

UTILIZAÇÃO DE AGREGADOS RECICLADOS

Prof. C. Dinis da Gama

I. S. T.

10 de Julho de 2006 - Lisboa

DEFINIÇÕES BÁSICAS

☞ **Agregados Naturais** : partículas de rochas industriais, extraídas de jazidas naturais, tais como pedreiras, saibreiras e areeiros .

☞ **Agregados Reciclados**: são os resultantes do re-processamento de materiais das escombrelas de minas ou pedreiras, assim como de resíduos provenientes de construções, renovações e demolições de estruturas.

☞ PRINCÍPIOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL:

- a) A biosfera deve ser protegida de actividades industriais nocivas;
- b) A industrialização deve fazer o uso mais eficiente possível do capital humano e natural;
- c) Deve ser socialmente justa.

CRITÉRIOS DE COMPARAÇÃO ENTRE AGREGADOS NATURAIS E RECICLADOS

 **DESEMPENHO**

 **ESPECIFICAÇÃO**

 **CUSTO**

 **RELAÇÃO BENEFÍCIO CUSTO
GENERALIZADA**

DADOS ESTATÍSTICOS

- Por ano, cada habitante da U.E.:**
- Consome 15 t de minerais e minérios,
dos quais cerca de 2/3 são rochas industriais e ornamentais**
 - Produz 1 t de resíduos minerais e 0.5 t de RCD's**

PRODUÇÃO DE RCD's EM VÁRIOS PAÍSES

Alemanha e Holanda: 1.9 kg / pessoa / dia
Suécia, Irlanda e outros: 0.5 kg / pessoa / dia
Média da União Europeia: 1.3 kg / pessoa / dia

**Estados Unidos da América e Canadá: 1.6 kg /
pessoa / dia**

PRINCIPAIS TIPOS DE RESÍDUOS RECICLADOS

- 1 - Resíduos de Construção, Renovação e Demolição (betão, tijolos e alvenarias)
- 2 - Agregados reciclados de betão britado
- 3 - Agregados reciclados de pavimentos asfálticos
- 4 - Outros Agregados reciclados de Resíduos Sólidos Urbanos (vidros, escórias, cinzas, etc.)



PRINCIPAIS USOS DE AGREGADOS RECICLADOS

1 – AGREGADOS PARA BETÃO DE CIMENTO PORTLAND

Usos: Obras de construção, de pavimentação, de drenagem, de enchimento, balastro ferroviário, argamassas, etc.

Propriedades requeridas:

- Resistência mecânica
- Durabilidade gelo-degelo
- Trabalhabilidade
- Taxa de ganho de resistência

Problemas:

- Fraqueza perante sulfatos solúveis na água
- Reatividade alcalina (instabilidade química)
- Geralmente inadequados para agregados de novos betões, excepto usos específicos (molhes marítimos, blocos de suporte de pipe-lines, etc.)

2 – MATERIAIS DE BASE VIÁRIA

Usos: Camadas de base desconfiadas (granulados) e camadas confinadas (betão asfáltico)

Propriedades requeridas:

- Dureza
- Robustez
- Sem alteração
- Boa graduação
- Em muitas aplicações são preferíveis em relação aos agregados naturais.

3 – BETÃO ASFÁLTICO

Usos: Associado à areia e betume asfáltico, fornece resistência e rugosidade.

Propriedades requeridas:

- Sem alteração
- Boa graduação
- Útil para o sistema "Hot-in-Place"

4 – ATERROS

Usos: Enchimentos, substituições de camadas friáveis, preferência em tempo chuvoso relativamente aos solos naturais.

Propriedades requeridas:

- Resistência a assentamentos
- Custo competitivo com os solos locais.

5 – BALASTRO FERROVIÁRIO

Usos: Granulometria graúda, fundação de vias férreas com boa drenagem

Propriedades requeridas:

- Resistência, abrasividade e durabilidade
- Forma angular

Problemas:

- Dificuldade em competir com os agregados naturais.

6 – DRENAGENS E FILTROS

Usos: Sub-drenos para edifícios, barragens, sistemas de esgoto e tratamento de água.

Propriedades requeridas:

- Graduação, resistência e durabilidade ao ataque químico

Problemas:

- Dificuldade em competir com os agregados naturais.

CLASSES DE AGREGADOS RECICLADOS

CLASSES DE AGREGADOS RECICLADOS (segundo BRE Digest 433, U.K.)

CLASSES	ORIGEM	CONTEÚDO DE TIJOLOS	DESCRIÇÃO
RCA I	Alvenaria de tijolo	0 – 100 %	Material de baixa qualidade e muitas impurezas
RCA II	Betão	0 – 10 %	Material de boa qualidade e poucas impurezas
RCA III	Betão e tijolo	0 – 50 %	Material misto com muitas impurezas, podendo adicionar-se a agregados naturais

COMPOSIÇÃO DE TIPOS DE AGREGADOS RECICLADOS (segundo o RILEM)

TIPOS	COMPOSIÇÃO	MATERIAL ESTRANHO	MATÉRIA ORGÂNICA TOTAL
I	Derivados de alvenaria de tijolo	< 5 %	< 1 %
II	Derivados de betão	< 1 %	< 0.5 %
III	Misturas com > 80% de agregados naturais, <10%do Tipo I e <20%doII	< 1 %	< 0.5 %

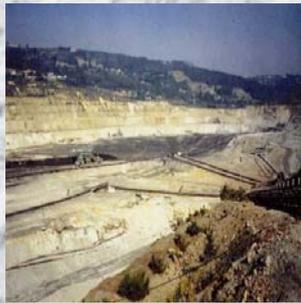
MAXIMOS NÍVEIS DE IMPUREZAS ADMISSÍVEIS (segundo BRE, U.K.)

MATERIAIS	USO EM AGREGADOS PARA BETÃO	USO NA CONSTRUÇÃO DE ESTRADAS	ENCHIMENTOS, DRENAGENS E OUTROS FINS
Asfalto e alcatrão	Incluído no limite para outro material estranho	10% em RCA I 5% em RCA II 10% em RCA III	10%
Madeiras	1% em RCA I 0.5% em RCA II 2.5% em RCA III	Sub-base tipo 1 & 2 CBM(1-5): 2% Leito superior 2%	2 %
Vidros	Incluído no limite para outro material estranho	Conteúdos acima de 5% devem ser documentados	Conteúdos acima de 5% devem ser documentados
Metais, plásticos, etc.	5 % em RCA I 1 % em RCA II 5 % em RCA III	1 % em volume, se for muito leve	1 % em volume, se for muito leve
Sulfatos	Betão e CBM: 1% solúvel em ácido SO ₃ Material desconfinado: ver Digest 363 no betão próximo.		



FASES DA PRODUÇÃO DE AGREGADOS NATURAIS

- 1- Prospeção (geologia, geofísica e sondagens);**
- 2- Exploração (perfuração, desmonte, carga e transporte);**
- 3- Tratamento (britagem, moagem e crivagem);**
- 4 – Transporte dos produtos finais para o mercado;**
- 5 – Venda.**



FASES DA PRODUÇÃO DE AGREGADOS RECICLADOS

- 1- Separação (triagem, transporte e armazenamento);**
- 2- Tratamento (selecção, britagem e crivagem);**
- 3- Processamento (separação magnética, química, etc.)**
- 4 – Transporte para os locais de aplicação;**
- 5 – Reutilização.**



IMPACTES AMBIENTAIS DA PRODUÇÃO DE AGREGADOS NATURAIS

OPERAÇÕES	POSITIVOS	NEGATIVOS
Extracção mineral	Apoia o nível de vida, o desenvolvimento de infraestruturas sociais e gera empregos e paga impostos	Consome recursos, afecta a biosfera, produz poluentes sólidos, líquidos e gasosos, vibrações e ruídos
Transformação	Fornecer valor acrescentado aos produtos, gera empregos e paga impostos	Cria resíduos e efluentes (natas) de difícil remoção, por vezes interferindo na drenagem natural
Transporte	Desenvolve as comunicações e os acessos, protegendo o ambiente das zonas residenciais	Afecta os habitats, muda cursos de água, aumenta a erosão, cria vibrações e ruídos
Escombreyras	Podem constituir áreas de enchimento organizado, com materiais reusáveis e de baixo custo	Impacte visual, com riscos de instabilização e geração de poeiras
Rejeitados/Efluentes	Sistemas que permitem receber esgotos municipais e águas pluviais	Capazes de contaminações variadas com metais pesados e microorganismos
Gestão da água	Controle de enchentes e armazenamento de águas pluviais, por vezes ajudando a rede pública	Possibilidade de induzir doenças em áreas endémicas, contaminando recursos subterrâneos
Encerramento	Criação de usos mais nobres que os precedentes, reabilitação ambiental positiva	Desemprego, alterações à paisagem e perdas de habitats

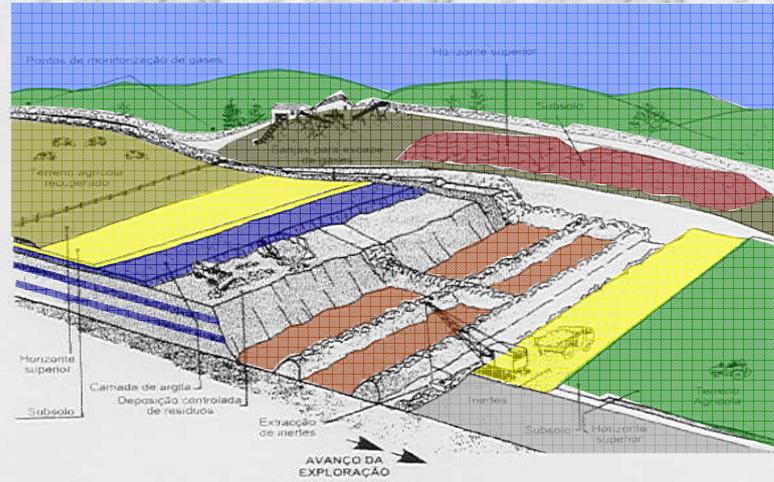
FLUXOGRAMA DE ACTIVIDADES DE RECICLAGEM



EXPLORAÇÃO DE AGREGADOS NATURAIS NOS MOLDES DO D.S.

AXIOMA: Trata-se de um uso temporário do solo, findo o qual a sua utilização deve ser mais nobre que a original.

Implicações técnicas, económicas, sociais, políticas e legais.



SUSTENTABILIDADE DA CONSTRUÇÃO CONTEMPORÂNEA



CONSTRUÇÃO DE ESTRADAS: 48% do uso total de Reciclados de Betão nos E.U.A.



CONCEITO DE CICLO DE VIDA (USEPA, 1993):
Avaliação dos efeitos ambientais associados a uma dada actividade, desde a extracção de matérias primas naturais até ao instante em que todos os resíduos delas resultantes retornem à Terra.

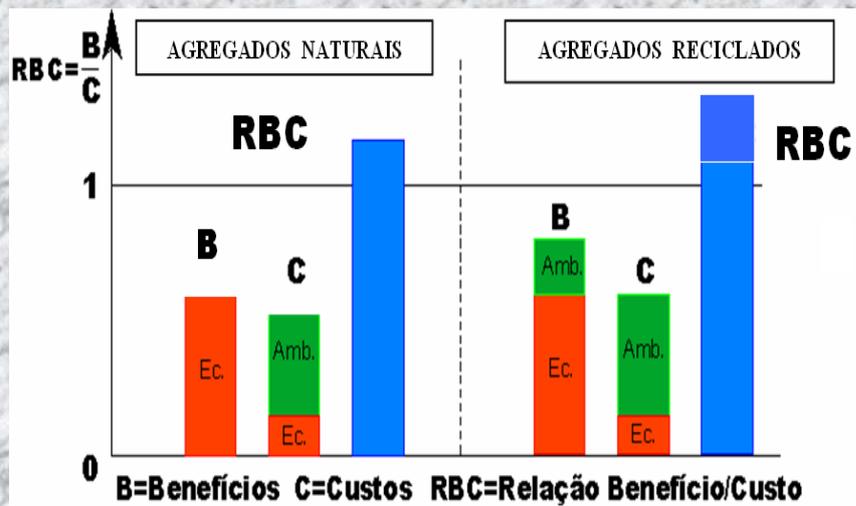
APLICAÇÃO À INDÚSTRIA EXTRACTIVA MINERAL

FASES	PRODUTOS	RESÍDUOS	LOCAIS
EXPLORAÇÃO (em pedreiras)	Aproveitáveis	Estéreis, poeiras	Escombreiras
TRANSFORMAÇÃO (em unidades anexas)	Inertes	Rejeitados, efluentes	Pilhas, barragens
MANUFACTURA (em unidades fabris)	Produtos pétreos	Resíduos fabris	Depósitos
CONSUMO (mercado)	Consumíveis	Inúteis	Aterros
DEPOSIÇÃO FINAL	Materiais minerais	Produtos de demolição	Aterros

CICLO DE VIDA – Impactes Ambientais, Inputs, Outputs, Produção de resíduos sólidos e Problemas com a saúde e segurança ocupacional



RELAÇÕES BENEFÍCIO CUSTO



TENDÊNCIAS FUTURAS



NOVOS CONCEITOS: AS SUPER-PEDREIRAS

Este conceito foi proposto e aplicado no Reino Unido, através da abertura de pedreiras com grande dimensão em zonas do litoral, onde existissem boas facilidades portuárias e ferroviárias.

Assim se concentrariam as produções em poucos pontos do País, impedindo a pulverização de pequenas pedreiras.

Com a economia de escala que se consegue, bem como o acesso a exportações de rochas industriais, abrem-se novos factores de competitividade e de viabilização dos empreendimentos de produção de agregados naturais.

**Conclusão:
PENSEMOS GLOBALMENTE,
ACTUEMOS LOCALMENTE**

