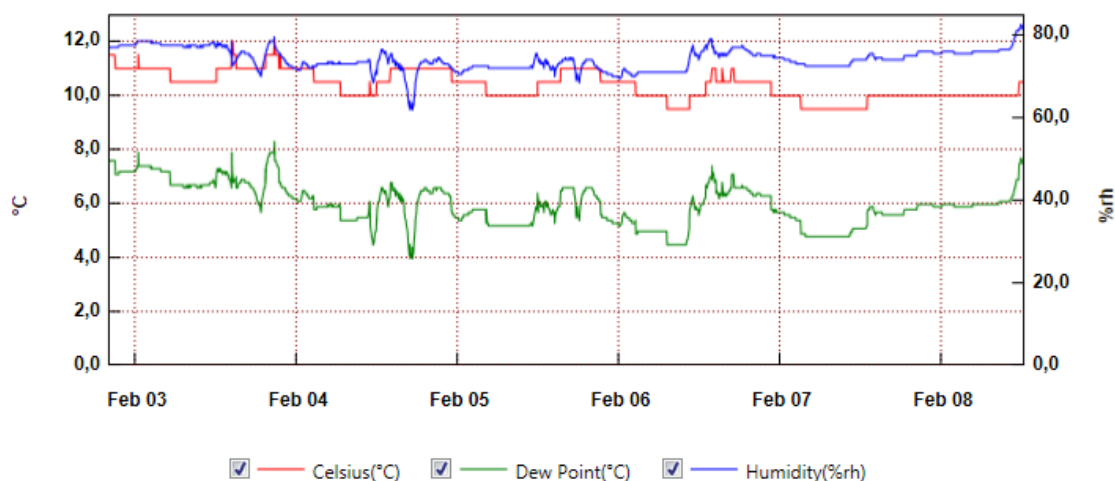
a) **Informação do construtor:** não existe;

b) **Informação do utente:** as manchas de humidade já existem pelo menos á dez anos, que vai piorando consoante a rigorosidade do inverno.

c) **Observação visual da envolvente:** existem outras manifestações patológicas semelhantes, mas de menores extensões.

4- Ensaio experimentais

Fizeram-se ensaios á humidade relativa e temperatura na sala.



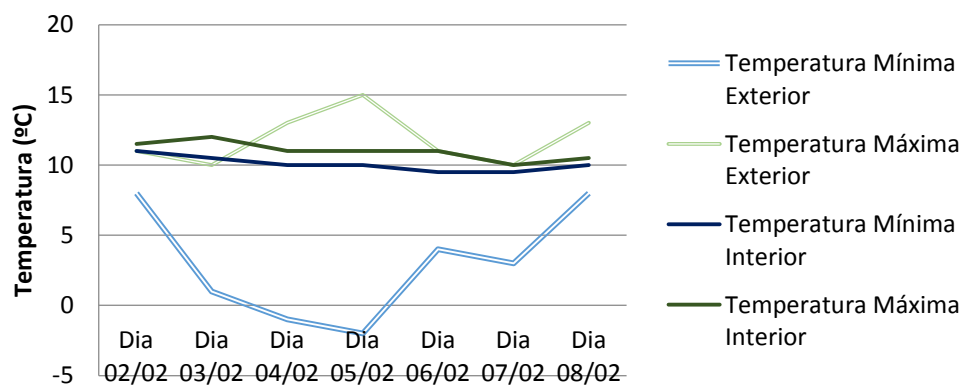
From: terça-feira, 2 de Fevereiro de 2016 20:00:00 - To: segunda-feira, 8 de Fevereiro de 2016 12:29:00

**Gráfico 26**Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho na sala

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

	Mínimo		Máximo	
Temperatura(°C)	9,5	HR=72,5%	12	HR=72,5%
Ponto de orvalho (°C)	4	-	8,3	-
Humidade relativa (%)	62	T= 11°C	82,5	T= 10,5°C

**Tabela 21** Valores máximos e mínimos obtidos no caso de estudo nº 10 no ensaio á temperatura e humidade relativa



**Gráfico 27** Relação entre a temperatura interior (Caso de estudo nrº 10) e exterior

#### 5- Eliminação de diagnóstico

- a. **Humidade de terreno:** Não se elimina, pois existem predes enterradas e manifestações patológicas, nomeadamente manchas de humidade nas zonas inferiores das paredes, eflorescências e destacamento de pitura;
- b. **Humidade de precipitação:** Não é possível eliminar, pois há manchas de humidade junto á porta principal e janelas;
- c. **Humidade de condensação:** são visíveis manchas de humidade na casa de banho e cozinha. Existem zonas de humedecimento em paredes interiores;
- d. **Humidade de causas fortuitas:** não se conhece causas acidentais que poderiam originar o aparecimento das patologias;
- e. **Humidade de construção:** Não existe.

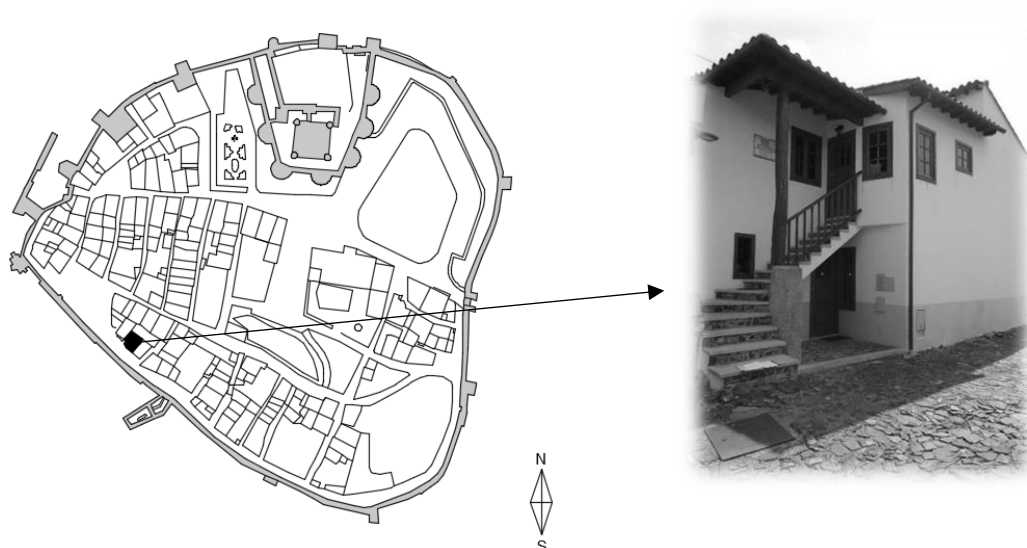
#### 6- Diagnósticos

- ❖ Humidade de terreno
- ❖ Humidade de precipitação
- ❖ Humidade de condensação

**Caso de estudo N°11**

Identificação	
Localização (Rua/Largo)	Rua Rainha D.Amélia, Cidadela
Data de construção	Data indefinida
Número de habitantes	2
Área ( m <sup>2</sup> )	54.03

**Localização e identificação fotográfica**



**Figura 0-22** Localização do edifício (Caso de estudo N°11) e respetiva identificação fotográfica

Utilização			
Cave		3° Andar	
R/C	x	4° Andar	
1° Andar		Sótão	
2° Andar			

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

<b>Informações Básicas</b>	
Orientação Solar	Sudoeste
Ventilação	Ventilação natural através da abertura das janelas
Redes	Abastecimento de água, drenagem de águas residuais e pluviais
Sistema de aquecimento	Salamandra
Sistema de arrefecimento	Não existe
Instalações sanitárias	Existe
Fendilhação	Não existe

<b>Estado de conservação/ Processo construtivo</b>					
	Bom	Razoável	Mau	Ruínas	Tipo de material
Geral	X				Alvenaria de Pedra
Estrutura	X				Xisto/ granito (80cm)
Cobertura	X				Telha cerâmica
Paredes Interiores	X				Alvenaria de tijolo (20cm)
Vãos	X				Alumínio

<b>Salubridade</b>		
Humidade	Inexistente	x
	Alguma	
	Bastante	
Insolação	Razoável	
	Boa	x
	Má	

<b>Estado</b>		
Remodelada	x	
Por remodelar		
Foi alvo do <b>Programa de Incentivos à Recuperação de fachadas e coberturas de imóveis degradados</b> situados na Cidadela?	Sim	Não
		x

**Tabela 22 Informações acerca do edifício 11**

**Observações:**

A habitação foi remodelada em 2008. Só o R/C é que está a ser habitado.

LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

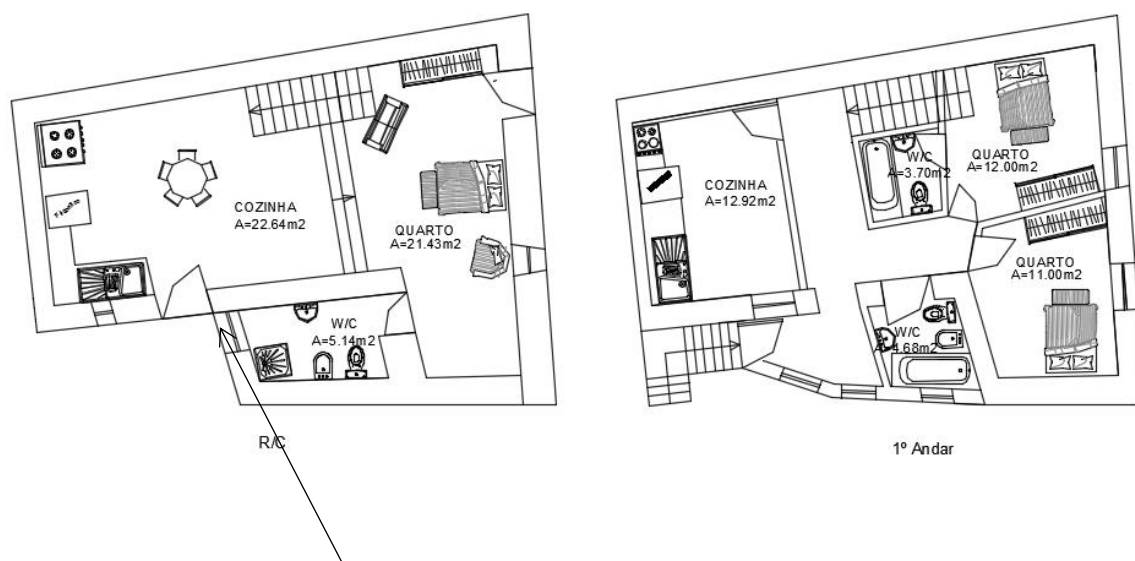


Figura 0-23 Plantas do edifício (Caso 11) e registo fotográfico das anomalias

### Processo de identificação e possível solução da patologia

#### 1- Lista de possíveis diagnósticos

1. Humidade do terreno;
2. Humidade de precipitação;
3. Humidade de condensação;
4. Humidade devido a causas fortuitas;
5. Humidade de construção.
6. Humidade devido a fenómenos de higroscopicidade.

#### 2- Exame

##### a) Reconstituição construtiva

##### ❖ Observação direta:

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

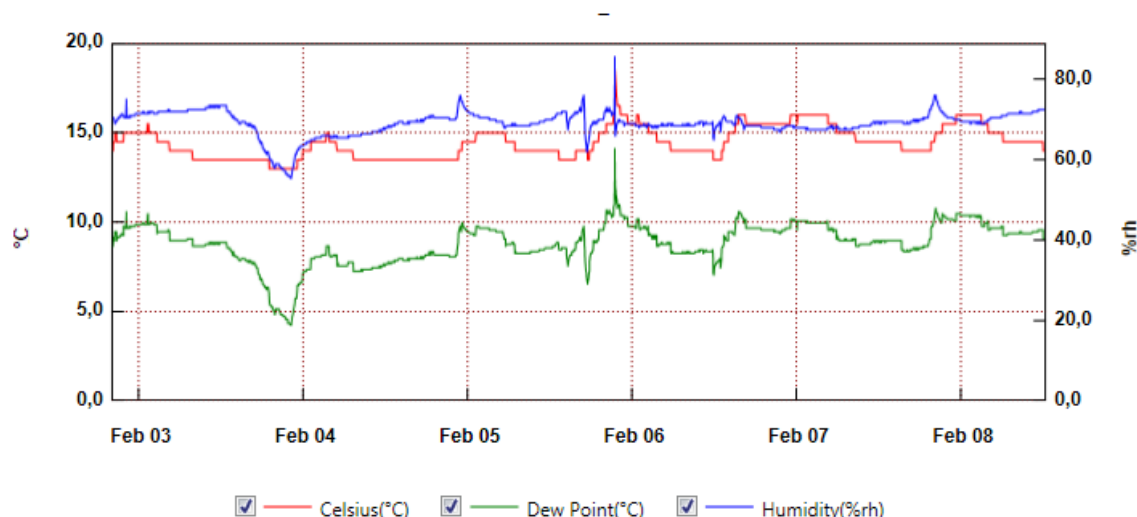
- Humidade visível nas paredes da envolvente exterior;
- b) **Observação dimensional:** não se fez;
- c) **Consulta do projeto:** não há;

3- História

- a) **Informação do construtor:** não existe;
- b) **Informação do utente:** No interior da habitação não existem manchas visíveis da habitação.
- c) **Observação visual da envolvente:** Existem pequenas fissuras

4- Ensaio experimentais

Fizeram-se ensaios á humidade relativa e temperatura no quartos da casa.



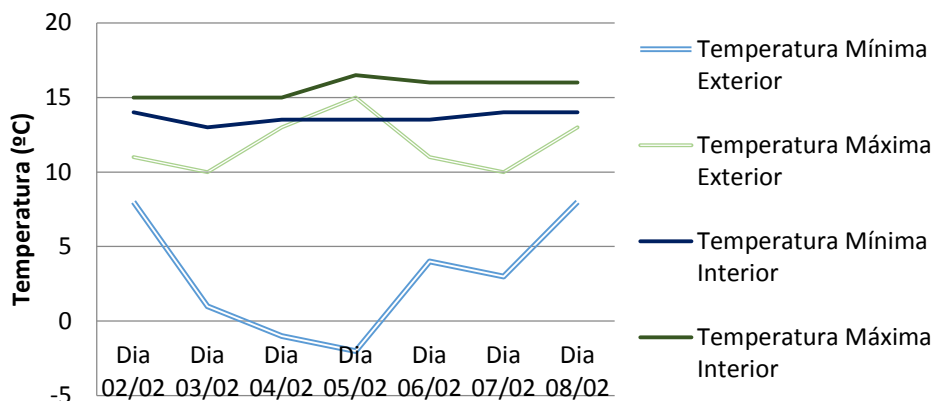
From: terça-feira, 2 de Fevereiro de 2016 20:00:00 - To: segunda-feira, 8 de Fevereiro de 2016 12:29:00

**Gráfico 28** Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho no quarto

	Mínimo		Máximo	
Temperatura(°C)	13	HR=57,5%	18,5	HR=66%
Ponto de orvalho (°C)	4,3	-	14,1	-
Humidade relativa (%)	55,5	T=13 °C	85,5	T= 16,5°C

**Tabela 23** Valores máximos e mínimos obtidos no caso de estudo nº 11 no ensaio á temperatura e humidade relativa

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**



**Gráfico 29 Relação entre a temperatura interior (Caso de estudo nº 11) e exterior**

### 5- Eliminação de diagnóstico

- a. **Humidade de terreno:** Não se elimina, pois existem manifestações patológicas, nomeadamente manchas de humidade e , destacamento da pintura nas zonas inferiores das paredes;
- b. **Humidade de precipitação:** Não existe.
- c. **Humidade de condensação:** Não existe.
- d. **Humidade de causas fortuitas:** não se conhece causas acidentais que poderiam originar o aparecimento das patologias;
- e. **Humidade de construção:** Não existe.

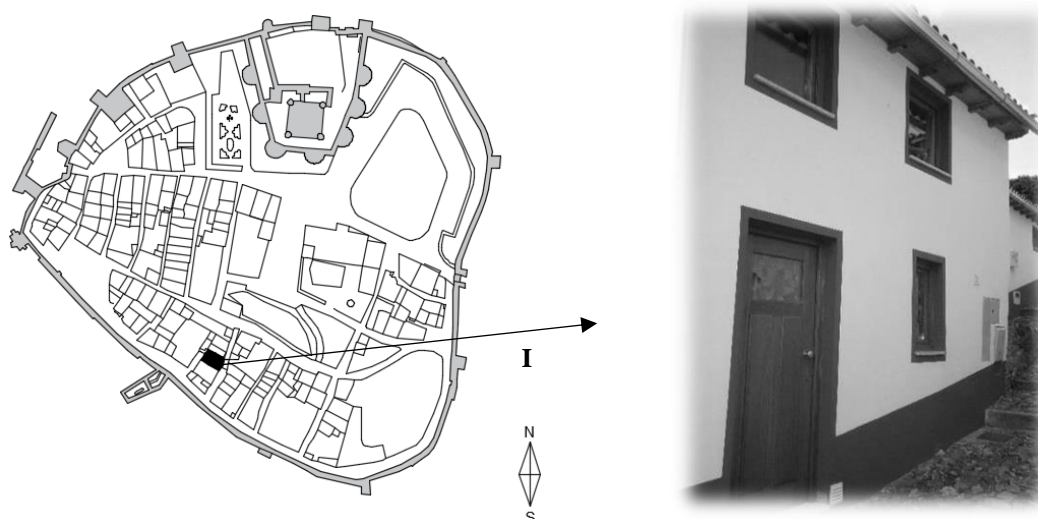
### 6- Diagnósticos

- ❖ Humidade de terreno

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

**Caso de estudo Nº12**

<b>Identificação</b>	
Localização (Rua/Largo)	Rua D. Manuel II, Cidadela
Data de construção	Data indefinida
Número de habitantes	3
Área ( m <sup>2</sup> )	50.76



**Figura 0-24 Localização do edifício (Caso de estudo Nº12) e respetiva identificação**

<b>Utilização</b>			
Cave	x	3º Andar	
R/C	x	4º Andar	
1º Andar		Sótão	
2º Andar			

<b>Informações Básicas</b>	
Orientação Solar	Nordeste
Ventilação	Ventilação Natural
Redes	Abastecimento de água, drenagem de águas residuais e pluviais
Sistema de aquecimento	Lareira
Sistema de arrefecimento	Não existe
Instalações sanitárias	Sim
Fendilhação	Não

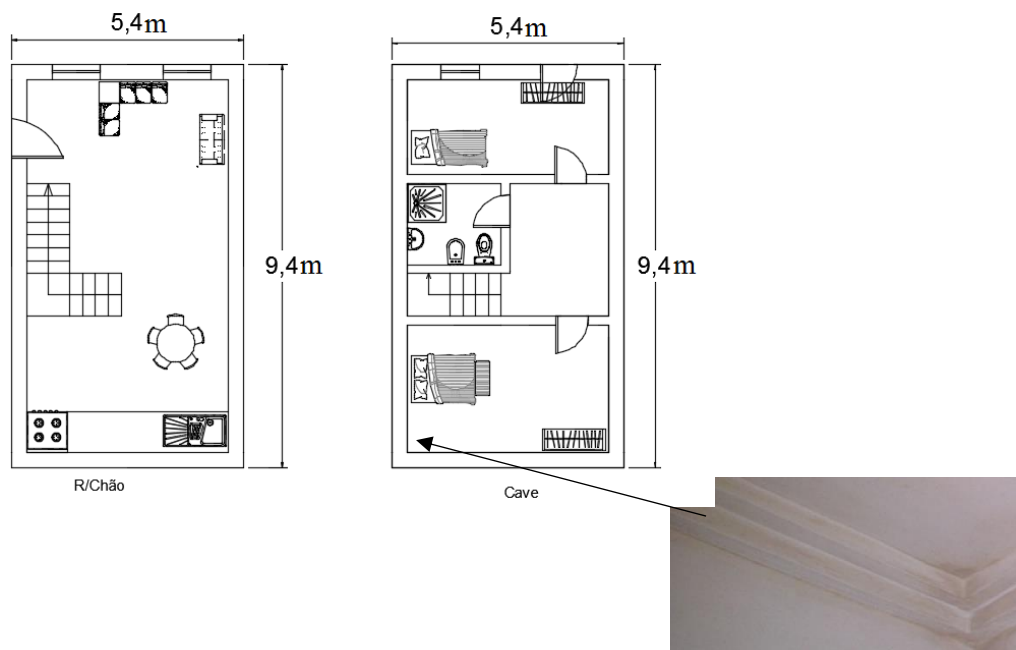
**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

<b>Estado de conservação/ Processo construtivo</b>					
	Bom	Razoável	Mau	Ruínas	Tipo de material
Geral	X				Alvenaria de Pedra
Estrutura	X				Xisto/ granito (35cm)
Cobertura	X				Telha cerâmica
Paredes Interiores	X				Alvenaria de tijolo (20cm)
Vãos	X				Madeira

<b>Salubridade</b>		
Humidade	Inexistente	
	Alguma	X
	Bastante	
Insolação	Razoável	
	Boa	
	Má	X

<b>Estado</b>		
Remodelada	X	
Por remodelar		
Foi alvo do <b>Programa de Incentivos à Recuperação de fachadas e coberturas de imóveis degradados</b> situados na Cidadela?	Sim	Não
		X

**Tabela 24 Informações acerca do edifício 12**



**Figura 0-25 Plantas do edifício (Caso 12) e registo fotográfico das anomalias**

## Processo de identificação e possível solução da patologia

### 1- Lista de possíveis diagnósticos

1. Humidade do terreno;
2. Humidade de precipitação;
3. Humidade de condensação;
4. Humidade devido a causas fortuitas;
5. Humidade de construção.
6. Humidade devido a fenómenos de higroscopicidade.

### 2- Exame

#### a) Reconstituição construtiva

#### ❖ Observação direta:

- Zonas de humedecimento em espaços pouco ventilados;

#### b) Observação dimensional: não se fez;

#### c) Consulta do projeto: não há;

### 3- História

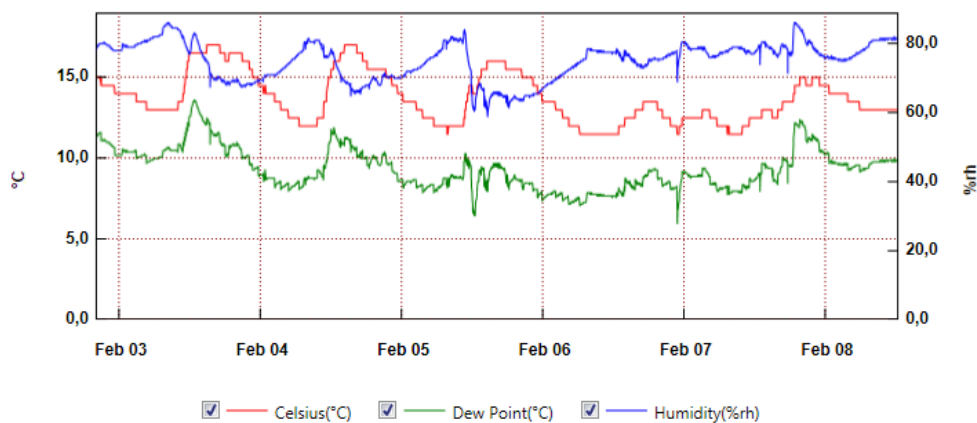
#### a) Informação do construtor: não existe;

#### b) Informação do utente: Só existem pequenas manchas de humidade no inverno, num dos quartos.

#### c) Observação visual da envolvente: envolvente em bom estado.

### 4- Ensaios experimentais

Fizeram-se ensaios á humidade relativa e temperatura num dos quartos da casa.



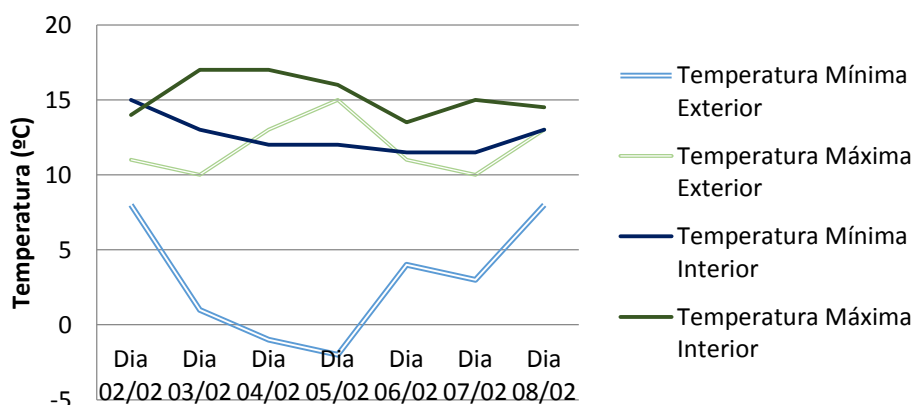
From: terça-feira, 2 de Fevereiro de 2016 20:00:00 - To: segunda-feira, 8 de Fevereiro de 2016 12:29:00

**Gráfico 30**Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho no  
corredor

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

	Mínimo		Máximo	
Temperatura(°C)	11,5	HR=77,5%	17	HR=73%
Ponto de orvalho (°C)	6	-	13,6	-
Humidade relativa (%)	59	T= 16°C	86	T= 13°C

**Tabela.25** Valores máximos e mínimos obtidos no caso de estudo nº 12 no ensaio á temperatura e humidade relativa



**Gráfico 31** Relação entre a temperatura interior (Caso de estudo nrº 12) e exterior

#### 5- Eliminação de diagnóstico

- a. Humidade de terreno:** Não se elimina, pois existem paredes enterradas, num dos quartos existe humidade, mesmo que relativamente pouca, poderá evoluir.
- b. Humidade de precipitação:** Não existe.
- c. Humidade de condensação:** Pode-se afirmar que com a presença de gotas de água no teto de casa de banho e na cozinha durante o inverno acentuado, atinge-se a temperatura de orvalho. Além disso não se pode eliminar esta patologia devido ao arrefecimento do vapor (contacto de vapor com zonas frias). Não existe bolor
- d. Humidade de causas fortuitas:** não se conhece causas acidentais que poderiam originar o aparecimento das patologias;
- e. Humidade de construção:** Não.

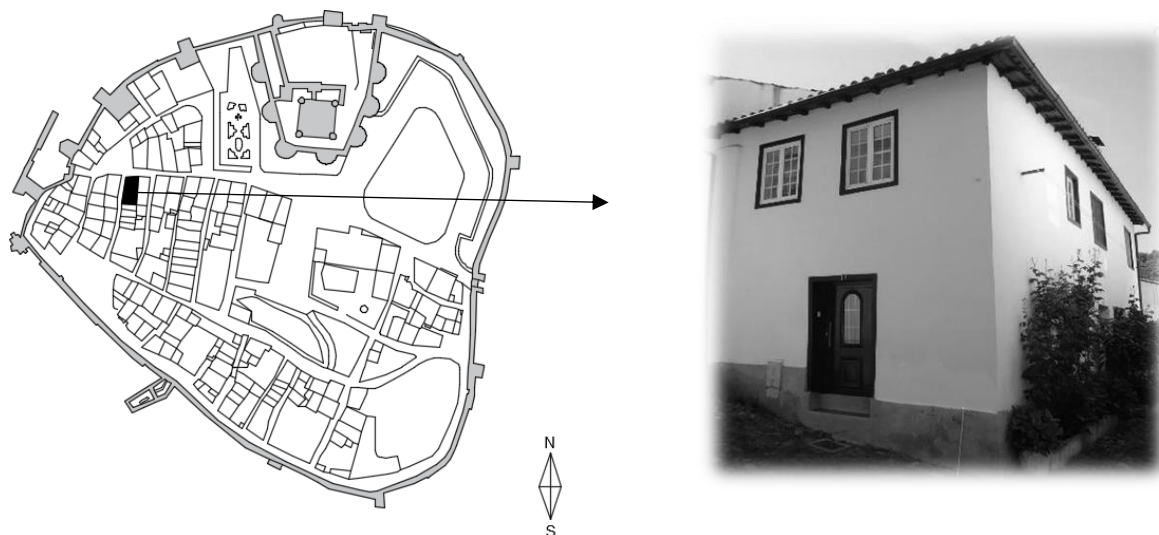
#### 6- Diagnósticos

- ❖ Humidade de terreno
- ❖ Humidade de condensação

**Caso de estudo N°13**

<b>Identificação</b>	
Localização (Rua/Largo)	Rua das Flores, Cidadela
Data de construção	Data indefinida
Número de habitantes	3
Área ( m <sup>2</sup> )	89.76

**Localização e identificação fotográfica**



**Figura 0-26**Localização do edifício (Caso de estudo N°13) e respetiva identificação fotográfica

<b>Utilização</b>			
Cave		3° Andar	
R/C	x	4° Andar	
1° Andar	x	Sótão	
2° Andar			

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

<b>Informações Básicas</b>	
Orientação Solar	Oeste
Ventilação	Ventilação Natural
Redes	Abastecimento de água, drenagem de águas residuais e pluviais
Sistema de aquecimento	Aquecedor a gás
Sistema de arrefecimento	Não existe
Instalações sanitárias	Sim
Fendilhação	Sim

<b>Estado de conservação/ Processo construtivo</b>					
	Bom	Razoável	Mau	Ruínas	Tipo de material
Geral		x			Alvenaria de Pedra
Estrutura		x			Xisto/ granito (40cm)
Cobertura	x				Telha cerâmica
Paredes Interiores		x			Alvenaria de tijolo (20cm) e tabique
Vãos	x				Madeira e PVC

<b>Salubridade</b>		
Humidade	Inexistente	
	Alguma	X
	Bastante	
Insolação	Razoável	
	Boa	
	Má	X

<b>Estado</b>		
Remodelada	x	
Por remodelar		
Foi alvo do <b>Programa de Incentivos à Recuperação de fachadas e coberturas de imóveis degradados</b> situados na Cidadela?	Sim	Não
		x

**Tabela 25 Informações acerca do edifício 13**

LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

**Observações:**

Somente foi estudado o R/C. A esta casa foi associada uma casa vizinha, daí a diferença do tipo de materiais existente. O fato desta habitação ter somente uma fachada única, aumenta a probabilidade de aparecimento de humidade, devido á fraca ventilação.

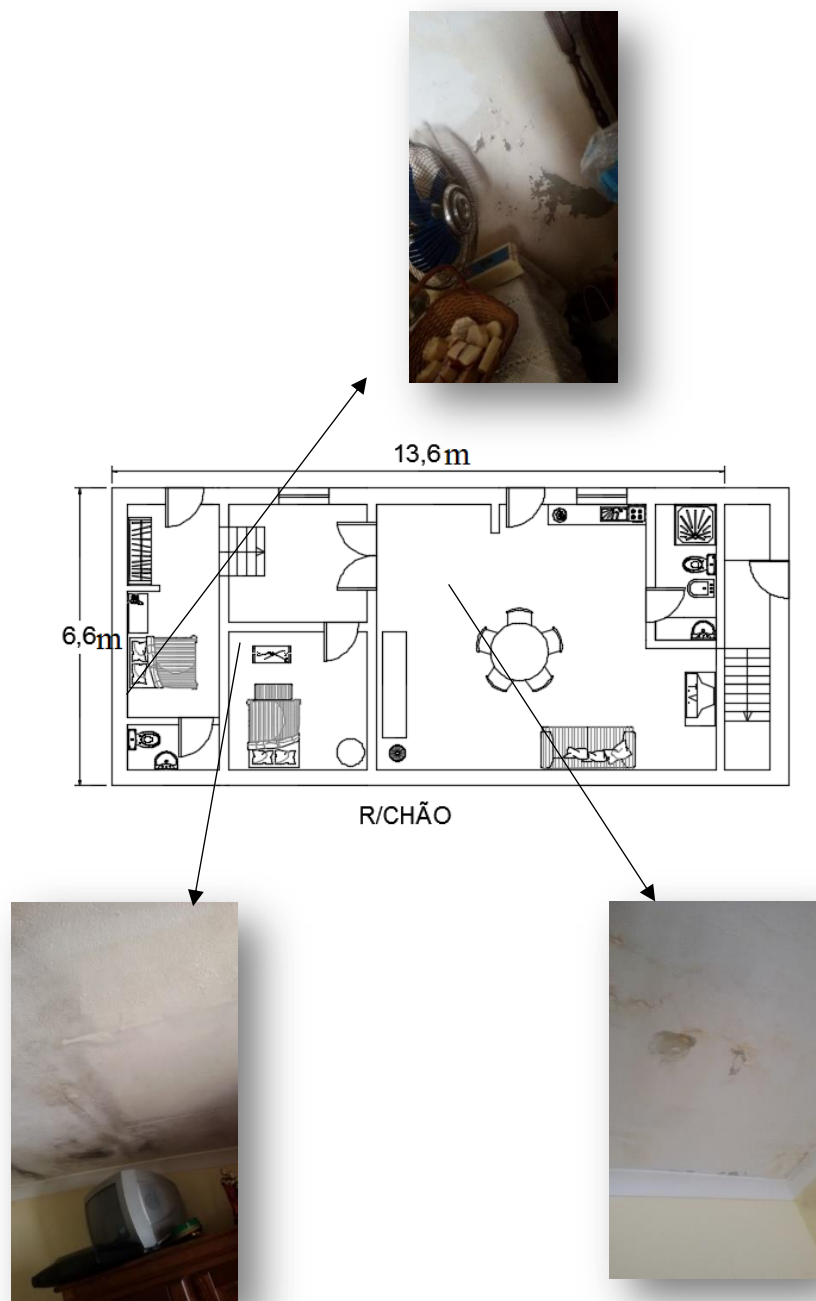


Figura 0-27 Plantas do edifício (Caso 13) e registo fotográfico das anomalias

**Processo de identificação e possível solução da patologia**

1- Lista de possíveis diagnósticos

1. Humidade do terreno;

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

2. Humidade de precipitação;
3. Humidade de condensação;
4. Humidade devido a causas fortuitas;
5. Humidade de construção.
6. Humidade devido a fenómenos de higroscopicidade.

2- Exame

**a) Reconstituição construtiva**

❖ **Observação direta:**

- Humidade visível nas paredes divisórias (interiores) :
- Zonas de humedecimento em espaços pouco ventilados;

**b) Observação dimensional:** não se fez;

**c) Consulta do projeto:** não há;

3- História

**a) Informação do construtor:** não existe;

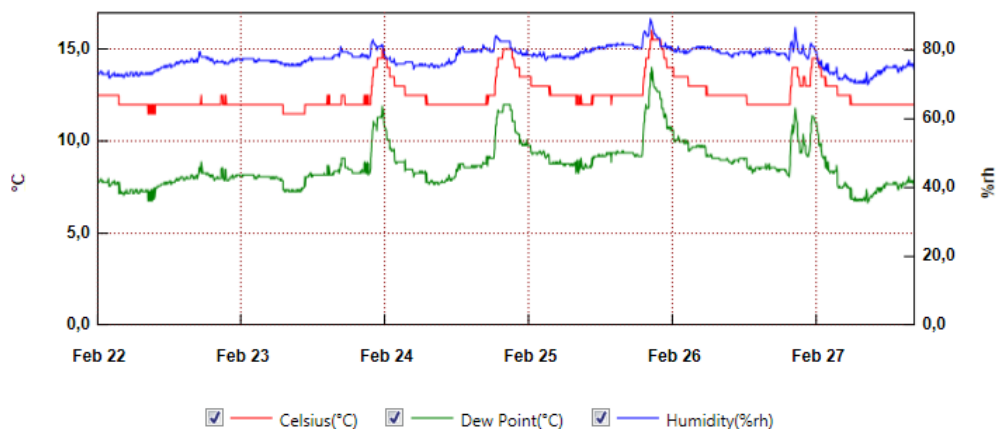
**b) Informação do utente:** As manchas de humidade aparecem todos os invernos, é feita uma limpeza com lixívia, mas a patologia volta a manifestar-se através manchas nas paredes principalmente.

**c) Observação visual da envolvente:** É possível verificar algumas fissuras na envolvente e destacamento do reboco e bolores.

4- Ensaios experimentais

Fizeram-se ensaios á humidade relativa e temperatura num dos quartos da casa.

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

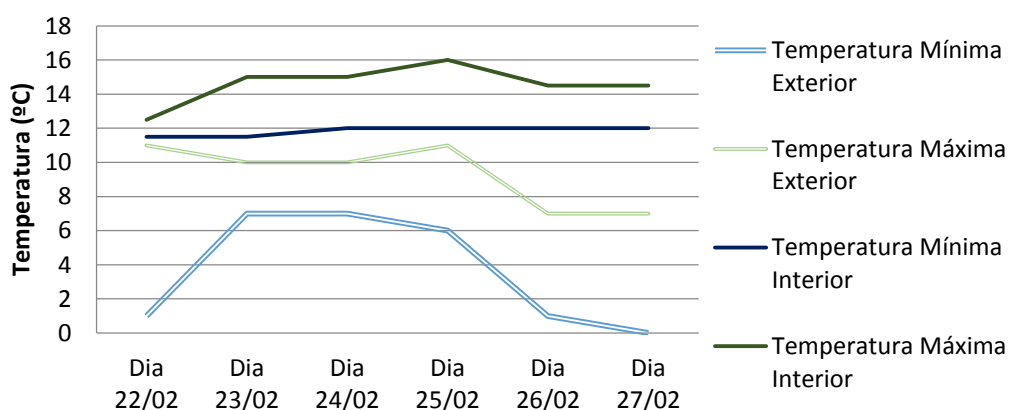


From: segunda-feira, 22 de Fevereiro de 2016 00:00:00 - To: sábado, 27 de Fevereiro de 2016 16:30:30

**Gráfico 32**Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho no corredor

	Mínimo		Máximo	
Temperatura(°C)	11,5	HR=76%	16	HR=88%
Ponto de orvalho (°C)	6,7	-	14	-
Humidade relativa (%)	70	T= 12°C	89	T= 16°C

**Tabela.26** Valores máximos e mínimos obtidos no caso de estudo nº 13 no ensaio á temperatura e humidade relativa



**Gráfico 33**Relação entre a temperatura interior (Caso de estudo nrº 13) e exterior

5- Eliminação de diagnóstico

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

- a. **Humidade de terreno:** Não se elimina, pois existem manifestações patológicas, nomeadamente manchas de humidade nas zonas inferiores das paredes;
- b. **Humidade de precipitação:** Não existe;
- c. **Humidade de condensação:** são visíveis mancha de humidade na casa de banho, esta sem janela, o que dificulta a uma ventilação adequada desse compartimento. Pode-se afirmar que com a presença de gotas de água no teto de casa de banho e na cozinha durante o inverno acentuado, atinge-se a temperatura de orvalho. Além disso não se pode eliminar esta patologia devido ao arrefecimento do vapor (contacto de vapor com zonas frias).  
O cheiro a mofo, a falta de ventilação nos quartos evidencia por si só a existência de condensação.
- d. **Humidade de causas fortuitas:** não se conhece causas acidentais que poderiam originar o aparecimento das patologias;
- e. **Humidade de construção:** Não existe

6- Diagnósticos

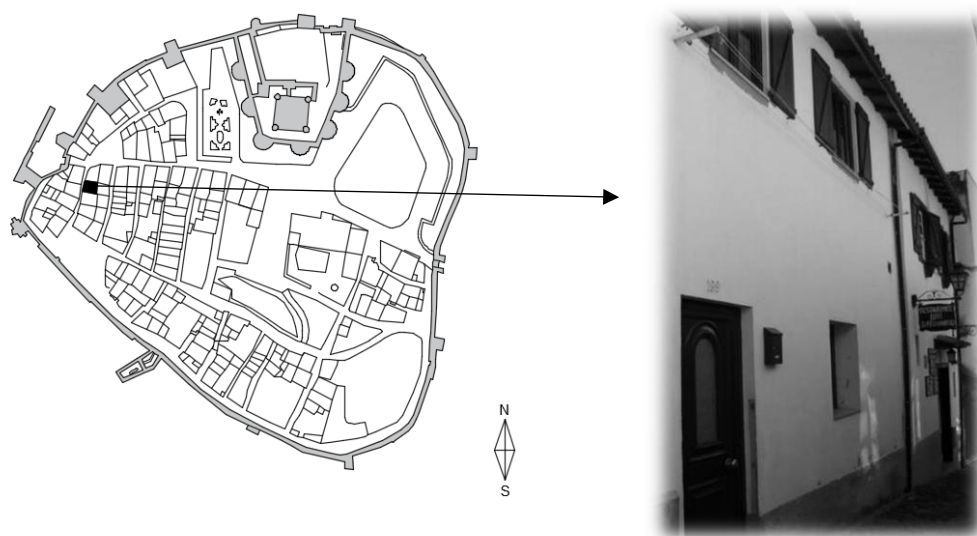
- ❖ Humidade de terreno
- ❖ Humidade de condensação

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

**Caso de estudo N°14**

<b>Identificação</b>	
Localização (Rua/Largo)	Rua Rainha D.Maria II , Cidadela
Data de construção	Data indefinida
Número de habitantes	3
Área ( m <sup>2</sup> )	41.44

**Localização e identificação fotográfica**



**Figura 0-28 Localização do edifício (Caso de estudo N°14) e respetiva identificação fotográfica**

<b>Utilização</b>			
Cave		3° Andar	
R/C	x	4° Andar	
1° Andar	x	Sótão	x
2° Andar			

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

<b>Informações Básicas</b>	
Orientação Solar	Oeste
Ventilação	Ventilação natural
Redes	Abastecimento de água, drenagem de águas residuais e pluviais
Sistema de aquecimento	Salamandra
Sistema de arrefecimento	Não existe
Instalações sanitárias	Sim
Fendilhação	Sim

<b>Estado de conservação/ Processo construtivo</b>					
	Bom	Razoável	Mau	Ruínas	Tipo de material
Geral		x			Alvenaria de Pedra
Estrutura	x				Xisto/ granito (50cm)
Cobertura	x				Telha cerâmica
Paredes Interiores		x			Alvenaria de tijolo (15cm) e tabique
Vãos		x			Madeira e PVC

<b>Salubridade</b>		
Humidade	Inexistente	
	Alguma	x
	Bastante	
Insolação	Razoável	
	Boa	
	Má	x

<b>Estado</b>		
Remodelada	x	
Por remodelar		
<b>Foi alvo do Programa de Incentivos à Recuperação de fachadas e coberturas de imóveis degradados situados na Cidadela?</b>	Sim	Não
		x

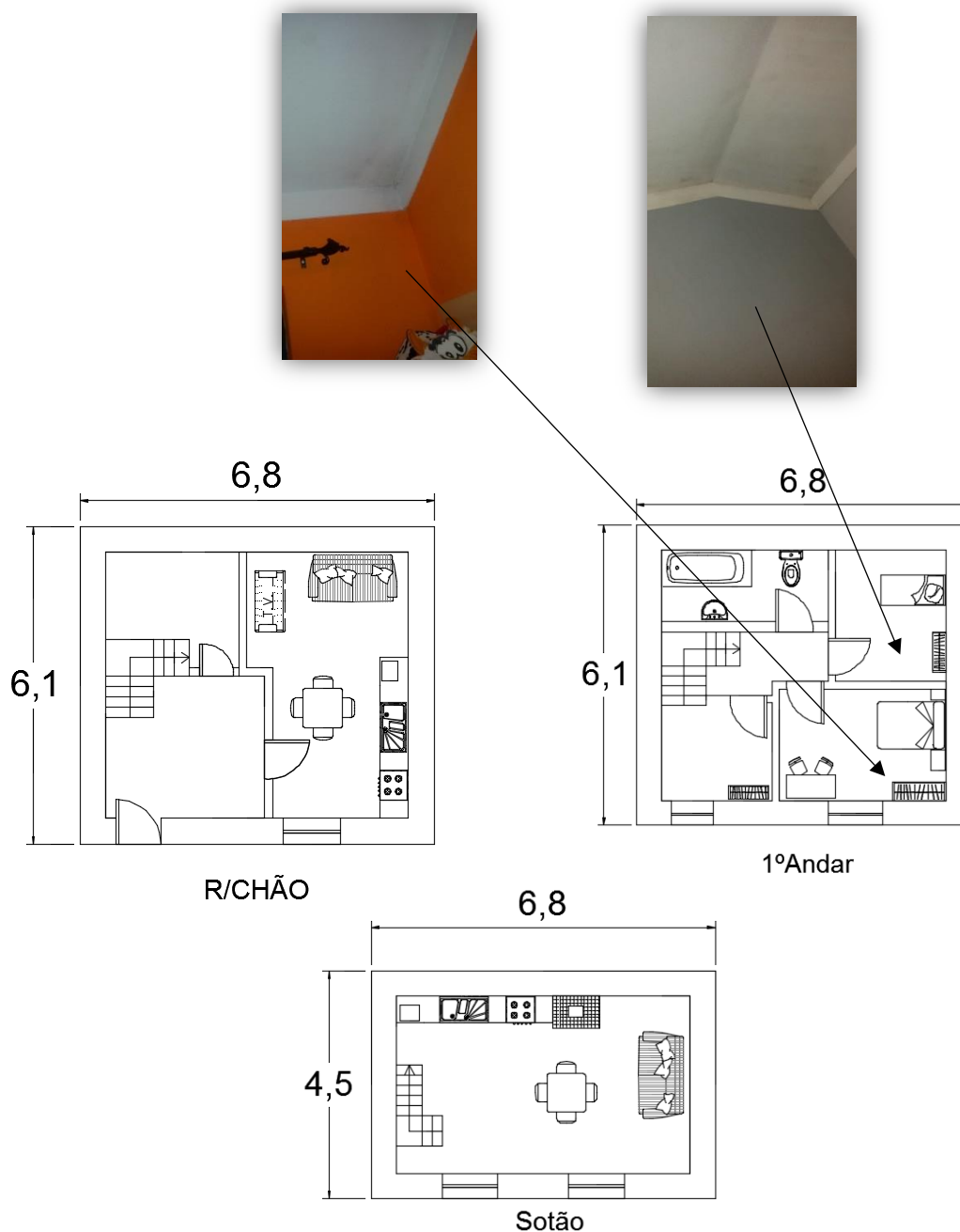
**Tabela 27 Informações acerca do edifício 14**

**Observações:**

O atual proprietário construiu o sótão á volta de seis anos atrás. Foram feitas remodelações sucessivas, como a reconstrução das instalações sanitárias. Trata-se de uma habitação muito bem cuidada e em constante melhoramento. O proprietário futuramente tem planos de implementação de placas de isolamento térmico pelo exterior.

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

O facto desta habitação ter somente uma fachada única, aumenta a probabilidade de aparecimento de humidade, devido á fraca ventilação.



**Figura 0-29. Plantas do edifício (Caso de estudo nº 14) e registo fotográfico das anomalias.**

### **Processo de identificação e possível solução da patologia**

#### **1- Lista de possíveis diagnósticos**

1. Humidade do terreno;
2. Humidade de precipitação;
3. Humidade de condensação;

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

4. Humidade devido a causas fortuitas;
5. Humidade de construção.
6. Humidade devido a fenómenos de higroscopicidade.

2- Exame

a) **Reconstituição construtiva**

❖ **Observação direta:**

- Humidade visível no teto de ambos os quartos;
- Zonas de humedecimento em espaços pouco ventilados;

b) **Observação dimensional:** não se fez;

c) **Consulta do projeto:** não há;

3- História

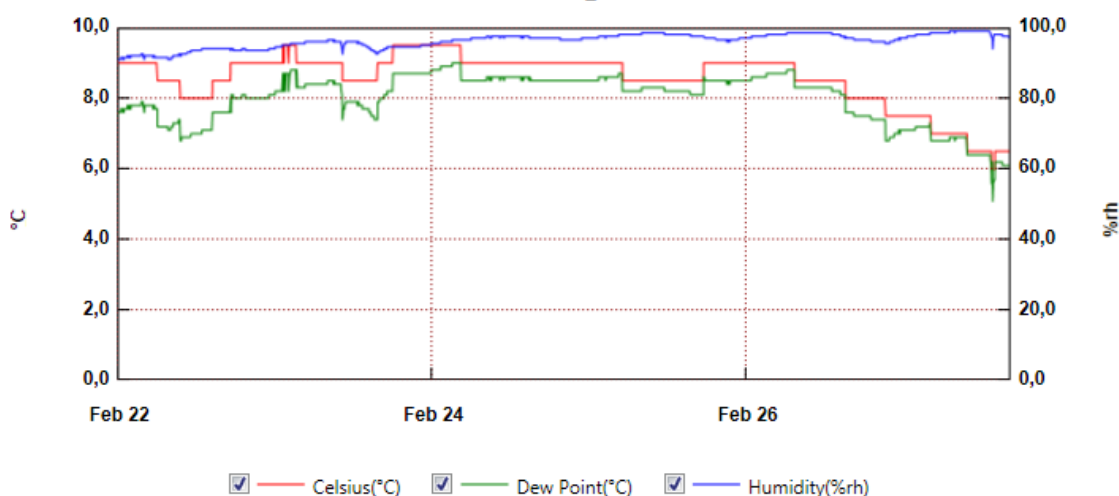
a) **Informação do construtor:** não existe;

b) **Informação do utente:** Para que a habitação esteja minimamente confortável, e com condições de habitabilidade razoáveis, é necessária a manutenção anual, a nível de limpeza de humidade que aparece durante as épocas frias.

c) **Observação visual da envolvente:** É possível verificar algumas fissuras na envolvente, talvez devido à existência do desabamento de um dos edifícios vizinhos.

4- Ensaios experimentais

Fizeram-se ensaios à humidade relativa e temperatura no hall de entrada da casa.

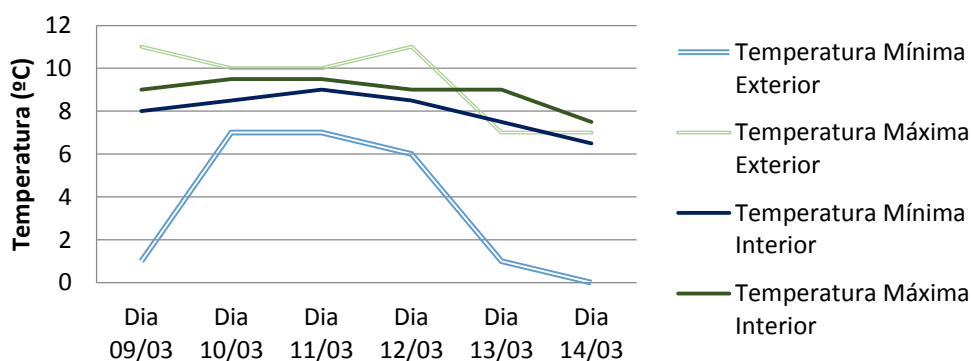


From: segunda-feira, 22 de Fevereiro de 2016 00:00:00 - To: sábado, 27 de Fevereiro de 2016 16:29:00  
**Gráfico 34**Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho no hall de entrada

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

	Mínimo		Máximo	
Temperatura(°C)	6	HR=96,5%	9,5	HR=96,5%
Ponto de orvalho (°C)	5,1	-	9	-
Humidade relativa (%)	90,5	T= 9°C	99	T= 7°C

**Tabela 28 Valores máximos e mínimos obtidos no caso de estudo nº 14 no ensaio á temperatura e humidade relativa**



**Gráfico 35 Relação entre a temperatura interior (Caso de estudo nrº 14) e exterior**

#### 5- Eliminação de diagnóstico

- a. **Humidade de terreno:** Não existe;
- b. **Humidade de precipitação:** Não existe;
- c. **Humidade de condensação:** Na cozinha é possível verificar algumas manchas na parede, dado que esta tem uma fraca ventilação e iluminação muito fraca.  
Segundo o proprietário há presença de gotas de água no teto de casa de banho durante o inverno acentuado, atinge-se a temperatura de orvalho. Além disso não se pode eliminar esta patologia devido ao arrefecimento do vapor (contacto de vapor com zonas frias).
- d. **Humidade de causas fortuitas:** não se conhece causas acidentais que poderiam originar o aparecimento das patologias;
- e. **Humidade de construção:** Não existe.

#### 6- Diagnósticos

- ❖ Humidade de condensação

### Caso de estudo Nº15

Identificação	
Localização (Rua/Largo)	Rua Infante Santo, Cidadela
Data de construção	Data indefinida
Número de habitantes	2
Área ( m <sup>2</sup> )	134.4

### Localização e identificação fotográfica

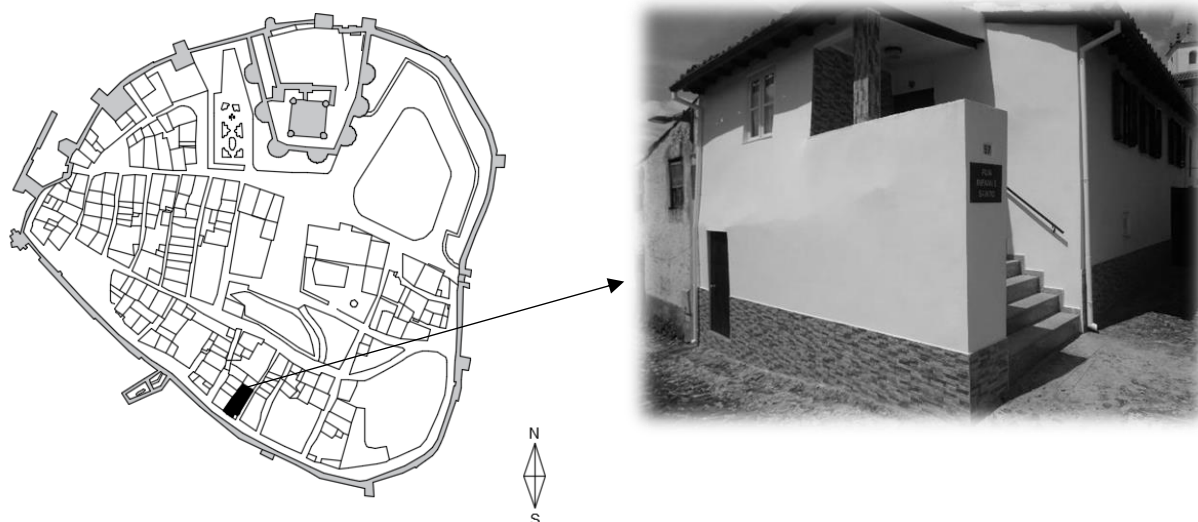


Figura 0-30 Localização do edifício (Caso de estudo Nº15) e respetiva identificação fotográfica

Utilização			
Cave		3º Andar	
R/C	x	4º Andar	
1º Andar	x	Sótão	
2º Andar			

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

<b>Informações Básicas</b>	
Orientação Solar	Este
Ventilação	Ventilação natural, através de janelas
Redes	Abastecimento de água, drenagem de águas residuais e pluviais
Sistema de aquecimento	Aquecedor elétrico
Sistema de arrefecimento	Não existe
Instalações sanitárias	Existe
Fendilhação	Não existe

<b>Estado de conservação/ Processo construtivo</b>					
	Bom	Razoável	Mau	Ruínas	Tipo de material
Geral		x			Alvenaria de Pedra
Estrutura	x				Xisto/ granito (50cm)
Cobertura	x				Telha cerâmica
Paredes Interiores		x			Alvenaria de tijolo (15cm) e tabique
Vãos		x			Madeira e PVC

<b>Salubridade</b>		
Humidade	Inexistente	x
	Alguma	
	Bastante	
Insolação	Razoável	
	Boa	x
	Má	

<b>Estado</b>		
Remodelada		x
Por remodelar		
Foi alvo do <b>Programa de Incentivos à Recuperação de fachadas e coberturas de imóveis degradados</b> situados na Cidadela?	Sim	Não
		x

**Tabela 29 Informações acerca do edifício 15**

**Observações:**

Foram feitas remodelações sucessivas ao longo do tempo, trata-se de uma habitação muito bem cuidada.

LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

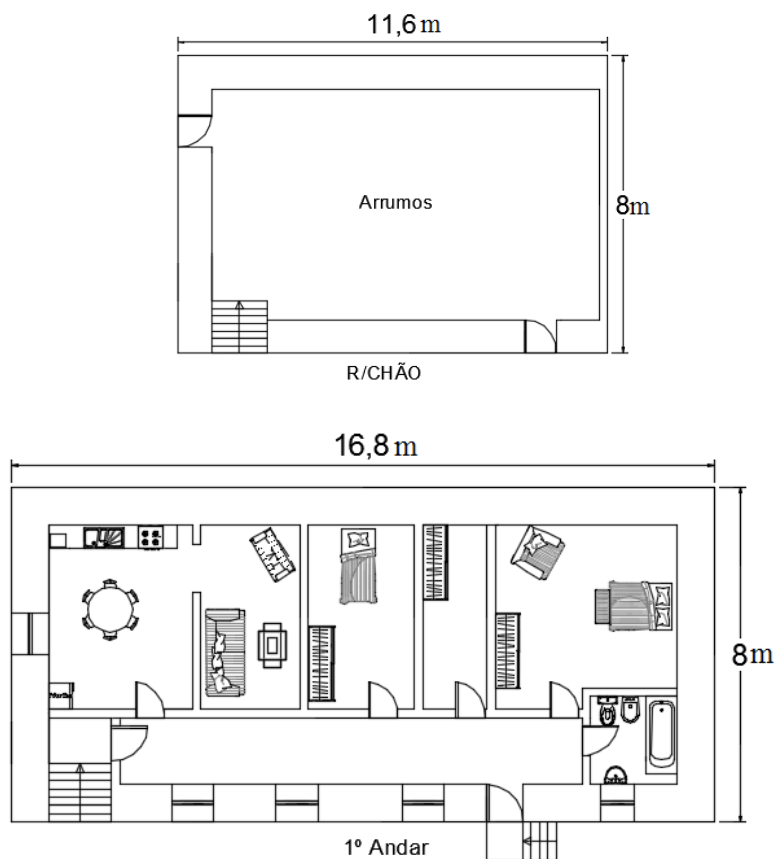


Figura 0-31 Plantas do edifício (Caso 15)

### Processo de identificação e possível solução da patologia

#### 1- Lista de possíveis diagnósticos

1. Humidade do terreno;
2. Humidade de precipitação;
3. Humidade de condensação;
4. Humidade devido a causas fortuitas;
5. Humidade de construção.
6. Humidade devido a fenómenos de higroscopicidade.

#### 2- Exame

##### a) Reconstituição construtiva

##### ❖ Observação direta:

- Não soa visíveis sinais de humidade.

##### b) Observação dimensional: não se fez;

##### c) Consulta do projeto: não há;

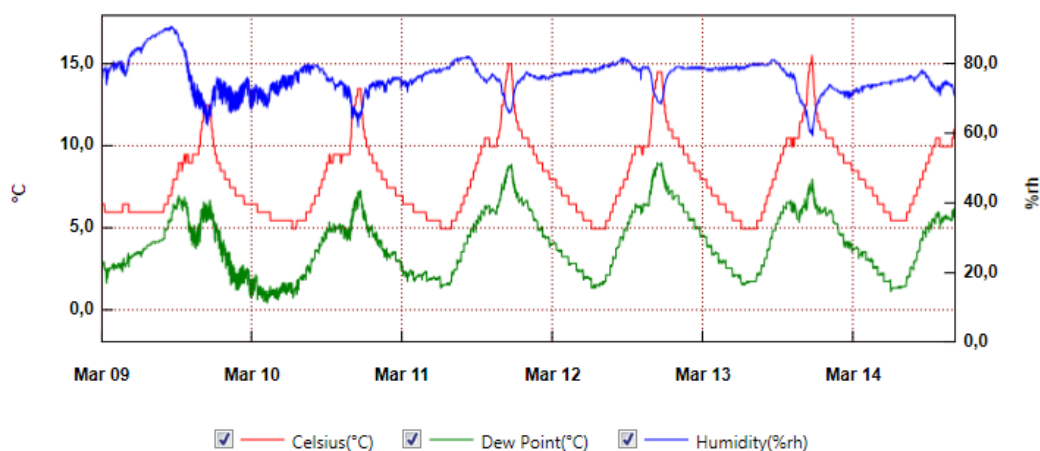
#### 3- História

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

- a) **Informação do construtor:** não existe;
- b) **Informação do utente:** as manchas de humidade vão aparecendo ao longo do inverno, mas são mínimas e logo limpas.
- c) **Observação visual da envolvente:** envolvente em bom estado

4- Ensaios experimentais

Fizeram-se ensaios á humidade relativa e temperatura num dos quartos da casa.



From: quarta-feira, 9 de Março de 2016 00:00:00 - To: segunda-feira, 14 de Março de 2016 16:29:00

**Gráfico 36** Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho no corredor

	Mínimo		Máximo	
Temperatura (°C)	5	HR=79,5%	15,5	HR=61%
Ponto de orvalho (°C)	0,5	-	9	-
Humidade relativa (%)	59,5	T= 15°C	90,5	T= 6,5°C

**Tabela 30** Valores máximos e mínimos obtidos no caso de estudo nº 15 no ensaio á temperatura e humidade relativa

LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

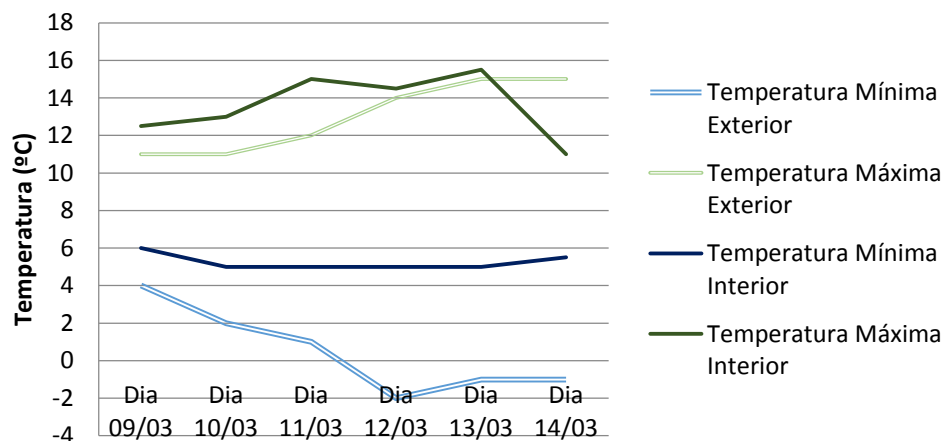


Gráfico 37 Relação entre a temperatura interior (Caso de estudo nrº 15) e exterior

5- Eliminação de diagnóstico

- a. **Humidade de terreno:** Não existe.
- b. **Humidade de precipitação:** Não existe.
- c. **Humidade de condensação:** Pode-se afirmar que com a presença de gotas de água no teto de casa de banho atinge-se a temperatura de orvalho. Além disso não se pode eliminar esta patologia devido ao arrefecimento do vapor (contacto de vapor com zonas frias).
- d. **Humidade de causas fortuitas:** não se conhece causas acidentais que poderiam originar o aparecimento das patologias;
- e. **Humidade de construção:** Não existe.

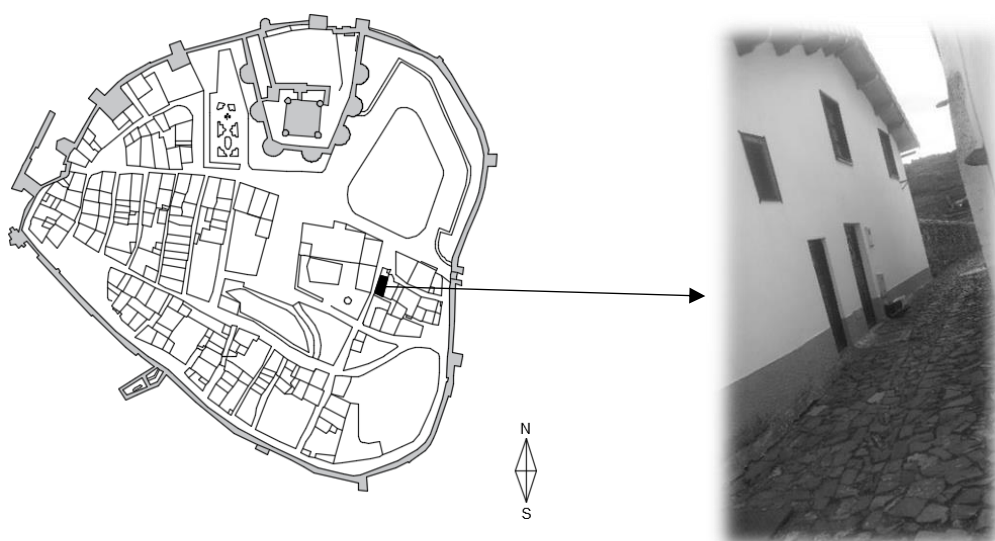
6- Diagnósticos

- ❖ Humidade de condensação

**Caso de estudo Nº16**

Identificação	
Localização (Rua/Largo)	Rua D.João V , Cidadela
Data de construção	Data indefinida
Número de habitantes	1
Área ( m <sup>2</sup> )	30.03

**Localização e identificação fotográfica**



**Figura 0-32 Localização do edifício (Caso de estudo Nº16) e respetiva identificação fotográfica**

Utilização			
Cave		3º Andar	
R/C	x	4º Andar	
1º Andar	x	Sótão	
ok2º Andar			

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

<b>Informações Básicas</b>	
Orientação Solar	Oeste
Ventilação	Ventilação Natural
Redes	Abastecimento de água, drenagem de águas residuais e pluviais
Sistema de aquecimento	Salamandra
Sistema de arrefecimento	Não existe
Instalações sanitárias	Sim
Fendilhação	Não

<b>Estado de conservação/ Processo construtivo</b>					
	Bom	Razoável	Mau	Ruínas	Tipo de material
Geral		x			Alvenaria de Pedra
Estrutura	x				Xisto/ granito (90cm)
Cobertura	x				Telha cerâmica
Paredes Interiores		x			Alvenaria de tijolo (20cm) e tabique
Vãos		x			Madeira e PVC

<b>Salubridade</b>		
Humidade	Inexistente	
	Alguma	x
	Bastante	
Insolação	Razoável	x
	Boa	
	Má	

<b>Estado</b>		
Remodelada	x	
Por remodelar		
Foi alvo do <b>Programa de Incentivos à Recuperação de fachadas e coberturas de imóveis degradados</b> situados na Cidadela?	Sim	Não
		x

**Tabela 31 Informações acerca do edifício 16**

**Observações:**

Trata-se de uma habitação recente e bem cuidada. De acordo com o atual morador, durante o inverno a água existente na cisterna (logo em frente) transborda, e por vezes tem que ser bombeada, originando excesso de água nas vielas em redor e consequentemente infiltração de água em algumas casas.

LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

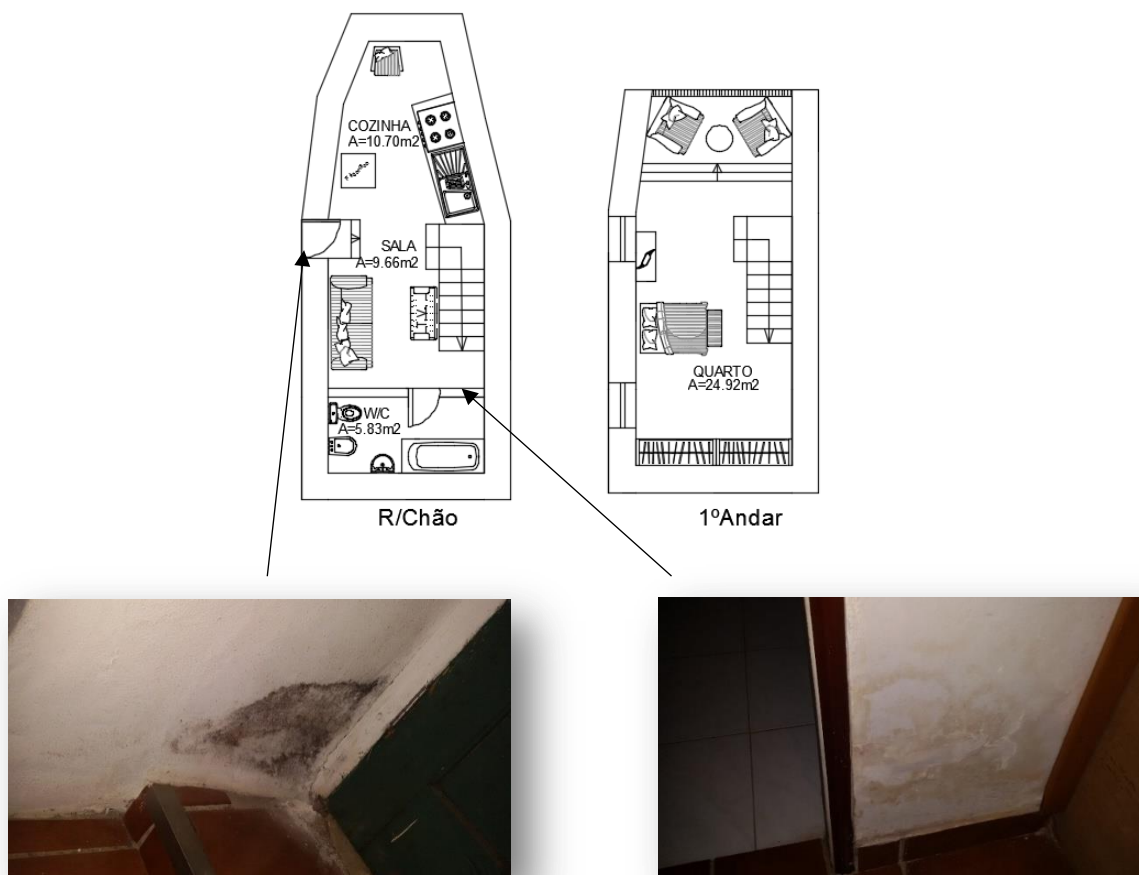


Figura 0-33 Imagem. Plantas do edifício (Caso 16) e registo fotográfico das anomalias

### Processo de identificação e possível solução da patologia

#### 1- Lista de possíveis diagnósticos

1. Humidade do terreno;
2. Humidade de precipitação;
3. Humidade de condensação;
4. Humidade devido a causas fortuitas;
5. Humidade de construção.
6. Humidade devido a fenómenos de higroscopicidade.

#### 2- Exame

##### a) Reconstituição construtiva

##### ❖ Observação direta:

- Humidade visível nas paredes divisórias (interiores) e junta ás portas;
- Zonas de humedecimento em espaços pouco ventilados;

LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA

b) **Observação dimensional:** não se fez;

c) **Consulta do projeto:** não há;

3- História

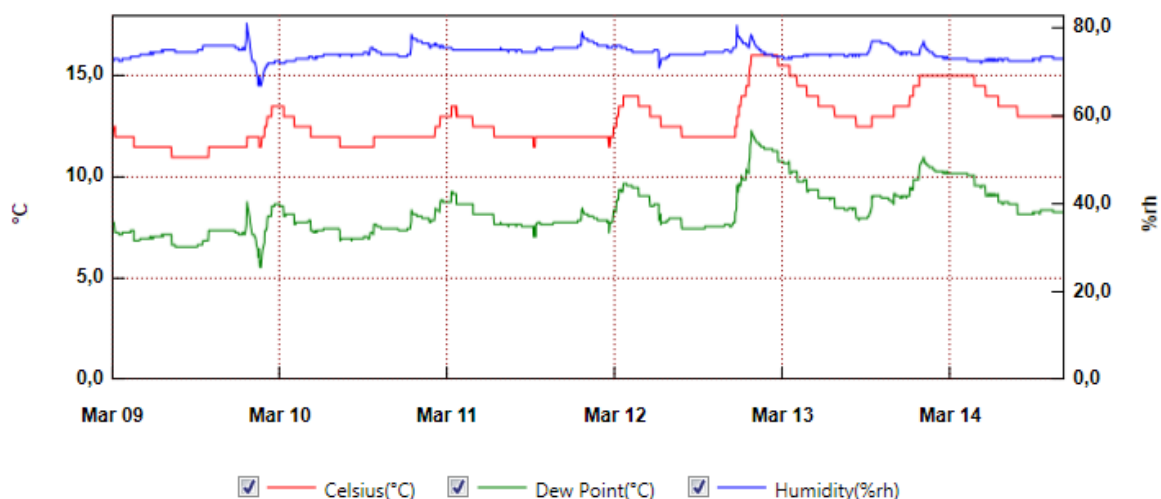
a) **Informação do construtor:** não existe;

b) **Informação do utente:** De acordo com o atual morador, durante o inverno a água existente na cisterna (logo em frente) transborda, e por vezes tem que ser bombeada, originando excesso de água nas vielas em redor e consequentemente infiltração de água em algumas casas.

c) **Observação visual da envolvente:** De uma forma geral a envolvente apresenta um bom estado.

4- Ensaios experimentais

Fizeram-se ensaios á humidade relativa e temperatura na sala.



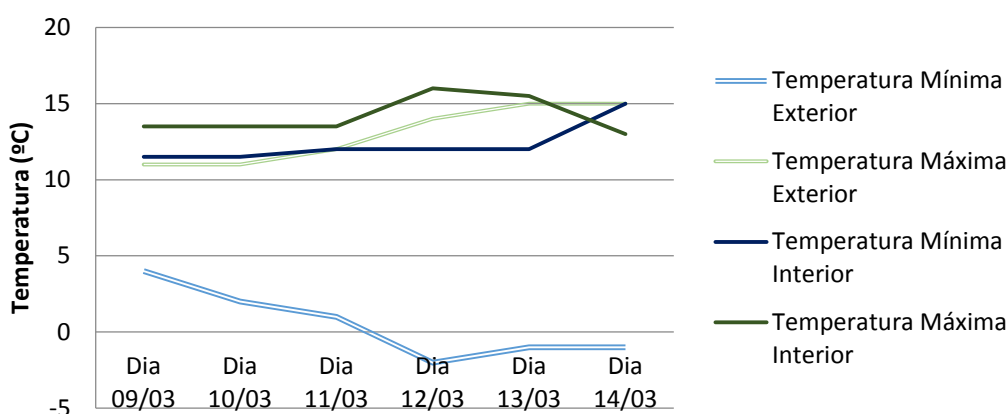
From: quarta-feira, 9 de Março de 2016 00:00:00 - To: segunda-feira, 14 de Março de 2016 16:29:00

Gráfico 38 Variação horária da temperatura, humidade relativa e ponto de orvalho na sala

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

	Mínimo		Máximo	
Temperatura(°C)	11	HR=74,5%	16	HR=74%
Ponto de orvalho (°C)	5,6	-	12,3	-
Humidade relativa (%)	67	T= 11°C	81	T= 11,5°C

**Tabela 32. Valores máximos e mínimos obtidos no caso de estudo nº 16 no ensaio á temperatura e humidade relativa**



**Gráfico 39 Relação entre a temperatura interior (Caso de estudo nº 16) e exterior**

### 5- Eliminação de diagnóstico

- a. **Humidade de terreno:** Não se elimina, pois existem manifestações patológicas, nomeadamente manchas de humidade nas zonas inferiores das paredes;
- b. **Humidade de precipitação:** Não é possível eliminar, pois há probabilidade de existência de infiltrações de águas das chuvas, através da porta.
- c. **Humidade de condensação:** são visíveis mancha de humidade na casa de banho, esta sem janela, o que dificulta a uma ventilação adequada desse compartimento. Pode-se afirmar que com a presença de gotas de água no teto de casa de banho durante o inverno acentuado, atinge-se a temperatura de orvalho. Além disso não se pode eliminar esta patologia devido ao arrefecimento do vapor (contacto de vapor com zonas frias).
- d. **Humidade de causas fortuitas:** não se conhece causas acidentais que poderiam originar o aparecimento das patologias;

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

e. **Humidade de construção:** Não existe.

6- Diagnósticos

- ❖ Humidade de terreno
- ❖ Humidade de precipitação
- ❖ Humidade de condensação

# Anexo II

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

**1.Cálculo da inércia (Caso de estudo nº 14)**

Elemento de Construção		Mi (kg/ m <sup>2</sup> )	Imposiçã o Regulame ntar	Cump re?	Msi (kg/ m <sup>2</sup> )	Si (m <sup>2</sup> )	Facto r de Redu çãp ( r )	Msi*r *Si (kg)
Identificação dos elementos construtivos								
Paredes exteriores	EL1	1352,00	≤ 150	Não	150,0	34,7	1	5202
Paredes interior c/ requisitos de interior	EL1	752,00	≤ 150	Não	150,0	28,1	1	4209
Paredes interiores	EL3	147,00	≤ 150	Sim	147,0	13,0	1	1911
Paredes interiores (Tabique)	EL3	143,70	< 300	Sim	143,7	3,3	1	474,2
Pavimento Intermédio	EL3	758,51	< 300	Não	300,0	29,6	1	8874
Pavimento sotão	EL1	758,00		Não	150,0	20,3	1	3045
Pavimentos térreo	EL2	984,00	< 150	Não	150,0	29,6	1	4437
							Σ	28152,21
Área Util de Pavimento (m <sup>2</sup> )								75,50
Massa superficial util por m <sup>2</sup> de area util de pavimentos, It (kg/m <sup>2</sup> )								372,88
Classe da Inercia								<b>Média</b>

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

**2. Cálculo do btr**

**Cálculo btr**

Arrumos	Ai(m <sup>2</sup> )	Au (m <sup>2</sup> )	Ai/Au	Vol (m <sup>3</sup> )	f ou F	btr
Pavimentos	5,64	–	∞	12,972	f	0,3
Paredes (Em contato com o exterior)	9,43	–				
□	15,07	–				

**2. Solução Inicial Caso de estudo nº14**

**Indicadores Energéticos**

<b>Nic</b>	Necessidades Nominais Anuais de Energia Útil para Aquecimento (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))
<b>Nvc</b>	Necessidades Nominais Anuais de Energia Útil para Arrefecimento (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))
<b>Qa</b>	Energia Útil necessária para preparação de AQS (kWh/ano)
<b>Wvm</b>	Energia eléctrica necessária ao funcionamento do sistema de ventilação mecânica (kWh/ano)
<b>Eren</b>	Energia produzida a partir de fontes renováveis (kWh/ano)
<b>Eren, ext</b>	Energia exportada proveniente de fontes renováveis (kWh/ano)
<b>Ntc</b>	Necessidades nominais anuais globais de energia primária Ntc (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

## Síntese

	Ap (m <sup>2</sup> )	69,86	
	Pd (m)	2,16	
	Aenv (m <sup>2</sup> )	4,50	
	Classe de Inércia Térmica do Edifício	Média	
		<b>Cálculo</b>	<b>Referência</b>
	Aenv/Ap	6%	6%
A - Transmissão	Hext (W/°C)	198,1	73,5
	Hint (W/°C)	169,1	38,4
	Hece (W/°C)	8	15
	Htr (W/°C)	213,0	90,0
B - Ventilação	Rph,i (h-1)	0,24	0,24
	Hve,i (W/°C)	12,3	12,3
	Rph,v (h-1)	0,60	-
	Hve,v (W/°C)	30,8	-
C - Ganhos Aquecimento	Qint,i (kWh/ano)	1469	1469
	Qsol,i (kWh/ano)	679	318
	Qg,i (kWh/ano)	2148	1787
D - Ganhos Arrefecimento	Qint,v (kWh/ano)	818	-
	Qsol,v (kWh/ano)	1749	-
	Qg,v (kWh/ano)	2567	3702
E - Energia nominal para Aquecimento	Qtr,i (kWh/ano)	18391	6213
	Qve,i (kWh/ano)	604	604
	ηi	1,00	0,60
	Qgu,i (kWh/ano)	2141	1072
	Nic (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	241,25	82
F - Energia para Arrefecimento	Qtr,v (kWh/ano)	2270	-
	Qve,v (kWh/ano)	328	-
	ηv	0,73	0,80
	Qg,v (kWh/ano)	2567	3702
	Nvc (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	10,05	10
G - Energia Global	Aquecimento (kWhEP/m <sup>2</sup> .ano)	603,11	205,57
	Arrefecimento (kWhEP/m <sup>2</sup> .ano)	8,97	9,26
	feh	1,00	1,00
	Qa/Ap (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	34,03	34,03
	AQS (kWhEP/m <sup>2</sup> .ano)	53,07	39,57
	Vent. Mecânica (kWhEP/m <sup>2</sup> .ano)	0,00	0
	Eren (kWh/ano)	0	0
Renovável (kWhEP/m <sup>2</sup> .ano)	0,00	0	

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

	Global (kWhEP/m <sup>2</sup> .ano)	665,15	254,40	Necessidades nominais anuais globais de ene
<b>CLASSE ENERGÉTICA</b>	<b>Ntc/Nt</b>	<b>2,61</b>	<b>F</b>	

### 3. Solução final do caso de estudo nº 14

#### *Indicadores Energéticos*

<b>Nic</b>	Necessidades Nominais Anuais de Energia Útil para Aquecimento (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))
<b>Nvc</b>	Necessidades Nominais Anuais de Energia Útil para Arrefecimento (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))
<b>Qa</b>	Energia Útil necessária para preparação de AQS (kWh/ano)
<b>Wvm</b>	Energia eléctrica necessária ao funcionamento do sistema de ventilação mecânica (kWh/ano)
<b>Eren</b>	Energia produzida a partir de fontes renováveis (kWh/ano)
<b>Eren, ext</b>	Energia exportada proveniente de fontes renováveis (kWh/ano)
<b>Ntc</b>	Necessidades nominais anuais globais de energia primária Ntc (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

## Síntese

	Ap (m <sup>2</sup> )	69,86	
	Pd (m)	2,16	
	Aenv (m <sup>2</sup> )	4,50	
	Classe de Inércia Térmica do Edifício	Média	
		<b>Cálculo</b>	<b>Referência</b>
	Aenv/Ap	6%	6%
A - Transmissão	Hext (W/°C)	117,4	73,5
	Hint (W/°C)	169,1	38,4
	Hecs (W/°C)	8	15
	Htr (W/°C)	132,3	90,0
B - Ventilação	Rph,i (h-1)	0,43	0,43
	Hve,i (W/°C)	22,1	22,1
	Rph,v (h-1)	0,60	-
	Hve,v (W/°C)	30,8	-
C - Ganhos Aquecimento	Qint,i (kWh/ano)	1469	1469
	Qsol,i (kWh/ano)	679	318
	Qg,i (kWh/ano)	2148	1787
D - Ganhos Arrefecimento	Qint,v (kWh/ano)	818	-
	Qsol,v (kWh/ano)	1087	-
	Qg,v (kWh/ano)	1905	3702
E - Energia nominal para Aquecimento	Qtr,i (kWh/ano)	14433	6213
	Qve,i (kWh/ano)	1082	1082
	ηi	0,99	0,60
	Qgu,i (kWh/ano)	2137	1072
	Nic (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	191,50	89
F - Energia para Arrefecimento	Qtr,v (kWh/ano)	1410	-
	Qve,v (kWh/ano)	328	-
	ηv	0,69	0,80
	Qg,v (kWh/ano)	1905	3702
	Nvc (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	8,50	10
G - Energia Global	Aquecimento (kWhEP/m <sup>2</sup> .ano)	268,77	103,57
	Arrefecimento (kWhEP/m <sup>2</sup> .ano)	7,59	9,26
	feh	1,00	1,00
	Qa/Ap (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	34,03	34,03
	AQS (kWhEP/m <sup>2</sup> .ano)	53,07	39,57
	Vent. Mecânica (kWhEP/m <sup>2</sup> .ano)	0,00	0
	Eren (kWh/ano)	0	0
	Renovável (kWhEP/m <sup>2</sup> .ano)	268,77	0

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

	Global (kWhEP/m <sup>2</sup> .ano)	<b>60,66</b>	<b>152,40</b>
<b>CLASSE ENERGÉTICA</b>	<b>Ntc/Nt</b>	<b>0,40</b>	<b>A</b>

## 4. Solução inicial edifício 2

<i>Indicadores Energéticos</i>		valor de cálculo	valor de referên cia
<b>Nic</b>	Necessidades Nominais Anuais de Energia Útil para Aquecimento (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	110,0	91,8
<b>Nvc</b>	Necessidades Nominais Anuais de Energia Útil para Arrefecimento (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	9,6	10,4
<b>Qa</b>	Energia Útil necessária para preparação de AQS (kWh/ano)	2 377	2 377
<b>Wvm</b>	Energia eléctrica necessária ao funcionamento do sistema de ventilação mecânica (kWh/ano)	0	
<b>Eren</b>	Energia produzida a partir de fontes renováveis (kWh/ano)	8 340	
<b>Eren, ext</b>	Energia exportada proveniente de fontes renováveis (kWh/ano)		
<b>Ntc</b>	Necessidades nominais anuais globais de energia primária Ntc (kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano)	77,20	167,17

### *Síntese*

Ap (m <sup>2</sup> )	54,0	
	3	
Pd (m)	2,25	
Aenv (m <sup>2</sup> )	4,64	
Classe de Inércia Térmica do Edifício	Médi a	
	<b>Cálc ulo</b>	<b>Referência</b>
Aenv/Ap	9%	9%

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**

A - Transmiss ão	Hext (W/°C)	132, 5	93,3
	Hint (W/°C)	0,0	0,0
	Hecs (W/°C)	0	0
	Htr (W/°C)	132, 5	93,3
B - Ventilaçã o	Rph,i (h-1)	0,60	0,60
	Hve,i (W/°C)	24,8	24,8
	Rph,v (h-1)	0,60	-
	Hve,v (W/°C)	24,8	-
C - Ganhos Aquecime nto	Qint,i (kWh/ano)	1136	1136
	Qsol,i (kWh/ano)	667	246
	Qg,i (kWh/ano)	1803	1382
D - Ganhos Arrefecim ento	Qint,v (kWh/ano)	633	-
	Qsol,v (kWh/ano)	1126	-
	Qg,v (kWh/ano)	1759	2863
E - Energia nominal para Aquecime nto	Qtr,i (kWh/ano)	6498	4573
	Qve,i (kWh/ano)	1216	1216
	$\eta_i$	0,98	0,60
	Qgu,i (kWh/ano)	1771	829
F - Energia para Arrefecim ento	Nic (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	109, 98	92
	Qtr,v (kWh/ano)	1412	-
	Qve,v (kWh/ano)	264	-
	$\eta_v$	0,70	0,80
G - Energia Global	Qg,v (kWh/ano)	1759	2863
	Nvc (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	9,62	10
	Aquecimento (kWhEP/m <sup>2</sup> .ano)	154, 36	106,74
	Arrefecimento (kWhEP/m <sup>2</sup> .ano)	8,59	9,26
	feh	1,00	1,00
	Qa/AP (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	44,0 0	44,00
	AQS (kWhEP/m <sup>2</sup> .ano)	68,6 1	51,16
	Vent. Mecânica (kWhEP/m <sup>2</sup> .ano)	0,00	0
	Eren (kWh/ano)	0	0
	Renovável (kWhEP/m <sup>2</sup> .ano)	154, 36	0
Global (kWhEP/m <sup>2</sup> .ano)	<b>77,2 0</b>	<b>167,17</b>	

**CLASSE  
ENERGÉ  
TICA**

**Ntc/Nt 0,46**

**A**

**LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE HABITABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO  
HIGROMÉTRICA DE EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM BRAGANÇA**