

A VIAGEM DOS CDR'S



**"DE RESÍDUOS A
COMBUSTÍVEIS"**



A Viagem dos CDR's

De Resíduos a Combustíveis

Ana Catarina Castro Rodrigues Sousa

Ana Margarida Oliveira Mendes

Maio, 2022

Agradecimentos:

- Instituto Superior de Estudos de Fafe
- Professora Doutora Joana Torres

Índice

Combustíveis Derivados de Resíduos.....	9
O que é um CDR?.....	11
Resíduos aproveitados:	12
De resíduos a CDR's	13
1. Recolha e Transporte	13
2. Triagem I.....	13
3. Separação de Vidro e Metais.....	13
4. Incineração.....	14
5. Trituração e separação	14
6. Triagem II	15
7. Trituração e armazenamento	15
História dos CDR's.....	16
Tipos de Usos para os CDR's	17

Benefícios do Uso de CDR's	19
Qualidade dos CDR's	20
Regras do Jogo.....	23
A caixa do jogo tem:.....	26
Materiais usados:	27
Bibliografia.....	28

Índice de Figuras

Figura 1 - Blocos de CDR.....	9
Figura 2 - Pneus usados para produzir CDR's.	16

Combustíveis Derivados de Resíduos

Os Combustíveis Derivados de Resíduos (CDR's) são uma alternativa tecnológica que estimula o mercado e, em simultâneo, traz benefícios para o meio ambiente, uma vez que valoriza os resíduos utilizando-os para criar um combustível.



Figura 1 - Blocos de CDR.

O termo CDR aplica-se a materiais com alto poder calorífico, cerca de 18 megajoules por quilo, que após removidos do fluxo de resíduos e tratados são usados em fornos de cimento e centrais elétricas.

A valorização dos CDR's é promovida pelas políticas energéticas e ambientais europeias e nacionais, uma vez que se caracteriza pela procura de fontes de energia primárias de natureza não fóssil, pela diminuição das emissões de CO₂, pela redução dos aterros e pela gestão de recursos.

O que é um CDR?

Trata-se de um combustível derivado de materiais que não podem ser utilizados na biodigestão.

Estes tipos de resíduos passam por duas etapas de trituração, de forma a reaproveitar tudo o que não é orgânico ou reciclável, intercaladas por processos de separação de materiais contaminantes de modo a que, no final, se obtenha um combustível na forma de flocos com parâmetros de qualidade, de acordo com as especificações

Os resíduos, que são rejeitados pela recolha seletiva, que não teriam outra

finalidade, servem de combustível para as próprias máquinas acabando por formar uma cadeia de valor e estimulando a economia circular, reduzindo o uso de combustíveis fósseis, tal como o carvão mineral, o que provoca uma diminuição das emissões de CO₂ para a atmosfera.

Resíduos aproveitados:

- Materiais essencialmente de natureza orgânica: têxteis, papel, cartão, plásticos, madeira, borracha, entre outros.

De resíduos a CDR's

1. **Recolha e Transporte:** Recolha dos resíduos e Descarga nos locais indicados;
2. **Triagem I:** separação dos resíduos em sólidos urbanos e industriais não-perigosos, de forma a obter dois grupos distintos de materiais: os secos e os húmidos;
3. **Separação de Vidro e Metais:** Com a ajuda de ímanes e filtros retiram-se todos

os vidros e metais, uma vez que não podem ser usados como combustível;

4. **Incineração:** os resíduos são compostos por plástico, papel, têxteis, madeira e minerais, ou seja, materiais que possuem alto poder calorífico e que são usados na incineração das caldeiras para produção de cimento, cal e em centrais elétricas.

5. **Trituração e separação:** depois de triturados, os resíduos são peneirados e separados usando um classificador de ar.

6. **Triagem II:** separação de materiais ferrosos e não-ferrosos através de sensores óticos.

7. **Trituração e armazenamento:** os materiais podem ser triturados novamente e, por vezes, são peletizados para poderem ser usados ou armazenados.

História dos CDR's

Em 1950, pneus gastos foram usados pela primeira vez como combustível pela indústria cimenteira.



Figura 2 - Pneus usados para produzir CDR's.

A partir desse momento, a ideia da diminuição de gastos em combustível fósseis através da sua troca por CDR's tornou-se numa prioridade para este tipo de indústrias.

Na Alemanha, a Associação das Indústrias cimenteiras tem vindo a usar, desde então, combustíveis derivados de resíduos nas suas produções.

Em 1987, cerca de 5% dos combustíveis fósseis foram substituídos por CDR's enquanto que, em 2015, esse número aumentou para 62%.

Tipos de Usos para os CDR's

Os CDR's podem ser usados de várias formas na produção de eletricidade, de forma a substituir os combustíveis fósseis.

Na Europa são particularmente utilizados na indústria cimenteira, de forma a controlar os níveis de poluição do ar. O maior limitador para este tipo de uso dos CDR's é a quantidade de cloro que possuem que se pode tornar perigosa.

O mercado europeu de produção de CDR's tem vindo a crescer rapidamente, devido às políticas europeias de aterros e da imposição de uma taxa de aterro.

A exportação de CDR's do Reino Unido para a Europa atingiu as 3.3 milhões de toneladas em 2015.

Benefícios do Uso de CDR's

- Possibilidade de reutilização de materiais que não teriam outra finalidade;
- Uma vez que estes materiais apresentam um alto poder calorífico, acabam por se destruir completamente sem gerar passivos ambientais;
- Transformamos os resíduos em matérias-primas, contribuindo de forma significativa para a Economia Circular;

- Gestão de resíduos e recursos, através da diversificação das fontes de energia e do aproveitamento dos recursos endógenos.

Qualidade dos CDR's

A combustão de CDR pode começar a ser feita em unidades dedicadas e localizadas estrategicamente, de forma a que se encontre perto dos consumidores deste tipo de energias.

Todos os espaços devem estar equipados com a tecnologia necessária para utilizar os CDR's e, em simultâneo, cumprirem

os requisitos legais relativamente à incineração e co-incineração de resíduos.

O CDR que é produzido nestes pontos deve possuir características ideais para: a maximização do rendimento térmico da sua combustão, a diminuição dos níveis de emissões e para um menor efeito de corrosão da caldeira em si.

De forma a garantir a qualidade dos CDR's, é feita a análise de uma amostra aleatória do combustível, sendo ainda considerado insuficiente, uma vez que apenas uma pequena quantidade de produto é recolhida, o que faz com que diferentes laboratórios obtenham resultados diferentes em diferentes amostras de combustível.

Outro fator extremamente importante na produção e uso de CDR's é a quantidade de água usada uma vez que, valores acima do limite podem provocar danos sérios nos equipamentos e diminuir o seu poder calorífico.

Para facilitar a análise dos CDR's é feita uma análise online, automática e contínua, dos parâmetros de qualidade do combustível, desta forma a alta quantidade de medições torna o processo mais confiável e oferece-nos resultados mais significativos.

Um dos mecanismos usados é o autosort que usa sensores infravermelhos para determinar a quantidade de cloro e humidade em todo o processo.

Regras do Jogo

- 1) Inicia-se o jogo com a distribuição dos resíduos (peças de jogo) e colocação dos mesmos na primeira casa (Resíduos nas casas). Inicia-se a leitura da breve introdução que se encontra na carta de jogo azul. Após terminada a leitura todos os jogadores avançam uma casa (Separação de resíduos);
- 2) À vez, cada uma das equipas retira um dos cartões coloridos do saco. O jogador ou equipa, cujo cartão tem o número mais alto, inicia o jogo

avanzando para a próxima casa (Recolha e transporte). Nesta etapa vamos definir a ordem em que as equipas/jogadores vão jogar.

- 3) As equipas/jogadores retiram, novamente, um cartão do saco por ordem de jogada. É este que vai ditar o nível de dificuldade da questão que lhe vai ser colocada relativamente à casa em que se encontra (Recolha e transporte). Repete-se este processo ao longo de todo o jogo até chegar à última casa (Uso e armazenamento de CDR's) onde se faz a contagem dos pontos e se determina o vencedor;

4) Sempre que errar uma questão o seu resíduo cai diretamente no aterro. Quando um resíduo cai no aterro, este perde a oportunidade de jogar durante uma volta e regressa à segunda casa (Recolha e Transporte), iniciando novamente a contagem de pontos.

A caixa do jogo tem:

- Um tabuleiro de jogo;
- Quatro resíduos/ peças de jogo;
- Um saco com quinze cartões (cinco verdes com o número 1, cinco amarelos com o número 2 e cinco verdes com o número 3);
- Uma carta de jogo;
- Um livro sobre os CDR's;
- Uma tabela de pontos reutilizável;
- Folheto com as perguntas e respostas.

Materiais usados:

- ✓ Caixa de cereais;
- ✓ Tampas plásticas de garrafa de água;
- ✓ Rolhas de cortiça;
- ✓ Clipes e fio usados;
- ✓ Tampas plásticas de detergente;
- ✓ Jornais e revistas velhos;
- ✓ Caixa de cartão reutilizada;
- ✓ Saco de tecido reutilizado;
- ✓ Papel;
- ✓ Tintas;
- ✓ Material de escrita;
- ✓ Cola branca;
- ✓ Papel de encadernação.

Bibliografia

Unidade de produção de CDR (Combustíveis Derivados de Resíduos). *ReciValongo*. In: <https://recivalongo.pt/pt/solucao/unidade-de-producao-cdr>

Combustíveis Derivados de Resíduos. *Veolia*. In: <https://www.veolia.pt/solucoes/combustivel-derivado-de-residuos#no-back>

Combustível Derivado de Resíduos (CDR). *Tomra*. In: <https://www.tomra.com/pt-pt/sorting/recycling/your-application/waste-sorting/refuse-derived-fuel>

CDR: Entenda o que é o Combustível Derivado de Resíduos. *GNPW group*. In: <https://www.gnpw.com.br/combustivel-derivados-de-residuos/cdr-entenda-o-que-e-o-combustivel-derivado-de-residuos/>

Sistemas de Processamento para a geração de Combustíveis Alternativos. (EBS). *Sutco Recyclingtechnik*. In: <https://www.sutco.de/pt/tecnologia-de-sistemas/geracao-de-combustiveis-derivados-de-residuos>

Combustível Derivado de Resíduos. *AmbiGroup*. In: <http://www.ambigroup.com/index.php?id=33>

Combustíveis Derivados de Resíduos (CDR). *Alfyma Recycling*. In: <https://www.alfyma-recycling.com/po/details-metier/6-combustiveis-derivados-de-residuos-cdr>

Combustíveis Derivados de Resíduos. *LNEG*. In: <https://www.lneg.pt/service/laboratorios-acreditados/combustiveis-derivados-de-residuos/>

RDF (Refuse Derived Fuel) Explained. *Broad Group*. In: <https://www.broadgroup.com/news/rdf-refuse-derived-fuel-explained>

Refuse-derived fuel (2022, março 28). In: https://en.wikipedia.org/wiki/Refuse-derived_fuel

Waste-Derived Fuel. *ScienceDirect*. In: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/waste-derived-fuel>

Residue Derived Fuels as an Alternative Fuel for the Hellenic Power Generation Sector and their Potential for Emissions Reduction. *AIMS Energy*, 2(3). In: <https://www.aimspress.com/fileOther/PDF/energy/20140307.pdf>

Diesel engine performance and emissions with fuels derived from waste tyres. *Scientific Reports*. In: <https://www.nature.com/articles/s41598-018-19330-0>

Energy Conversion and Management: Cleaner alternative liquid fuels derived from the hydrodesulfurization of waste tire pyrolysis oil. *ScienceDirect*, 95, 424-434. In: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0196890415001089>

Use of waste derived fuels in cement industry: a review. *Emerald insight*. In: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/MEQ-01-2015-0012/full/html>

Recolha e transporte

Nível 1

1. Quais dos seguintes produtos **não** devemos colocar no ecoponto amarelo?
A) Garrafa de sumo;
B) Garrafão de Combustível;
C) Pacote de leite.
2. Quais dos seguintes produtos **não** devemos colocar no ecoponto azul?
A) Jornal;
B) Livro;
C) Toalhitas.
3. Quais dos seguintes produtos **não** devemos colocar no ecoponto verde?
A) Boião;
B) Garrafa de vinho;
C) Lâmpada.

Nível 2

1. Que tipo de veículo **não** é usado na recolha e transporte de resíduos?
A) Camiões com sistema de elevação “*multibenne*”;
B) Carro vulgar;
C) Reboque.
2. Em que tipo de material são acondicionados os resíduos?
A) Caixas de cartão;
B) Sacos do lixo;
C) Contentores.
3. O transporte de Óleo usado é feito:
A) Da mesma forma que os restantes resíduos;
B) Em embalagens específicas com um limite máximo de 98% de enchimento;
C) Em garrafas de água colocadas no ecoponto amarelo.

Nível 3

1. No caso dos resíduos líquidos e pastosos, estes devem ser acondicionados em que tipo de recipiente?
A) Caixas de cartão;
B) Embalagens estanques;
C) Sacos de plástico.

2. As embalagens estanques onde se transportam os resíduos líquidos e pastosos devem ter uma taxa de enchimento de:
A) 50%;
B) 100%;
C) Inferior a 98%.

3. O Transporte de pilhas:
A) Deve ser feito junto com os acumuladores de energia;
B) Deve ser feito em separado dos restantes resíduos;
C) Pode ser colocado em um saco de plástico e transportado com o resto dos resíduos.

Triagem I

Nível 1

1. A Triagem inicial é feita para:
 - A) Procurar metais valiosos que possam ser vendidos;
 - B) Retirar resíduos contaminantes e separar os restantes por tipologias;**
 - C) Separar os resíduos por cores para os CDR's terem um aspeto mais monocromático.

2. Os materiais novos encontrados na triagem são:
 - A) Partidos ou estragados para ser mais fácil no processo;
 - B) Separados dos restantes para reutilização;**
 - C) Tratados da mesma forma que os restantes.

3. A triagem é:
- A) **Uma fase extremamente crucial pois torna o processo mais amigo do ambiente e mais facilitado.**
 - B) Uma fase desnecessária;
 - C) Uma fase apenas criada para perder tempo.

Nível 2

1. Nesta secção são retirados:
- A) Os resíduos secos como o papel;
 - B) Os resíduos contaminantes;**
 - C) O vidro.
2. Alguns materiais considerados virgens são retirados para:
- A) Reutilização pelos produtores;**
 - B) Serem colocados em aterros;
 - C) Serem desgastados antes de virarem CDR's.

3. Nesta fase os resíduos contaminantes são retirados porque:
 - A) **Podem contaminar os restantes e estes perderem o seu potencial;**
 - B) Se forem usados mudam a cor dos CDR's;
 - C) A consistência não é favorável ao processo.

Nível 3

1. Nesta fase os materiais são separados por:
 - A) Cor;
 - B) Textura;
 - C) **Tipologia.**

2. Os materiais são separados em:
 - A) **Sólidos urbanos e industriais não-perigosos;**
 - B) Metais ferrosos e não ferrosos;
 - C) Plásticos e Vidros.

3. No final do processo obtemos dois tipos de resíduos:
- A) Pequena e grande dimensão;
 - B) Secos e húmidos;**
 - C) Duros e moles.

Separação de Vidros e Metais

Nível 1

1. Os vidros devem ser colocados no ecoponto:
- A) Verde;**
 - B) Amarelo;
 - C) Azul.
2. Os metais devem ser colocados no ecoponto:
- A) Verde;
 - B) Amarelo;**
 - C) Azul.

3. No ecoponto verde devemos colocar:
- A) **Garrafas de vinho;**
 - B) Embalagens de medicamento;
 - C) Porcelana.

Nível 2

1. Nesta fase os materiais são retirados porque:
- A) **Não podem ser usados para a formação de CDR's;**
 - B) São difíceis de triturar;
 - C) São usados para outros fins.
2. As embalagens de vidro usadas em medicamentos são:
- A) Colocados no ecoponto verde;
 - B) **Colocadas num contentor específico;**
 - C) Colocadas no contentor do lixo comum.

3. As lâmpadas e os produtos eletrónicos devem:
- A) ser colocadas nos ecopontos próprios de forma a poder ser feito o reaproveitamento dos materiais;**
 - B) Colocados no ecoponto verde;
 - C) Colocadas no lixo comum.

Nível 3

1. Estes tipos de resíduos são separados dos restantes devido:
- A) Ao seu elevado poder calorífico;
 - B) Ao seu baixo poder calorífico;**
 - C) Ao seu nível de dureza.
2. Na separação do vidro usa-se:
- A) Um filtro;**
 - B) Retira-se à mão;
 - C) Um íman.

3. Na separação da maioria dos metais usa-se:
- A) Um filtro;
 - B) Retira-se à mão;
 - C) **Um íman.**

Incineração

Nível 1

1. Que material **não** é usado nesta fase?
- A) Papel;
 - B) Lâmpadas;**
 - C) Plástico.
2. Que material **não** é usado nesta fase?
- A) Madeira;
 - B) Plástico;
 - C) Metal.**

3. Que material **não** é usado nesta fase?
- A) Têxteis;
 - B) Embalagem primária de medicamento;**
 - C) Madeira.

Nível 2

1. Os materiais têxteis são usados nesta fase devido:
- A) À sua textura;
 - B) Ao seu elevado poder calorífico;**
 - C) Ao facto de existirem muitos e terem de ser gastos.
2. A madeira é usada nesta fase porque:
- A) tem um elevado poder calorífico;**
 - B) é fácil de arranjar;
 - C) é um material fácil de tratar.
3. Nesta fase produz-se:
- A) Cimento;**
 - B) Poeiras;
 - C) Nada.

Nível 3

1. Este processo realiza-se:
 - A) Num descampado;
 - B) Na nossa casa;
 - C) **Numa caldeira.**

2. Este processo pode ser usado em:
 - A) Escolas;
 - B) Em nossa casa;
 - C) **Em centrais elétricas.**

3. Um dos materiais resultantes do processo de incineração é:
 - A) **Cal;**
 - B) Água potável;
 - C) Adubo.

Trituração Primária

Nível 1

1. O principal objetivo desta fase é:
 - A) Diminuir os produtos a pequeno grão;**
 - B) Fazer areia;
 - C) Dar um aspeto mais bonito aos resíduos.

2. Nesta fase o grão é diminuído de forma a obtermos:
 - A) Areia;
 - B) Homogeneização;**
 - C) Cinzas.

3. Os materiais que são excluídos nesta fase:
 - A) São colocados em aterros;
 - B) São colocados em contentores próprios para serem valorizados;**
 - C) São descartados para o lixo comum.

Nível 2

1. Os equipamentos usados nesta fase suportam por norma;
A) 20kg/h de resíduos;
B) 5 ton/h de resíduos;
C) **25 ton/h de resíduos.**

2. Os equipamentos usados nesta fase, por ano, trabalham:
A) 24h/dia durante 365 dias.
B) **10h/dia durante 225 dias.**
C) 5h/dia durante 150 dias

3. Esta fase divide-se em:
A) **Trituração e separação;**
B) Trituração e pintura;
C) Separação e pintura.

Nível 3

1. Nesta fase os resíduos são separados usando:
 - A) Um secador de cabelo;
 - B) Um classificador de ar;**
 - C) Uma pá.

2. O Triturador reduz o tamanho do grão para:
 - A) 1-2 m;
 - B) 50 – 60 cm;
 - C) 50-70mm.**

3. Numa última fase de trituração o grão atinge um tamanho de:
 - A) 10-20mm;**
 - B) 1cm;
 - C) 80 mm.

Separação e Remoção de Finos

Nível 1

1. Os CDR's são armazenados em:
 - A) Caixas de cartão;
 - B) Pilhas de CDR colocadas em fábricas próprias;**
 - C) Contentores de 5l.

2. Os CDR's provocam:
 - A) Um aumento dos níveis de CO₂ na atmosfera;
 - B) Uma diminuição dos níveis de CO₂ na atmosfera;**
 - C) Libertação intensa de gases tóxicos.

3. Os CDR's são uma forma de:
 - A) Diminuir a poluição dos solos e da atmosfera;**
 - B) Aumentar a quantidade de lixo em aterros;
 - C) Poluir o ambiente.

Nível 2

1. Nesta fase são usados:
 - A) Filtros;
 - B) Sensores óticos;**
 - C) Trabalho manual.

2. Os CDR's:
 - A) Geram passivos ambientais;
 - B) Não geram passivos ambientais.**

3. Que passo é importante repetir ao longo de toda a transformação de resíduo em CDR?
 - A) Verificação de amostras;**
 - B) Separação por textura;
 - C) Separação por cor.

Nível 3

1. Um dos benefícios dos CDR's é:
 - A) Transformar resíduos em matérias-primas;**
 - B) Aumentar o número de aterros;
 - C) Aumento da poluição dos solos.

2. Os sensores óticos são usados para separar:
 - A) **Materiais ferrosos dos não-ferrosos;**
 - B) Papel e plástico;
 - C) Metal e plástico.

3. Em 2015, os CDR's substituíam os combustíveis fósseis em:
 - A) 5%;
 - B) 50%;
 - C) **62%.**

Uso dos CDR's/ Pergunta de Desempate

Nível 1

1. Qual é o maior limitador no uso de CDR's?
 - A) **Cloro;**
 - B) CO₂;
 - C) Nitrogénio.

2. Os CDR's são usados para substituir:
 - A) **Combustíveis fósseis;**
 - B) Óleo Alimentar;
 - C) Lenha.

3. Os CDR's:
 - A) **Estimulam a economia circular;**
 - B) São um mau uso dos resíduos;
 - C) São apenas lixo sem qualquer fim.

Nível 2

1. São produzidas cerca de:
 - A) **560 ton/mês de CDR;**
 - B) 5 ton/mês de CDR;
 - C) 590 kg/mês de CDR.

2. Os CDR's são usados para:
 - A) **Alimentar caldeiras;**
 - B) Adubar o jardim;
 - C) Decorar espaços.

3. O primeiro país a produzir CDR's foi:
 - A) França;
 - B) Alemanha;**
 - C) Rússia.

Nível 3

1. Podemos usar os CDR's para:
 - A) Criar cimento;**
 - B) Criar pasta de papel;
 - C) Obter água potável.
2. O primeiro resíduo usado na produção de CDR's foi:
 - A) Pneus usados;**
 - B) Garrafas de água;
 - C) Jornais antigos.
3. Portugal produz CDR's?
 - A) Sim.**
 - B) Não.