UNIVERSIDADE da MADEIRA

www.uma.pt

A Eficiência Energética na Economia Circular -

Contributos das Engenharias da Universidade da Madeira

ORDEM DOS ENGENHEIROS

CONFERÊNCIA "ANO OE PARA A EFICIÊNCIA MATERIAL ECONOMIA CIRCULAR"
AUDITÓRIO DO MUSEU CASA DA LUZ, 31 DE OUTUBRO DE 2019,

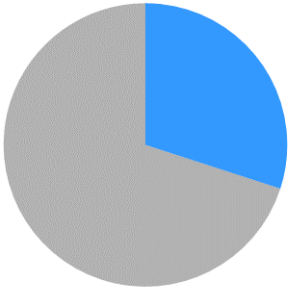
UNIVERSIDADE da MADEIRA

www.uma.pt

ENGENHARIA CIVIL

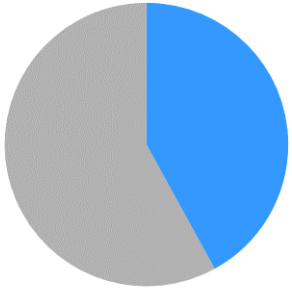
SECTOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Emissões de Carbono



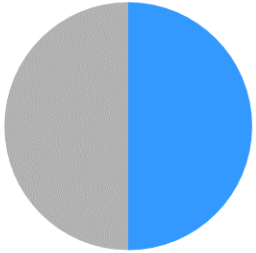
Indústria da Construção ≈30%

Energia Consumida



Parque Edificado ≈40%

Consumo (em massa) de matérias-primas



Indústria da Construção ≈50%

TORGAL, F. P. , JALALI, S. (2010) *A Sustentabilidade dos Materiais de Construção*. 1ª Edição ISBN 978-972-8600-22-8, Universidade do Minho, TecMinho.

SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO

UNIVERSIDADE da MADEIRA	1º Ciclo Engenharia Civil	Edificações	. Térmica de edifícios. . Ventilação natural em edifícios. . Iluminação natural em edifícios.
		Materiais de Construção	. Principais materiais na construção.
	2º Ciclo Engenharia Civil	Tecnologia da Construção	. Aspetos tecnológicos da construção. . Processos construtivos de edifícios correntes.

Princípios da Construção Sustentável:

Redução do consumo de recursos;
Reutilização de recursos;
Utilização de recursos recicláveis;
Proteção da natureza;
Eliminação de tóxicos;
Aplicação de análises de ciclo de vida em termos económicos;
Ênfase na qualidade.

SECTOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL

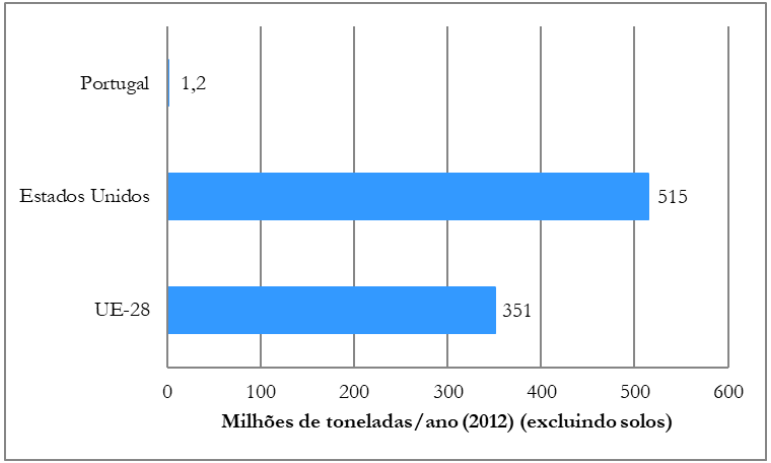
Responsável pela **Produção de Milhares de Toneladas de RC&D**

RC&D

Resíduos de Construção e Demolição

Resíduos provenientes de obras de construção, reconstrução, ampliação, alteração, conservação e demolição e de derrocadas.

RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO



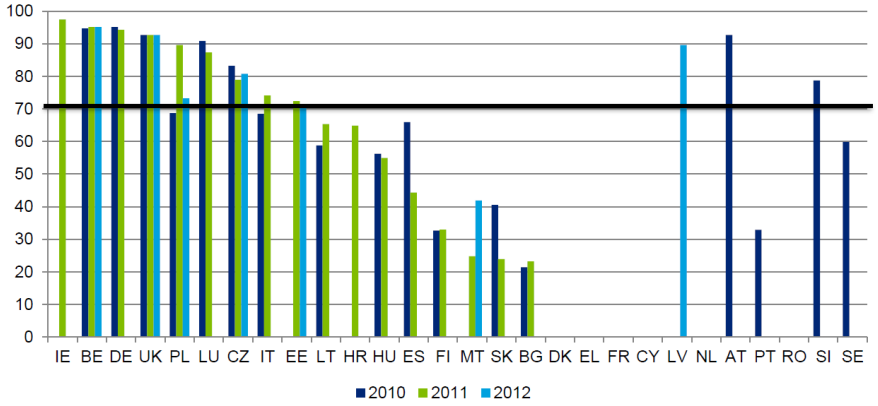
DELOITTE (2017) *Study on Resource Efficient Use of Mixed Wastes, Improving management of construction and demolition waste – Final Report*. Prepared for the European Commission, DG ENV.

Construction and Demolition Debris Generation in the United States, 2014 U.S. Environmental Protection Agency Office of Resource Conservation and Recovery, December 2016.

RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Problemática dos RC&D equacionada devido à crescente consciencialização ambiental.

'by 2020, the preparing for re-use, recycling and other material recovery, including backfilling operations using waste to substitute other materials, of non-hazardous construction and demolition waste excluding naturally occurring material defined in category 17 05 04 in the list of waste shall be increased to a minimum of 70 % by weight.'
(Article 11(2) of Waste Framework Directive (2008/98/EC))



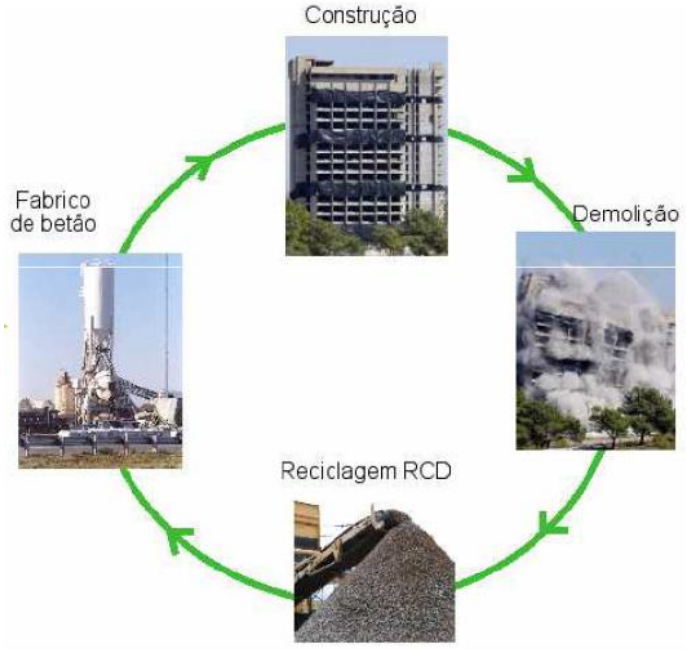
: CDW recovery rates reported by MS in compliance with the Waste Framework Directive. The 70% target is shown in black

DELOITTE (2017) *Study on Resource Efficient Use of Mixed Wastes, Improving management of construction and demolition waste – Final Report*. Prepared for the European Commission, DG ENV.

RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Teor de materiais potencialmente recicláveis e reutilizáveis **muito elevado**

Betão, alvenarias e argamassas → Potencial de reciclagem de 90%



RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

- Aproveitamento sujeito ao cumprimento de requisitos técnicos mínimos.

A utilização de RC&D → Normas técnicas nacionais e comunitárias aplicáveis ou especificações técnicas do Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

- Betão de regularização/enchimento sem qualquer função estrutural e em ambientes não agressivos: Betão simples e armado.

- Admite incorporação em proporções específicas de vários tipos de RC&D: Betão, argamassas, alvenarias, vidro, …

LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

E 471 - 2009

ESPECIFICAÇÃO LNEC

Documentação normativa

CDU 691.327:691.322.004.8(083.74)

ISSN 0870-8592

GUIA PARA A UTILIZAÇÃO DE AGREGADOS RECICLADOS GROSSOS EM BETÕES DE LIGANTES HIDRÁULICOS

DEZEMBRO DE 2009

Esta Especificação anula e substitui a Especificação LNEC E 471-2006.

GUIDE POUR L'UTILISATION DES GRANULATS RECYCLÉS GROS DANS LES BÉTONS

OBJET

Ce document établit les exigences minimums que les granulats recyclés gros objet de la norme EN 12620 doivent satisfaire pour leur utilisation dans le béton.

GUIDE FOR THE USE OF COARSE RECYCLED AGGREGATES IN CONCRETE

SCOPE

This document establishes the minimum requirements that the coarse recycled aggregates covered by EN 12620 must comply with in order to be used in concrete.

ÍNDICE Pág.

1 OBJECTO 1
2 REFERÊNCIAS NORMATIVAS 1
3 ENQUADRAMENTO GERAL 2
3.1 Processamento e armazenamento dos resíduos de construção e demolição 2
3.2 Condições gerais de utilização 2
3.3 Aspectos ambientais 2
3.4 Reacção álcali-sílica 3
4 CLASSIFICAÇÃO DOS AGREGADOS 3
5 PROPRIEDADES E REQUISITOS MÍNIMOS 3
6 REGRAS DE APLICAÇÃO 3
6.1 Agregados reciclados ARB1 e ARB2 3
6.2 Agregados reciclados ARC 6
7 CONTROLO DA QUALIDADE 6
8 BIBLIOGRAFIA 6

1 OBJECTO

A presente Especificação fornece recomendações e estabelece requisitos mínimos para a utilização de agregados reciclados grossos abrangidos pela norma NP EN 12620 no fabrico de betões de ligantes hidráulicos.

Os agregados reciclados a que se refere esta Especificação provêm de resíduos de obras de construção, reabilitação e demolição de edifícios ou outras estruturas de engenharia civil, adiante designados por resíduos de construção e demolição.

Esta Especificação faz parte de um conjunto de especificações LNEC – E 471, E 472, E 473 e E 474 – que estabelece as condições de utilização de materiais provenientes de resíduos de construção e demolição em obras de engenharia civil.

2 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

Nesta Especificação é feita referência aos seguintes documentos normativos:

EN 933-1:1997+A1:2005 – Tests for geometrical properties of aggregates. Part 1: Determination of particle size distribution. Sieving method.

EN 933-3:1997+A1:2003 – Tests for geometrical properties of aggregates. Part 3: Determination of particle shape. Flakiness index.

EN 933-11:2009 – Tests for geometrical properties of aggregates. Part 11: Classification test for the constituents of coarse recycled aggregate.

EN 1097-2:1998+A1:2006 – Tests for mechanical and physical properties of aggregates. Part 2: Methods for the determination of resistance to fragmentation.

EN 1097-6:2000+A1:2005 – Tests for mechanical and physical properties of aggregates. Part 6: Determination of particle density and water absorption.

EN 1367-4:2008 – Tests for thermal and weathering properties of aggregates. Part 4: Determination of drying shrinkage.

EN 1744-1:2009 – Tests for chemical properties of aggregates. Part 1: Chemical analysis.

EN 1744-5:2006 – Tests for chemical properties of aggregates. Part 5: Determination of acid soluble chloride salts.

EN 1744-6:2006 – Tests for chemical properties of aggregates. Part 6: Determination of the influence of recycled aggregate extract on the initial setting time of cement.

EN 12457-4:2002 – Characterisation of waste. Leaching. Compliance test for leaching of granular waste materials and sludges. Part 4: One stage batch test at liquid to solid ratio of 10 l/kg for materials with particle size below 10 mm (without or with size reduction).

LNEC
Av. Brasil, 101, 1700-066 LISBOA, PORTUGAL
Fax (+ 351) 21 844 19 70
lnec@lnec.pt www.lnec.pt

RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Criação de riqueza sem inviabilizar o futuro

Vertentes:

- Económica:

Mercado de materiais reciclados na Alemanha - 4940 milhões de euros (2004)

- Social:

Criação de postos de trabalho na reciclagem, em depósitos em aterro e em incineração;

- Ambiental:

Produção de agregados reciclados face aos agregados naturais: Redução de emissões de CO_2 de 46%

TORGAL, F. P. , JALALI, S. (2010) *A Sustentabilidade dos Materiais de Construção*. 1ª Edição ISBN 978-972-8600-22-8, Universidade do Minho, TecMinho.

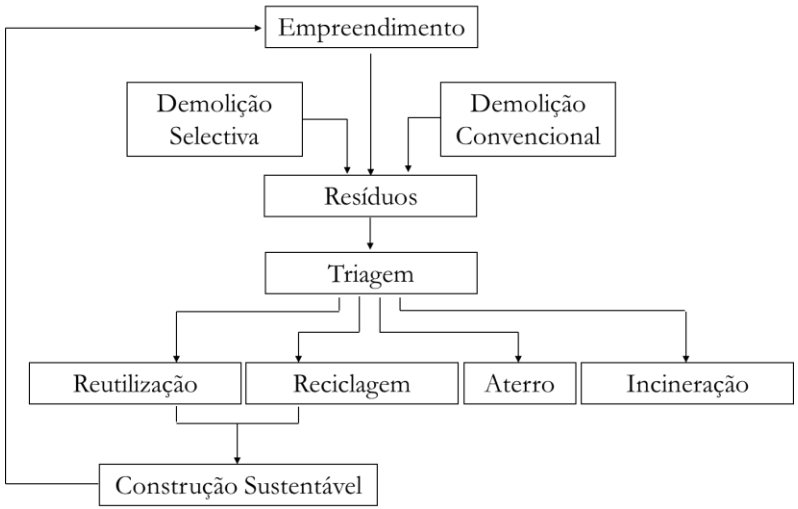
RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

A gestão de RC&D tem de ser promovida a três níveis:

REDUZIR
Privilegiar a prevenção da produção e da perigosidade.

REUTILIZAR
RC&D não reutilizados → São obrigatoriamente alvo de triagem.

RECICLAR
Respeitando as normas técnicas nacionais e comunitárias aplicáveis.



A deposição em aterro e a incineração não deverão constituir alternativas → apenas soluções de último recurso.

ENERGIA INCORPORADA NOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

Embodied Energy – Energia consumida durante a vida útil.

Energia utilizada:

. Na extração de matérias-primas;
. Na produção;
. Na execução;
. Na demolição;
. Na reciclagem;
. Nos transportes.

ENERGIA INCORPORADA NOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

A escolha adequada dos materiais de construção:

- Materiais com menor energia;
- Redução das emissões de carbono (30%);
- Edifícios mais eficientes.

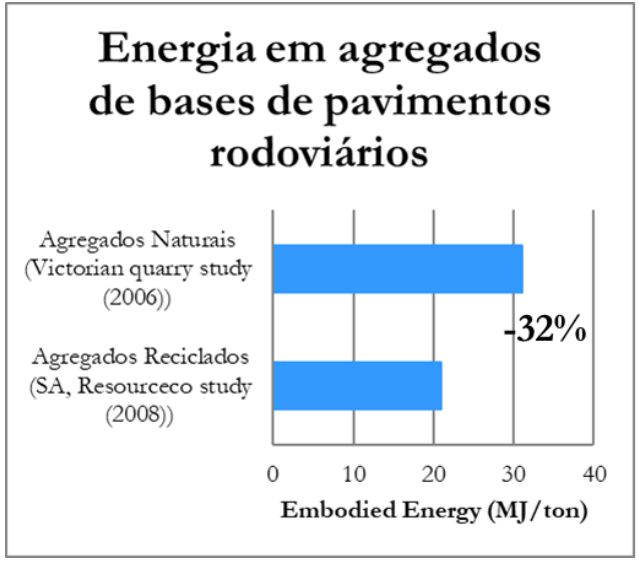
Energia incorporada nos materiais:

- 10-15% da Energia Operacional

Exemplos:

França – Construção de várias casas, com recurso a materiais locais permitiu reduzir em 215% a energia dos materiais.

Suécia – Edifício de menor consumo energético, para uma vida útil de 50 anos: Energia incorporada nos materiais - 45% da Energia Total



TORGAL, F. P. , JALALI, S. (2010) *A Sustentabilidade dos Materiais de Construção*. 1ª Edição ISBN 978-972-8600-22-8, Universidade do Minho, TecMinho.

Objetivos desta temática seguidos na Universidade da Madeira nas vertentes de formação e investigação:

- ESCOLHA ADEQUADA DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO:
  - COM REDUZIDA ENERGIA INCORPORADA;
  - PARA REDUÇÃO DA ENERGIA CONSUMIDA.

- CONSCIENCIALIZAÇÃO DA PROBLEMÁTICA DOS RC&D:
  - VALORIZAÇÃO DE RC&D POSITIVA NO DOMÍNIO DA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL
  - GESTÃO DE RC&D ASSENTE EM: **REDUZIR**, **REUTILIZAR** e **RECICLAR**

- SENSIBILIZAÇÃO DOS CONSUMIDORES

ENGENHARIA ELETROTÉCNICA

Ampliação do Aproveitamento Hidroelétrico da Calheta

Aumento da produção e armazenamento de energia elétrica renovável

Barragem do Pico da Urze

Estação de Tratamento de Resíduos Sólidos (ETRS) da Meia Serra

Triagem

Tratamento

Valorização

Resíduos Sólidos

Tratamento de Resíduos Urbanos

Produção de energia elétrica

Mobilidade Elétrica

Utilização de fontes de energia renovável nos transportes

Eficiência na utilização da energia

Carro eléctrico

Gestão do consumo e armazenamento de energia elétrica

Universidade da Madeira – Engenharia Eletrotécnica

Formação

Investigação

Inovação

UNIVERSIDADE da MADEIRA

A Nossa Universidade

www.uma.pt

Curso Técnico Superior em Sistemas Eletrónicos e Instalações Elétricas

Curso Técnico Superior em Redes e Sistemas Informáticos

Licenciatura em Engenharia Eletrónica e Telecomunicações

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica - Telecomunicações

Doutoramento em Automação e Instrumentação

Universidade da Madeira – Engenharia Eletrotécnica

Investigação

INESC TEC - Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Tecnologia e Ciência

ITI – Interactive Technologies Institute - LARSyS

Centro de Investigação em Matemática e Aplicações (CIMA)

IT - Instituto de Telecomunicações

INESC-ID: Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Investigação e Desenvolvimento

Projeto VIMETRI MAC/3.5b/065 - “Sistema de Vigilancia Meteorelógica para el Seguimento de Riesgos Medioambientales”

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Universidade da Madeira

Laboratório Regional de Engenharia Civil

Gobierno de Canarias
Dirección General de Telecomunicaciones y Nuevas Tecnologías

Agencia Estatal de Meteorologia

Gobierno de Canarias
Dirección General de Seguridad y Emergencias

Sistema de deteção das condições meteorológicas baseado nos sistemas de comunicação por radio frequência

Criação de um sistema de vídeo vigilância para deteção de incêndio e monitorização das ribeiras

Sistema inteligente de processamento de dados e geração de alertas

Gestão ecológica de pilhas de resíduos de carvão

INESC TEC

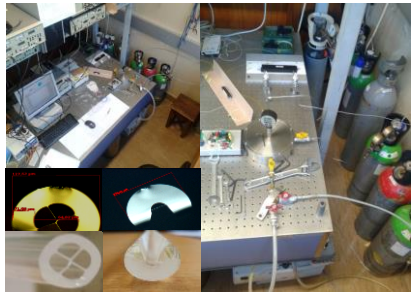
Universidade da Madeira

Universidade de Alcalá de Henares

Universidade Pública de Navarra

Universidade de Limoges

Universidade do Porto



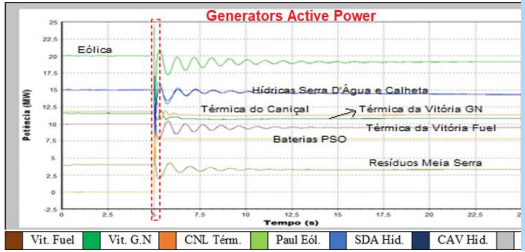
Monitorização de forma contínua, pilhas de carvão em autocombustão

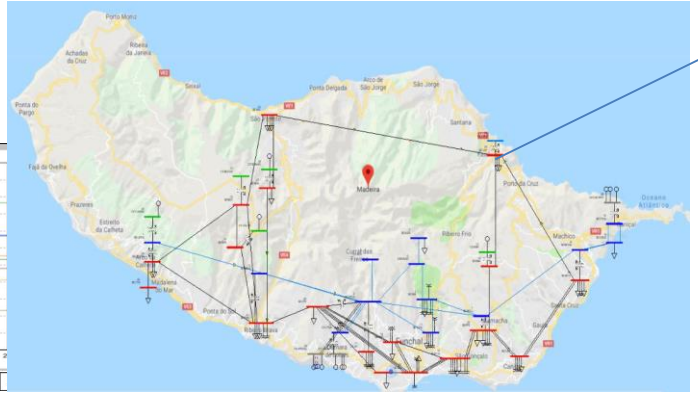
Projeto de ligação elétrica entre a Ilha da Madeira e a Ilha do Porto Santo

Universidade da Madeira

Empresa de Eletricidade da Madeira

Ligação AC
Ligação HVDC





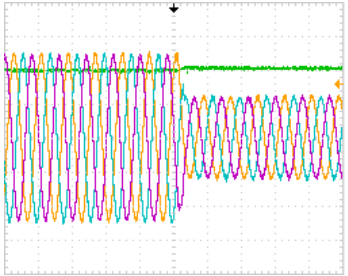
Aumentar a produção de energia elétrica com fontes de energia renovável

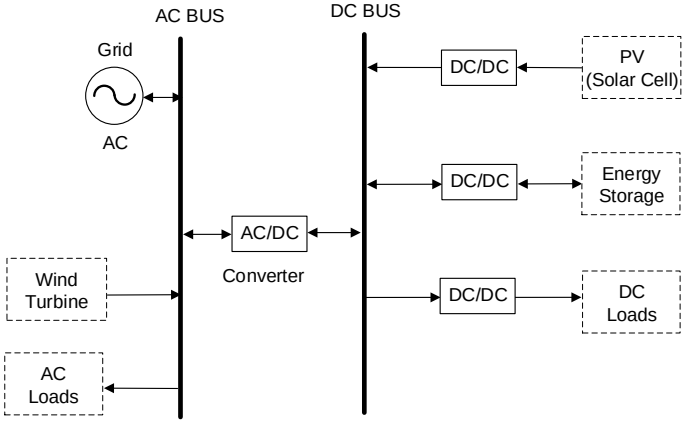
Reduzir as emissões de CO2

Micro redes híbridas – Redes AC e Redes DC

Universidade da Madeira

Universidade de Lisboa /
Instituto Superior Técnico

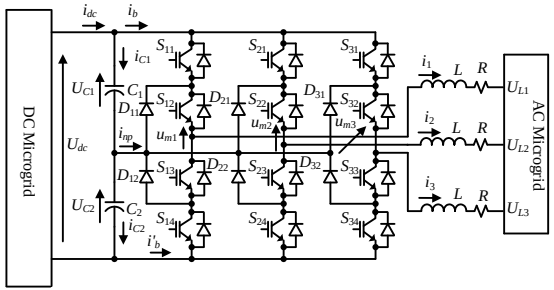




Aproveitamento dos recursos das redes AC existentes

Redução do número de conversões AC/DC ou DC/AC

Produção renovável DC, com painéis PV
Carregamento direto de carros elétricos
Aumento da eficiência energética



Conclusões

- Na Região Autónoma da Madeira existem vários exemplos de sistemas eficientes que promovem a economia circular na área da Engenharia Civil, Eletrotécnica e Informática.

- Nestas áreas formam-se alunos em cursos Técnicos Superiores Profissionais, Licenciatura, Mestrado e Doutoramento pela Universidade da Madeira.

- Os Professores, em conjunto com os seus Alunos, desenvolvem trabalhos de investigação na Universidade da Madeira e em Centros reconhecidos de investigação nacionais.

- Os projetos desenvolvidos são realizados com empresas, instituições locais, nacionais e internacionais.

UNIVERSIDADE da MADEIRA

A Nossa Universidade

www.uma.pt