

CLOSER

Close to Resources Recovery



Auditorias Pré-Demolição

Casos de Estudo

RELATÓRIO R5

EEA Grants

Através do Acordo sobre o Espaço Económico Europeu (EEE), a Islândia, o Liechtenstein e a Noruega são parceiros no mercado interno com os Estados-Membros da União Europeia.

Como forma de promover um contínuo e equilibrado reforço das relações económicas e comerciais, as partes do Acordo do EEE estabeleceram um Mecanismo Financeiro plurianual, conhecido como EEA Grants.

Os EEA Grants têm como objetivos reduzir as disparidades sociais e económicas na Europa e reforçar as relações bilaterais entre estes três países e os países beneficiários.

Para o período 2014-2021, foi acordada uma contribuição total de 2,8 mil milhões de euros para 15 países beneficiários. Portugal beneficiará de uma verba de 102,7 milhões de euros.

Saiba mais em eeagrants.gov.pt

Preâmbulo

Apesar de diversas políticas europeias visarem a minimização da produção de resíduos de construção e demolição e fomentarem a transição do setor da construção para um modelo de economia circular, verifica-se a necessidade de implementar ações específicas que permitam atingir estes objetivos. Atualmente e considerando apenas a fase final do ciclo de vida dos materiais estas ações incluem, entre outras, a implementação de casos reais que demonstrem as vantagens do novo modelo nas vertentes ambiental, económica e social, bem como de inovações ao nível dos materiais de construção, ou a disponibilização de informação de qualidade sobre fluxos de materiais.

O projeto CLOSER – Close to Resources Recovery, ao elaborar um guia para auditorias de pré-demolição ou reabilitação de edifícios vai ao encontro do objetivo de aumentar a aplicação dos princípios da economia circular no setor da construção, contribuindo para a redução da geração de resíduos de construção e demolição, minimizando a presença de substâncias perigosas e promovendo a produção de materiais secundários de melhor qualidade.

As auditorias de pré-demolição permitem registar os tipos e quantidades de materiais existentes prevendo de forma mais exata a composição dos fluxos de materiais e futuras aplicações.

O consórcio CLOSER, junta o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), a Agência Portuguesa do Ambiente (APA) e o Instituto dos Mercados Públicos, Imobiliário e Construção (IMPIC), que possuem competências complementares, a nível nacional, nas áreas de obras de engenharia civil, meio ambiente e regulamentação da construção.

É expectável que os resultados do CLOSER tenham, a médio prazo, impactos significativos, na reutilização dos materiais e na reciclagem dos resíduos provenientes de obras de reabilitação e demolição de edifícios, permitindo contribuir para o desenvolvimento do mercado de matérias-primas secundárias.

O CLOSER, com uma duração de um ano, é um projeto financiado a 85% pelo EEA Grants, ao abrigo do Programa Ambiente.

Título

CASOS DE ESTUDO

Autoria

LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL, I.P. (LNEC)

Isabel Milagre Martins

Seyed M.H.S. Rezvani

Maria João Falcão Silva

Ana Filipa das Neves Rodrigues Marques Couto Salvado

AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE, I.P. (APA)

Ana Cristina Carrola

Rodrigo Gonçalves

Mafalda Mota

Susana Francisco

INSTITUTO DOS MERCADOS PÚBLICOS, DO IMOBILIÁRIO E DA CONSTRUÇÃO, I.P. (IMPIC)

Ivone Nobre

Detalhes do documento

Relatório: R5

Tarefa: T5

Disseminação: Pública

Data de publicação: 29 de abril 2022

Versão:1.0

Informação do projeto

Título: CLOSER – Close to Resources Recovery

Financiamento: EEA Grants

Programa: Ambiente

Número do projeto: 03/SGS#2

Duração: outubro 2020 a novembro 2021

Operador do Programa: Secretaria-Geral do Ambiente

Promotor: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, I. P.

Parceiros: Agência Portuguesa do Ambiente, I. P.

Instituto dos Mercados Públicos do Imobiliário e da Construção, I.P.

Auditorias Pré-Demolição - Casos de Estudo

Resumo

O Guia Português de Auditorias Pré-Demolição elaborou modelos de inventário de materiais, elementos de construção e resíduos de construção e demolição visando potenciar a valorização dos recursos existentes em edifícios que vão ser alvo de demolição ou de reabilitação. A facilidade de utilização dos modelos e a identificação de possíveis alterações aos mesmos foi evidenciada com a sua aplicação num caso de estudo.

No âmbito da empreitada de “Modernização do troço Mira Sintra-Meleças - Torres Vedras (excl.), da Linha do Oeste”, a Infraestruturas de Portugal disponibilizou o acesso a edifícios no Cais coberto da Malveira, no Edifício (abrigo) da Passagem de Nível e na Estação de Dois Portos para a realização de auditorias de pré-demolição. Contudo, só foi possível concluir a auditoria ao Cais coberto da Malveira. Neste relatório, R5, apresenta-se a atividade desenvolvida na tarefa T5 do projeto CLOSER relativa ao acompanhamento destes casos de estudo.

Palavras-chave: Resíduos de construção e demolição / Auditorias de pré-demolição / Economia circular / Reutilização / Reciclagem / Valorização / Gestão de recursos

Pre-Demolition Audits - Case Studies

Abstract

The Portuguese Guide for Pre-Demolition Audits prepared inventory templates for materials, construction elements and construction and demolition waste in order to enhance the valorisation of the existing resources in buildings that will be subject to demolition or rehabilitation. The ease of use of those templates and the identification of possible amendments were highlighted with their application in case studies.

In the scope of the contract works for the " Modernização do troço Mira Sintra-Meleças - Torres Vedras (excl.), da Linha do Oeste ", the Infraestruturas de Portugal provided the opportunity to carry out pre-demolition audits in the Malveira Covered Quay, the Level Crossing Building (shelter) and the Dois Portos Station, but only the pre-demolition audit for the Malveira Covered Quay was completed. This report, R5, presents the activity developed in task T5 of CLOSER project concerning these case studies.

Keywords: Construction and demolition waste / Pre-demolition audits / Circular economy / Reuse / Recycling / Recovery / Resources management

Índice

Preâmbulo	3
1 Introdução	1
2 Estudo documental.....	2
2.1 Documentos.....	2
2.2 Manutenção dos edifícios	2
2.2 Malveira - Detalhes do edificado	3
2.2 Dois Portos – Detalhes do edificado.....	4
2.2 Plano de prevenção e gestão de RCD	6
3 Estudo <i>in situ</i>	7
3.1 Cais coberto da Malveira e Edifício da passagem de nível.....	7
3.1.1 Recuperação de recursos.....	12
3.1.2 Inventário dos recursos.....	19
3.1.3 Levantamento final da IP.....	25
3.2 Estação da Malveira – Projeto de demolição de pequena habitação	35
3.3 Estação de Dois Portos – Projeto de reabilitação	40
4 Síntese final.....	48
Agradecimento	49
Referências Bibliográficas	50
ANEXO I – Utilização e valorização dos recursos no Cais coberto da Malveira	53
ANEXO II – Fichas de materiais.....	59

Índice de figuras

Figura 2.1 - Peça desenhada (1990).....	3
Figura 2.2 Fotografias Cais coberto da Malveira (REFER).....	3
Figura 3.1 Visita ao local da obra do Cais coberto da Malveira em 25/08/2021.....	7
Figura 3.2 – Visualização da localização com o Google maps.....	8
Figura 3.3 - Esboço do cais coberto.....	8
Figura 3.4 - Visualização de satélite do Google Maps.....	9
Figura 3.5 - Vista Norte do Cais coberto (a demolir).....	9
Figura 3.6 - Vista Leste do Cais coberto (a ser demolido).....	10
Figura 3.7 - Vista Leste do Cais coberto (a ser demolido).....	10
Figura 3.8 – Área da nova construção	11
Figura 3.9 – Painéis em fibrocimento e estrutura de suporte (fachadas leste e oeste).....	11
Figura 3.10 – Asnas de madeiras do Cais coberto da Malveira	12
Figura 3.11 – Exemplos de reutilização de asnas de madeira	13
Figura 3.12 – Fibras na superfície da madeira por MEV (seta vermelho – colonização biológica).....	13
Figura 3.13 MEV de fibras com grão de carbonato de cálcio (setas azuis).....	14
Figura 3.14 - Parede de alvenaria com interior de tijolos furados	15
Figura 3.15 - Pilares de betão	16
Figura 3.16 - Portões de aço, malhas de aço e armações de aço.....	17
Figura 3.17 - Componentes elétricos (cabos, luzes e interruptores)	18
Figura 3.18 - Telhas	18
Figura 3.19 - Caixas de madeira para amostra de solo	19
Figura 3.20 – Campos do inventário	20
Figura 3.21 Etapas da desconstrução no Cais coberto da Malveira	25
Figura 3.22 Diagrama de Gantt.....	25
Figura 3.23 - Vista de satélite da 2ª demolição da Malveira (casinha)	35
Figura 3.24 - Malveira 2ª demolição (casinha) Vista Noroeste	36
Figura 3.25 - Malveira 2ª demolição (casinha) Vista sul	36
Figura 3.26 - Betão e Alvenaria.....	36
Figura 3.27 - Chaminé.....	37
Figura 3.28 - Paredes e ladrilhos	37
Figura 3.29 - Janelas	37
Figura 3.30 - Portas.....	38
Figura 3.31 - Pisos de madeira	38
Figura 3.32 - Equipamento elétrico	39
Figura 3.33 - Telhas	39
Figura 3.34 - Telhas	39
Figura 3.35 Visualização do mapa da cidade no Google.....	40
Figura 3.36 - Fachada principal do projeto Dois-Portos.....	40
Figura 3.37 - Moldura de madeira treliças telhado do projeto Dois-Portos.....	41
Figura 3.38 – Elementos em aço do projeto Dois-Portos	42
Figura 3.39 - Chaminé do projeto Dois-Portos.....	42
Figura 3.40 - Paredes do projeto Dois-Portos.....	42
Figura 3.41 - Paredes e azulejos históricos do projeto Dois-Portos	43
Figura 3.42 - Janelas do projeto Dois-Portos.....	43

Figura 3.43 – Portas de projeto Dois Portos	45
Figura 3.44 - Pisos de madeira do projeto Dois-Portos	46
Figura 3.45 - Louças sanitárias do projeto Dois-Portos	47
Figura 3.46 - Equipamentos elétricos do projeto Dois-Portos.....	47
Figura 3.47 - Telhas do projeto Dois-Portos	47

Índice de quadros

Quadro 2.1 - Quantidade total de matérias-primas usadas em obra.....	6
Quadro 3.1 – Inventário de recursos.....	21
Quadro 3.2 – Síntese da auditoria	24
Quadro 3.3 – Impactos ambientais e económicos.....	27

1 | Introdução

No setor da construção (SC), o fecho dos ciclos de materiais é a força motriz para a transição de uma economia linear para uma economia circular. Assim, além da minimização dos materiais descartados como resíduos, a reintrodução de materiais no ciclo como matéria-prima é de extrema relevância. Neste sentido, têm sido desenvolvidas recomendações e especificações técnicas que visam apresentar soluções de reutilização e de reciclagem para os materiais identificados. A proposta da solução mais adequada implica o conhecimento da qualidade e das quantidades dos materiais, a sua localização e possíveis características de perigosidade associadas, que são identificadas nas auditorias de pré-demolição.

Numa primeira abordagem à aplicação das ações estabelecidas no Guia Português para Auditorias de Pré-Demolição, os parceiros do projeto CLOSER e a Infraestruturas de Portugal concordaram em desenvolver diferentes casos de estudo do edificado a demolir no âmbito da empreitada de “Modernização do troço Mira Sintra-Meleças - Torres Vedras (excl.), da Linha do Oeste”. Mais concretamente, os casos de estudo acordados foram o Cais Coberto da Malveira e o Edifício (abrigo) de Passagem de Nível e ainda a Estação de Dois Portos.

O Projeto CLOSER é um projeto de curta duração, 1 ano, pelo que não foi possível efetuar a auditoria de pré-demolição nos três casos de estudo acima mencionados, tendo sido feito a auditoria pré-demolição só na obra do Cais Coberto da Malveira.

Com este caso de estudo pretendeu-se verificar quais as vantagens associadas à realização de auditorias de pré-demolição e / ou renovação de edifícios e melhorar os modelos de recolha de informação. Numa primeira fase foi realizado o estudo documental visando obter o histórico da construção em análise, nomeadamente a tipologia dos materiais de construção utilizados e a manutenção que sofreram ao longo do seu ciclo de vida.

Na segunda fase realizou-se o inventário tendo sido identificado os materiais e elementos de construção passíveis de reutilização e quais os resíduos de construção e demolição produzidos necessitando de ser valorizados. Posteriormente, foram apresentados possíveis destinos para os diferentes recursos.

Durante e após a realização da auditoria de pré-demolição houve contactos frequentes com o Dono de Obra e com a equipa de fiscalização presente na obra que permitiram analisar as opções de recuperação dos recursos existentes.

2 | Estudo documental

2.1 Documentos

Para o estudo documental da auditoria pré-demolição devem ser analisados todos os documentos que disponibilizem informação sobre os materiais e elementos construtivos existentes desde a sua construção. Assim dados de projeto, possível presença de substâncias perigosas, idade do edifício entre outras informações devem ser recolhidas com vista a facilitar o posterior estudo *in situ*.

O estudo documental do Cais Coberto da Malveira e o do Edifício (abrigo) de Passagem de Nível e ainda a Estação de Dois Portos teve como suporte os documentos a seguir indicados:

- Memórias Descritivas e Justificativas.
- Peças desenhadas.
- Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos de Construção e de Demolição (PPGRCD).

A auditoria de pré-demolição deve ser iniciada por iniciativa do Dono de Obra assim que prevê realizar a demolição ou a reabilitação de um edifício. No caso de estudo em análise, a demolição já tinha sido projetada e já existia um PPGRCD o qual permitiu perceber os tipos de materiais mais relevantes existentes nos edifícios.

2.2 Manutenção dos edifícios

Todas as operações de manutenção ou renovação dos edifícios são relevantes para o estudo documental por poderem influenciar os materiais existentes e respetivas quantidades relativamente ao projeto.

No que respeita ao histórico de manutenção a IP disponibilizou a seguinte informação no que respeita à intervenção no Cais da Malveira e Edifício (abrigo) de Passagem de Nível:

- O Cais foi concessionado à RAVE, tendo servido de armazenamento das amostras provenientes das sondagens realizadas, ao longo do trajeto relativo ao Projeto de Alta Velocidade. Os registos indicam que a manutenção efetuada só ocorreu no portão metálico e, pontualmente, na cobertura.
- Abrigo de Passagem de Nível - Manutenções residuais, ao longo do tempo, assumindo um caráter pontual e sem alteração do existente.

Já no que respeita à Estação Dois Portos, efetuaram-se ao longo do tempo manutenções na cobertura (telhas), mas sem alteração do edificado existente. As telhas aplicadas foram reutilizadas de outras coberturas substituídas, ou seja, pode ser assumido que foram mantidas as características dos materiais e estruturas de origem. No rés do chão, nas instalações ocupadas pela Infraestruturas de Portugal, foram realizadas, ao longo do tempo, pelo caráter de ocupação, intervenções no piso da sala da circulação, nas caixilharias, na copa, nas casas de banhos, nos dois quartos, assumindo sempre uma natureza de manutenção do existente e não de alteração de materiais.

2.2 Malveira - Detalhes do edificado

Identificação das partes interessadas

A IP enviou a informação que se segue sobre as empresas associadas ao projeto:

- Proprietário do imóvel: INFRAESTRUTURAS DE PORTUGAL, S.A.
- Consórcio empreiteiro: CONSTRUÇÕES GABRIEL A.S. COUTO, S.A. / M.COUTO ALVES, S.A. / ALDESA CONSTRUCCIONES, S.A.
- Fiscalização: APPLUS NORCONTROL, S.L.U.

Descrição do projeto

O projeto do cais coberto da Malveira envolve a demolição de um antigo cais coberto ao nível do solo e na construção de um novo edifício de comunicações nessa zona. Da pesquisa efetuada, a IP informou que a construção do Cais coberto remonta ao período da CP, existindo uma peça desenhada de 1990 (Figura 2.1). Assim, a IP considera que esta construção terá mais de 30 anos, devendo ter ocorrido na década de 80-90. A concessão do edifício em análise foi efetuada, em 2008, à RAVE, empresa do Grupo REFER, para armazenamento de materiais. A primeira fotografia do Cais Coberto surge numa aplicação REFER em 2006 (Figura 2.2).



Figura 2.1 - Peça desenhada (1990)

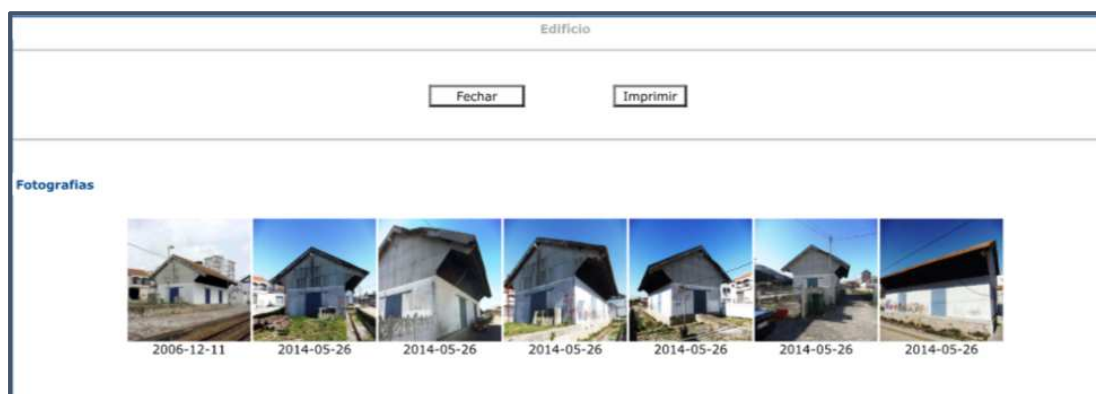


Figura 2.2 Fotografias Cais coberto da Malveira (REFER)

A área total do cais coberto é de 320 m² e a nova área de construção será de 180 m². Apresenta-se a seguir a descrição pormenorizada:

Utilização principal

- Cais coberto – armazenamento de materiais

Áreas

- Coberta: 260 m²
- Total nova construção: 180 m²
- Pisos: 1
- Fogos: -

Esgotos, água, eletricidade e telecomunicações

- Esgotos: Sem esgotos
- Água: Não tem
- Eletricidade: Rede Privada
- Rede voz: Não
- Rede dados: Não

Exterior

- Tipo de fundações: Alvenaria
- Parede: Madeira
- Revestimento: Sem revestimento
- Forma de cobertura: Superfícies planas e inclinadas
- Estrutura da cobertura: Madeira
- Revestimento da cobertura: Telha

Interior

- Parede: Sem paredes
- Revestimento: Sem revestimento
- Estrutura do pavimento: Sem estrutura
- Revestimento do pavimento: Betonilha
- Teto: Sem teto

2.2 Dois Portos – Detalhes do edificado

Identificação das partes interessadas

A IP enviou a informação que se segue sobre as empresas associadas ao projeto:

- Proprietário do imóvel: INFRAESTRUTURAS DE PORTUGAL, S.A.

- Consórcio empreiteiro: CONSTRUÇÕES GABRIEL A.S. COUTO, S.A./M e COUTO ALVES, S.A./ALDESA CONSTRUCCIONES, S.A.
- Fiscalização: APPLUS NORCONTROL, S.L.U.

Descrição do projeto

No projeto de reabilitação de Dois Portos as paredes exteriores vão ser mantidas sendo o interior completamente demolido, desde o piso térreo até à cobertura. Todas as partes internas necessitam de ser cuidadosamente desmontadas e embaladas sem danificar os azulejos históricos da estação e preservando a integridade das paredes externas.

Utilização principal:

- Passageiros

Restantes tipos de utilização:

- Habitações de pessoal

Áreas

- Coberta: 244 m²
- Total construção: 488 m²
- Pisos: 2
- Fogos: 3

Esgotos, água, eletricidade e telecomunicações

- Esgotos: Sem esgotos
- Água: Não tem
- Eletricidade: Rede Pública
- Rede voz: Não
- Rede dados: Não

Exterior

- Tipo de fundações: Alvenaria
- Parede: Alvenaria
- Revestimento: Roscone caiado ou pintado
- Forma de cobertura: Superfícies planas e inclinadas
- Estrutura da cobertura: Madeira
- Revestimento da cobertura: há

Interior

- Parede: Alvenaria
- Revestimento: Roscone caiado ou pintado
- Estrutura do pavimento: Misto
- Revestimento do pavimento: Mista

- Teto: Estuque

2.2 Plano de prevenção e gestão de RCD

No PPGRCD relativo à empreitada em estudo é referido “Em fase de obra deverá ser averiguada a possibilidade da utilização de um maior número de materiais reciclados, por forma a ir ao encontro do exposto nos pontos 8 e 9, do art.º 7º do DL 178/2006 de 05/09, na redação que lhe foi conferida pelo DL 73/2011, de 17/06. O mesmo refere que a percentagem de materiais reciclados ou que incorporem materiais reciclados relativamente à quantidade total de matérias primas usadas em obra deverá ser de pelo menos 5% e, incluída no respetivo PPGRCD ou, realizada uma fundamentação para a não utilização de pelo menos 5% de materiais reciclados ou que incorporem materiais reciclados, relativamente à quantidade total de matérias primas usadas em obra.” (Quadro 2.1).

Quadro 2.1 - Quantidade total de matérias-primas usadas em obra

Identificação dos reciclados [20]	Quantidade a integrar em obra (t)			Quantidade de reciclado a integrar relativamente ao total do material utilizado (%) [24]
	Origem na obra [21]	Outra Origem [22]	Total [23]=[21]+[22]	
-	-	-	-	-
Valor total	-	-	-	

No PPGRCD disponível, há uma taxa de incorporação mínima de 5%, mas na alteração da lei para o novo Regime Geral de Gestão de Resíduos, Decreto-Lei 102-D/2020, em vigor desde 1 de julho de 2021 é obrigatória uma incorporação mínima de 10% de materiais reciclados ou que incorporem materiais reciclados. Dado que a data de anúncio do procedimento de empreitada foi prévio a 1 de julho de 2021, tendo sido lançado a 23 de julho de 2019, este projeto rege-se pela legislação anterior, isto é, mínimo de incorporação de 5% de materiais reciclados ou que incorporem materiais reciclados, se tecnicamente viável. Contudo a perspetiva da IP é atingir no mínimo 10% de incorporação.

A auditoria de pré-demolição concorre para essa contabilização pois como se verá mais à frente (secção 3) permitiu reduzir o quantitativo de resíduos a encaminhar a destino final licenciado e potenciar a reutilização de materiais que preservem as características necessárias, contribuindo para a prevenção de resíduos.

3 | Estudo *in situ*

A visita inicial decorreu nos dias 25/08/2021 e 26/08/2021, com a presença de Seyed Rezvani a representar o projeto CLOSER, a Eng.^a Sofia Santos e a Eng.^a Cláudia Calixto em representação da Infraestruturas de Portugal, o Eng.^o Volmar Júnior, o Eng.^o Júlio Rodrigues e o Eng.^o João Rodrigues da Riportico/Applus+). Estiveram também presentes membros da equipa de topografia da Riportico/Applus+ bem como o responsável da Estação da Malveira. Em setembro prosseguiram as deslocações à obra, tendo aí sido realizada, em 28 de setembro, uma reunião com os parceiros do CLOSER, a IP e Riportico/Applus+.)



Figura 3.1 Visita ao local da obra do Cais coberto da Malveira em 25/08/2021 da esquerda para a direita (1) Julio Manuel Rodrigues (Riportico/Applus+) (2) Da equipe de topografia (Riportico/Applus+), (3) João Rodrigues (Riportico/Applus+), (4) Claudia Calixto (I.P.), (5) Sofia Santos (I.P.), (6) Volmar Saraiva Santanna Júnior (Riportico/Applus+), (7) Seyed MHS Rezvani (LNEC), e (8) Responsável da estação da Malveira (I.P.)

3.1 Cais coberto da Malveira e Edifício da passagem de nível

Para a elaboração do inventário do cais coberto da Malveira foi necessário obter a seguinte informação:

- Dimensão das portas
- Dimensão das fachadas
- Dimensão das vigas de madeira
- Dimensão das telas metálicas e situação em relação à integridade das mesmas (interna e externa)
- Dimensão das molduras das portas
- Área da cobertura
- Área de fibrocimento (contendo fibras de amianto).
- Estrutura de madeira auxiliar
- Dimensões das caixas de madeira existentes no interior do edifício e quantidade.
- Placas por trás das placas de fibrocimento.
- Cabos e acessórios elétricos (dimensão e/ou peso)

- Pilares de betão (dimensões)
- Volume das paredes (m^3)
- Especificação do material das paredes.

Na impossibilidade de num curto espaço de tempo determinar todos estes dados, foi solicitado à Infraestruturas de Portugal a colaboração na obtenção dos mesmos.

Nas Figura 3.2 a Figura 3.7 são apresentadas diferentes perspetivas do Cais coberto da Malveira.

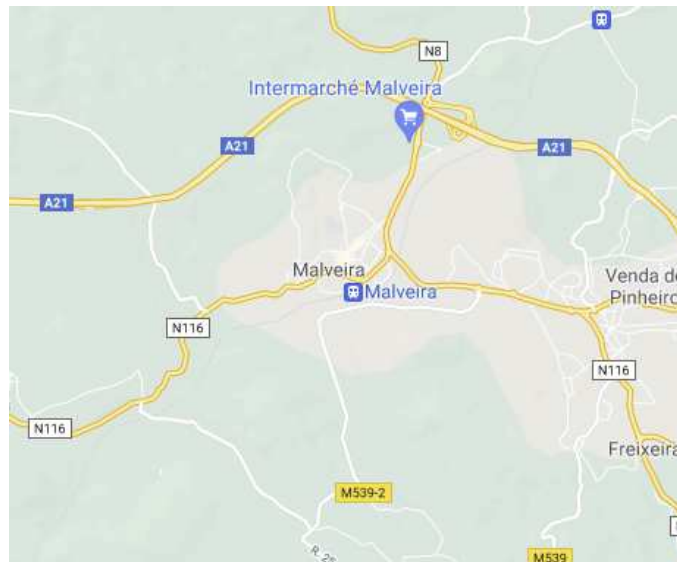


Figura 3.2 – Visualização da localização com o Google maps

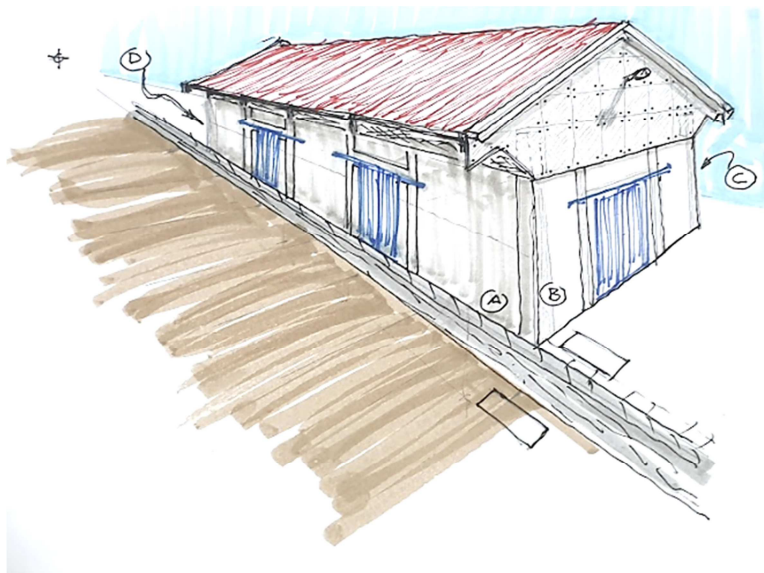


Figura 3.3 - Esboço do cais coberto

da autoria de Júlio Manuel Rodrigues (Fiscalização)



Figura 3.4 - Visualização de satélite do Google Maps



Figura 3.5 - Vista Norte do Cais coberto (a demolir)



Figura 3.6 - Vista Leste do Cais coberto (a ser demolido)



Figura 3.7 - Vista Leste do Cais coberto (a ser demolido)

Este edifício será totalmente demolido até ao nível superior do alicerce de alvenaria e será construído sobre a área demolida um edifício novo de comunicações, conforme indicado na Figura 3.8. O novo edifício tem uma nova estrutura que não contempla a reutilização de qualquer elemento de construção do edifício anterior do Cais coberto da Malveira.

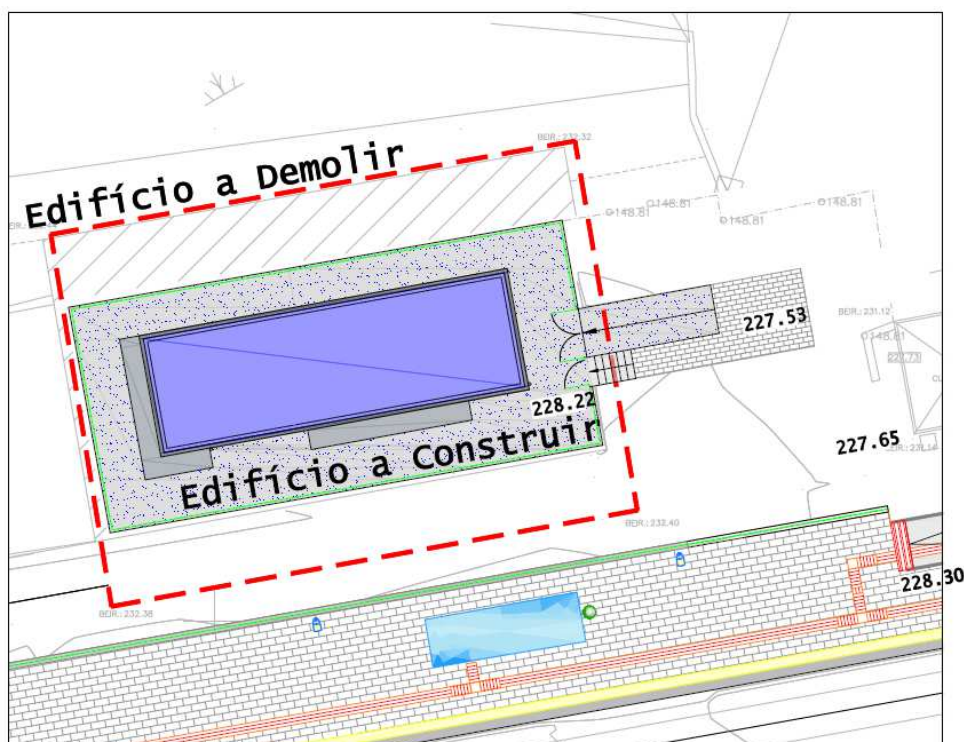


Figura 3.8 – Área da nova construção

Como já referido na secção 2.1, a aplicação de auditorias de pré-demolição requiere que as mesmas sejam efetuadas antes do projeto de engenharia de demolição ou antes do projeto da obra de reabilitação. Deste modo, o Dono de Obra pode colocar como requisitos, na contratação do projeto, os materiais ou elementos de construção que podem ser incorporados na nova obra, informação essa que consta do relatório da auditoria. No caso do Cais coberto da Malveira o projeto de engenharia já estava elaborado não se prevendo inicialmente potenciar a valorização de recursos a retirar.

No que respeita à presença de substâncias perigosas, ou de materiais contendo substâncias perigosas, já tinha sido identificada a presença de painéis em fibrocimento fixos a uma estrutura de suporte em madeira, Figura 3.9.



Figura 3.9 – Painéis em fibrocimento e estrutura de suporte (fachadas leste e oeste)

Estes elementos contendo amianto, situados nas fachadas do edifício voltadas a leste e oeste, necessitaram de ser retirados por empresa especializada, com os cuidados de manuseamento indicados para este tipo de materiais e encaminhados a destino final licenciado, seguindo a legislação específica existente. Esta operação foi efetuada como primeira etapa da desconstrução do Cais coberto da Malveira.

Contudo, existem vários materiais disponíveis, alguns de boa qualidade passíveis de reutilização e reciclagem, na obra ou fora da obra. Há casos em que se pode propor que sejam utilizados em projetos similares, especialmente a asna de madeira, considerada como um recurso valioso, conforme explicado nos itens a seguir.

3.1.1 Recuperação de recursos

Os materiais / elementos construtivos disponíveis no Cais coberto da Malveira para serem recuperados encontram-se discriminados a seguir. Relativamente a possíveis aplicações consultar o Anexo II.

1- Estruturas de madeira

O Cais coberto da Malveira apresenta diferentes tipo de estruturas de madeira: as asnas de madeira, a estrutura suporte do fibrocimento e o ripado onde assentam as telhas.

A asna de madeira do telhado (Figura 9), conforme mencionado, tem um grande potencial para reutilizar (Figura 10), aplicando noutros cais cobertos próximos, em especial se tiverem as mesmas dimensões pois permite preservar todo o material. Outra hipótese, que será mais viável, é a sua utilização para a manutenção de cais cobertos similares, que careçam de substituições parciais de elementos de madeira. Poderão ainda conjeturar-se outras aplicações, mas que não se enquadram na definição de reutilização pois não são para o mesmo fim, apesar de não precisarem de ser processadas para serem usadas.

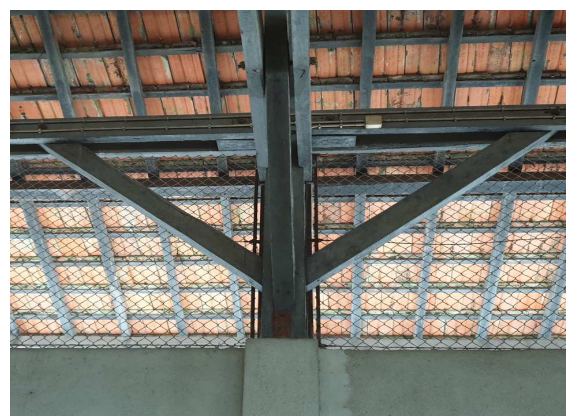
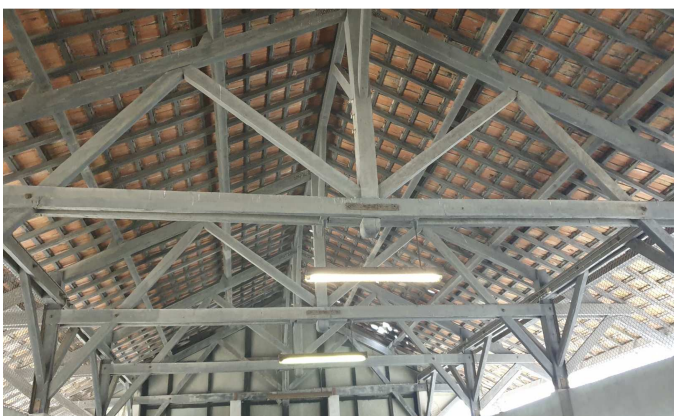


Figura 3.10 – Asnas de madeiras do Cais coberto da Malveira



Figura 3.11 – Exemplos de reutilização de asnas de madeira

O principal problema associado à utilização da madeira é a eventual presença de substâncias perigosas. Após inspeções visuais e considerando que a estrutura de suporte do fibrocimento poderia estar contaminada com fibras de amianto, efetuou-se a observação de uma amostra, retirada de trave de madeira dessa estrutura, por microscopia eletrônica de varrimento (MEV) e verificou-se que a mesma não apresentava fibras de amianto. Efetuaram-se microfotografias às fibras usando várias ampliações e o espectro EDS indica serem de natureza orgânica, algumas serão colonizações biológicas (seta vermelha), ver Figura 3.12. Na superfície de algumas fibras visualizam-se depósitos de carbonato de sódio, que estão mais pormenorizados na imagem da direita em cima (Figura 3.13)

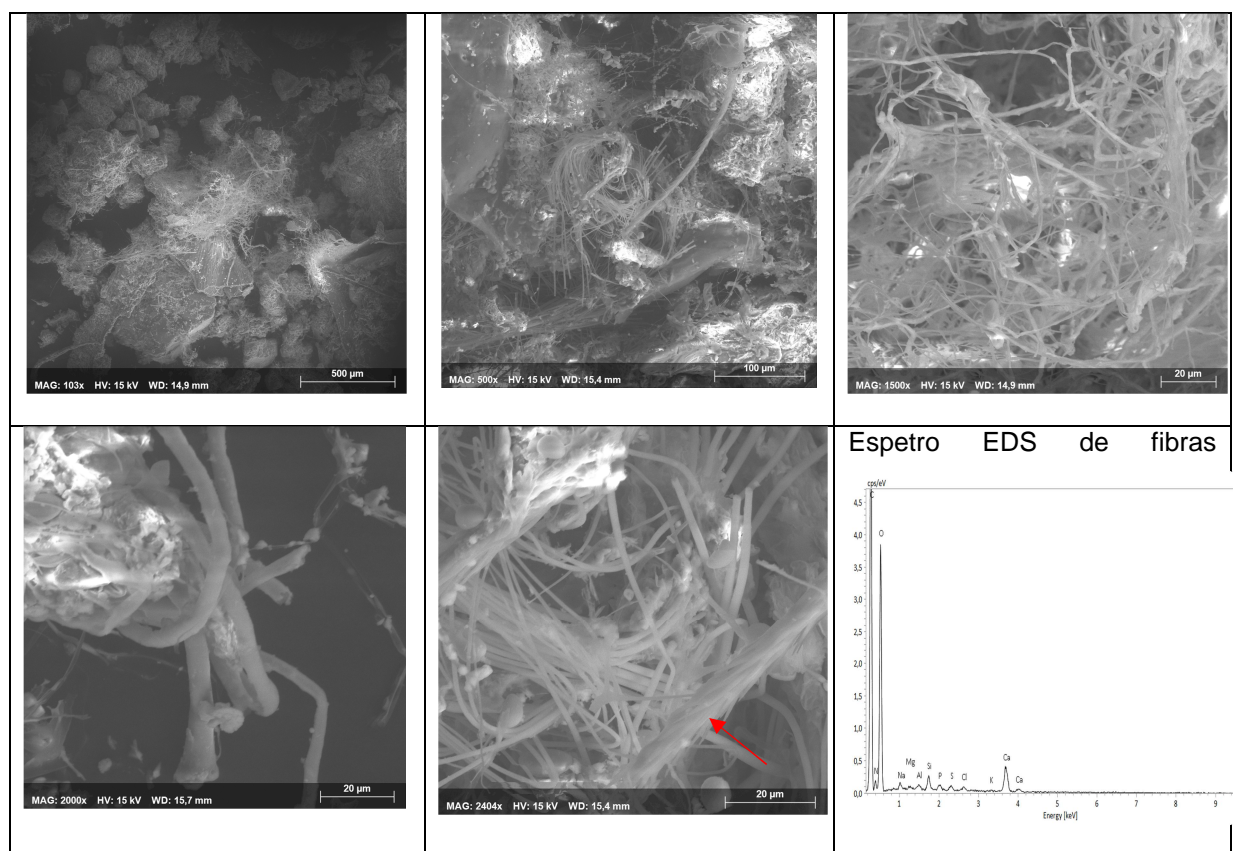


Figura 3.12 – Fibras na superfície da madeira por MEV (seta vermelha – colonização biológica)

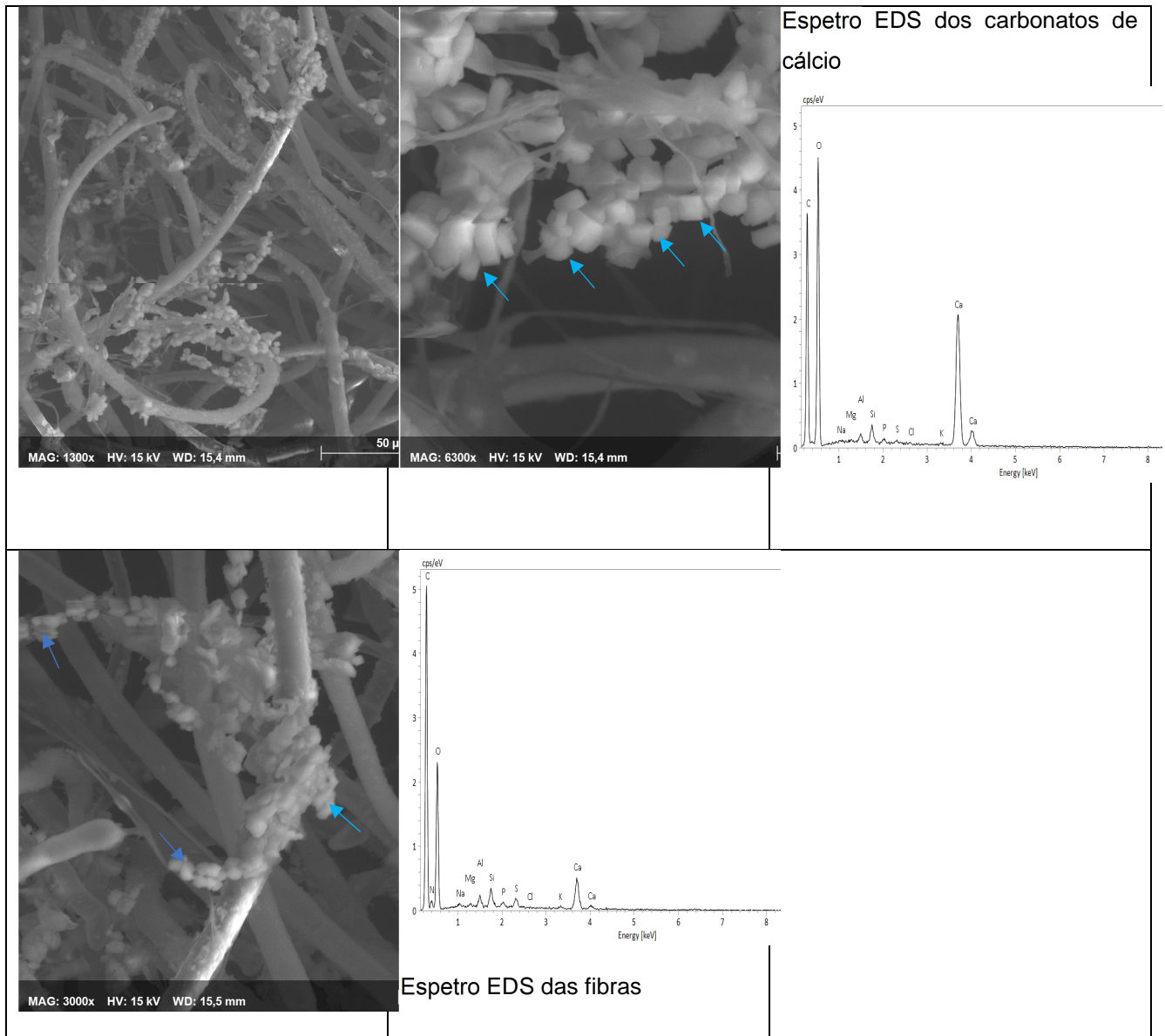


Figura 3.13 MEV de fibras com grão de carbonato de cálcio (setas azuis)

Contudo, deverão ainda ser efetuados testes de despistagem de contaminação com preservadores de madeira para que esta possa ser qualificada passível de reutilização e/ou reciclagem. Não estando a madeira contaminada há que ter cuidado na desconstrução tendo em consideração as indicações do Anexo I sobre sequência de atividades e verificando sempre a condição das diferentes travessias.

2- Paredes de alvenaria

As paredes de alvenaria (Figura 3.14) incluem tijolos furados assentes com cimento e não apresentam função estrutural. Há uma área considerável destas paredes e devido à sua constituição o destino recomendado é a reciclagem. De facto, é difícil a recuperação dos tijolos para reutilização mesmo sendo executada uma demolição seletiva cuidada. Após processamento dos RCD provenientes das paredes de alvenaria obtêm-se agregados reciclados mistos ou materiais reciclados mistos, os quais podem ser usados em vários campos de aplicação em função das propriedades dos reciclados obtidos.



Figura 3.14 - Parede de alvenaria com interior de tijolos furados

Tendo em consideração as Regras Gerais elaboradas para RCD mistos, publicadas ao abrigo do artigo 66.º do Decreto-Lei n.º 102-D/ 2020, estão isentas de licenciamento as operações de triagem, britagem e peneiração para estes resíduos. Esta isenção é ainda extensiva às seguintes utilizações: i) incorporação de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) em obra; ii) reciclagem de resíduos inorgânicos em substituição de matérias-primas em outros processos de fabrico; iii) cobertura nos aterros e/ou regularização de caminhos; iv) valorização de RCD caracterizados de acordo com normas ou especificações técnicas.

Sendo a proveniência inicial destes RCD mistos um edifício e não pretendendo fazer uma desvalorização do mesmo pode-se pensar numa primeira abordagem na sua utilização em betões. De acordo com as especificações técnicas do LNEC, relativas à utilização de agregados reciclados provenientes de RCD, é possível a utilização de RCD mistos em betões de enchimento ou de regularização sem função estrutural e em ambientes não agressivos, de acordo com a Especificação LNEC E471, se forem classificados como ARC e cumprirem os requisitos mínimos indicados no Quadro 2 dessa mesma especificação.

Os RCD mistos poderão ainda ser utilizados, se cumprirem os requisitos de outras especificações LNEC ou documentos normativos aplicáveis, para as aplicações listadas nas Regras Gerais, a saber: i) reciclagem de RCD mistos no processo produtivo de origem ou outros processos, por exemplo, pré-fabricação; ii) utilização de RCD mistos camadas não ligadas de pavimentos (base e sub-base); iii) utilização de RCD mistos em aterro e camada de leito de pavimento de infraestruturas de transporte; iv) utilização de RCD mistos para fundações; v) utilização de RCD mistos em enchimento de valas; vi) utilização de RCD mistos para enrocamentos e gabiões; vii) utilização de RCD mistos em caminhos, parques e outros acessos; viii) utilização de RCD mistos para produção de mobiliário urbano ou semelhante; ix) utilização em separadores centrais de infraestruturas rodoviárias.

3- Pilares e vigas de betão

Os pilares e vigas de betão, constituídos por agregados grossos, agregados finos e cimento, devem ser separados de outros materiais para poderem ser britados peneirados e, como agregados reciclados de betão, poderem ser usados no fabrico de novo betão na obra que se vai executar no mesmo local do Cais

coberto da Malveira. Como estabelecido nas Regras Gerais relativas à incorporação de resíduos de betão, as operações de processamento anteriormente referidas estão isentas de licenciamento sendo a proveniência destes as atividades de construção, reconstrução, ampliação, alteração, conservação e demolição e da derrocada de edificações.

No que respeita à utilização, a isenção de licenciamento aplica-se à incorporação em obra, referida acima, mas também à cobertura nos aterros e/ou regularização de caminhos, ao enchimento e valorização como estabelecido na Regras Gerais. De novo, a opção mais relevante é poder ser aplicado no fabrico de betão, de acordo com o estabelecido na Especificação LNEC E471, podendo ser para aplicações com fins estruturais.

Outra abordagem poderia ser o reaproveitamento dos pilares de betão, no caso de serem pré-fabricados, o que não se aplica neste caso. Em pré-fabricados é possível reinstalar os pilares com um planeamento e manuseamento adequado noutra estrutura.



Figura 3.15 - Pilares de betão

4- Elementos em aço

Os produtos em aço são elementos valiosos e fáceis de reutilizar ou valorizar; o único requisito para este tipo de materiais é um inventário preciso que possa descrever a quantidade e a qualidade, isto é, a condição desses materiais de maneira adequada. O aço é 100% reciclável, e ao contrário de outros materiais de construção, pode ser reciclado e reutilizado repetidamente.

Para os elementos em aço encontrados no edifício em análise poderá numa fase inicial usar-se a rede de aço para delimitar espaços de armazenagem de elementos de construção e de RCD. Posteriormente, para este material poderá ser estudada a viabilidade de venda ou de doação, por exemplo a instituições de abrigo de animais ou a agricultores da zona para vedarem as suas áreas de trabalho. Haverá sempre o destino da reciclagem entregando estes elementos em aço a operadores de gestão de resíduos. Como é sabido, a sucata é utilizada na siderurgia para a produção de aço em fornos de arco elétrico e é fácil encaminhar este material para valorização.

O aço é especialmente fácil de reutilizar na forma de perfis com função estrutural pois são elementos robustos, com estabilidade dimensional e normalmente fáceis de desmontar visto serem só aparafusados. Deste modo há poupanças ambientais significativas em comparação com a reciclagem na qual o aço é fundido a elevadas temperaturas. Também numa perspetiva económica é expectável que o custo deste aço seja inferior ao dos perfis novos em aço.



Figura 3.16 - Portões de aço, malhas de aço e armações de aço

5- Componentes elétricos

Pela perda de qualidade dos componentes elétricos devido ao seu envelhecimento, talvez o reaproveitamento não seja uma opção adequada. No entanto, o inventário é necessário para estimar a quantidade e a qualidade desse material para reciclagem e evitar a mistura com materiais contendo substâncias perigosas.



Figura 3.17 - Componentes elétricos (cabos, luzes e interruptores)

6- Telhas



Figura 3.18 - Telhas

A maioria das telhas não está quebrada e está em bom estado pelo que a sua qualidade para reutilização é elevada. Excetuam-se algumas telhas localizadas no canto do lado leste do edifício cuja deterioração já não permite serem usadas para o mesmo fim. No caso de reutilização em coberturas de edifícios poderá ser interessante verificar o interesse por parte do município em criar um banco de materiais que possa ser uma mais-valia para reabilitar edifícios mais antigos. De referir que as telhas se podem manter em boa condição durante um período muito longo, podendo atingir os 100 anos.

No caso de telhas deterioradas o destino pode englobar soluções como sejam a decoração de pavimentos ou de jardins em redor do novo edificado, sem que seja necessário um conjunto de operações de processamento dispendioso. Outra hipótese será enviar para reciclagem como RCD não contendo substâncias perigosas recorrendo a um operador de gestão de resíduos licenciado, o que neste caso pode exigir a mistura com RCD de outra tipologia devido a ser uma quantidade pequena.

7- Caixas de madeira contendo amostras

Como referenciado na secção 2.2, o edifício em estudo era utilizado para armazenamento das amostras provenientes das sondagens realizadas, ao longo do trajeto relativo ao Projeto de Alta Velocidade. Assim existem no interior do edifício caixas de madeira contendo amostras de solos e rochas, assentes sobre paletes de madeira.

No que respeita às caixas de madeira, depois de esvaziadas, podem ser reutilizadas para o mesmo fim ou podem ser processadas e recicladas para obter estilha a ser usada em projetos paisagísticos. Relativamente às paletes podem servir de suporte no parque de armazenamento dos RCD e dos materiais a reutilizar. Posteriormente as paletes podem ser utilizadas em elementos decorativos ou verificar a possibilidade de entrega em empresas comercializadoras das mesmas visando a sua recuperação. As amostras no interior das caixas podem ser processadas e ser usadas como agregados no fabrico de betão deste que cumpram os requisitos para a aplicação a que se destinam.



Figura 3.19 - Caixas de madeira para amostra de solo

3.1.2 Inventário dos recursos

Para inventariar materiais e RCD recorreu-se a modelo desenvolvido no guia português para auditorias de pré-demolição (versão 1). Os campos a preencher são os indicados na **Error! Reference source not found..**






 <h1>Como utilizar</h1> <div>Índice</div>	
<p>O modelo de inventário de demolição de edifícios abrange materiais e elementos passíveis de reutilização e resíduos de construção e demolição que podem ser valorizados ou eliminados tendo em consideração a sua perigosidade e as suas características. O modelo é uma combinação do <i>template</i> adotado no nível 2 do LEVEL(s) com as orientações para auditorias de pré-demolição de edifícios e do protocolo de gestão de RCD na UE bem como de outros Estados-membros da UE.</p>	
1. Material / Elemento	Seleccionar os materiais ou elementos com a seta. Se não encontrar a descrição correta na lista faça a adição manualmente. Ao seleccionar um material da lista é automaticamente associado o código do Capítulo 17 do LER. Para resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos, REEE, usar os códigos dos Capítulos 16 e 20 apresentados no separador 7-Lista de resíduos.
2. Código LER	Código de seleção automática relacionado com o material. No caso da utilização de uma descrição de material personalizada, é necessário inserir o código que melhor representa esse material.
3. Natureza do resíduo	A natureza do resíduo pode ser seleccionada entre as opções: i) material inerte / não perigoso e ii) material perigoso, com base nas propriedades do material isolado ou caso esteja misturado com outras substâncias perigosas e no código LER. Se forem efetuadas análises para comprovar a perigosidade e o resultado for negativo a célula terá um fundo verde e se o resultados for positivo terá um fundo vermelho.
4. Quantidade	Quantidade de material resultante do levantamento <i>in situ</i> . Frequentemente é expresso em m3 e facilmente convertível a kg. Para elementos por vezes é apenas o número de unidades existentes.
5. Unidade	A unidade pode ser variável, no entanto a mais frequente é o m3
6. Fator de conversão	Fator que converte as unidades usadas durante a auditoria no local em kg e que pode ser utilizado para tornar os itens da lista comparáveis e compatíveis.
7. Quantidade estimada	A quantidade de material ou elementos é estimada em kg com base no fator de conversão.
8. Qualidade	A qualidade corresponde à condição em que o material/elemento se encontra, nomeadamente se apresenta impurezas se está degradado ou se apresenta uma condição próxima da natural.
9. Localização	Representa o local onde o material/elemento se encontra na obra, bem como a acessibilidade a esse material.
10. Destino recomendado	A recomendação do destino pode ser considerada na forma de reutilização, de reciclagem e de recuperação, podendo ser seleccionado para ocorrer na obra ou fora dela. É projetado com base na hierarquia de resíduos. Este é o destino mais adequado com base nos princípios da economia circular.
11. Precauções a tomar	As ações a tomar devem considerar medidas de precaução em obra, visando a proteção dos trabalhadores e a preservação do ambiente.
12. Informação adicional	Incluir informação complementar se necessário (exº: ensaios de avaliação da perigosidade).
13. Fotografia	A fotografia melhora a precisão da informação (800x600 pixels min.; formato - jpg, jpeg, png). A fotografia deve ser bloqueada com a célula para garantir que não se altera quando são acrescentadas linhas ou são feitas outras alterações à tabela do inventário. As fotografias de componentes devem mostrar o contexto do elemento relevante. Relativamente a defeitos deve-se fotografar para cada tipo de material.







Figura 3.20 – Campos do inventário

As quantidades inventariadas e convertidas para kg e os destinos recomendados apresentam-se no Quadro 3.1.

Quadro 3.1 – Inventário de recursos

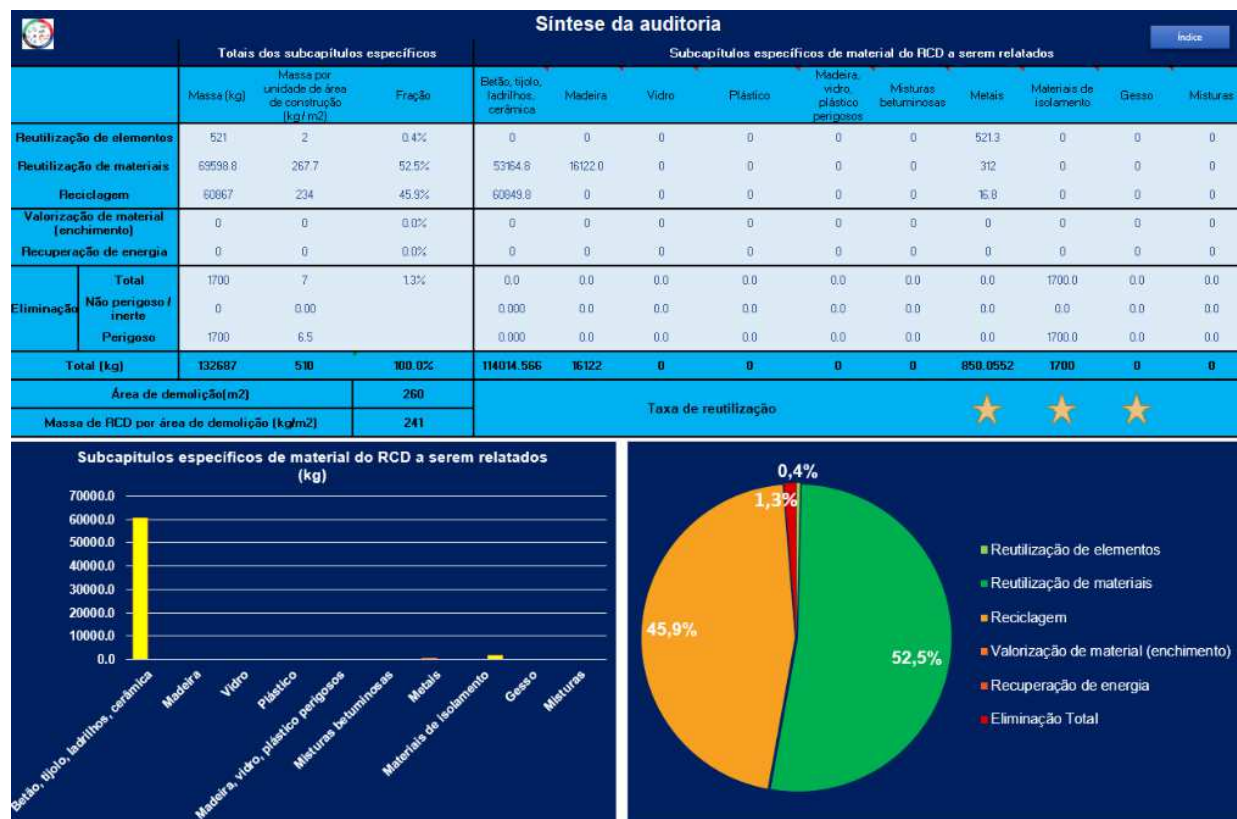
Inventário													Índice
Inventário de Materiais/Elementos e Resíduos de Construção e Demolição (RCD)													
Material / Elemento	Código LER	Natureza do resíduo	Quantidade	Unidade	Fator de conversão	Quantidade estimada (kg)	Qualidade (condição)	Andar	Localização	Destino recomendado (auditor)	Precauções a tomar	Informações adicionais	Fotografia
betão	17 01 01	Inerte/Não perigoso	7.32	m3	2300	16837.0		1	Eixo Colunas e vigas	Reciclagem fora da obra	Demolição integral, na sequência determinada. Acondicionar em contentores de caixa aberta. Desconstruir sem misturar com outros materiais que reduzam a qualidade do material obtido (por exemplo madeira)	As colunas e vigas de betão contêm agregado grosso, areia e cimento e podem ser processadas para obter agregados reciclados de betão a utilizar no fabrico de betão ou em pavimentos de acessos à obra. A utilização de RCD e materiais deles processados em obra.	
misturas de betão, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos, não abrangidas em 17 01 06	17 01 07	Inerte/Não perigoso	22.01	m3	2000	44012.8		1	Em torno do cais coberto entre colunas Paredes de alvenaria	Reciclagem fora da obra	Remover o revestimento com a tinta primeiro (1 camada), caso haja essa viabilidade, devendo ser encaminhado como resíduo não perigoso. Caso não seja viável deve ser demolido, na sequência determinada. Acondicionar em contentores de caixa aberta. Desconstruir sem misturar com outros materiais que reduzam a qualidade do material obtido (por exemplo madeira)	Há uma área considerável de paredes que podem ser encaminhadas para a reciclagem ou, em alternativa, estes resíduos serem utilizados em acessos e outras aplicações não estruturais (destino preferencial). A utilização de Resíduos em obra	

Inventário														Índice
Inventário de Materiais/Elementos e Resíduos de Construção e Demolição (RCD)														
Material/ Elemento	Código LER	Natureza do resíduos	Quantidade	Unidade	Fator de conversão	Quantidade estimada (kg)	Qualidade (condição)	Andar	Localização	Destino recomendado (auditor)	Precauções a tomar	Informações adicionais	Fotografia	
ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos	17 01 03	Inerte/Não perigoso	354.43	m2	150	53164.8		1	Cobertura Telhas	Preparação do material para reutilização fora da obra	O material deve ser retirado com o cuidado exequível, por forma a garantir a sua preservação física e ser acondicionado em pilhas regulares. As telhas que estiverem parcialmente quebradas ou apresentarem rachaduras também devem ser recolhidas e armazenadas, mas	A maioria das telhas não se encontra quebrada e apresentam bom estado de conservação, exceto algumas, situadas no canto da parte leste. A		
ferro e aço	17 04 05	Inerte/Não perigoso	33.42	m3	15.6	521.3		1	6 entradas Portões de aço	Preparação do elemento para reutilização fora da obra	Para as portas metálicas deve ser garantido a sua preservação, não danificando a estrutura, sendo que a remoção das mesmas deve ocorrer com os trilhos alinhados. Em relação as malhas de aço, o corte deve ser realizado com objetivo de manter o maior tamanho possível dos perfis. Após a remoção as redes	Os produtos de aço são um dos componentes mais valorizáveis e fáceis de reutilizar ou reciclar; o único requisito para esses tipos de materiais é um inventário preciso		
ferro e aço	17 04 05	Inerte/Não perigoso	0.04	m3	7800	312.0		1	Dentro do cais coberto Perfis de aço	Preparação do material para reutilização na obra	Para as portas metálicas deve ser garantido a sua preservação, não danificando a estrutura, sendo que a remoção das mesmas deve ocorrer com os trilhos alinhados. Em relação as malhas de aço, o corte deve ser realizado com	Os produtos de aço são um dos componentes mais valorizáveis e fáceis de reutilizar ou reciclar; o único requisito para		
ferro e aço	17 04 05	Inerte/Não perigoso	33.5	m2	0.5	16.8		1	Dentro do cais coberto e Entre vãos Cercas de aço	Reciclagem fora da obra	Para as portas metálicas deve ser garantido a sua preservação, não danificando a estrutura, sendo que a remoção das mesmas deve ocorrer com os trilhos alinhados. Em relação as malhas de aço, o corte deve ser realizado com	Os produtos de aço são um dos componentes mais valorizáveis e fáceis de reutilizar ou reciclar; o único requisito para		
madeira	17 02 01	Inerte/Não perigoso	12.48	m3	600	7488.0		1	Sob as telhas Moldura de madeira	Preparação do material para reutilização fora da obra	O material deve ser retirado com o cuidado adequado, por forma a garantir a sua preservação física e ser acondicionado em pilhas regulares.	A estrutura de madeira do telhado, conforme mencionado, tem um grande potencial para reutilização ou utilização		

Inventário															Índice
Inventário de Materiais/Elementos e Resíduos de Construção e Demolição (RCD)															
Materia/ Elemento	Código LER	Natureza do resíduos	Quantidade	Unidade	Fator de conversão	Quantidade estimada (kg)	Qualidade (condição)	Andar	Localização	Destino recomendado (auditor)	Precauções a tomar	Informações adicionais	Fotografia		
madeira	17 02 01	Inerte/Não perigoso	1.58	m3	600	948.0		1	Lado leste e oeste acima da parede até o telhado Moldura de madeira sob o amianto	Preparação do material para reutilização fora da obra	O material deve ser retirado com o cuidado adequado, por forma a garantir a sua preservação física e ser acondicionado em pilhas regulares.	Ensaio negativo			
madeira	17 02 01	Inerte/Não perigoso	2.81	m3	600	1686.0		1	Acima da parede dentro do vão da coluna Trelças de estrutura de madeira	Preparação do material para reutilização fora da obra	O material deve ser retirado com o cuidado adequado, por forma a garantir a sua preservação física e ser acondicionado em pilhas regulares.	A estrutura de madeira do telhado, conforme mencionado, tem um grande potencial para reutilização ou utilização			
Equipamento elétrico e eletrónico fora de uso não abrangido em 20 01 21, 20 01 23 ou 20 01 35	20 01 36	Inerte/Não perigoso	2	m3	100	200.0		1	Por cima da moldura de madeira Interruptores elétricos e cabos	Reciclagem de REEE	Devem ser acondicionados separadamente, em pilhas para transporte. Cortar a corrente e remover sem os danificar.	Em geral contém cobre ou alumínio que são recicláveis.			
Lâmpadas fluorescentes e outros resíduos contendo mercúrio	20 01 21*	Perigoso	4		0.5	2.0		1	Pendure na moldura de madeira Luzes	Reciclagem de REEE	Devem ser acondicionados separadamente, em pilhas para transporte. Cortar a corrente e remover as lâmpadas sem as danificar.	A perda de qualidade das lâmpadas devido ao seu envelhecimento não faz da reutilização uma boa opção.			
materiais de construção contendo amianto	17 06 05*	Perigoso	1	m3	200	200.0		1	Leste e oeste acima da parede até o telhado Cobertura de amianto	Aterro de resíduos perigosos	Durante a sua remoção, e sempre que tecnicamente possível, os materiais contendo amianto são mantidos inteiros, não devendo ser fragmentados ou triturados para evitar a dispersão de fibras e	Portaria n.º 40/2014			
madeira	17 02 01	Inerte/Não perigoso	10	m3	600	6000.0		1	Dentro do cais coberto Wooden boxes for earthwork sampling	Preparação do elemento para reutilização fora da obra	O material deve ser retirado com o cuidado adequado, por forma a garantir a sua preservação física e ser acondicionado em pilhas regulares.				

No Quadro 3.2 apresenta-se a síntese da auditoria ao Cais coberto da Malveira.

Quadro 3.2 – Síntese da auditoria



Os resultados apontam uma taxa de reciclagem de 45,9%, uma taxa de reutilização de materiais de 52,5% e de elementos de 0,4% e, por fim, uma taxa de eliminação de 1,4% (a qual inclui o fibrocimento removido apesar do mesmo não constar do inventário apresentado). De salientar que na situação mais favorável a taxa de reutilização é bastante elevada em especial quando comparada com o facto de o PPGRCD não ter previsto reutilização. Relativamente a possíveis soluções práticas foram apresentados à IP casos concretos que podem ser consultados no Anexo II

Como se sabe, numa perspetiva de impacto ambiental e económico é preferível a reutilização relativamente à reciclagem. Tendo a IP disponibilizado os dados reais após a desconstrução apresenta-se mais à frente uma avaliação desses impactos. No acompanhamento deste caso de estudo foram também elaborados uma representação gráfica simplificada do processo de desconstrução e um diagrama de Gantt que se apresentam na Figura 3.21 e na Figura 3.22.

Foi ainda construída uma tabela mais detalhada (Anexo I) com a conceção do planeamento do projeto de desconstrução tendo como base o conhecimento dos materiais e quantidades presentes obtidos na auditoria pré-demolição. Neste sentido, foram consideradas as etapas precursoras e as etapas sucessoras para as diferentes atividades de forma a otimizar a gestão dos recursos com o objetivo de melhorar a taxa de recuperação.

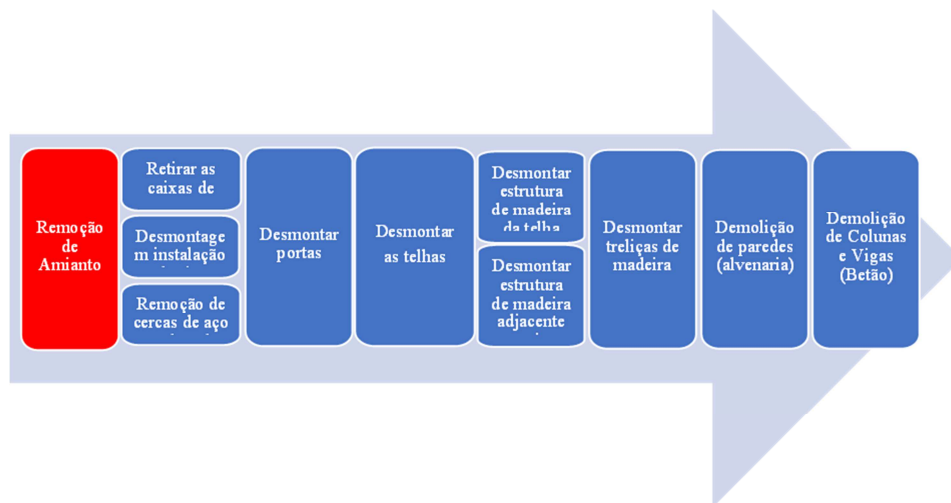


Figura 3.21 Etapas da desconstrução no Cais coberto da Malveira

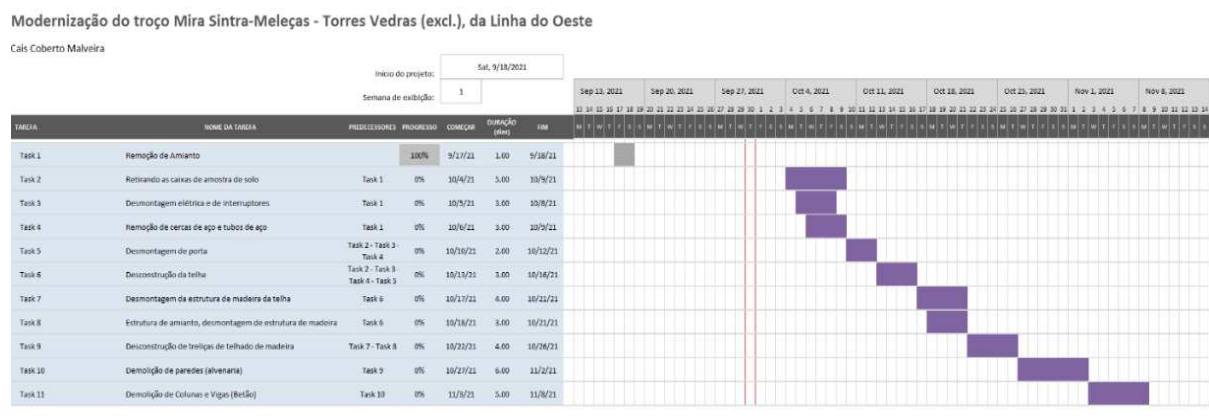


Figura 3.22 Diagrama de Gantt



Esta análise dos procedimentos conduz à disponibilização de informação sobre remoção dos recursos e armazenagem. A separação dos materiais, o espaçamento entre pilhas de materiais, o armazenamento coberto são algumas das ações que permitem obter recursos reutilizáveis ou recicláveis de maior qualidade.

3.1.3 Levantamento final da IP



Nesta secção são apresentados os resultados reais dos recursos removidos, fornecidos pela IP, relativos à desconstrução do Cais coberto da Malveira, enquadrado na empreitada: Modernização do troço Mira Sintra/Meleças - Torres Vedras (excl.) da Linha do Oeste.

Com base nas condições dos materiais 10,65 toneladas de madeira tiveram como destino a reutilização na própria obra, sem necessidade de nenhum processamento, encontrando-se já parcialmente em uso. Os solos e rochas provenientes de sondagens, 32,50 toneladas, armazenados nas caixas de madeira, foram também aplicados na própria obra. Os portões metálicos, 0,58 toneladas, tiveram como destino a reutilização fora da obra, mais concretamente noutras obras da IP.

No que respeita às telhas 70% foram reutilizadas fora da obra, 38,50 toneladas, as quais foram alocadas para uma moradia situada em localidade próxima da Malveira.

 Infraestruturas de Portugal 		PROJETO CLOSER - MATERIAIS RESULTANTES DA DESCONSTRUÇÃO A UTILIZAR	
Registo/Controlo	Total (ton)	m3	Observações
Madeira	10.65	-	4500 Kg já em fase de utilização, como base no parqueamento de carril novo. Restante quantidade com várias perspectivas de uso na obra.
Telhas de Cerâmica	38.50		Do total de telhas de cobertura retiradas, 70% foram classificadas como aptas para reutilização e 30% das telhas apresentavam já fissuras ou partiram durante a desconstrução, tendo sido geridas como resíduo.
Portões Metálicos	0.58	-	Utilização interna na IP, noutro local.
Solos e rochas das sondagens	32.50	25,00	Aplicado nos acessos à Obra, para melhoria das condições.
	82.23		

Relativamente aos resíduos de construção e demolição, foram valorizados 89,79 toneladas como indicado no quadro abaixo, maioritariamente como mistura de RCD classificada no código 17 01 07 da LER. De notar a presença de materiais contendo substâncias perigosas: 1,50 toneladas contendo amianto e 0,072 toneladas contendo CFC, sendo que só o primeiro diz respeito a RCD.

 Infraestruturas de Portugal 		PROJETO CLOSER - RESÍDUOS		
Registo/Controlo de resíduos	Código Ler	eGAR	Quantidade (ton)	Total (ton)
Madeira	170201	PT20211129398761	1.60	5.44
	170201	PT20211203038223	3.06	
	170201	PT20211117243284	0.78	
Materiais contendo amianto	170605*	PT20211014172322	1.50	1.50
Mistura de RCD	170904	PT20211221275694	1.98	79.57
	170107	PT20211221280969	7.62	
	170107	PT20211202019311	18.92	
	170107	PT20211202003917	8.46	
	170107	PT20211202019264	17.66	
	170107	PT20211203024495	9.15	
	170107	PT20211202002932	15.78	
Equip Eléctrico e Electrónico Fora Uso	200135*	PT20211217232449	0.03	0.03
Plástico	170203	PT20211122306536	0.36	1.57
	170203	PT20211117243283	1.21	
Embalagem de Papel cartão	150101	PT20211116223935	1.24	1.56
	150101	PT20211122306534	0.32	
Equip Fora de Uso C/ Clorofluorcarbonetos	200123*	PT20211217232445	0.072	0.072
Material de construção base de gesso	170802	PT20211217232452	0.048	0.048
Total apurado				89.79

A quantidade total de materiais e RCD apurados pela IP é superior à estimada no inventário do CLOSER. A maior parte da diferença observada diz respeito aos solos e rochas de amostragens existentes no interior do edifício que não foram contabilizados no CLOSER por não terem sido gerados diretamente pela desconstrução do edifício. Descontando essa fração no total apurado pela IP e os resíduos dos códigos 17 02 03 e 15 01 01 relativos, respetivamente, a plástico e embalagens de papel e cartão, subsiste uma diferença de cerca de 3,6 % relativamente ao total inventariado no CLOSER que não se considera relevante.

De referir ainda que se observaram diferenças nas quantidades expectáveis recuperar por tipo de destino recomendado. De facto, no CLOSER considerou-se 100% de reutilização de telhas e na realidade só foram recuperadas 70% para reutilização visto que 30% se partiram ao serem retiradas.

Também para a madeira foi preconizada uma reutilização a 100% tendo-se verificado que uma parte deste material não se encontrava em condições de ser reutilizado.

Com base nos dados recebidos da IP estimaram-se impactos económicos e ambientais recorrendo a uma ferramenta desenvolvida para este fim no âmbito do projeto Edifícios Circulares financiado pelo EEA Grants. Com esse objetivo consideraram-se duas situações: uma em que não havia reutilização e outra em que havia reutilização de recursos. Tendo em consideração que as opções da ferramenta utilizada só abrangem um conjunto restrito de elementos de construção não se fez o levantamento dos impactos para a totalidade dos materiais/elementos retirados durante a desconstrução. Optou-se então por estimar a diferença associada aos materiais/elementos reutilizados¹ relativamente aos impactos dos mesmos quando reciclado.

Reitera-se que este exercício de avaliação dos impactos tem várias restrições associadas, nomeadamente a reutilização só ocorrer parcialmente na própria obra, não se avaliarem os impactos de todos os materiais/elementos, não ser analisada numa perspetiva de análise do ciclo de vida todos os recursos e a base de dados da ferramenta usada ser limitada, pelo que consequentemente não se podem avaliar os resultados como valores absolutos. Acrescem ainda os pressupostos que decorrem de se considerar que os impactos ambientais da reutilização correspondem a emissões de produção evitadas relativamente à utilização de um novo produto e que no caso de reciclagem as emissões são determinadas com base na diferença entre os impactos relativos à produção de matérias-primas primárias relativamente à produção com materiais reciclados.

Tendo como base um estado de conservação médio dos recursos, verifica-se que em termos de impactos ambientais a opção reciclagem é melhor globalmente por conduzir a uma quantidade maior de emissões de CO₂e evitadas. Já numa perspetiva de impactos económicos são francamente mais positivos no caso da reutilização. Nesta apreciação não se apresentam ganhos ou perdas em percentagem devido a todas as limitações e pressupostos associados ao cálculo efetuado.

Quadro 3.3 – Impactos ambientais e económicos

Elemento de construção	Impactos ambientais (kg CO ₂ e)		Impactos económicos (€)	
	Reutilização	Reciclagem	Reutilização	Reciclagem
Vigas teto	-92,707	-58,621	- 236,916.10 €	896.68 €
Telha portuguesa	-67,299	-83,538	- 33,246.00 €	5,866.62 €
Porta aço-carbono*	-146,780	-222,073	- 201,836.24 €	13,036.98 €
TOTAL	-306,786	-364,233	- 471,998.34 €	19,800.28 €

*opção que mais se podia aproximar dos portões

¹ Os elementos aqui considerados como reutilizados correspondem aos que foram realmente reutilizados e aos que foram aplicados sem processamento adicional no local da obra.

A IP como Dono de Obra acompanhou de perto todo o processo de desconstrução e facultou uma descrição do mesmo a qual se apresenta a seguir na forma de slides.



Desconstrução do Cais Coberto da Malveira – Projeto Closer

1



6 – Linha do tempo da desconstrução





6 – Linha do tempo da desconstrução



6 – Linha do tempo da desconstrução





6 – Linha do tempo da desconstrução



7 – Acondicionamento dos Materiais

Os materiais resultantes da desconstrução/demolição da edificação devem ficar acondicionados de acordo com as tipologias elencadas no item 3. É representada infra a área do estaleiro da Malveira, sugerida para o acondicionamento dos materiais.



Figura 11 e 12: Estaleiro da Malveira: Área entre contentor da fiscalização e contentor do consórcio.

Área disponível: Aproximadamente 130 m²



7.1 – Acondicionamento dos Materiais e Destino Final – Telhas de Cerâmica (Cobertura)

As telhas de cerâmicas e parte da madeira a ser reutilizada em obra, foram acondicionadas na área planeada. As telhas que foram retiradas na íntegra a qual representam 80% do total da cobertura desconstruída (104 m²), serão reutilizada, para confeção de nova cobertura em caráter de doação, por morador do município de Almargem do Bispo, no primeiro trimestre de 2022.



Figura 13 e 14: Área de acondicionamento do material para reuso/reciclagem (130 m²)

7.2 – Acondicionamento dos Materiais e Destino Final – Caixas de Madeira

As caixas com amostras de sondagens, de solos e rochas, anteriormente acondicionadas no interior da edificação, foram acondicionadas na área externa do prédio protegidas por filme plástico. As caixas ficaram acondicionadas no local até o reuso das mesmas.



Figura 15 – Paletes acondicionados no interior do cais coberto da Malveira



7.3 – Acondicionamento dos solos e rochas das sondagens

Os solos e rochas foram acondicionados em contentores específicos e utilizados em obra, para melhoria de acessos em Obra.



7.4 – Acondicionamento de resíduos e Destino final

Separação de resíduos de plásticos e de papel

- Os resíduos de plástico e de papel ficarão acondicionados no interior da edificação e encaminhados para reciclagem, por operador licenciado





7.5 – Acondicionamento dos Materiais e Destino final

Retirada da Cobertura, em Telha Cerâmica

- A telha cerâmica será reutilizada em cobertura de moradia no município de Almargem do Bispo (parcela 101)



7.6 – Acondicionamento dos Materiais e Destino final

- As portas, corretamente retiradas e acondicionadas, serão reutilizadas internamente na IP.
- As vigas em madeira que conservaram a integridade física, no processo de desconstrução, serão utilizados como base para o armazenamento dos materiais de via, que serão aplicados em obra. De referir que as vigas exteriores de madeira, no processo de desconstrução, quebraram facilmente, sendo visível o apodrecimento interior. Esta fração foi classificada como resíduo e encaminhado para operador licenciado.



Figura 16 – Portas metálicas



Figura 17 – Vigas de madeira

De referir que a desconstrução se regeu por linhas de orientação no que respeita às etapas e ao acondicionamento dos materiais / elementos consonantes com o indicado no Anexo I, o qual resultou

da interação entre a IP e os representantes do projeto CLOSER.

Com base na experiência da desconstrução do Cais coberto da Malveira a IP identificou os principais desafios e vantagens que se colocaram.



8 – Principais Desafios na Aplicação da Metodologia de Desconstrução Sustentável das Edificações

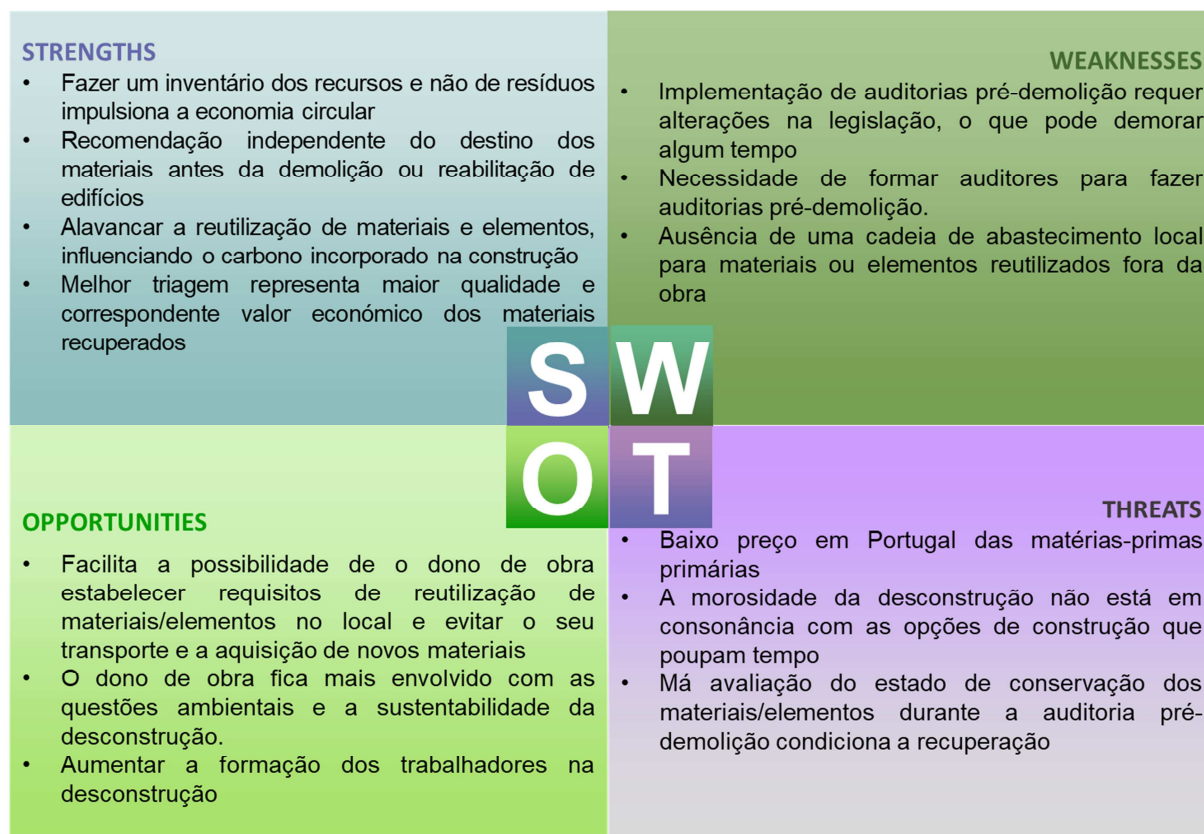
1. Cumprimento do Projeto de Execução: A metodologia de desconstrução com enfoque no reuso de materiais deverá ser parte constante, em caderno de encargos e ser decorrente da fase de projeto.
2. Risco existente, no processo de desconstrução, dos materiais serem danificados.
3. A avaliação do estado/ grau de deterioração dos materiais só é definitivamente concluída após a desconstrução.
4. Dificuldade em definir um prazo de garantia final do material, no caso de reuso do mesmo.
5. Maiores custos e tempos de execução na operação de Desconstrução.



9 – Principais Vantagens na Aplicação da Metodologia de Desconstrução Sustentável em Edificações

1. Segregar ao máximo viável as tipologias de resíduos/ materiais resultantes.
2. Conhecimento do existente (inventários dos elementos) e avaliação do seu potencial de valorização.
3. Redução da produção de resíduos, potenciando utilizações de materiais na mesma função principal ou em funções secundárias, mediante o seu estado de conservação.
4. Potenciar a economia circular, a nível local, promovendo o intercâmbio com os municípios e juntas de freguesias.
5. Incrementar, em obras públicas, o processo de desconstrução, divulgando as quantidades finais obtidas de materiais, que prolongam o seu ciclo de vida, de resíduos utilizados em obra e de resíduos encaminhados para valorização e a racionalização dos custos associados.

Parte destes desafios e vantagens identificados pela IP vão ao encontro da análise dos pontos forte e fracos efetuada no âmbito do projeto CLOSER e que se apresenta a seguir.



3.2 Estação da Malveira – Projeto de demolição de pequena habitação

Relativamente a este pequeno edifício só foram identificados os materiais presentes sem ter sido feita a sua quantificação. Os materiais/elementos aqui existentes são similares aos do Cais coberto da Malveira. Na Figura 3.23 até à Figura 3.34 estão identificados diversos elementos de construção.



Figura 3.23 - Vista de satélite da 2ª demolição da Malveira (casinha)



Figura 3.24 - Malveira 2ª demolição (casinha) Vista Noroeste



Figura 3.25 - Malveira 2ª demolição (casinha) Vista sul

1. Moldura de madeira treliças teto

Não visível

2. Betão e Alvenaria



Figura 3.26 - Betão e Alvenaria

3. Chaminé



Figura 3.27 - Chaminé

4. Paredes e pavimento em ladrilhos



Figura 3.28 - Paredes e ladrilhos

5. Janelas



Figura 3.29 - Janelas

6. Portas



Figura 3.30 - Portas

7. Pisos de madeira



Figura 3.31 - Pisos de madeira

8. Equipamento elétrico



Figura 3.32 - Equipamento elétrico

9. Telhas



Figura 3.33 - Telhas



Figura 3.34 - Telhas

3.3 Estação de Dois Portos – Projeto de reabilitação

Neste caso de estudo também só se fez o levantamento dos tipos de materiais/elementos, sem os quantificar.



Figura 3.35 Visualização do mapa da cidade no Google



Figura 3.36 - Fachada principal do projeto Dois-Portos

1- Moldura de madeira treliças telhado do projeto Dois-Portos

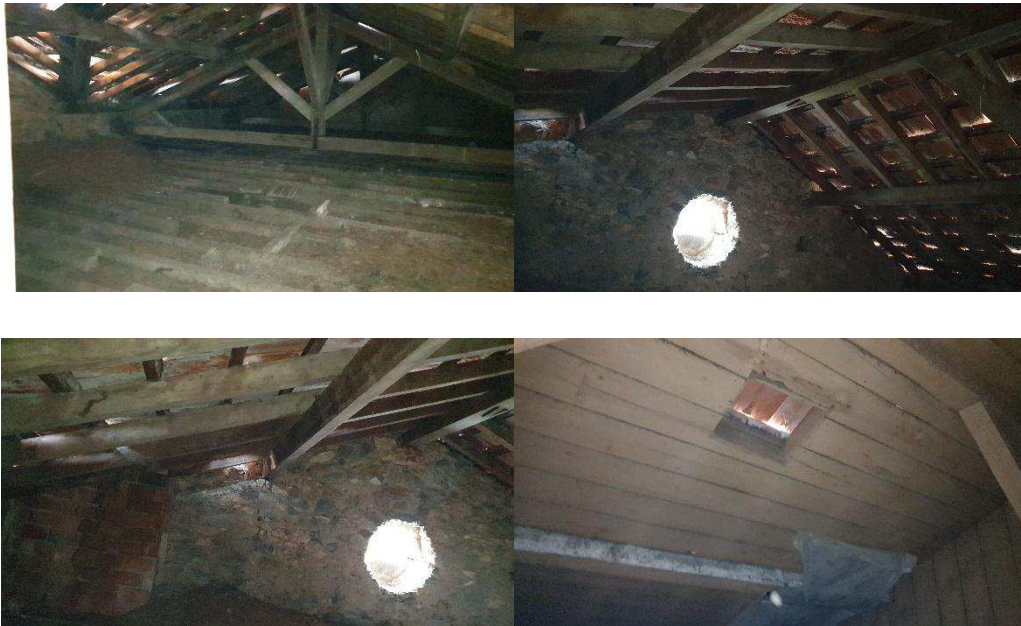


Figura 3.37 - Moldura de madeira treliças telhado do projeto Dois-Portos

2- Elementos em aço do projeto Dois-Portos



Figura 3.38 – Elementos em aço do projeto Dois-Portos

3- Chaminé do projeto Dois-Portos



Figura 3.39 - Chaminé do projeto Dois-Portos

4- Paredes e azulejos históricos do projeto Dois-Portos



Figura 3.40 - Paredes do projeto Dois-Portos

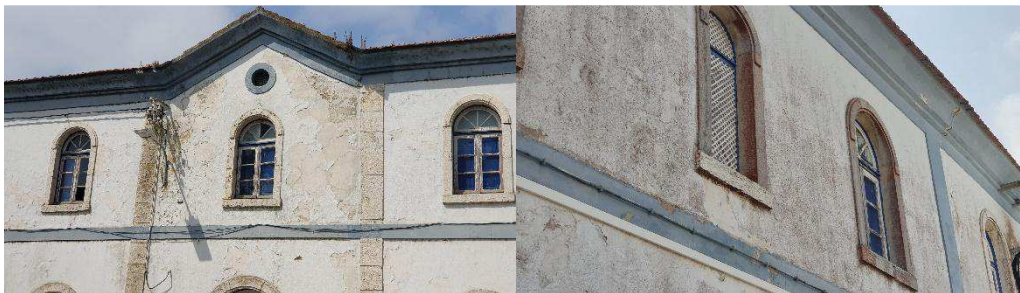


Figura 3.41 - Paredes e azulejos históricos do projeto Dois-Portos

5- Janelas do projeto Dois-Portos



Figura 3.42 - Janelas do projeto Dois-Portos

6- Portas





Figura 3.43 – Portas de projeto Dois Portos

7- Pisos de madeira do projeto Dois-Portos

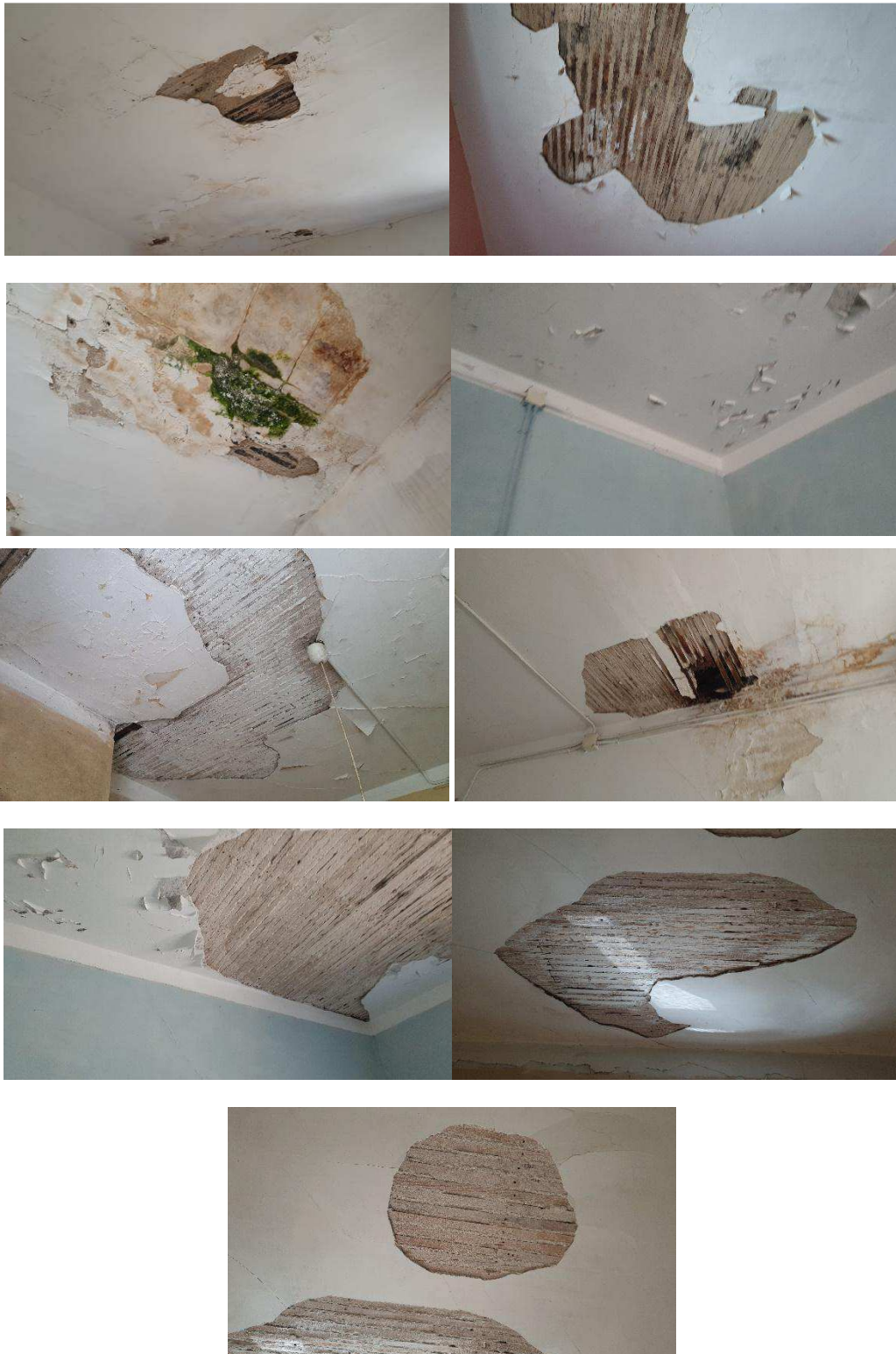


Figura 3.44 - Pisos de madeira do projeto Dois-Portos

8- Louças sanitárias do projeto Dois-Portos



Figura 3.45 - Louças sanitárias do projeto Dois-Portos

9- Equipamentos elétricos do projeto Dois-Portos



Figura 3.46 - Equipamentos elétricos do projeto Dois-Portos

10- Telhas do projeto Dois-Portos



Figura 3.47 - Telhas do projeto Dois-Portos

4 | Síntese final

O objetivo principal da aplicação do Guia Português de Auditorias Pré-Demolição a casos de estudo foi testar os modelos desenvolvidos. Para tal partiu-se de um inventário simples que foi sendo otimizado ao longo do estudo e que no final foi inserido no guia em substituição do inicial. Por outro lado, foi também possível com o levantamento dos tipos de materiais e elementos e sua quantificação perspetivar a sua reutilização o que se traduz numa redução dos RCD produzidos em obra.

O acompanhamento do caso de estudo pelo dono de obra, a IP, evidenciou que é necessário um grande envolvimento do dono de obra, o qual sendo responsável pelos resíduos produzidos, adquire mais competências numa perspetiva de sustentabilidade na construção que, certamente, no futuro será uma mais-valia pois poderá analisar mais profundamente como recuperar materiais para usar em alternativa a novos materiais. A implementação de auditorias pré-demolição a recursos em vez de ser só a resíduos é um ponto forte para impulsionar a economia circular.

Apesar de ainda haver pontos fracos a ultrapassar, este caso de estudo, não sendo um edifício tradicional, permitiu ainda, apesar de diversas limitações, abordar alguns impactos ambientais e económicos que indicam uma tendência para a reutilização ser vantajosa relativamente à reciclagem na vertente económica e para ambas as atividades de reutilização e reciclagem serem vantajosas face à utilização de novos produtos.

Por fim, de realçar que o caso de estudo conduziu a um conhecimento do edificado a desconstruir, muito mais fino, do constante em projeto, numa perspetiva muito similar ao conhecimento que se tem do novo edifício a construir. Esta nova abordagem, isto é, a implementação da auditoria de demolição, conduz a um detalhe superior ao dos PPGRCD no que respeita aos materiais e elementos presentes e beneficia ainda da integração de soluções de gestão a adotar. Aliado a esta auditoria, o seguimento da concretização em obra com carácter obrigatório terá grandes vantagens na recuperação de materiais em edifícios. Um edifício que se pretende demolir integra ativos e recursos que importa potenciar em detrimento de uma avaliação sucinta, em projeto, em que a informação constante poderá cingir-se só à área a demolir.

Agradecimento

Os parceiros do Projeto CLOSER agradecem à Infraestruturas de Portugal toda a colaboração prestada no âmbito do Caso de Estudo do Cais Coberto da Malveira que permitiu aí implementar uma auditoria de pré-demolição.

Um agradecimento especial à Eng^a Sofia Benilde da Cunha Santos da IP pela cuidadosa revisão deste relatório e disponibilização dos resultados finais do processo de desconstrução proporcionando uma análise mais completa deste caso de estudo.

Este agradecimento é ainda extensível a todos os que estiveram mais de perto envolvidos nesta atividade do projeto CLOSER, nomeadamente, a Eng.^a Cláudia Calixto da IP, o Eng.^o Volmar Júnior, o Eng.^o Júlio Rodrigues e o Eng.^o João Rodrigues da Riportico/Applus+.

Referências Bibliográficas

Comissão Europeia, 2018. Orientações para auditorias aos resíduos antes de obras de demolição e renovação de edifícios.

Comissão Europeia, 2016. Protocolo de Gestão de Resíduos de Construção e Demolição da UE.

Decreto-Lei 102-D/2020, 2020. Decreto-Lei 102-D/2020.

Decreto-Lei 178/2006, 2006. Decreto-Lei 178/2006, 2006-09-05 - DRE - Aprova o regime geral da gestão de resíduos, transpondo para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2006/12/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril, e a Directiva n.º 91/689/CEE, do Conselho, de 12, Diário da República n.º 171/2006, Série I de 2006-09-05. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.

Decreto-Lei 46/2008, 2008. Diário da República, 1.ª série-N.º 51-12 de Março de 2008.

Diretiva 2008/98/EC, 2008. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain directives (Waste framework, LexUriServ. do. <https://doi.org/2008/98/EC.; 32008L0098>

Dodd, N., Donatello, S., Cordella, M., 2020. Level(s) indicator 2.1: Bill of quantities, materials and lifespans 1–34.

International Living Future Institute, 2020. The “Red List” of Building Materials [WWW Document].

ILNEC E 471, 2009. Especificação Inec E 471-2009, Guia para utilização de agregados reciclados grossos em betões de ligantes hidráulicos 9, 8.

LNEC E 472, 2009. Especificação Inec E 472 - 2009, GUIA PARA A RECICLAGEM DE MISTURAS BETUMINOSAS A QUENTE EM CENTRAL 9.

LNEC E 473, 2009. Especificação Inec E 473 - 2009, GUIA PARA A UTILIZAÇÃO DE AGREGADOS RECICLADOS EM CAMADAS NÃO LIGADAS DE PAVIMENTOS 471–474.

LNEC E 474, 2009. Especificação Inec E 474 - 2009, GUIA PARA A UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS RECICLADOS PROVENIENTES DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO EM ATERRO E CAMADA DE LEITO DE INFRA-ESTRUTURAS DE TRANSPORTE.

LNEC E 483, 2016. Especificação Inec E 483 - 2016, GUIA PARA A UTILIZAÇÃO DE AGREGADOS RECICLADOS PROVENIENTES DE MISTURAS BETUMINOSAS RECUPERADAS PARA CAMADAS NÃO LIGADAS DE PAVIMENTOS RODOVIÁRIOS.

LNEC E 484, 2016. Especificação Inec E 484 - 2016, GUIA PARA A UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS PROVENIENTES DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO EM CAMINHOS RURAIS E FLORESTAIS 2.

LNEC E 485, 2016. Especificação Inec E 485 - 2016, GUIA PARA A UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS

PROVENIENTES DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO EM PREENCHIMENTO DE VALAS 733.

Migliore, M., Talamo, C., Paganin, G., 2020. Level(s) indicator 2.2: Construction and Demolition waste and materials. Springer Tracts Civ. Eng. 45–76. https://doi.org/10.1007/978-3-030-30318-1_2

ANEXO I – Utilização e valorização dos recursos no Cais coberto da Malveira

No quadro abaixo são indicados os precursores e sucessores das atividades a desenvolver no âmbito da desconstrução do Cais coberto da Malveira

#	Atividades	Tempo previsto (dias)	Precursor	Sucessor	Cuidados na remoção	Ações Secundárias	Recomendação de projeto mais próxima
1	Remoção de Amianto	1	---	---	Empresa especializada e transporte	Eliminação e descarte	Deposição
2	Retirar as caixas de amostras de solos	3	Remoção de Amianto	Desconstrução das telhas e desmontagem da porta	Limpar e esvaziar as caixas antes da remoção	Armazenar em depósito próprio ou entregue em outro Laboratório	Reutilização
3	Desmontar instalação elétrica	3	Remoção de Amianto	Desconstrução das telhas e desmontagem da porta	Devem ser acondicionados separadamente, em pilhas para transporte. Interromper a corrente elétrica e remover sem danificar	Preservar em caixas específicas e armazenar em depósito	Por perderem a qualidade devido ao seu envelhecimento, os componentes elétricos não têm geralmente a opção de reutilização. No entanto, há possibilidade de reciclagem dos componentes.
4	Remoção de cercas de aço e tubos de aço	3	Remoção de Amianto	Desconstrução das telhas e desmontagem da porta	Para as portas metálicas deve ser garantida a sua preservação, sendo que a remoção das mesmas deve ocorrer com os trilhos alinhados. Em relação às malhas de aço, o corte deve ser realizado com objetivo de manter o maior tamanho possível dos perfis. Após a remoção as redes metálicas devem ser acondicionadas em forma de rolo.	Armazenar em depósito próprio para entrega para reutilização ou reciclagem	Os produtos de aço são um dos componentes mais valorizáveis e fáceis de reutilizar ou reciclar; o único requisito para esses tipos de materiais é um inventário preciso que possa descrever a quantidade e a qualidade desses materiais de maneira adequada.
5	Desmontagem de porta	2	Retirar o solo das caixas de amostras e cercas de aço e remoção de tubos e	Desconstrução da telha	Remover a porta e cortar o perfil de rolamento em peças recolocáveis		Reutilizar ou reciclar

#	Atividades	Tempo previsto (dias)	Percursor	Sucessor	Cuidados na remoção	Ações Secundárias	Recomendação de projeto mais próxima
			desmontagem elétrica e de interruptores				
6	Desconstrução da telha	3	Retirando o solo Caixas de amostra e remoção de tubos e desmontagem elétrica e de interruptores e desmontagem de porta	Desmontagem da estrutura de madeira da telha	<p>O material deve ser retirado com o cuidado exequível, por forma a garantir a sua preservação física e ser acondicionado em pilhas regulares. As telhas que estiverem parcialmente quebradas ou apresentarem rachaduras também devem ser recolhidas e armazenadas, mas separadamente, visto a viabilidade de reciclagem. As que conservem as características físicas integrais devem ser armazenadas em embalagens, por forma a possibilitar o seu transporte futuro.</p> <p>Não quebrar, e limpar antes ou após a desconstrução, conforme for mais conveniente</p>		<p>A maioria das telhas não se encontra quebrada e apresentam bom estado de conservação, exceto algumas, situadas no canto da parte leste. A qualidade das mesmas no que se refere a possibilidade de reuso é alta. Apesar de estarem parcialmente degradadas, ainda existem outras aplicações para que essas telhas possam ser reutilizadas.</p>
7	Desmontagem da estrutura de madeira da telha	4	Desconstrução da telha	Desconstrução de treliças de madeira do teto	O material deve ser retirado com o cuidado, para garantir a sua preservação física e ser acondicionado em pilhas regulares.		<p>A estrutura de madeira do teto tem um grande potencial para reutilização ou utilização no projeto ou ainda demais aplicações externas.</p>

#	Atividades	Tempo previsto (dias)	Percursor	Sucessor	Cuidados na remoção	Ações Secundárias	Recomendação de projeto mais próxima
8	Desmontagem de estrutura de madeira (que suportava o amianto)	3	Desconstrução da telha	Desconstrução de treliças de madeira do teto			
9	Desconstrução de Vigas/Treliças de madeira	4	Desmontagem da estrutura de madeira da telha e desmontagem da estrutura de madeira de amianto	Demolição de paredes (alvenaria)			
10	Demolição de paredes (alvenaria)	6	Desconstrução de treliças de telhado de madeira	Demolição de Colunas e Vigas (Betão)	<p>Remover o revestimento com a tinta primeiro (1 camada), caso haja essa viabilidade, devendo ser encaminhado como resíduo não perigoso. Caso não seja viável deve ser demolido, na sequência determinada.</p> <p>Desconstruir sem misturar com outros materiais que reduzam a sua qualidade (por exemplo, tintas, madeira e a coluna de betão).</p> <p>Acondicionar em contentores de caixa aberta</p>	Envie-os para centros de reciclagem para criar novos blocos e outros produtos de base de alvenaria	Há uma área considerável de paredes que podem ser encaminhadas para a reciclagem ou, em alternativa, estes resíduos serem utilizados em acessos e outras aplicações não estruturais (destino preferencial). A utilização em obra deve obedecer às Regras gerais aprovadas e especificações LNEC.

#	Atividades	Tempo previsto (dias)	Percursor	Sucessor	Cuidados na remoção	Ações Secundárias	Recomendação de projeto mais próxima
11	Demolição de Colunas e Vigas (Betão)	5	Demolição de paredes (alvenaria)	---	Demolição integral, na sequência determinada. Desconstrua sem misturar com outros materiais que reduzam a sua qualidade (por exemplo, tintas, madeira e o material de alvenaria). Acondicionar em contentores de caixa aberta.	Encaminhar para centros de reciclagem para fabrico de novos produtos de betão e outros produtos de base de betão	As colunas e vigas de betão consistem em agregado, areia e cimento que podem ser britados e reciclados para a nova produção de betão ou utilizados para acessos da obra. A utilização obra deverá obedecer às Regras gerais aprovadas e especificações LNEC.

ANEXO II – Fichas de materiais

Ficha n.º 1

BETÃO



1 | Reutilização

O betão pode ser reutilizado se for do tipo modular, ou seja, elementos pré-fabricados que são concebidos para serem utilizados como unidades funcionais. As soluções modulares usadas no passado em construções temporárias são cada vez mais aplicadas contribuindo no futuro para soluções mais circulares.

2 | Reciclagem

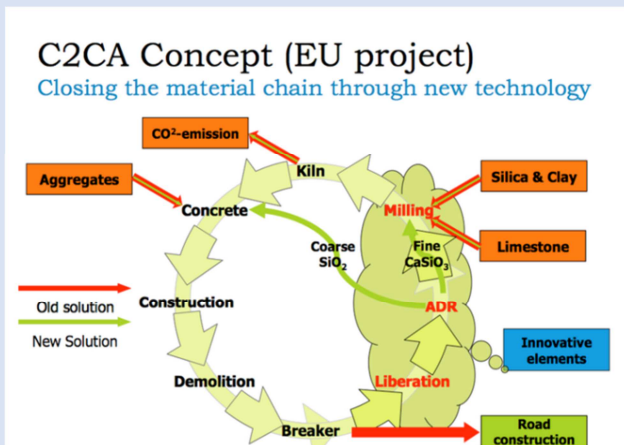
Os resíduos de betão podem ser reciclados em instalações fixas ou móveis devendo a sua seleção ser analisada em termos económicos e ambientais. Dependendo da dimensão dos resíduos e presença de substâncias contaminantes pode existir uma fase de pré-processamento para redução de dimensões do betão e triagem para remoção de contaminantes (plásticos, madeiras, etc.). A presença de armaduras requer a existência de um sistema magnético que assegure a sua separação do betão.

A combinação de diversos tipos de operações – britagem, crivagem, tratamento térmico entre outras – permite melhorar a qualidade do betão reciclado ao fragilizar e minimizar a quantidade de argamassa que esteja aderida na superfície dos agregados.

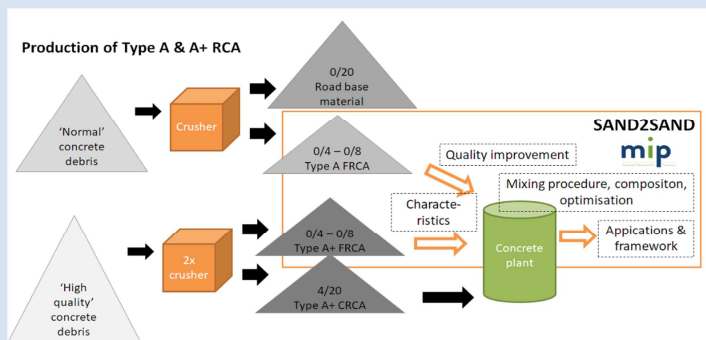
3 | Aplicações

Os resíduos de betão após processamento podem ser utilizados de acordo com as Especificações Técnicas do LNEC como agregados reciclados ou como materiais reciclados nas seguintes aplicações:

- Utilização de agregados reciclados grossos para o fabrico de betão;
- Aplicação em camadas não ligadas (base e sub-base) de pavimentos;
- Aplicação em aterro e camada de leito de pavimento de infraestruturas de transporte;
- Aplicação em caminhos rurais e florestais;
- Aplicação no preenchimento de valas.



A valorização de resíduos de betão foi estudada no âmbito dos projetos europeus C2CA do FP7 e HISER do H2020. Foi desenvolvida a tecnologia de recuperação seca avançada, ADR, a qual facilita a separação da argamassa do betão e melhora a qualidade dos agregados



O projeto belga SAND2SAND visou a reciclagem de betão, em condições reais, visando a obtenção de agregados finos reciclados e a sua incorporação em betão. Os resíduos de betão foram britados uma ou duas vezes para melhorar a qualidade do agregado reciclado. Algumas dificuldades práticas relacionadas com a variabilidade dos materiais e o betão produzido evidenciaram a necessidade de prosseguir a investigação com agregados finos reciclados.

Referências bibliográficas

C2CA - Advanced Technologies for the Production of Cement and Clean Aggregates from Construction and Demolition Waste, <http://www.c2ca.eu/>

HISER - Holistic Innovative Solutions for an Efficient Recycling and Recovery of Valuable Raw Materials from Complex Construction and Demolition Waste , www.hiserproject.eu/

LNEC E 471 (2009) – Guia para a utilização de agregados reciclados grossos em betões de ligantes hidráulicos.

LNEC E 473 (2009) – Guia para a utilização de agregados reciclados em camadas não ligadas de pavimentos.

LNEC E 483 (2016) – Guia para a utilização de agregados reciclados provenientes de misturas betuminosas recuperadas para camadas não ligadas de pavimentos rodoviários

LNEC E 474 (2009) – Guia para a utilização de materiais reciclados provenientes de resíduos de construção e demolição em aterro e em camada de leito de infraestruturas de transporte.

LNEC E 484 (2016) – Guia para a utilização de materiais provenientes de resíduos de

construção e demolição em caminhos rurais e florestais.

LNEC E 485 (2016) – Guia para a utilização de materiais provenientes de resíduos de construção e demolição em preenchimento de valas.

Sand2Sand - Hoogwaardige toepassingen voor gerecycleerde zanden in beton,
https://www.circular-concrete.be/wp-content/uploads/2019/10/sand2sand_overzichtsartikel-c2-versie-online.pdf

Ficha n.º 2

LADRILHOS, TELHAS, E MATERIAIS CERÂMICOS



1 | Reutilização

Não há possibilidade de reutilização de ladrilhos, telhas ou materiais cerâmicos se o material estiver quebrado ou misturado com outros materiais. Assim, só pode ser reutilizado se o material for removido em boas condições, separado e armazenado em embalagem transportável.

Em geral, estes materiais necessitam de ser limpos antes da sua reutilização. Neste âmbito apresentam-se a seguir algumas recomendações não exaustivas:

Ladrilhos e materiais cerâmicos:

Raspar e molhar a argamassa de cada ladrilho até que toda a argamassa seja removida. De seguida enxaguar a parte de trás de cada ladrilho com um pano embebido em água limpa para remover a argamassa residual e evitar manchas. Uma vez removida toda a argamassa, o ladrilho está apto a receber nova argamassa e ser reutilizado.

Telhas:

Utilizar uma espátula para raspar o musgo e a sujidade geralmente observado nas telhas. Quanto mais seco o tempo estiver e menor for a humidade mais fácil será retirar o musgo e outros materiais aderentes. Como alternativa, pode-se utilizar uma escova dura. Por exemplo, escova de aço, para remover a sujidade e um spray anti-musgo seguido de uma lavagem a alta pressão.

Tijolos:

Molhar os tijolos e de seguida com um formão retirar a argamassa existente. Depois, esfregar bem com uma escova de aço e empilhar os tijolos. Neste processo usa-se por vezes uma solução de ácido muriático para facilitar a remoção da argamassa e de outras manchas que existam, sendo necessário, neste caso, a utilização de equipamento de proteção individual (luvas de borracha, óculos de segurança e máscara) e seguir as instruções de manuseamento e preparação da solução ácida.

No caso de ladrilhos, a reutilização é quase impossível, pois os ladrilhos geralmente são fixados com uma argamassa fina ou do tipo epoxídica, que adere de tal forma que a sua remoção conduz a uma superfície bastante irregular e imprópria para reutilização.

No que respeita a tijolos a sua reutilização está dependente do tipo de argamassa que os une. Normalmente o ligante usado é cal ou cimento, sendo que a cal se altera mais facilmente ao longo do tempo enfraquecendo a ligação argamassa-tijolo. Assim, a reutilização de tijolos ligados com argamassa de cal é viável, mas o mesmo não se pode dizer quando é utilizada argamassa à base de cimento (Hobbs e Hurley, 2001).

Os tijolos ligados com argamassa de cal são, em geral, encontrados em edifícios históricos de alvenaria e a remoção da argamassa é feita manualmente com um martelo e um formão o que torna o processo bastante moroso. O projeto europeu REBRICK mostrou o potencial de reutilização de tijolos com argamassa à base de cal recorrendo a um sistema por vibração para limpeza de tijolos que posteriormente foram usados na renovação de edifícios.



Existem diversas aplicações em que ladrilhos, telhas ou outros cerâmicos não são alvo da mesma aplicação mas que são utilizados sem necessidade de processamento. Apresentam-se a seguir dois exemplos de recuperação de telhas como elementos constituintes de uma parede e na construção de um pavimento.



2 | Reciclagem

O processamento de resíduos de ladrilhos, telhas e de outros cerâmicos visando a sua reciclagem conduz a materiais que podem ser utilizados como agregados ou como material cimentício suplementar. No caso da utilização como agregados é necessário verificar os constituintes presentes e a necessidade de serem misturados com outros resíduos de construção e demolição.

3 | Aplicações

Os resíduos de ladrilhos telhas e materiais cerâmicos após processamento podem ser utilizados de acordo com as Especificações Técnicas do LNEC como agregados reciclados ou como materiais reciclados nas seguintes aplicações:

- Utilização de agregados reciclados grossos para o fabrico de betão;
- Aplicação em camadas não ligadas (base e sub-base) de pavimentos;
- Aplicação em aterro e camada de leito de pavimento de infraestruturas de transporte;
- Aplicação em caminhos rurais e florestais;
- Aplicação no preenchimento de valas.

Existem estudos relativos à aplicação dos resíduos de tijolos como materiais cimentícios suplementares (Naceri & Amina, 2009; Heikal *et al.*, 2013).

Referências bibliográficas

Heikal, M., Zohdy, K., & Abdelkreem, M. (2013). Mechanical, microstructure and rheological characteristics of high performance self-compacting cement pastes and concrete containing ground clay bricks. *Construction and Building Materials*, 38, 101–109.

Hobbs G and Hurley J (2001) Deconstruction and the re-use of construction materials. In *Deconstruction and Materials Re-use: Technology, Economic, and Policy: Proceedings of the CIB Task Group 39 – Deconstruction Meeting* (Chini AR (ed.)). International Council for Research and Innovation in Building Construction, pp. 98–124.

LNEC E 471 (2009) – Guia para a utilização de agregados reciclados grossos em betões de ligantes hidráulicos.

LNEC E 473 (2009) – Guia para a utilização de agregados reciclados em camadas não ligadas de pavimentos.

LNEC E 483 (2016) – Guia para a utilização de agregados reciclados provenientes de misturas betuminosas recuperadas para camadas não ligadas de pavimentos rodoviários

LNEC E 474 (2009) – Guia para a utilização de materiais reciclados provenientes de resíduos de construção e demolição em aterro e em camada de leito de infraestruturas de transporte.

LNEC E 484 (2016) – Guia para a utilização de materiais provenientes de resíduos de construção e demolição em caminhos rurais e florestais.

LNEC E 485 (2016) – Guia para a utilização de materiais provenientes de resíduos de construção e demolição em preenchimento de valas.

Naceri, A., & Hamina, M. (2009). Use of waste brick as a partial replacement of cement in mortar. *Waste Management*, 29, 2378–2384.

REBRICK, <http://www.gamlemursten.eu/>

Tiles repurpose, <https://www.archdaily.com/943890/recycling-tiles-15-examples-of-repurposed-tiles-in-walls-facades-flooring-and-furniture/>

Ficha n.º 3

MISTURAS DE BETÃO, LADRILHOS, TELHAS E MATERIAS CERÂMICOS /
MISTURAS RCD SEM SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS

1 | Reutilização

Dado que compreende materiais misturados, sem substâncias perigosas, a possibilidade de reutilização não existe ou é baixa no caso de existir um número reduzido de materiais diferentes.

2 | Reciclagem

Os resíduos de mistura de betão, ladrilhos, tijolos, telhas e cerâmicos sem substâncias perigosas podem ser processados em instalações fixas ou móveis devendo a sua seleção ser analisada em termos económicos e ambientais.

Dependendo da dimensão dos resíduos e possível presença de contaminantes pode ser necessário existir uma fase de pré-processamento para redução das dimensões do material e para uma triagem de forma a remover os contaminantes (plásticos, madeiras, etc.).

Antes dos resíduos serem fragmentados (numa britadeira de mandíbulas ou de impacto), a crivagem inicial assegura a eliminação de partículas de menor dimensão (solos, areias e outros). Caso se revele necessário, através de um sistema magnético procede-se à remoção de materiais ferrosos antes de realizar nova crivagem do material obtido, separando-o assim em diferentes frações granulométricas.

Estes resíduos pelo facto de se encontrarem misturados conduzem a agregados reciclados de qualidade inferior aos de betão devido à sua heterogeneidade.

3 | Aplicações

A reciclagem dos RCD misturados origina materiais que podem ter as seguintes aplicações

- Utilização de agregados reciclados grossos para o fabrico de betão;
- Aplicação em camadas não ligadas (base e sub-base) de pavimentos;
- Aplicação em aterro e camada de leito de pavimento de infraestruturas de transporte;
- Aplicação em caminhos rurais e florestais;

- Aplicação no preenchimento de valas

Estes materiais podem também ser utilizados em operações de enchimento para efeitos de recuperação de zonas escavadas ou para fins de engenharia paisagística.

Referências bibliográficas

LNEC E 471 (2009) – Guia para a utilização de agregados reciclados grossos em betões de ligantes hidráulicos.

LNEC E 473 (2009) – Guia para a utilização de agregados reciclados em camadas não ligadas de pavimentos.

LNEC E 483 (2016) – Guia para a utilização de agregados reciclados provenientes de misturas betuminosas recuperadas para camadas não ligadas de pavimentos rodoviários

LNEC E 474 (2009) – Guia para a utilização de materiais reciclados provenientes de resíduos de construção e demolição em aterro e em camada de leito de infraestruturas de transporte.

LNEC E 484 (2016) – Guia para a utilização de materiais provenientes de resíduos de construção e demolição em caminhos rurais e florestais.

LNEC E 485 (2016) – Guia para a utilização de materiais provenientes de resíduos de construção e demolição em preenchimento de valas.

Ficha n.º 4

ELEMENTOS RETANGULARES ESTRUTURAIS EM MADEIRA



1 | Reutilização

A recuperação da madeira proveniente da demolição ou renovação de edifícios exige que a mesma esteja isenta de preservadores contendo substâncias perigosas. Por este motivo é necessário recorrer a métodos de deteção rápida dessas substâncias *in situ*, ou à realização de ensaios laboratoriais. Dependendo do ano de construção do edifício a demolir ou a reabilitar é possível tentar perceber o tipo de preservador usado. Além disso é necessária uma inspeção visual cuidadosa para verificar se a mesma está infestada por fungos ou insetos que a possam ter deteriorado e analisar a existência de defeitos e deformações que impeçam a possibilidade de reutilização deste material. De referir que o estado de conservação e a resistência da madeira recuperada influenciam o seu destino.

Os elementos de madeira estrutural recuperados apresentam grande variedade de dimensões, de espécie de madeira, de método de montagem e de outras características. Estes elementos apresentam elevado potencial para serem reutilizados para fins estruturais devendo para tal satisfazer os requisitos gerais estabelecidos na norma NP EN 14081-1:2016 (EN14081-1, 2016) para elementos retangulares de madeira estrutural.

Caso estes elementos de madeira não possam ser reutilizados como elementos estruturais podem ser aplicados para fins não estruturais sem que para isso tenham que ser sujeitos a processamento. Por exemplo, um elemento de madeira pode ser cortado para retirar partes deterioradas e ser limpo de acessórios metálicos e tintas e depois utilizado em vedações de jardim.

2 | Reciclagem

Os elementos de madeira estrutural podem ser reciclados para diversas aplicações desde que cumpram os requisitos para o fim a que se destinam. À semelhança da reutilização, na reciclagem deve ser assegurada a segregação de elementos contendo substâncias perigosas, sendo a identificação destas efetuada *in situ* ou em laboratório.

A madeira estrutural não reutilizada pode ser convertida em madeira lamelada colada ou processada para obter painéis e revestimentos de madeira bem como produtos à base de aparas ou fibras de madeira (painéis de aglomerado de madeira). É necessário limpar a madeira antes de a reduzir a aparas.

3 | Aplicações

A madeira reciclada tem diversas aplicações, nomeadamente: i) revestimentos de paredes e pavimentos; ii) elementos de decoração, tanto interior como exterior; iii) cobertura morta para paisagismo; iv) passadiços; v) painéis de isolamento com fibras de dimensão inferior a 4mm; vi); celulose para produção de papel; entre outros.

Para as diferentes aplicações os produtos reciclados devem estar conformes com os requisitos estabelecidos nos documentos normativos correspondentes.

O documento *“Waste wood assessment guidance for the construction and demolition sectors guidance notes”*, apresenta informação complementar relativamente à classificação dos resíduos de madeira em termos de perigosidade, associando ainda os códigos da Lista Europeia de Resíduos (LER).



O projeto FCBRE dedicado a fomentar a reutilização de elementos construtivos recuperados na demolição e renovação de edifícios desenvolveu em conjunto de fichas visando a recuperação e reutilização de um conjunto alargado de materiais. Estas fichas incluem as características dos materiais, a forma como estão disponíveis no mercado e quais os seus benefícios ambientais. Os elementos de madeira retangulares e a madeira lamelada colada para fins estruturais são alguns dos materiais estudados.

Além destas fichas, foi desenvolvido no âmbito do projeto FCBRE um guia de estratégias de contratação para integrar metas de reutilização nos concursos de construção e renovação e um guia para auditorias pré-demolição para recuperação de materiais.

Referências bibliográficas

DRG121 (2021) - Waste wood assessment guidance for the construction and demolition sectors guidance notes. www.demolition-nfdc.com/

FCBRE - Facilitating the circulation of reclaimed building elements in Northwestern Europe, <https://www.nweurope.eu/projects/project-search/fcrbe-facilitating-the-circulation-of-reclaimed-building-elements-in-northwestern-europe/>

EN 13986 (2004) + A1(2018) - Placas de derivados de madeira para utilização na construção – Características, comprovação da conformidade e marcação.

NP EN 14080 (2019) Estruturas de madeira - Madeira lamelada colada e madeira maciça colada - Requisitos

NP EN 14081-1 (2016) Timber structures - Strength graded structural timber with rectangular cross section. Part 1: General requirements.

EN 14250 (2010) - Estruturas de madeira - Requisitos relativos a produtos para asnas prefabricadas utilizando chapas metálicas denteadas.

EN 14342 (2013) Wood flooring - Characteristics, evaluation of conformity and marking.

EN 14374 (2004) - Estruturas de madeira. Madeira micro lamelada-colada (LVL) – Requisitos.

EN 14915 (2013) + A1(2019) + A2(2020) - Solid wood panelling and cladding - Characteristics, requirements and marking.

UNILIN - Chipboard from urban forest, Circular Flanders, <https://vlaanderen-circulair.be/en/cases-in-flanders/detail/unilin/>

Wittaker *et al.* (20) Novel construction and demolition waste (CDW) treatment and uses to maximize reuse and recycling.

Ficha n.º 5

OUTROS ELEMENTOS EM MADEIRA



1 | Reutilização

A madeira deve ser segregada e armazenada numa área seca, podendo ser empilhada. Elementos de madeira, nomeadamente paletes, caixas entre outros podem ser facilmente reutilizados para o mesmo fim, dependendo do seu estado de conservação e da presença de substâncias perigosas, em relação às quais se deve ter especial atenção para não prejudicar os materiais a recuperar. Na ausência de informação de origem, uma inspeção visual cuidada permite identificar a espécie de madeira, o seu estado de conservação e testar a presença de substâncias prejudiciais. No caso concreto de paletes alguns dos produtores aceitam a retoma das mesmas.

2 | Reciclagem

Os resíduos de madeira produzidos podem ser reciclados originando produtos alvo de diversas aplicações conforme se detalha na secção seguinte. Quando a madeira não pode ser reutilizada deve ser limpa, desmontada e redimensionada ou ser processada para obter aglomerado de partículas

3 | Aplicações

Uma vez que a madeira está pregada e cortada, e em elementos de reduzidas dimensões reduz o seu campo de aplicação.

À semelhança do referido para os elementos estruturais em madeira, o documento “Waste wood assessment guidance for the construction and demolition sectors guidance notes”, apresenta disposições mais detalhadas para a aplicação deste tipo de madeira extraída de trabalhos de construção e demolição.

Referências bibliográficas

DRG121:2021 - Waste wood assessment guidance for the construction and demolition sectors guidance notes. www.demolition-nfdc.com/

UNILIN - Chipboard from urban forest, Circular Flanders, <https://vlaanderen-circulair.be/en/cases-in-flanders/detail/unilin/>

Ficha n.º 6

FERRO E AÇO



1 | Reutilização

Estes materiais podem ser reutilizados diretamente noutros projetos de construção, apenas com ligeiras alterações. Visando uma maior reutilização no futuro é importante: i) o uso de ligações aparafusadas, com parafusos e espaçamento de furos que facilite a sua desconstrução; ii) evitar revestimentos no aço pois prejudicam a avaliação visual; iii) reduzir fixações por soldadura.

Na reutilização de aço com funções estruturais é necessário assegurar que não possui danos decorrentes da sua utilização. Assim, deve-se verificar a ausência de imperfeições significativas ou deformações permanentes bem como de corrosão que não seja superficial. Também evidências de que esteve sujeito a ações relevantes de impacto, ou fadiga, ou danos por incêndio colocam em causa a reutilização (Girão, A. *et al.* 2020).

Potencial de reutilização (Ginga, <i>et. al.</i> 2020)			
Sem potencial	Baixo potencial (<50%)	Potencial médio (@50%)	Potencial alto (>50%)
armaduras de aço (edifícios e outras infraestruturas)	armaduras de aço em elementos pré-fabricados (edifícios)	tubagem de aço (edifícios)	aço estrutural (edifícios)

O aço estrutural recuperado pode ser utilizado na conceção estrutural tendo em consideração os requisitos estabelecidos no Eurocódigo 3.

2 | Reciclagem

Os resíduos de ferro e aço podem ser reciclados como sucata na indústria siderúrgica, sendo fundidos e transformados posteriormente em novos produtos de aço. O reaproveitamento destes materiais torna o processo de fundição mais barato.

Uma das grandes vantagens do processo de reciclagem dos metais é que ele pode ser realizado várias vezes. O metal pode ser constantemente transformado, evitando o seu desperdício e minimizando a necessidade de extração de matérias-primas primárias.

3 | Aplicações

Os resíduos de construção e demolição de ferro e aço são de fácil recolha, triagem e transporte para local onde possam ser limpos e reutilizados ou reciclados.



Referências bibliográficas

- NP EN 1993 – Eurocódigo 3 - Projetos de estruturas de aço. Instituto Português da Qualidade.
- Ginga, C. *et al.* (2020). Circular Economy on Construction and Demolition Waste: A Literature Review on Material Recovery and Production. *Materials*, 13, 2970, doi:10.3390/ma13132970
- Girão, A. *et al.* (2020). European Recommendations for Reuse of Steel Products in Single-Storey Buildings. Project PROGRESS - PROvisions for GREater reuse of Steel Structures, https://steelconstruct.com/wp-content/uploads/PROGRESS_Design_guide_final-version.pdf
- EUROFER - European Steel Association, <https://www.eurofer.eu/>
- The Institution of Structural Engineers (2021). Industry CPD: Structural steel and the circular economy.
- UK steel construction information, https://www.steelconstruction.info/Recycling_and_reuse/

Ficha n.º 7

MATERIAIS DE ISOLAMENTO SEM SUBSTÂNCIA PERIGOSAS



1 | Reutilização

As mantas de fibras naturais de longa duração, como a lã natural e o algodão, podem ser reutilizadas sem qualquer tratamento adicional, desde que tenham sido mantidas secas e não tenham sofrido qualquer dano ou compressão significativa.

Outros tipos de isolamento estruturalmente incorporados, como os painéis estruturais isolados também podem ser reutilizáveis, dependendo da qualidade dos painéis após a sua desconstrução.

2 | Reciclagem

O isolamento de lã mineral que engloba a lã de vidro e a lã de pedra pode ser reciclado devendo para tal separar-se estes dois grupos de materiais com base na cor e na sua densidade.

sendo aconselhável que

Podem ser fabricados com materiais reciclados diversos tipos de isolamento, nomeadamente: i) fibra de vidro; ii) lã de vidro; iii) lã de rocha; iv) lã mineral; v) celulose; vi) fardos de palha.

A fibra de vidro e a lã de rocha, em particular, podem ser fabricadas de materiais de isolamento reciclados e refeitos. O isolamento de celulose é quase sempre feito de papel reciclado.

3 | Aplicações

Este tipo de materiais pode durar toda a vida útil do edifício em que estão aplicados. No entanto alguns deles podem ser recuperados posteriormente.

No caso dos isolamentos em fibra de vidro e lã de rocha, estes podem ser derretidos e fiados novamente.

Por sua vez, a celulose, mesmo sendo já feita de papel reciclado, pode ser novamente reciclada.

Referências bibliográficas

<https://build.com.au/recycled-insulation-materials/>

<https://www.wastecare.com/articles-info/recycled-insulation-material.htm/>

<https://www.greenhomeguide.com/know-how/article/insulation-basics-natural-and-recycled-materials/>

Operador do Programa Ambiente



“Working together for a green
competitive and inclusive Europe”

Promotor do CLOSER



Parceiros do CLOSER

