



## RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DAS NECESSIDADES DE REABILITAÇÃO ENERGÉTICA E BIOCONSTRUTIVA

### **Edifício:**

Escola Primária de Rio de Onor - Bragança

### **Autores:**

Eng.<sup>a</sup> Débora Ferreira

Eng.<sup>a</sup> Eduarda Luso

Eng.<sup>a</sup> Silvia Fernandes

Arq.<sup>o</sup> Jorge Ferreira Vaz

*Instituto Politécnico de Bragança*



**Interreg**  
Espanña - Portugal  
Fondo Europeo de Desarrollo Regional  
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



# RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DAS NECESSIDADES DE REABILITAÇÃO ENERGÉTICA E BIOCONSTRUTIVA

## RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DAS NECESSIDADES DE REABILITAÇÃO ENERGÉTICA E BIOCONSTRUTIVA- ESCOLA PRIMÁRIA DE RIO DE ONOR

**Trabalho realizado para:**  
Câmara Municipal de Bragança

IPB – ESTiG, Bragança, 05 de março de 2018

Débora Macanjo Ferreira *Débora Rodrigues de Sousa Macanjo Ferreira*

Eduarda Luso *José Carlos Teixeira Pinheiro*

Sílvia Fernandes *Sílvia Maria Afonso*

Jorge Vaz *Jorge Vaz*

ESCOLA PRIMÁRIA DE RIO DE ONOR – BRAGANÇA, PORTUGAL.



## Índice

INTRODUÇÃO .....	2
APONTAMENTO HISTÓRICO.....	2
DESCRIZAÇÃO DO EDIFÍCIO E ENQUADRAMENTO URBANÍSTICO.....	4
DESCRIZAÇÃO GERAL.....	4
ENQUADRAMENTO URBANÍSTICO .....	6
CARACTERIZAÇÃO CONSTRUTIVA DO EDIFÍCIO .....	10
DESCRIZAÇÃO GERAL DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS.....	10
CARACTERIZAÇÃO DAS ANOMALIAS .....	13
INTERVENÇÕES DE REABILITAÇÃO A NÍVEL CONSTRUTIVO.....	20
CARACTERIZAÇÃO ENERGÉTICA DO EDIFÍCIO .....	22
TIPO DE EDIFÍCIO .....	22
LOCALIZAÇÃO E DADOS CLIMÁTICOS .....	22
ORGANIZAÇÃO ESPACIAL E LEVANTAMENTO DIMENSIONAL.....	23
CARACTERIZAÇÃO TÉRMICA DOS ELEMENTOS OPACOS .....	23
CARACTERIZAÇÃO TÉRMICA DOS VÃOS ENVIDRAÇADOS.....	25
VENTILAÇÃO.....	26
INÉRCIA TÉRMICA .....	26
SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO E PREPARAÇÃO DE ÁGUAS QUENTES SANITÁRIAS (AQS) .....	26
SISTEMA SOLAR OU OUTRO SISTEMA DE ENERGIA RENOVÁVEL.....	27
ILUMINAÇÃO .....	27
RECOMENDAÇÕES PARA A REABILITAÇÃO ENERGÉTICA E BIOCONSTRUTIVA.....	28
NECESSIDADES DE REABILITAÇÃO DO EDIFÍCIO .....	28
REABILITAÇÃO ENERGÉTICA E BIOCONSTRUTIVA .....	29
REFERÊNCIAS.....	32

## INTRODUÇÃO

No âmbito do Projeto de Investigação BIOURB NATUR pretendeu-se caracterizar o património dos espaços naturais da zona Norte de Portugal e Espanha, mais concretamente efetuar a caracterização construtiva e energética de edifícios selecionados, com identificação do estado de conservação, do perfil energético e das tipologias de uso atual e futuras. A presente caracterização diz respeito à Escola Primária de Rio de Onor.

A caracterização do edifício estabelece-se a três níveis: construtivo, energético e social. A nível construtivo pretendeu-se avaliar todos os aspetos arquitetónicos e as infraestruturas do edifício, bem como todas as anomalias que padece, tendo especial atenção os elementos construtivos que têm maior necessidade de reabilitação. A nível energético pretendeu-se caracterizar o edifício em função dos aspetos construtivos e bioclimáticos e a identificação dos recursos energéticos locais. A nível social pretendeu-se avaliar o tipo de uso atual, considerando as dinâmicas socioeconómicas da população local, de modo a definir as linhas de reabilitação do edifício em estudo.

O processo de levantamento de anomalias do edifício em causa refere-se ao registo das origens, sintomas e natureza dos problemas por ele apresentados no seu estado atual, tendo como objetivo estabelecer as premissas de reabilitação utilizando soluções bioclimáticas. As anomalias detetadas foram registadas fotograficamente de modo a evidenciar a sua importância e localização no edifício ou na estrutura. É ainda apresentado um relatório de inspeção, cujo objetivo principal é a avaliação do estado de degradação atual, tornando-se assim uma peça fundamental para a reabilitação, pois fornece informações detalhadas sobre o estado de conservação da estrutura. Assim, será a partir da análise dos dados fornecidos por este presente relatório que se poderá decidir qual o tipo de intervenção e quais as medidas adequadas à reabilitação do edifício aplicando os conceitos de diversidade bio-construtiva e de construção bioclimática identificados e desenvolvidos no Projeto BIOURB [1].

## APONTAMENTO HISTÓRICO

No início do século XX o governo português estabeleceu a instrução oficial de todas as crianças, não só para contribuir para a diminuição do analfabetismo, mas também como tentativa de espalhar a marca do regime pelo território nacional e, de alguma maneira, combater a emigração rural. Inicia-se um período de construção e remodelação dos equipamentos educativos, denominadas Escolas da República, que dotou quase todo o país de escolas primárias [2].

Em 1935 a Direção-Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais aprovou a elaboração de projetos de tipologia de escolas primárias, elaborados pelos arquitetos Raul Lino e Rogério de Azevedo. O primeiro arquiteto projetou os edifícios destinados às regiões do Sul e o segundo às regiões do Norte. As escolas seriam construídas em série, mas cada escola seria adaptada às características da arquitetura local, tendo em conta os materiais aplicados e as condições climáticas. Para a região de Trás-os-Montes, Rogério de Azevedo projetou escolas com aplicação de granito, tijolo, xisto e outras pedras [3].

Em 1938, quando estariam concluídas ou em fase de conclusão cerca de uma centena de edifícios escolares, o governo proibia que se iniciasse a construção de novos edifícios para escolas primárias até à aprovação do plano geral. Tal interdição veio a ser levantada apenas a 29 de Julho de 1941, com um novo Despacho do Presidente do Conselho, onde eram definidas as condições de execução do Plano dos Centenários, ver Figura 1. O plano deve o seu nome ao terceiro centenário da Restauração da Independência e ao oitavo centenário da Independência de Portugal comemorados, respetivamente, em 1940 e 1943.

Os novos projetos tipo foram baseados nos projetos criados pelos arquitetos Raul Lino e Rogério de Azevedo. Em 1943 [4] foram redigidas instruções para a escolha de terrenos destinados à edificação de escolas primárias, cujas principais regras eram as seguintes:

- Orientação entre Nascente e Sul, com preferência para a banda de Este;
- Área não inferior a 2000 m<sup>2</sup>, com uma frente adequada às dimensões das fachadas principais dos edifícios;
- Terrenos planos e geologia que facilite a construção;
- Terem pontos de água, ou serem facilmente abastecíveis;
- Servirem corretamente o núcleo que o Plano dos Centenários determinava para a escola.



Figura 1 – Placa na fachada do edifício da escola de Rio de Onor alusiva ao Plano dos Centenários

Ao longo do período em que se cumpriu o Plano dos Centenários, houve ajustes nas técnicas de construção e foram-se alterando os projetos iniciais dos edifícios. À medida que escolas foram ficando prontas, reconheceram-se deficiências de funcionamento e de conforto, entre outras. O início da guerra colonial e o aumento do preço dos materiais e da mão-de-obra obrigou a rever os materiais a empregar, com consequências negativas para a qualidade dos mesmos. Adelgaçaram-se as paredes, substituíram-se elementos em pedra por argamassa, suprimiram-se elementos sanitários, procedeu-se à redução do pé-direito, entre outras. Esta onda de alterações empobreceu o sentido estético e qualitativo dos projetos iniciais [3].

A construção de escolas em larga escala continuou até meados da década de sessenta. Quase todas as aldeias, vilas e cidades de Portugal passaram a dispor de uma ou mais escolas do Plano dos Centenários, o que permitiu diminuir a taxa de analfabetismo e aumentar o ensino obrigatório de três para quatro anos.

## DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO E ENQUADRAMENTO URBANÍSTICO

### DESCRIÇÃO GERAL

#### **Identificação:** ESCOLA PRIMÁRIA DE RIO DE ONOR

A aldeia de Rio de Onor situa-se em Trás-os-Montes numa área denominada de Terra Fria, inserida no Parque Natural de Montesinho, concelho de Bragança, no extremo nordeste do país, junto à fronteira com Espanha e é uma povoação cortada pelo rio Onor também conhecido como rio Contense. Hoje em dia, a fronteira não tem qualquer espécie de significado. Contudo, há uns anos atrás, assim não era e Rio de Onor constituía a exceção e o paradoxo. Apesar da separação entre as duas partes da povoação se materializar pelo rio, a relação entre as pessoas era constante: as pessoas podiam nascer em Rio de Onor de Baixo e casar em Rio de Onor de Cima. O gado circulava e era guardado tanto em baixo como em cima. Havia, portanto, uma troca permanente de circuitos, pessoas, e ligações familiares [5].

Rio de Onor insere-se numa área de amplas paisagens, de enorme grandeza e generosidade, que são, apesar de tudo, humanizadas pelo cultivo do centeio e de castanheiros, e que fazem parte da economia da aldeia. Nos pontos mais altos da aldeia localizam-se alguns dos campos de cultivo, as chamadas faceiras. Nos pontos mais baixos passa o rio, onde se localizam os lameiros, locais de pastagem do gado. O rio percorre o vale muito profundo onde a aldeia se encaixa; é aliás uma das características destas aldeias, que assim ficam resguardadas dos ventos frios de Sanabria, e a aldeia, que quase não se vê porque é extraordinariamente bem integrada no território, estende-se ao longo do rio. É uma aldeia que, pelo que se sabe, remonta pelo menos ao século XIII.

Esta aldeia comunitária é uma das mais bem preservadas do Parque Natural de Montesinho, com casas típicas serranas em xisto com varandas alpendradas, muito bem recuperadas.

Os habitantes de Rio de Onor construíram uma escola primária para o ensino das crianças, nos anos vinte do século passado. Na década de sessenta é construída uma segunda escola primária integrada no Plano dos Centenários, ver Figura 2. O projeto é da responsabilidade da Direção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais e da Delegação para as Obras de Construção de Escolas Primárias, secção do Norte.

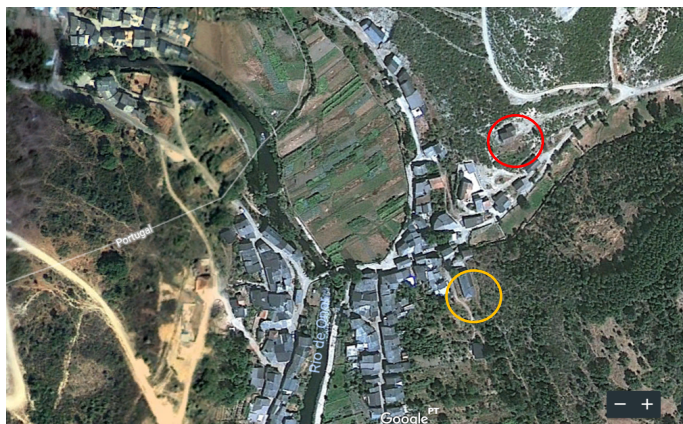


Figura 2 – Localização do edifício relativamente ao centro da aldeia (vermelho), e primeira escola (amarelo)

Sendo um edifício construído na vigência do Plano dos Centenários, o projeto inicial apresenta uma característica implícita da época, como sendo a separação por sexos, ou seja, duas salas de aula e a separação dos dois átrios, ver Figura 3. Contudo, na realidade, isso não se verifica e o edifício, de um piso, tem um corpo principal, onde funciona apenas uma sala de aula e um corpo anexo onde se encontra um recreio coberto (átrio de entrada) e as instalações sanitárias. O edifício apresenta uma planta de forma retangular, com um dos lados maiores a corresponder à sala de aula, com exposição virada a sul [5]. A fachada frontal apresenta três janelas em caixilharia de madeira e na entrada a sul um gradeamento metálico e parede com aberturas (retícula em betão).

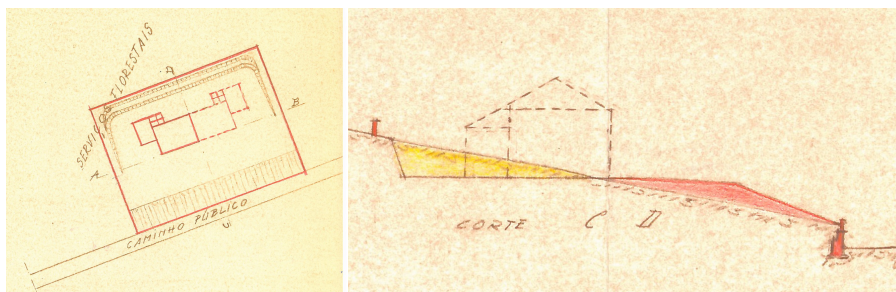


Figura 3 – Projeto original para a Escola Primária de Rio de Onor, planta e corte transversal

Na Figura 4 apresenta-se a vista geral do edifício e um pormenor alusivo à data de construção.



Figura 4 – (a) Placa alusiva à data de construção, (b) Aspetto da fachada principal do edifício



O edifício construído em 1963, teve a função de escola primária desde esse ano até data que não foi possível apurar, a partir da qual perdeu essa tão importante função social, estando atualmente na posse da câmara Municipal de Bragança.

## ENQUADRAMENTO URBANÍSTICO

### REGIME DE EDIFICABILIDADE PDM

Em relação ao enquadramento no Plano Diretor Municipal de Bragança, podemos verificar que a aldeia de Rio de Onor se encontra classificada como Espaços Urbanizados do Tipo V, ver Figura 5.

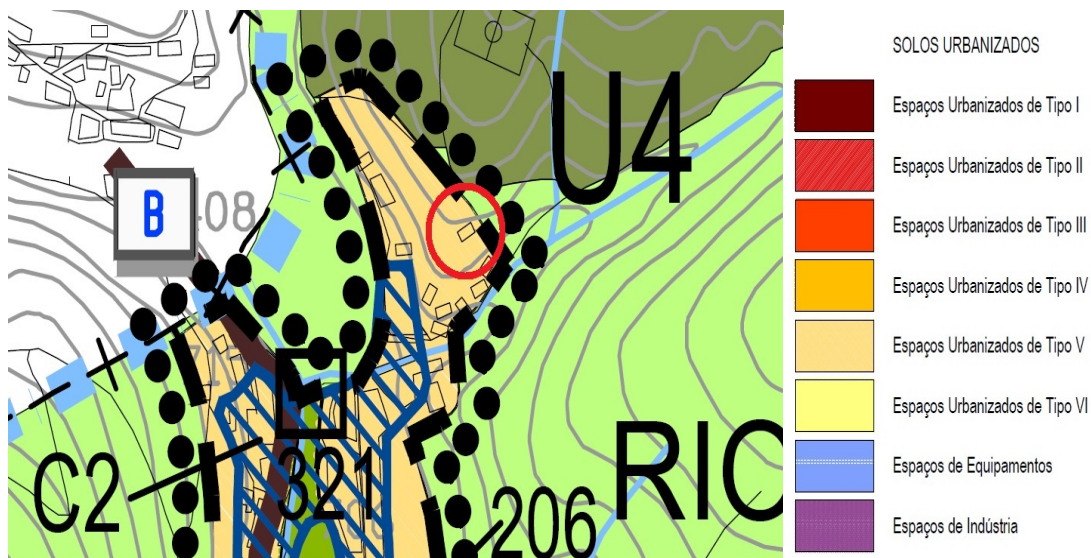


Figura 5 – Extrato do PDM de Bragança – Aldeia de Rio de Onor

De acordo com o regime de edificabilidade apresentado no Quadro 1 do artigo 44º do Regulamento do PDM de Bragança, pode-se verificar que os Espaços Urbanizados do Tipo V possuem as seguintes condicionantes que deverá dar cumprimento:

Índice máximo de ocupação (%) – 30;

Índice máximo de utilização – 0,50;

Número máximo de pisos – 2 (ou 3).

Quadro 1 – Regime de edificabilidade

Espaços Urbanizados de Tipo IV	Babe, Baçal, Coelhooso, França, Gimonde, Grijó de Parada, Nogueira/Couto, Outeiro, Parada, Paredes (Parada), Pinela, Quintanilha, Rabal, Rebordãos, Salsas, Santa Comba de Rossas, São Pedro de Sarracenos e Serapicos.	40	0,60	2 <sup>(3)</sup>
Espaços Urbanizados de Tipo V	Alfaião, Aveleda, Calvelhe, Carragosa, Carrazedo, Castrelos, Castro de Avelãs, Deilão, Donai, Espinhosela, Failde, Fomil (Gostei), Freixedelo (Grijó de Parada), Gondesende, Gostei, Macedo do Mato, Meixedo, Milhão, Mós, Oleiros (Gondesende), Paçó (Mós), Paradinha (Outeiro), Paradinha Nova, Parâmio, Pombares, Quinta das Carvas (Bragança – Santa Maria), Quintela Lampaças, Rebordainhos, Rio de Onor, Rio Frio, Sacoias (Baçal), Sanceriz (Macedo do Mato), São Julião, Sarzeda (Rebordãos), Sendas, Sortes, Vale de Nogueira (Salsas), Varge (Aveleda) e Zoio.	30	0,50	2 <sup>(3)</sup>
Espaços Urbanizados de Tipo VI	Restantes Aglomerados	30	0,40	2 <sup>(3)</sup>

(1) O regime de edificabilidade definido para esta subcategoria aplica-se caso não esteja em vigor o Plano de Urbanização da cidade de Bragança.

(2) Excepto em habitação unifamiliar cujo número máximo de pisos é 2. Em caso de ampliação, alteração, reconstrução ou construção nova, a altura da edificação não pode exceder a cêrcea da pré-existência ou a cêrcea dominante na fachada urbana ou conjunto em que se insere, preconizando sempre uma articulação harmoniosa com os edifícios contíguos.

(3) Com exceção para estabelecimentos hoteleiros e equipamentos de utilização colectiva cujo número máximo de pisos é 3, ou cêrcea equivalente, e partes dos edifícios com estes usos, mas cuja natureza funcional e técnica exija cêrceas superiores.

De acordo com o nr. 2 do quadro 5 do artigo 44.º Regime de Edificabilidade do PDM de Bragança, “constitui exceção ao número anterior os casos de reconstrução, alteração e ampliação de edifícios existentes, como como de novas edificações em espaços que se encontrem maioritariamente edificados, ficando sujeitos às seguintes disposições:

- Têm que se integrar harmoniosamente no tecido urbano construído, mantendo as características de alinhamento, cêrcea, volumetria e ocupação do lote ou prédio, tradicionais dos espaços em que se inserem.
- O alinhamento definido pelas edificações imediatamente contíguas tem que ser respeitado, exceto em casos em que a Câmara Municipal entenda ser conveniente fixar novo alinhamento fundamentado na melhoria da rede viária ou da imagem urbana;
- Quando haja manifesto interesse em promover a transformação de uma determinada zona ou defender aspetos estéticos funcionais do espaço urbanizado ou, com vista à sua qualificação, a Câmara Municipal pode permitir operações de reestruturação das áreas urbanizadas.

A Aldeia de Rio de Onor é classificada no PDM de Bragança no que respeita a Unidades Operativas de Planeamento e Gestão (UOPG) como U4 - Aldeia de Rio de Onor, sendo a execução desta UOPG efetuada através da elaboração de “Plano de Pormenor de Reabilitação Urbana (Plano de Pormenor na modalidade específica) ou Projeto de Execução.



Transcreve-se em seguida os pontos 3 e 4 do Artigo 80º - Objetivos e regulamentação por UOPG do PDM de Bragança de define os princípios gerais de ordenamento da Aldeia de Rio de Onor:

“3. O ordenamento das áreas identificadas como U3 - Aldeia de Montesinho, U4 - Aldeia de Rio de Onor, U5 - Aldeia de Gimonde e U6 - Aldeia de França , orienta-se pelos seguintes princípios gerais:

- a) Caracterizar o edificado existente no que se refere a número de pisos, estado de conservação, uso e características estéticas e construtivas;
- b) Definir edifício a edifício, cêrceas, usos e terapêutica, identificando quais as situações em que deve efetuar-se correção de dissonâncias;
- c) Tratar os espaços exteriores públicos, visando a preservação dos elementos arbóreos existentes e qualificar as áreas de estadia e lazer;
- d) Estabelecer condições de correlação com as zonas de equipamento existentes e propostas, zonas de vocação turística e outras zonas verdes contíguas;
- e) Qualificar a rede viária e estacionamento;
- f) Definir programas de atuação específicos, não só para recuperação do edificado e do espaço público, mas também para a dinamização social, cultural e recreativa destas zonas enquanto espaços habitáveis e de atracção turística.

4. Até à entrada em vigor dos respetivos planos, as áreas abrangidas pelas U3, U4, U5 e U6 ficam condicionadas ao seguinte:

- a) Todos os projetos apresentados à Câmara Municipal, quer para obras de conservação, quer para novas construções, incluem obrigatoriamente mapa de acabamentos com a especificação de todos os materiais a utilizar.
- b) As obras relativas a edificações existentes são condicionadas de acordo com as alíneas seguintes:
  - i) Salvo o disposto na alínea seguinte, as edificações existentes apenas podem ser objeto de obras de conservação;
  - ii) Em situações excepcionais, ditadas por razões de ordem técnica ou social, e desde que não estejam em causa valores arquitetónicos, históricos ou culturais, a Câmara Municipal pode autorizar obras de alteração, conservação ou de reconstrução com prévia demolição da edificação existente;



iii) Apenas são permitidas demolições totais de edifícios que reconhecidamente não apresentem valor histórico e arquitetónico ou quando a sua conservação não seja técnica ou economicamente viável;

iv) No caso previsto na alínea ii), a altura da edificação não pode exceder a cércea da preexistência ou a cércea dominante definida pelas edificações envolventes;

v) O pedido de licenciamento de obras nestas edificações deve ser instruído com o levantamento rigoroso do existente, ilustrado com documentação fotográfica completa;

vi) Quando admissíveis, a Câmara Municipal pode condicionar as mudanças de uso de habitação para serviços à execução de obras de conservação e de restauro de toda a edificação.

c) As obras relativas a novas edificações são condicionadas de acordo com as alíneas seguintes:

i) O traçado arquitetónico das edificações deve integrar-se na imagem urbana das construções envolventes e na arquitetura tradicional da região, procurando-se, em particular, a integração dos elementos da fachada, devendo utilizar-se tanto quanto possível no projeto elementos tipológicos de composição e materiais tradicionais;

ii) A altura máxima das edificações não pode ultrapassar a cércea mais alta das edificações imediatamente contíguas;

iii) O plano marginal definido pelas edificações imediatamente contíguas é obrigatoriamente respeitado. “

## CARACTERIZAÇÃO CONSTRUTIVA DO EDIFÍCIO

### DESCRIÇÃO GERAL DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS

Através da inspeção ao edifício é possível descrever a estrutura e os materiais estruturais que o compõem. Foram efetuadas duas visitas ao edifício as quais decorreram todas durante o mês de fevereiro de 2018. Esta inspeção englobou a análise de paredes, pavimentos e cobertura. Trata-se de um edifício do início dos anos 60, pelo que encaixa na classificação de *edificio antigo*, ou seja, foi construído antes da massificação da utilização do betão armado. É um edifício em alvenaria de pedra constituído, por fundações, soalho e coberturas em madeira. As paredes do corpo principal do edifício são constituídas por pedras retangulares de granito de cerca de 30 cm de largura, assentes com argamassa formando uma *alvenaria de pedra aparelhada* ou *parede de cantaria*. Estas paredes de alvenaria desempenham um papel estrutural no edifício, ou seja, são paredes portantes (com capacidade para resistir aos esforços que o solicitam). As duas paredes do recreio coberto/zona de entrada também seguem esta tipologia construtiva. No entanto, após uma inspeção do interior da parede foram detetados elementos em xisto e em tijolo na parede exterior da fachada sul, numa altura de cerca de 10cm, entre dois elementos de granito, o que pressupõe, aquando da construção, a substituição de elementos em falta por outros materiais mais abundantes na região, como o xisto, ver Figura 6. Presume-se que situações como esta estarão pontualmente presentes no resto da estrutura uma vez que a superfície dos elementos em estudo foi sendo percutida com um martelo de borracha e algumas zonas emitiram som “oco”. As paredes são rebocadas com reboco de base cimentícia em quase a totalidade da zona envolvente, com cerca de 2 a 3cm de espessura, exceto em duas zonas, uma interior junto ao sistema de aquecimento, e outra no exterior na zona de entrada do edifício, ver Figura 7.



Figura 6 – Inspeção pelo interior da parede de fachada



Figura 7 – (a) Reboco de base cimentícia, (b) Parede interior com aparelho à vista, (c) Parede exterior com aparelho à vista



As restantes paredes, nas zonas secundárias, são de alvenaria de tijolo rebocadas e pintadas, ver Figura 8.

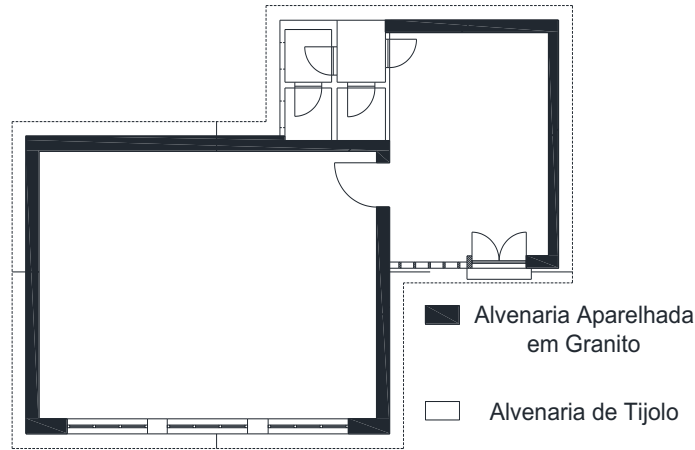


Figura 8 – Planta do edifício com indicação das paredes resistentes

A cobertura do edifício principal é constituída por um telhado de duas águas com duas asnas principais.

A asna de madeira apresenta uma forma tradicional. Em complemento a esta, existem elementos de travamento em madeira, as madres e a cumeeira, e em betão, formando em sequência as cornijas da cobertura, que assentam nas paredes de alvenaria de fachada, ver Figura 10 (a). Existem também elementos secundários: as varas, forro e as ripas, elementos que servem para receber o revestimento da cobertura. As duas asnas encontram-se afastadas entre si e das paredes de fachada aproximadamente 2.5m, vencendo um vão de 6.0m e uma altura de cerca 1.5m. As duas linhas, elementos de travamento das asnas, têm também a função de suporte do teto, uma estrutura em madeira de grande importância para a estabilidade da estrutura da cobertura. Na estrutura de madeira está apoiado um forro constituído por chapas quadrangulares de fibrocimento com cerca de 70cm de lado, pintadas a cor amarela. As asnas são compostas por duas pernas, duas escoras, um pendural e uma linha como se pode observar no esquema ilustrativo da Figura 9.

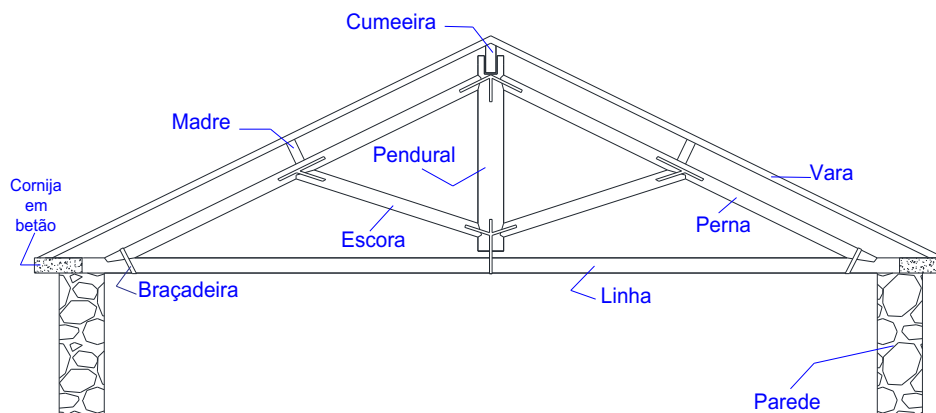


Figura 9 – Esquema da Estrutura de Madeira da Cobertura



Quanto às ligações entre elementos é feita por meio de samblagens ou entalhes, aparentemente sem respiga, em geral do tipo dente simples completada com ferragens, peças auxiliares de ferro sob a forma de esquadros metálicos aplicados nas faces dos elementos, cintas ou braçadeiras, pregadas na madeira, Figura 10 (c). A cobertura é completada com telhas cerâmicas de barro vermelho do tipo aba e canudo.



*Figura 10 – (a) Aspeto da ligação asna à cornija em betão, (b) Cumeeira e madres assentes na parede de alvenaria de fachada, (c) Pormenor da samblagem Linha/Perna com braçadeira metálica*

O pavimento na zona da sala de aula é constituído por soalho de madeira assente sobre ripas também de madeira, que por sua vez assentam em fundação em pedra. O conjunto forma entre si uma caixa-de-ar, com ventilação facultada pelas aberturas existentes para ao exterior ao nível do solo na parede de fachada, denominado correntemente por desvão sanitário. A caixilharia é em madeira, com vidro simples.

Desconhece-se a existência de intervenções anteriores bem como se o edifício foi sujeito a qualquer acidente que tivesse provocado qualquer tipo de dano, como atos de vandalismo, incêndios, inundações, entre outros.

## CARACTERIZAÇÃO DAS ANOMALIAS

### 1. Metodologia

A metodologia de trabalho apresentado no presente estudo tem como principal objetivo simplificar e objetivar as atividades de inspeção e diagnóstico na generalidade dos componentes construtivos presentes, de modo a compreender as possíveis causas associadas às manifestações patológicas identificadas. Para tal, utilizaram-se meios de identificação e de classificação de anomalias, técnicas de diagnóstico e de possíveis causas, bem como o estabelecimento de uma correlação entre anomalias e as causas. A metodologia segue os itens esquematizados na Figura 11, não sendo necessariamente apresentados neste trabalho pela ordem que nela aparecem. A informação relativa ao diagnóstico das anomalias evidenciadas é apresentada de forma descritiva ao longo do texto.

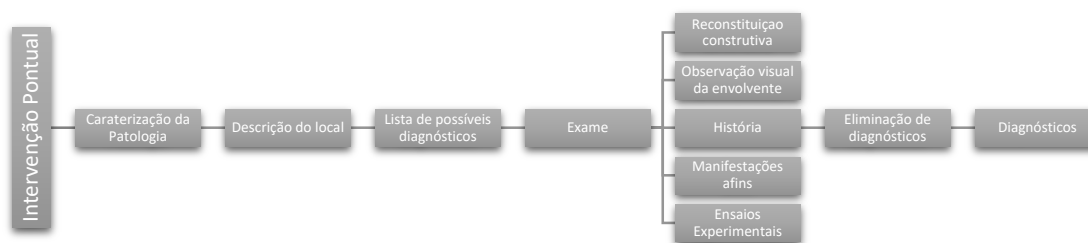


Figura 11 - Esquema representativa da metodologia usada no presente relatório

De uma forma generalizada, descrevem-se as situações anómalas (caracterização sumária do local, do elemento construtivo em que a anomalia se encontra, data de construção e referência a eventuais intervenções posteriores no edifício em análise), associando-se posteriormente tais ocorrências a determinados conjuntos de causas. Nesta última fase, o objetivo é proceder à eliminação de diagnósticos para os quais é possível evidenciar argumentos, de modo que restem apenas aqueles para os quais não foi possível obter argumentos objetivos de exclusão, pelo que as medições e ensaios efetuados são de extrema importância para o diagnóstico.

Todos os trabalhos descritos foram realizados por técnicos qualificados, utilizando equipamentos calibrados, sendo a coordenação assegurada pela equipa responsável por este relatório, com experiência na reabilitação de edifícios, em particular na área do diagnóstico.

### 2. Sintomas e Descrição das Patologias Encontradas

Aquando da visita ao edifício, foram detetadas as seguintes anomalias:

- i. Danos na cobertura, falta de telha e forro de madeira;
- ii. Deterioração em elementos de madeira da cobertura;
- iii. Deterioração da caixilharia de madeira;
- iv. Deterioração do pavimento em madeira;
- v. Presença de bolores ou fungos;

- vi. Patologias em ligações e samblagens;
- vii. Destacamento da pintura;
- viii. Oxidação de elementos metálicos;
- ix. Fissuração.

### 3. Lista de diagnósticos

Para cada anomalia identificada no item 2., apresenta-se no Quadro 2 a lista de diagnósticos correspondente.

Quadro 2 – Lista de diagnósticos para cada anomalia identificada

Anomalia	Lista de possíveis diagnósticos
i. Danos na cobertura, falta de telha e forro de madeira	Ausência de manutenção/conservação; Causas acidentais; Exposição prolongada aos agentes atmosféricos.
ii. Deterioração em elementos de madeira da cobertura (Podridão)	Humidade provinda de causas fortuitas; Movimentações higroscópicas; Excesso de água / humidade na construção (argamassa e/ou suporte); Variações de humidade (ciclos humificação e secagem).
iii. Deterioração da caixilharia de madeira	Ação de agentes biológicos; Exposição prolongada aos agentes atmosféricos.
iv. Deterioração do pavimento em madeira	Opções de projeto e construção desadequadas; Acidentes, causas fortuitas; Envelhecimento natural e desgaste normal pelo uso; Existência de humidade; Ventilação deficiente; Obsolescência.
v. Presença de bolores ou fungos	Existência de humidade.
vi. Patologias em ligações e samblagens: - Desencaixe da madre numa emenda; - Desencaixe de ligações.	Opções de projeto e construção desadequadas; Entalhes mal concebidos; Ausência de manutenção/conservação.
vii. Destacamento da pintura	Opções de projeto e soluções construtivas desadequadas; Acidentes, causas fortuitas; Envelhecimento natural e desgaste normal pelo uso; Existência de humidade; Obsolescência.
viii. Oxidação de elementos metálicos	Existência de humidade; Envelhecimento natural.
ix. Fissuração definida e orientada em paredes de alvenaria	Deformabilidade excessiva da estrutura de suporte; Elevadas tensões de corte/compressão/tração; Concentrações excessivas no suporte; Variações térmicas; Assentamento diferencial de fundações; Variações térmicas.

### 4. Equipamentos

Listam-se diferentes tipos de equipamentos, selecionados para o levantamento:

- Fita métrica e medidor digital laser
- Comparador de fissuras

- Termohigrómetro
- Humidímetro
- Martelo de geólogo
- Câmara fotográfica
- Câmara termográfica.

### 5. Ensaios “in-situ” e Avaliação das Anomalias

É hoje possível recorrer a toda uma gama alargada de técnicas e instrumentos, da mais variada natureza, que facilitam as observações feitas “in-situ” e multiplicam o seu valor e rigor. No entanto, após a inspeção do edifício em causa verificou-se a existência apenas de danos não estruturais, como fissuração, bolores e degradação do pavimento, caixilharia e pinturas, pelo que não foram realizados ensaios de caracterização “in situ”, a não ser a utilização de um termohigrómetro e humidímetro. Na falta de um equipamento de avaliação da resistência de madeiras (resistógrafo), a análise da estrutura de madeira baseou-se apenas na observação visual.

#### 5.1. Análise e medição de fissuração e fendilhação

O edifício em estudo não apresenta fissuração significativa a não ser na parte interior da parede de fachada virada a norte, onde é visível uma fenda  $f_1$  de nível 4, tendo em consideração a escala de classificação do nível de severidade de fissuração, apresentada no Quadro 3. Nesta classificação, adotam-se quatro patamares de severidade (níveis de degradação), em consonância com as metodologias de classificação de anomalias mais correntes [6, 7].

Quadro 3 – Níveis de severidade de fissuração

Nível 0	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
≤ 0.1mm	0.1 a 0.25mm	0.25mm a 1.0mm	1.0 a 2.0mm	≥ 2.0mm
Fio de cabelo	Limiar da visibilidade	Visível. Localizada.	Bem definida. Tenuamente visível a 3m da fachada. Pode estar acompanhada de mais anomalias.	Efeitos estruturais. Facilmente visível em fotografia.
Micro-fissuras	Fissuras		Fendas	

Para medição da fenda foi utilizada uma fita métrica, um comparador de fissuras e efetuado o registo com câmara fotográfica. O comparador de fissuras utilizado consiste num pequeno cartão de plástico transparente ou não, com diferentes traços de espessuras conhecidas e que por comparação visual permite estimar a abertura em milímetros das fissuras, ver Quadro 4.

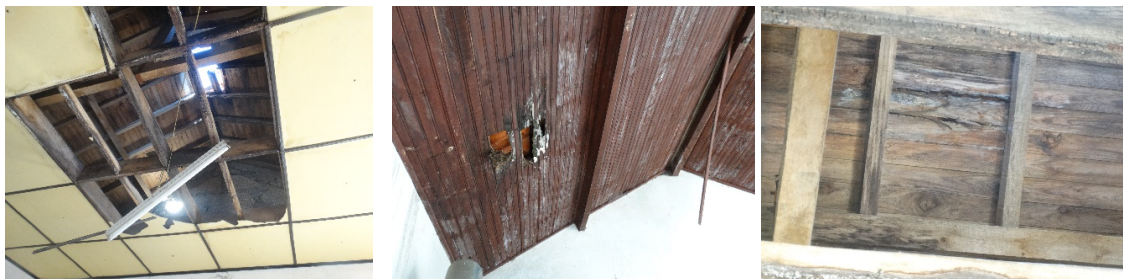


*Quadro 4 – Características da fenda  $f_1$*

Fenda	Descrição / Dimensões	Figura	Esquema de localização em planta
$f_1$ Nível 4	Fenda predominantemente vertical com início na extremidade superior da parede de alvenaria exterior onde apresenta a maior abertura (4.0mm) diminuindo para 2.0mm na extremidade.  $l \approx 2.0m$ $a \approx 2.0$ a $4.0mm$		

## 5.2. Medição do teor de humidade

Foi possível verificar que o edifício tem sofrido com a presença de humidade, justificada pela inexistência de parte de cobertura, com telhas e forro de madeira em falta, em várias zonas, ver Figura 12 (a) e (b). A humidade de precipitação que entra pela cobertura e pelos vãos, está na origem de algumas patologias, quer nos próprios elementos de madeira quer em paredes, acompanhada com alguma colonização biológica, ver Figura 12 (c) e Figura 13 (a).



*Figura 12 – (a) Zona da cobertura em falta (telhas e forro), (b) Zona da cobertura em falta (telhas e forro), (c) Deterioração da madeira de forro*

A medição com humidímetro não revelou na altura da visita valores significativos de teor de humidade da madeira. Tal deve-se ao facto do espaço ter muita ventilação o que permite a secagem dos elementos após a ocorrência de períodos de precipitação.

## 5.3. Verificação do estado da cobertura

No presente estudo a avaliação da estrutura de madeira foi feita a um nível primário, relacionado com a recolha de informação que permitiu apreciar a qualidade geral da estrutura, o seu estado de conservação, degradação biológica, mecânica e física, englobando elementos e ligações, referenciando possíveis riscos de segurança. Não foi possível complementar esta informação com ensaios “*in-situ*”.



Ambas as asnas apresentam algumas folgas nas samblagens, ver Figura 13 (b) e (c) e deterioração por podridão em zonas de contacto direto com as zonas da cobertura a descoberto, nomeadamente nas zonas junto às cumeeiras, ver Figura 14 (a). Uma das madres apresenta desençaixe numa emenda, ver Figura 14 (b).

A estrutura de madeira de apoio ao forro encontra-se com maior deterioração com fissuração e com podridão, ver Figura 14 (c).



Figura 13 – (a) Zona de parede com colonização biológica, (b) Folgas visíveis nas samblagens, (c) Folgas visíveis nas samblagens



Figura 14 – (a) Zona da cobertura em falta junto à cumeeira, (b) Desençaixe de madre numa emenda, (c) Estrutura de apoio ao forro deteriorada.

As telhas de aba e canudo, muitas fora de sítio e partidas, apresentam alguma colonização biológica, demonstrando falta de manutenção e conservação, ver Figura 15 (a). As cornijas, elementos de remate da cobertura e de ligação parede/asna, encontram-se com deterioração evidente visível do lado exterior do edifício, ver Figura 15 (b).



Figura 15 – (a) Aspetto exterior da telha de cobertura, (b) Aspetto das cornijas

#### 5.4. Verificação do estado de deterioração de outros elementos

O pavimento em soalho de madeira encontra-se em estado muito danificado, ver Figura 16. As caixilharias das janelas apresentam deterioração pela ação da radiação solar e de ciclos de secagem/humidificação bem como fenómenos de envelhecimento natural. A taxa de erosão média de perda de superfície em madeira de carvalho sem tratamento devida a este fenómeno é, em média, 6mm/100anos [8]. Estima-se a perda de cerca de 3mm até aos dias de hoje, ver Figura 16 (b). O edifício apresenta ainda um portão metálico na entrada com visível oxidação, ver Figura 16 (c).



Figura 16 – (a) Aspeto degradado do soalho de madeira, (b) Aspeto da caixilharia de madeira das janelas, (c) Aspeto da oxidação do portão de entrada

#### 5.5. Termografia

A termografia é uma técnica inteiramente não destrutiva, muito versátil, que permite detetar heterogeneidades existentes em elementos construtivos, como paredes, não visíveis a olho nu. O seu princípio de funcionamento consiste na determinação e representação da temperatura superficial de um corpo, por medição da radiação infravermelha emitida pela sua superfície [8], convertendo-a em sinal elétrico.

Durante a inspeção termográfica realizada ao edifício em estudo utilizou-se uma câmara termográfica da marca FlirC3. Pelas imagens verifica-se a existência de temperaturas negativas nas superfícies dos elementos construtivos, ver Figura 17.

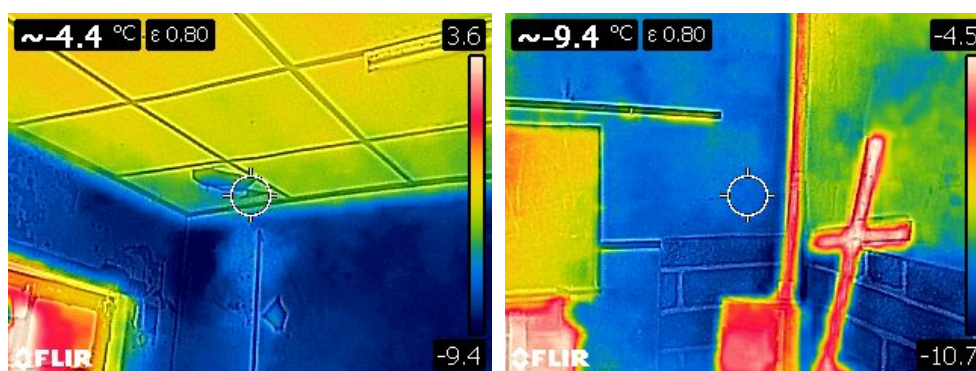


Figura 17 – Imagens obtidas com câmara termográfica no interior em paredes de fachada

### 6. Análise dos resultados e conclusões da inspeção

Com base nas etapas precedentes e relatadas nos itens anteriores foi possível a eliminação de alguns diagnósticos para cada uma das anomalias verificadas. No Quadro 2 apresenta-se para cada uma das anomalias descritas no Quadro 5, o diagnóstico obtido, ou seja, a descrição do mecanismo de causa-efeito que justifica a manifestação observada. No entanto, deve-se referir que foi difícil proceder a uma explicação objetiva da situação, pelo que é plausível que se estabeleça o diagnóstico com base em mais do que uma causa e mesmo sem qualquer explicação do mecanismo que gera a patologia.

Quadro 5 - Diagnóstico

Anomalia	Lista de possíveis diagnósticos
i. Danos na cobertura, falta de telha e forro de madeira	Ausência de manutenção/conservação; Causas acidentais. Exposição prolongada aos agentes atmosféricos.
ii. Deterioração em elementos de madeira da cobertura (Podridão)	Humidade provinda de causas fortuitas; Variações de humidade (ciclos humificação e secagem).
iii. Deterioração da caixilharia de madeira	Ação dos agentes atmosféricos; Envelhecimento natural.
iv. Deterioração do pavimento em madeira	Envelhecimento natural e desgaste normal pelo uso; Obsolescência.
v. Presença de bolores ou fungos	Existência de humidade.
vi. Patologias em ligações e samblagens: - Desencaixe da madre numa emenda; - Desencaixe de ligações	Opções de projeto e construção desadequadas; Entalhes mal concebidos; Ausência de manutenção/conservação.
vii. Destacamento da pintura	Envelhecimento natural e desgaste normal pelo uso; Existência de humidade; Obsolescência.
viii. Oxidação de elementos metálicos	Existência de humidade; Envelhecimento natural.
ix. Fissuração definida e orientada em paredes de alvenaria	Elevadas tensões de corte/compressão; Concentrações excessivas no suporte.

Como resumo dos trabalhos efetuados e inspeções feitas conclui-se que se trata de um edifício em estado de semi-abandono, pelo que muitas das anomalias que apresenta devem-se à falta de manutenção e conservação do imóvel, nomeadamente: renovação das pinturas, tratamento da madeira, manutenção da cobertura, entre outros trabalhos. Apresenta níveis de humidade consideráveis em tempo chuvoso devido às aberturas na cobertura por falta de telha e forro o que permite a entrada de água de precipitação livremente nos diversos elementos do edifício constituindo a principal causa das patologias que o edifício apresenta, nomeadamente: degradação do pavimento em madeira, colonização biológica em paredes, deterioração por podridão de alguns elementos da estrutura em madeira. Devido à ventilação do espaço (portas abertas permanentemente e vidros de janelas partidos) o edifício está sujeito a ciclos de molhagem por precipitação e secagem por ventilação, o que se pressupõe ser a causa principal de deterioração da madeira. Apesar desta entrada facilitada dos agentes de deterioração as asnas que suportam a cobertura estão em razoável estado de conservação sob o ponto de vista de resistência mecânica.

O mesmo se pode considerar da restante estrutura do edifício nomeadamente as paredes resistentes de alvenaria de granito, aparentemente sem anomalias graves a nível estrutural. A fenda  $f_1$ , uma fenda estrutural, ocorre por concentração de tensões de corte e compressão. Tal como foi dito anteriormente, existe um elemento em betão na zona de apoio da cobertura em madeira na parede de alvenaria. Este elemento termina na zona de fachada virada a norte onde se prolonga a cobertura para as instalações sanitárias. Esta situação, de mudança de material e concentração de esforços resultou na fenda identificada.

### INTERVENÇÕES DE REABILITAÇÃO A NÍVEL CONSTRUTIVO

Com base no presente relatório tecem-se as principais recomendações relativamente à reabilitação a nível estrutural do edifício. No entanto nestas recomendações evidencia-se que reabilitar não é apenas devolver as capacidades estruturais adequadas ao edifício para que este funcione em boas condições estruturais e de segurança, reabilitar é também procurar preservar as características do edifício e todos os elementos que se encontrem em bom estado, intervindo sempre de forma cuidada na substituição dos elementos mais danificados. Este tipo de substituição e reparação deverá ser decidido caso a caso, optando por técnicas tradicionais, ou inovadoras, mas compatíveis com as existentes. Estas medidas, que serão aplicadas durante o processo de reabilitação, deverão, então, estar de acordo com as recomendações do ICOMOS [9]. A Carta do ICOMOS “Princípios para a análise, conservação e restauro estrutural do património arquitetónico” aponta para a necessidade de se preservar a autenticidade do património arquitetónico não só “na sua aparência, mas também na integridade de todos os seus componentes como produto único da tecnologia de construção específica do seu tempo”.

Sendo assim, recomenda-se o seguinte:

- A. Substituição do forro em fibrocimento e da estrutura onde se apoia, com materiais compatíveis com a estética do edifício, como madeira por exemplo;
- B. Substituição das telhas cerâmicas. Remoção das ripas, forro e varas e substituição por elementos em madeira novos da mesma espécie ou pelo menos com tom de cor semelhante. A execução destes trabalhos deve ser feita em tempo seco;
- C. Após a remoção dos elementos referidos em B., fazer nova inspeção para avaliação dos elementos metálicos, do estado das ligações e dos vigamentos nas paredes, de modo a completar a inspeção visual da estrutura que apenas foi efetuada da parte de baixo. Verificar ainda o estado da cumeeira e das madres;
- D. Recomenda-se, assim, a inspeção geral da estrutura de madeira tanto no corpo principal como na zona de entrada, e instalações sanitárias, e na ausência de mais patologias além das mencionadas neste trabalho, fazer uma secagem da madeira, limpeza, e tratamento preservador inseticida e fungicida da madeira que permanece no local;
- E. Só após a identificação e resolução dos problemas, incluindo a secagem e tratamentos preservadores das madeiras a manter no local, é que as reparações e substituições devem ser efetuadas;



## RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DAS NECESSIDADES DE REABILITAÇÃO ENERGÉTICA E BIOCONSTRUTIVA

- F. Substituição da cumeeira (tendo em atenção que após a inspeção efetuada em B., se poderá decidir a substituição das madres ou não). De acordo com a inspeção descrita no presente trabalho, as madres aparentemente estão em bom estado de conservação;
- G. Reparação dos encaixes das samblagens, fazendo a consolidação das ligações com reaperto dos ligadores e colmatação de folgas, ao nível dos entalhes;
- H. Reparação da parte superior do pendural onde assenta a cumeeira, com eliminação da podridão e reparação de fendas por secagem. Neste caso, deve-se optar em projeto por técnicas tradicionais sempre que possível;
- I. Reparação de cornijas, com substituição ou não;
- J. Remoção e substituição do pavimento em madeira na sala principal;
- K. Remoção de ferrugem, limpeza e decapagem dos elementos metálicos do portão e pintura com tinta anticorrosiva. Substituição da fechadura;
- L. Remoção do reboco na sua totalidade para substituição e pintura;
- M. Substituição e modernização das instalações sanitárias;
- N. Remoção e substituição de todos os envidraçados.

Estas recomendações de base, deverão ser complementadas com as propostas de reabilitação energética apresentadas no capítulo seguinte.



## CARACTERIZAÇÃO ENERGÉTICA DO EDIFÍCIO

### TIPO DE EDIFÍCIO

O edifício é integrado na categoria de Pequeno Edifício existente, de serviços sem climatização, - PESSC, encontrando-se desocupado.

### LOCALIZAÇÃO E DADOS CLIMÁTICOS

O edifício encontra-se situado numa zona rural, a 735m de altitude e a uma distância à costa de 190 km. Não existe infraestrutura para o abastecimento de gás natural. Tem de coordenadas geográficas: 41°56'29.57"N; 6°36'51.80"W. O alçado principal está orientado a Sul. Não existem edifícios adjacentes, nem sombreamentos significativos provocados por árvores, ver Figura 18.



Figura 18 – Orientação do Edifício

Os principais dados climáticos são os seguintes:

Graus-dia	2 092		
Zona Climática de Inverno	I3	Zona Climática de Verão	V2
Temperatura Média Exterior Inverno (°C)	5,3	Temperatura Média Exterior Verão (°C)	21,1
Duração da estação de aquecimento (meses)	7,3	Duração da estação de arrefecimento (meses)	4,0

### ORGANIZAÇÃO ESPACIAL E LEVANTAMENTO DIMENSIONAL

O edifício é constituído por uma sala, um átrio de entrada fechado, mas fortemente ventilado e duas instalações sanitárias. Existe uma zona de recreio coberta, fortemente ventilada (ver Descrição Geral do Edifício). As fachadas estão orientadas a Norte, Sul, Oeste e Este.

Durante a vistoria foi efetuado o levantamento dimensional do imóvel pela medição direta das principais dimensões do interior e exterior, apresentado em anexo (ANEXO 1).

*Área útil de pavimento: 72m<sup>2</sup>*

*Pé Direito médio ponderado: 3.7m*

### CARACTERIZAÇÃO TÉRMICA DOS ELEMENTOS OPACOS

Através dos documentos fornecidos, da inspeção visual e do levantamento dimensional, foi determinada a composição das soluções construtivas que se apresentam em seguida. Para determinação do valor do coeficiente de transmissão térmica das diferentes soluções (U), apenas na ausência de informação específica, se recorreu aos valores tabelados de fontes de informação de referência, nomeadamente o ITE 50 e o ITE 54 [10, 11].

#### Parede Tipo 1

Parede exterior de 31 a 34cm, localizada nos alçados oeste, este, norte e sul, de cor clara, composta maioritariamente por pedra de granito, e revestida interiormente e exteriormente com 2 a 3cm de reboco pintado com tinta de cor branca, ver Figura 19.

$$U = 3.2 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$



Figura 19 – Parede Tipo 1

### **Parede Tipo 2**

Parede exterior simples, de 13cm, em alvenaria cerâmica, localizada no alçado norte (na ligação com as casas de banho), de cor clara, revestida interiormente e exteriormente com 2 a 3cm de reboco pintado com tinta de cor branca, ver Figura 20.

$$U = 2.5 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$



Figura 20 – Parede Tipo 2

### **Pontes térmicas planas (lintéis, pilares e talões de vigas)**

Não existem pontes térmicas planas.

### **Cobertura**

A cobertura é constituída por um forro em madeira, onde assentam as telhas cerâmicas. Existe um teto falso, bastante danificado.

$$U = 3.8 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

### **Pavimento**

O pavimento é composto por réguas de madeira com aproximadamente 3cm de espessura, assentes sobre uma caixa-de-ar ventilada que constitui um desvão sanitário (com função de preservação deste elemento construtivo), ver Figura 21.

$$U = 2.2 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$



Figura 21 – Pavimento Tipo

### Portas exteriores

Porta exterior em madeira,  $U=2.6 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$

## CARACTERIZAÇÃO TÉRMICA DOS VÃOS ENVIDRAÇADOS

Relativamente aos vãos envidraçados, ver Figura 22, apresentam-se as principais características e parâmetros determinados:

- Tipo de vão envidraçado: simples
- Quadrícula: sim
- Material: Madeira, cor média
- Sistema de abertura: fixa e giratória
- Tipo de vidro: simples, com 3mm
- Dispositivos de oclusão noturna: existem proteções interiores, mas bastante danificadas
- Orientações: Sul
- Área total dos vãos: 3 vãos ( $1.9\text{m} \times 1.1\text{m}$ ), 24% relativamente à zona opaca na zona da sala de aula.

$U= 5.1 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$  (sem contabilizar qualquer proteção).



Figura 22 – Vãos envidraçados

## VENTILAÇÃO

A renovação do ar interior no imóvel processa-se com base em ventilação natural, sendo de salientar os seguintes aspetos:

- Distância à costa: superior a 5 km
- Zona de implantação: rural, sem obstáculos
- Classificação quanto à permeabilidade ao ar: não existe
- Caixas de estores: não existem
- Vedação de portas: portas mal vedadas
- Aberturas auto-reguláveis: não existem
- Conduitas de extração e insuflação de ar: não existem
- Aberturas: existem aberturas fixas não controláveis, ver figura 23.



Figura 23 – Aberturas fixas (ventilação)

## INÉRCIA TÉRMICA

O edifício apresenta uma inércia térmica média, pelo facto de apresentar:

- Paredes de pedra
- Pavimento em madeira
- Cobertura leve em madeira e teto falso em algumas zonas
- Revestimentos a reboco pintado

## SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO E PREPARAÇÃO DE ÁGUAS QUENTES SANITÁRIAS (AQS)

- Sistema para preparação de AQS: não existe (existe uma salamandra, mas inapropriada para utilização)
- Sistema para aquecimento: não existe
- Sistema para arrefecimento: não existe

## SISTEMA SOLAR OU OUTRO SISTEMA DE ENERGIA RENOVÁVEL

Não existe qualquer sistema solar ou outro sistema de aproveitamento de energia renovável.

## ILUMINAÇÃO

O edifício não dispõe de sistema funcional de iluminação.

## RECOMENDAÇÕES PARA A REABILITAÇÃO ENERGÉTICA E BIOCONSTRUTIVA

No âmbito do projeto BIOURB NATUR pretende-se que a reabilitação arquitetónica e energética do edifício seja efetuada de acordo com os princípios de arquitetura bioclimática definidos no MANUAL BIOURB [1]. Deste modo, as recomendações apresentadas em seguida têm como base a utilização de estratégias energéticas passivas em detrimento de estratégias ativas, minimizando a utilização de fontes energéticas não renováveis e maximizando as estratégias construtivas bioclimáticas no desempenho energético do edifício.

Trata-se de um edifício em estado de *semi-abandono* com valor histórico, patrimonial e cultural pelo que a intervenção de reabilitação integral terá como base a adequação a um novo uso de carácter também público: *Centro de Interpretação da Cultura e Costumes de Rio de Onor*.

Com base no presente relatório estabelecem-se no capítulo anterior recomendações relativamente à reabilitação estrutural e não estrutural do edifício. A reabilitação deverá ser aproveitada para a implementação de medidas de melhoria de conforto térmico dotando-o de elevada eficiência energética e reduzindo a pegada ecológica do edifício no seu ciclo de vida.

A recuperação arquitetónica da Escola Primária de Rio de Onor deve ter em consideração o valor patrimonial e arquitetónico do edifício, indo de encontro às já referidas recomendações do ICOMOS [9], preservando-o na medida do possível e considerando que ele próprio faz parte do património cultural da região e de Portugal.

## NECESSIDADES DE REABILITAÇÃO DO EDIFÍCIO

Na sua situação atual a utilização do edifício incorpora os seguintes riscos/problemas:

- a) falta de segurança da estrutura ao nível da cobertura;
- b) risco de quebra de vãos envidraçados e suas proteções, que se encontram danificados.
- c) risco de queda das pessoas, em consequência do estado de podridão do pavimento de madeira.
- d) problemas de humidades e condensações em todo o edifício.
- e) deficiente conforto térmico.
- f) mobiliário e equipamento dos sanitários danificados, não adequados ao uso.

De acordo com o exposto anteriormente, o funcionamento geral atual do edifício não é satisfatório para qualquer tipo de uso ou utilização sendo necessária uma profunda intervenção de reabilitação, dotando-o de boas condições de habitabilidade no que respeita a conforto térmico, acústico e lumínico e conferindo-lhe um uso que incentive a sua utilização por parte dos habitantes de Rio de Onor e também por visitantes externos à aldeia.

## REABILITAÇÃO ENERGÉTICA E BIOCONSTRUTIVA

Recomenda-se, com base no estudo elaborado, as seguintes soluções construtivas bioclimáticas:

- **Criação de uma Estufa Anexa e aplicação de isolamento térmico pelo interior nas paredes exteriores**

O átrio de entrada (zona de recreio exterior) e a sala do edifício encontram-se separados por uma parede de pedra, e portanto de elevada massa térmica. Como o átrio tem vãos abertos no alçado sul, propõe-se que os mesmos sejam fechados com vidro duplo para criarem um efeito estufa (Solução Bioclimática Estufa Anexa – MANUAL BIOURB [1]), criando ao mesmo tempo um corta-vento com duas portas desalinhas de modo a minimizar as trocas térmicas entre interior e exterior. As paredes de separação entre espaços funcionarão como um armazenador de calor diminuindo as amplitudes térmicas diárias. Para se evitem sobreaquecimentos de ar e consequentemente temperaturas interiores superiores à temperatura de conforto devem providenciar-se mecanismos de ventilação e adequadas proteções (sistemas de oclusão) pelo interior que possam ser controladas.

De acordo com a análise efetuada, a resistência térmica das paredes exteriores é muito baixa, não constituindo mais-valia no que respeita ao conforto térmico interior. Propõe-se o aumento da sua resistência térmica através da incorporação de isolamento térmico. Recomenda-se a colocação do isolamento térmico pelas faces interiores das paredes exteriores de modo a preservar a imagem arquitetónica do edifício. Para valores de coeficientes de condutibilidade térmica inferiores  $0.04 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$ , aconselha-se que a espessura do isolante a colocar seja superior a 8cm.

- **Colocação de isolamento térmico na cobertura e aproveitamento do desvão para ventilação**

A resistência térmica do sistema construtivo da cobertura do edifício é muito baixa, não contribuindo para o conforto térmico interior e levando a problemas de condensações superficiais. Propõe-se o aumento da sua resistência térmica através da incorporação de isolamento térmico. Aconselha-se a escolha de revestimentos com baixa emissividade pois ajudam a diminuir as necessidades energéticas de verão. Deverá providenciar-se uma eficaz ventilação do desvão, de modo a evitar sobreaquecimentos.

Para valores de coeficientes de condutibilidade térmica inferiores a  $0.04 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$ , aconselha-se que a espessura do isolante a colocar seja superior a 10 cm.

- **Substituição da caixilharia e dispositivos de sombreamento**

A caixilharia e proteções existentes encontram-se danificadas, pelo que se propõe a sua substituição. De modo a garantir um adequado conforto térmico interior propõe-se a solução de caixilharia em madeira com rotura térmica, vidro duplo incolor de acordo com o existente, com caixa-de-ar de 16mm e com classe de permeabilidade ao ar elevada. Deverão ser previstas proteções interiores, de cor clara/média.

O valor do coeficiente de transmissão térmica deverá ser inferior a  $3.3 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ .

### ▪ **Aplicação de Isolamento térmico no pavimento**

O pavimento em madeira na zona da sala de aula encontra-se degradado pelo que terá que ser sujeito a intervenção. Não deve ser desperdiçada a oportunidade de lhe colocar isolamento, sob o revestimento novo, caso seja tecnicamente viável (a análise de viabilidade deverá ser efetuada aquando da remoção do pavimento existente). A ventilação do desvão sanitário existente deverá continuar a ser assegurada.

### ▪ **Colocação de grelhas de ventilação**

O edifício dispõe de aberturas permanentes de ventilação. Propõe-se que nessas aberturas sejam colocadas grelhas reguladas manualmente, ou autorreguláveis (de preferência estas últimas), de modo a que se possa garantir uma ventilação natural eficiente.

### ▪ **Colocação de uma salamandra para aquecimento na sala e unidades Split para arrefecimento**

Apesar dos cuidados com o isolamento térmico, para garantir as condições de conforto no inverno, há a necessidade de apoio energético para o aquecimento e arrefecimento. Propõe-se que sejam adotados uma salamandra a lenha e uma unidade Split (preferencialmente sem unidade de exterior) a eletricidade com os valores de eficiência mínimos recomendados pela legislação em vigor.

A lenha, considerada recurso energético renovável, é abundante na região, permitindo economizar nos gastos energéticos. Para além disso, a salamandra é um sistema semelhante às lareiras tradicionais, muito apreciado pelas pessoas da região, recomendando-se a sua colocação no mesmo local que a original.

Deverá ser colocada pelo menos uma unidade Split, no átrio de entrada, presumível local de permanência de um funcionário. Outra unidade Split deverá ser ponderada para a sala tendo em conta a produção de energia do sistema fotovoltaico que se propõe em seguida, bem como as necessidades de aquecimento/arrefecimento rápidos dos espaços.

### ▪ **Execução de um Pavimento respirável no exterior do edifício (Solução Bioclimática Arrefecimento Evaporativo)**

Relativamente aos arranjos exteriores ao edifício, necessários para a melhoria dos acessos ao mesmo, propõe-se a colocação de um pavimento respirável. Quando a precipitação incide num solo deste tipo, para além de produzir o escoamento superficial e a evaporação da água à superfície, produz ainda evapotranspiração da água que fica retida pela camada superficial do solo. Caso a formação geológica subjacente ao solo seja permeável e espessa haverá também escoamento subterrâneo. Os solos permeáveis permitem deste modo um menor escoamento superficial da água, menores níveis de erosão e de poluição das águas.



▪ **Produção de energia fotovoltaica aproveitando a cobertura orientada a sul (Solução Bioclimática Cobertura Captadora)**

O recurso a um sistema fotovoltaico justifica-se, tendo em conta o perfil futuro de consumos (maioritariamente consumo de eletricidade), a sua utilização (diurna), e ainda a orientação da cobertura (a cobertura orientada a Sul permite maximizar a produção de energia).

Por questões arquitetónicas será ponderada a colocação de telhas fotovoltaicas em detrimento da instalação de painéis fotovoltaicos convencionais. Este sistema só se justificará se for economicamente viável, tendo em conta o cálculo de projeto. O dimensionamento do sistema de produção deve ir de encontro ao perfil de consumos, não o ultrapassando. Havendo excedente, este poderá ser vendido à rede, constituindo uma fonte de rendimento e de produção de energia sustentável.

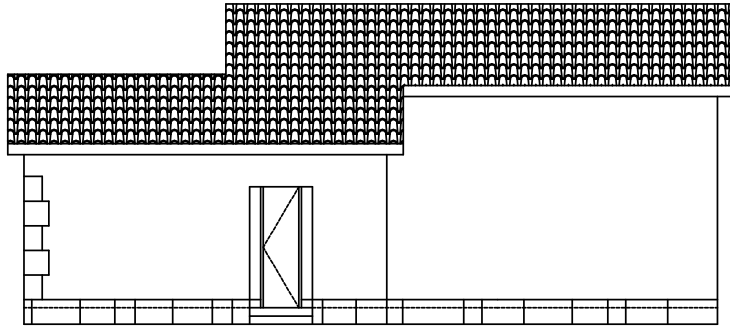
*Nota: As dimensões mínimas das espessuras de isolamentos recomendadas deverão ser reavaliadas de acordo com a legislação aplicável à data do licenciamento do projeto da especialidade de térmica.*

## REFERÊNCIAS

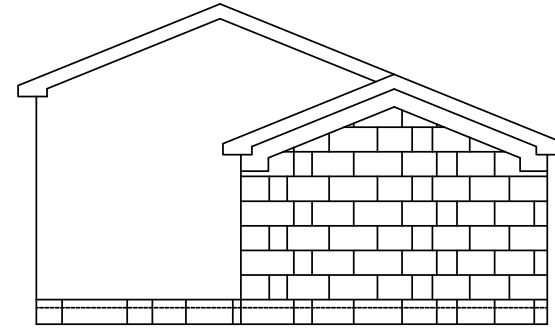
- [1] Vaz, António Jorge Ferreira; Ferreira, Débora; Luso, Eduarda; Fernandes, Sílvia (2013) - Manual BIOURB - Manual para a conservação e reabilitação da diversidade bioconstrutiva. Bragança : Câmara Municipal. ISBN 978-989-8344-22-9
- [2] Filomena Beja, et. al., "Muitos anos de escolas – Ensino primário - Anos 40 a Anos 70," Ministério da Educação – Departamento de Gestão de Recursos Educativos, Ed., ed. Lisboa, 1998.
- [3] Carlos, J. M. d. S., "Escolas do ensino básico “tipificadas” (plano dos centenários) - Avaliação do seu desempenho térmico e propostas de intervenção," Dissertação para obtenção do grau de mestre em Engenharia Civil - Especialização em Ciências da Construção, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Coimbra, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2005.
- [4] Pimenta, P. S. P., "A Escola Portuguesa. Do “Plano dos Centenários” À Construção da Rede Escolar no Distrito de Vila Real," Mestrado Tese de Mestrado em Educação na Área de Especialização História da Educação e Pedagogia, Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho, 2006.
- [5] Fernandez, S. (2017, Abril, 2011) Rio de Onor. *Revista de cultura arquitectónica*. Available: URI:<http://hdl.handle.net/10316.2/37392>
- [6] Amaral, S. Inspeção e diagnóstico de edifícios recentes. Estudo de um caso real. Tese de Mestrado, 2013, ISEL
- [7] Gaspar, P. & Brito, J. Tipos de vida útil das construções. *Actas do 3º Encontro sobre patologia e reabilitação de edifícios*, PATORREB, 2009: 307
- [8] Dias, A., Cruz, H., Machado, J., Custódio, J., Palma, P. Avaliação, Conservação e Reforço de Estruturas de Madeira, Edição: Verlag Dashöfer
- [9] ICOMOS. *Recomendações para a análise, conservação e restauro estrutural do património arquitectónico*. International Council on Monuments and Sites. (2004). Disponível em [www.civil.uminho.pt/masonry](http://www.civil.uminho.pt/masonry)
- [10] Santos, Carlos A. Pina dos; Matias, Luis - ITE 50 - Coeficientes de transmissão térmica de elementos da envolvente dos edifícios, LNEC, 2010.
- [11] Santos, Carlos A. Pina dos; Rodrigues, Rodrigo - ITE 54 - Coeficientes de transmissão térmica de elementos opacos da envolvente dos edifícios, LNEC, 2010.

# ANEXO 1

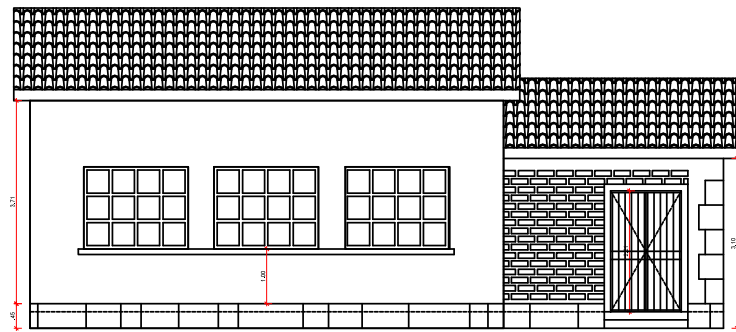




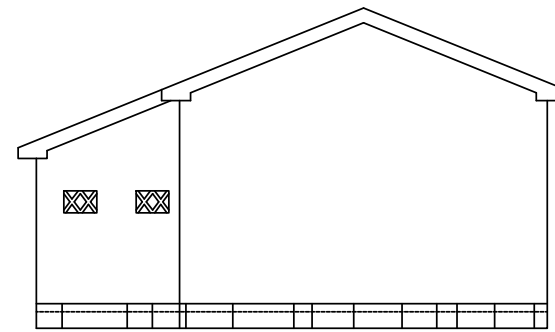
ALÇADO NORTE



ALÇADO ESTE



ALÇADO SUL



ALÇADO OESTE