



# REABILITAÇÃO SUSTENTÁVEL E ECOLOGIA DOS MATERIAIS

**Numa perspectiva de desenvolvimento sustentável aplicada ao sector da construção, apenas fará sentido construir de raiz, quando não for possível adaptar as construções existentes aos fins em vista.**

# **A reabilitação do edificado é a melhor via para a construção sustentável.**

- Mais de 50% do volume de construção em países, como a Holanda, Bélgica, Alemanha e Reino Unido, tem haver com obra de conservação, reabilitação ou restauro.
- Em Portugal tal volume de obra, é ainda inferior a 10%.

**Assim os “Rs” da construção são cada vez mais urgentes:**

- Recuperação**
- Renovação**
- Revitalização**
- Restauro**
- Requalificação**
- Reparação**
- Reforço**
- Reestruturação**

## Portanto :

- Os “Rs” da construção estão sob o “cluster” da **reabilitação sustentável**,
- A reabilitação sustentável do edificado é uma área primordial do desenvolvimento sustentável.

**50% DOS RECURSOS MATERIAIS  
EXTRAIDOS DA NATUREZA ESTÃO  
RELACIONADOS COM A CONSTRUÇÃO**

Assim...as acções de reabilitação do “edificado / ambiente construído”, deverão a partir do projecto, seleccionar materiais “amigos do ambiente”.

# Os materiais de construção sob uma perspectiva ambiental

## **Aspectos menos relevantes**

- Quais são as propriedades dos materiais (qualidades).
- Qual a função que exercem (funções).

## **Aspectos mais relevantes a ter em conta**

- De onde provêm (proveniência).
- Aonde vão acabar (destino final).
- Profusão de uso (quantidades)





# A produção dos materiais de construção e o seu impacto ambiental

No início do século XX, cada norte-americano consumia aproximadamente duas toneladas anuais de materiais, em 2000 consumia já cerca de onze toneladas, ou seja 5,5 vezes mais.

## Ou seja:

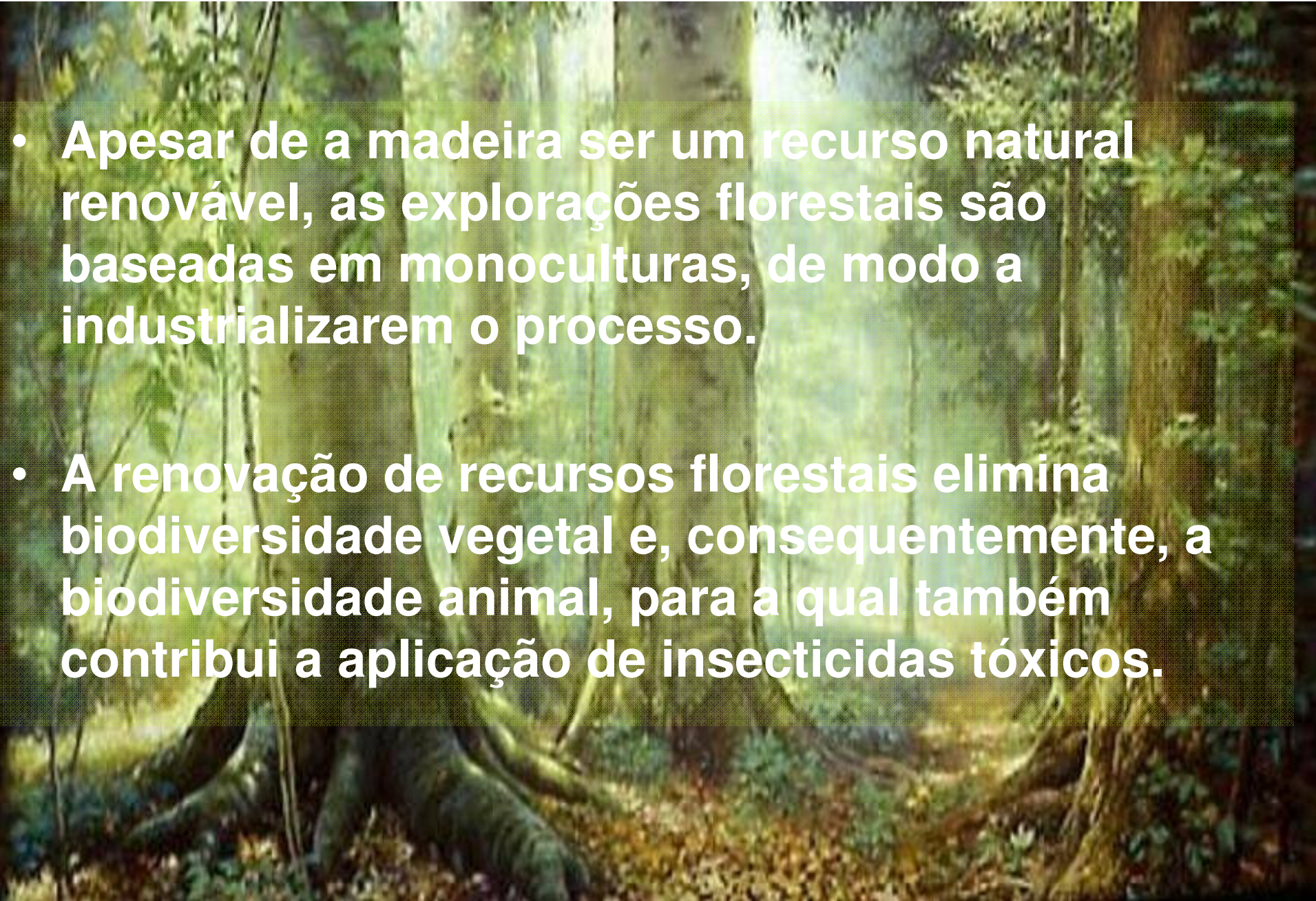
- A produção de alumínio cresceu 3000 vezes desde o início do século XX;
- A produção de cimento cresceu 9 vezes entre 1957 e 2000;
- A produção de asfalto cresceu 5 vezes desde 1950;
- A produção de novos químicos cresceu 1000 vezes em sessenta anos;
- No ano de 2000, foram extraídos, ou transformados, 12 bilhões de toneladas de materiais para a construção e indústria em geral.


Tal consumo de materiais virgens, torna o sector da construção um dos maiores responsáveis pelos impactos ambientais.

**Um material só pode ser considerado como proveniente de um recurso renovável ou sustentável, se este recurso se poder renovar a uma velocidade igual ou superior à necessária para satisfazer o seu consumo.**

Exemplo:

Para se obterem determinadas madeiras duras podem ser necessários 40 a 80 anos, a renovabilidade dos recursos florestais torna-se nestes casos questionável.

- 
- Apesar de a madeira ser um recurso natural renovável, as explorações florestais são baseadas em monoculturas, de modo a industrializarem o processo.
  - A renovação de recursos florestais elimina biodiversidade vegetal e, conseqüentemente, a biodiversidade animal, para a qual também contribui a aplicação de insecticidas tóxicos.



**Para satisfazer o consumo de madeiras exóticas, tem-se destruído a floresta tropical, com consequências ao nível da pluviosidade, e da renovação do oxigénio, permitindo o aumento dos níveis de CO<sub>2</sub>, contribuindo assim decisivamente para o aquecimento global.**

- Assim como, para se obter uma pequena quantidade de minérios é necessário extrair um grande volume de rocha.

Exp.: são necessários 110 toneladas de terra para se obter uma tonelada de cobre) No Canadá a quantidade de resíduos minerais é cinquenta vezes superior à de resíduos urbanos

- A extracção de matérias primas é grande responsável pela fragmentação, transformação e desaparecimento de ecossistemas e microclimas.



- Os químicos tóxicos utilizados para separar os metais dos respectivos minérios (exp. mercúrio, ácido sulfúrico e cianeto), são responsáveis também pela contaminação da água e pela sua acidificação, atingindo espécies vegetais e animais, bem como o próprio Homem.
- Estima-se que a mineração seja responsável pela contaminação de 19000 Km de cursos de água somente nos EUA.

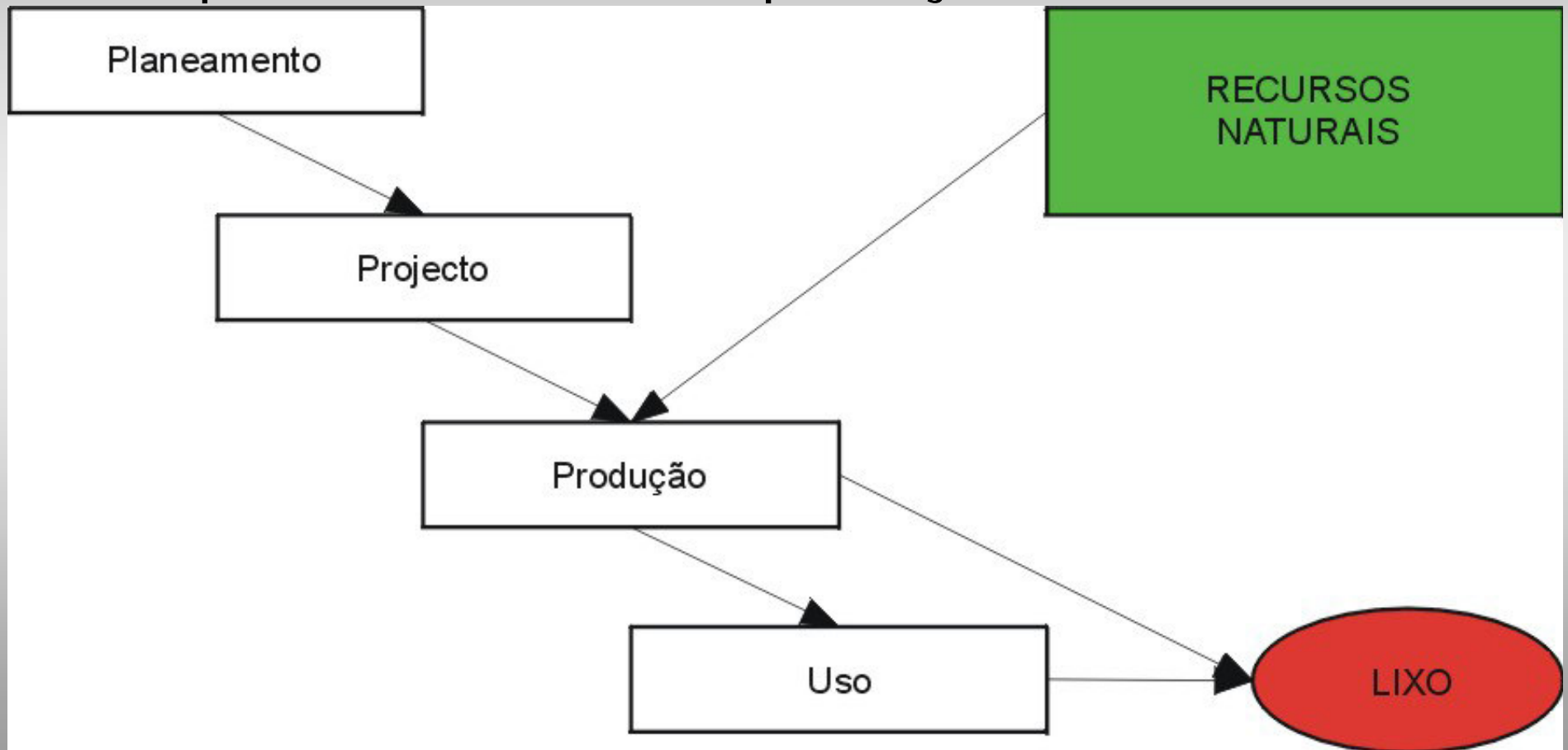
Juntamente com a fase de extracção de matérias primas, a fase de produção de materiais e de componentes constituem as fases de maior impacto ambiental de todo o ciclo do processo construtivo.

# Impactos ambientais de materiais de construção correntes.

Produtos e Materiais	Impactos Ambientais						
	Consumo energético	Resíduos sólidos	Poluição	Emissão de metais pesados	Aquecimento global	Diminuição da camada de ozono	Acidificação
<b>Pedras naturais e derivados:</b>							
Cimento	3	1	3	2	3	1	2
Betão	2	3	1	1	2	1	1
<i>Cerâmicos</i>	1	1	1	1	1	1	1
<i>Rochas</i>	1	1	1	1	1	1	1
<b>Metais:</b>							
Aço	2	3	3	2	2	1	2
Zinco	2	3	2	2	3	1	2
Alumínio	3	3	2	2	3	1	3
<b>Plásticos:</b>							
PVC	2	2	3	2	2	1	2
<i>Poliuretano</i>	3	2	3	3	2	3	3
<i>Betuminosos</i>	3	2	3	2	3	2	2
<b>Madeira:</b>							
Pinho	1	2	1	1	1	1	1
<b>Tintas:</b>							
Acrílicas	2	1	2	2	2	2	2
<i>Naturais</i>	1	1	1	1	1	1	1
Carga de impacto ambiental:			1 – Baixa	2 – Média/Moderada	3 - Alta		

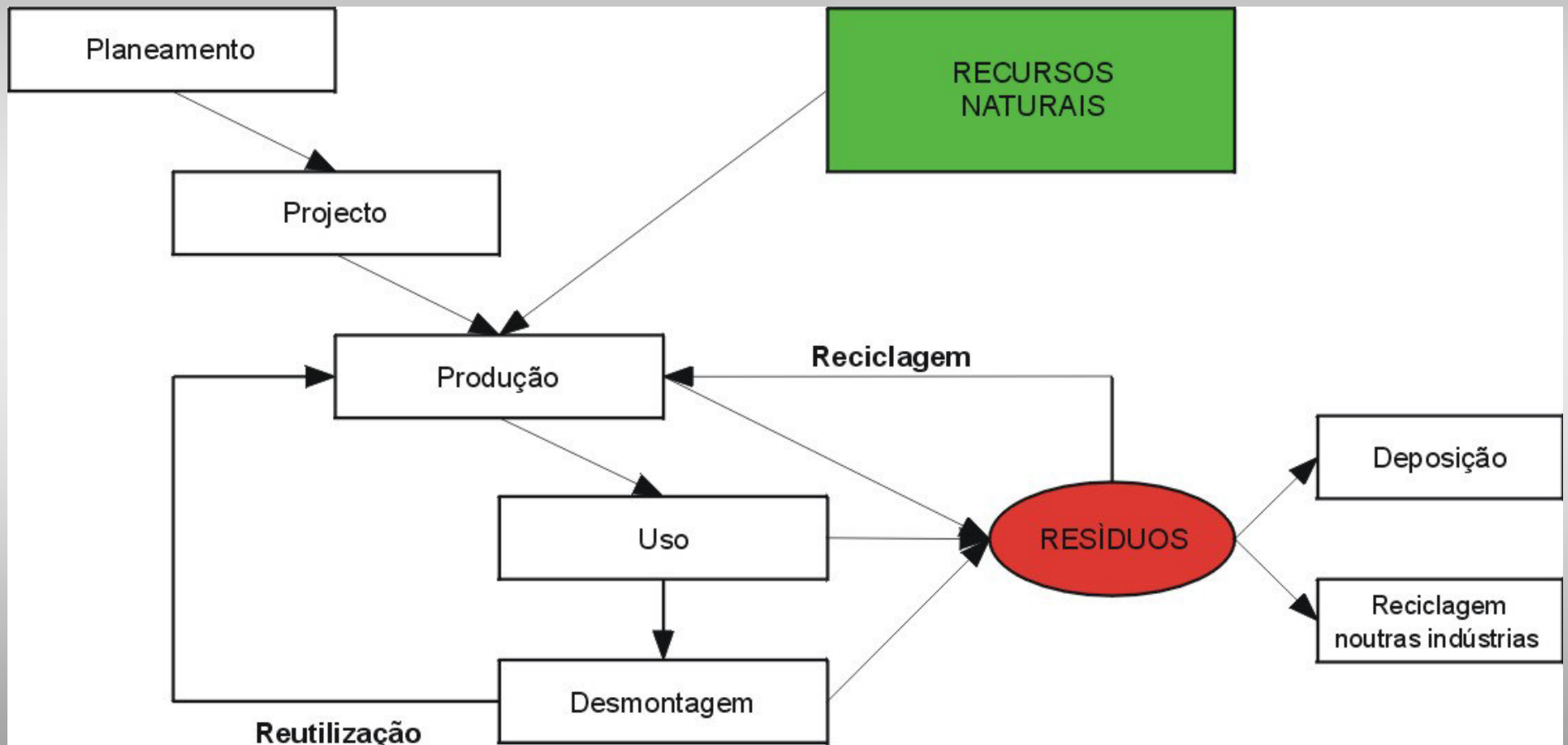
(López, 2001).

Mantendo a contradição entre as medidas para protecção da natureza: controlo da poluição, regulamentações ambientais, etc., etc., e, o ainda tão presente modelo de produção linear :



(John, 2000)

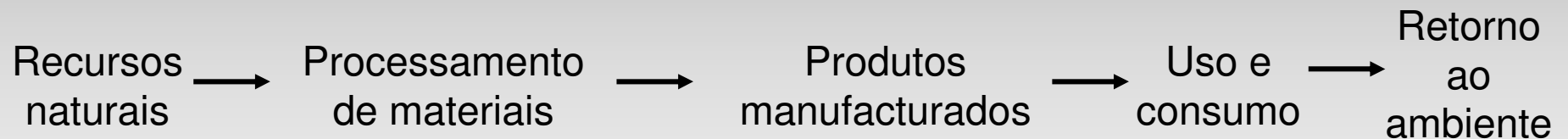
# Que deverá ser urgentemente substituído, pelo modelo de produção fechado:



(John, 2000)

# A Reciclagem e a Reutilização

# Do ambiente com retorno ao ambiente



Existem 3 maneiras básicas para reduzir a extracção e o conseqüente retorno ao ambiente:

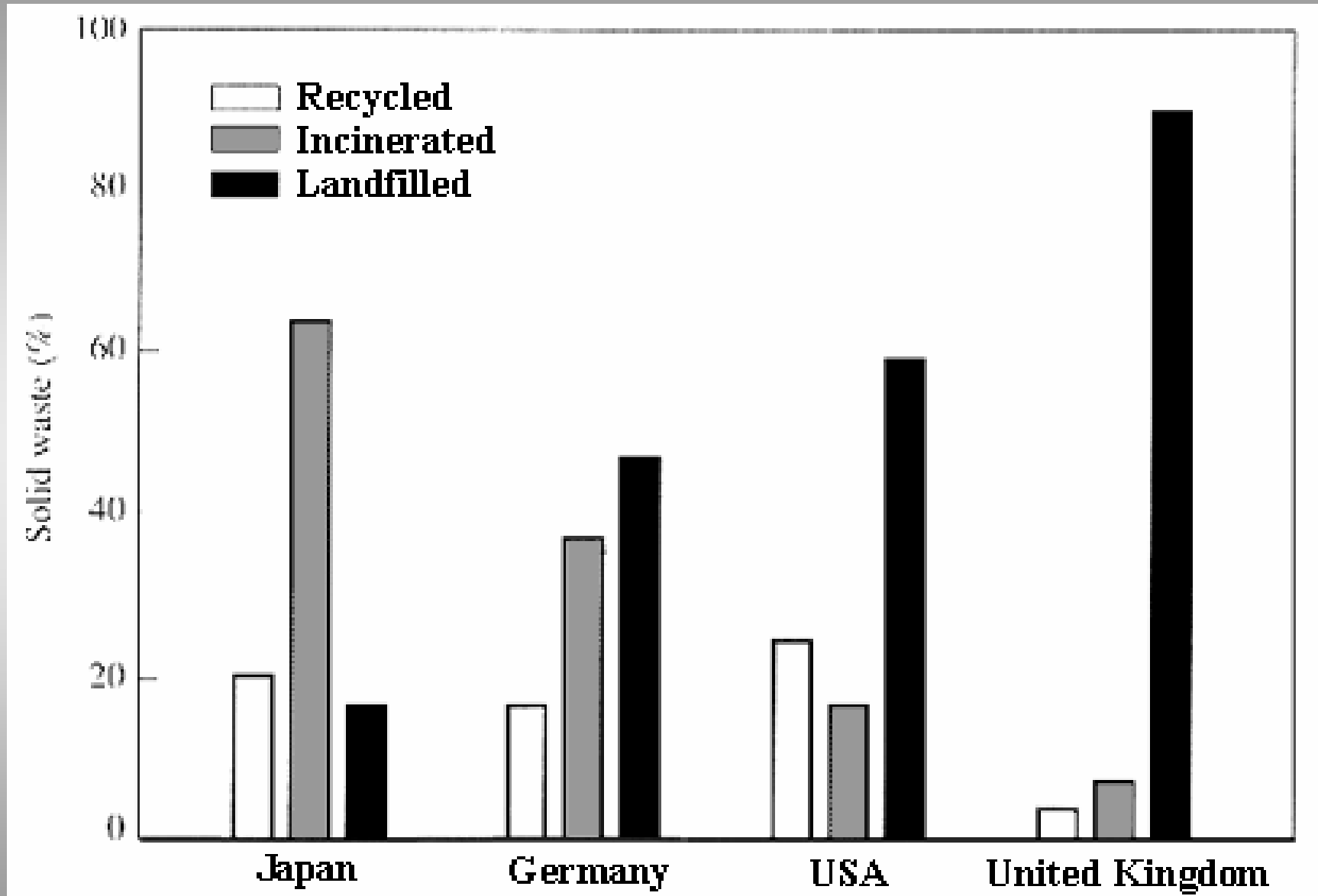
1. Reutilização de materiais → Reciclagem, reabilitação e reutilização
2. Redução de materiais → desmaterialização
3. Para a matéria orgânica → Incineração (Recuperando o valor energético)

# Algumas estatísticas sobre o lixo

- Os americanos geram em média 2.1 kg de lixo por pessoa/dia, sem contar como lixo industrial.
- 94% dos materiais incorporados em produtos são descartados no prazo de um ano.
- Em Portugal as zonas de Lisboa e do Porto geram em média 1.3 kg de lixo por pessoa/dia, incluindo lixo industrial.
- Na América o alumínio é descartado a uma média equivalente à quantidade que seria necessária para reconstruir a totalidade da sua frota área civil em cada 3 meses.



# Nem todo vai para o aterro





# Na construção

- A fase de construção tem um menor potencial de impacto ecológico do que as duas fases anteriores. No entanto, alguns impactos estão relacionados à associação de materiais e componentes para se construírem edifícios.
- A colocação de materiais e componentes em obra implica meios de transporte consideráveis, contribuindo também para o consumo de combustíveis fósseis.

- A construção corrente gera entre 20 a 35 Kg de resíduos sólidos por m<sup>2</sup> de área de construção. Alguns destes resíduos poderão conter compostos tóxicos, nomeadamente resíduos de tintas, vernizes e colas, etc.



# Na utilização

Devido à grande diversidade de fontes emissoras de substâncias tóxicas, o ar interior é habitualmente mais poluído do que o ar exterior.

Esta contaminação deve-se a três aspectos:

- materiais (expl.: materiais de construção, mobiliário, produtos vários);
- actividades dos ocupantes (expl.: limpar, cozinhar, fumar, utilizar perfumes e desodorizantes);
- metabolismo biológico (e.g. CO<sub>2</sub>).

Durante a fase de utilização das construções, algumas substâncias tóxicas são libertadas pelos materiais de construção e pelo produtos utilizados na sua manutenção e incluem agentes químicos orgânicos e inorgânicos

Agentes causadores de doenças encontrados em edifícios (UNCHS, 1997).

Tipo	Agentes	Subcategoria	Exemplos
Químico	Inorgânicos	Gasosos	NO <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , cloretos.
		Partículas	Pó (chumbo, cobre, madeira), fibras de madeira.
	Orgânicos	Tóxico	Formaldeído, solventes (tolueno, estireno), pesticidas.
		Cancerígenos	Compostos de níquel, primários (chumbo), cromatos, cloreto de vinilo, pesticidas (arsénico, creosote).

A inalação de pó e de gases podem ter efeitos tóxicos (i.e. danos directos ou crónicos no organismo como o cancro), efeitos de irritação (i.e. afecções da pele, das membranas mucosas, do nariz, dos pulmões e dos olhos) ou alergénicos (expl.: aparecimento de asma, de equizemas ou de rinite).





# Na demolição e deposição

A demolição e a deposição dos resíduos gerados têm um grande custo ambiental.

O impacto ambiental dos resíduos gerados pelas demolições deve ser observado segundo dois aspectos:

- Os materiais degradáveis podem produzir resíduos tóxicos por si próprios, ou em combinação com outros materiais;
- Os materiais inertes consomem grandes áreas de território destinadas à biodiversidade.

- Assim a fase de pós-utilização dos edifícios contribui para a alteração dos habitats, devido ao consumo de áreas naturais para a implantação de aterros.
- Afecta os níveis de toxicidade e de poluição do ar devido à decomposição e volatilização de substâncias químicas.
- Como qualquer operação que emprega meios mecânicos, esta última fase contribui também para o consumo energético e para o aquecimento global.

**ASSIM...**

**A selecção de materiais de construção deverá ter presente o seu ciclo de vida ponderando a totalidade dos impactos ambientais que lhes estão associados.**

Na prática, os impactos ambientais relacionados com a construção têm de ser caracterizados e geridos, necessariamente, em várias fases do ciclo de vida do produto (edifícios), intervindo para tal técnicos de áreas diversificadas como a química, a física, o planeamento, a gestão industrial, a gestão de resíduos, entre outros.

# Características ecológicas dos materiais de construção sustentáveis

## CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS

Processo de Manufaturação (PM)	Operações de Construção (OC)	Gestão de Resíduos (GR)
Redução de Resíduos (RR)	Eficiência Energética (EE)	Biodegradável (B)
Prevenção da Poluição (PP)	Tratamento e Conservação de Água (TCA)	Reciclável (R)
Reciclagem (RC)	Não Toxicidade (NT)	Reutilizável (RU)
Redução da Energia Incorporada (REI)	Fonte Energética Renovável (FER)	Outros (O)
Materiais Naturais (MN)	Durabilidade (D)	

(Kim, 1998).

**No entanto, a fase de decisão de selecção de materiais a empregar na construção compromete directamente quem participa na sua concepção, ou sejam:**

**OS PROJECTISTAS!...**

## BIBLIOGRÁFIA

- **APME** (1998): *Plastics – A material of choice in building and construction*; Brussels; Association of Plastics Manufacturers in Europe (s/ edição, 1998);
- **AMOÊDA, R. COSTA** ECOLOGIA DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO, DISSERTAÇÃO DE MESTRADO, 2003
- **BERGE**, Bjorn (1992): *Ecology of Building Materials*; Oxford; Architectural Press (s/ edição, 2000).
- **BOURDEAU**, Luc (1999): *Agenda 21 on Sustainable Construction*; Rotterdam; CIB (s/ edição, 2001);
- **HARRIS**, D. J. e **BOWLES**, G.(1998):*Application of a Life Cycle Technique to the Environmental Assessment of Housing*; RICS Research Institute (s/ edição, 1998);
- **LÓPEZ**, Victor Manuel (2001): *Sustainable Development. A conceptual and operative approach to sustainability principles for the construction sector*; Barcelona; Universitat Politècnica de Catalunya (s/ edição, 2001);
- **JOHN**, Vanderley (2000): *Reciclagem de Resíduos na Construção Civil – Contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento*; São Paulo; Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (s/ edição, 2000);
- **KIM**, Jong-Jin (1998): *Qualities, Use, and Examples of Sustainable Building Materials*; Ann Arbor; National Pollution Prevention Centre for Higher Education (s/ edição, 1998); 50 p.
- **UNEP** (2003): *Evaluation of Environmental Impacts in Life Cycle Assessment*; Paris; United Nations Environment Programme (1ª edição, 2003);
- **UHER**, Thomas E. (1999): *Absolute Indicator of Sustainable Construction*; Cobra 1999; RICS Research Foundation;





# REABILITAÇÃO SUSTENTÁVEL E ECOLOGIA DOS MATERIAIS

**Numa perspectiva de desenvolvimento sustentável aplicada ao sector da construção, apenas fará sentido construir de raiz, quando não for possível adaptar as construções existentes aos fins em vista.**

# **A reabilitação do edificado é a melhor via para a construção sustentável.**

- Mais de 50% do volume de construção em países, como a Holanda, Bélgica, Alemanha e Reino Unido, tem haver com obra de conservação, reabilitação ou restauro.
- Em Portugal tal volume de obra, é ainda inferior a 10%.

**Assim os “Rs” da construção são cada vez mais urgentes:**

- Recuperação**
- Renovação**
- Revitalização**
- Restauro**
- Requalificação**
- Reparação**
- Reforço**
- Reestruturação**

## Portanto :

- Os “Rs” da construção estão sob o “cluster” da **reabilitação sustentável**,
- A reabilitação sustentável do edificado é uma área primordial do desenvolvimento sustentável.

**50% DOS RECURSOS MATERIAIS  
EXTRAIDOS DA NATUREZA ESTÃO  
RELACIONADOS COM A CONSTRUÇÃO**

Assim...as acções de reabilitação do “edificado / ambiente construído”, deverão a partir do projecto, seleccionar materiais “amigos do ambiente”.

# Os materiais de construção sob uma perspectiva ambiental

## **Aspectos menos relevantes**

- Quais são as propriedades dos materiais (qualidades).
- Qual a função que exercem (funções).

## **Aspectos mais relevantes a ter em conta**

- De onde provêm (proveniência).
- Aonde vão acabar (destino final).
- Profusão de uso (quantidades)





# A produção dos materiais de construção e o seu impacto ambiental

No início do século XX, cada norte-americano consumia aproximadamente duas toneladas anuais de materiais, em 2000 consumia já cerca de onze toneladas, ou seja 5,5 vezes mais.

## Ou seja:

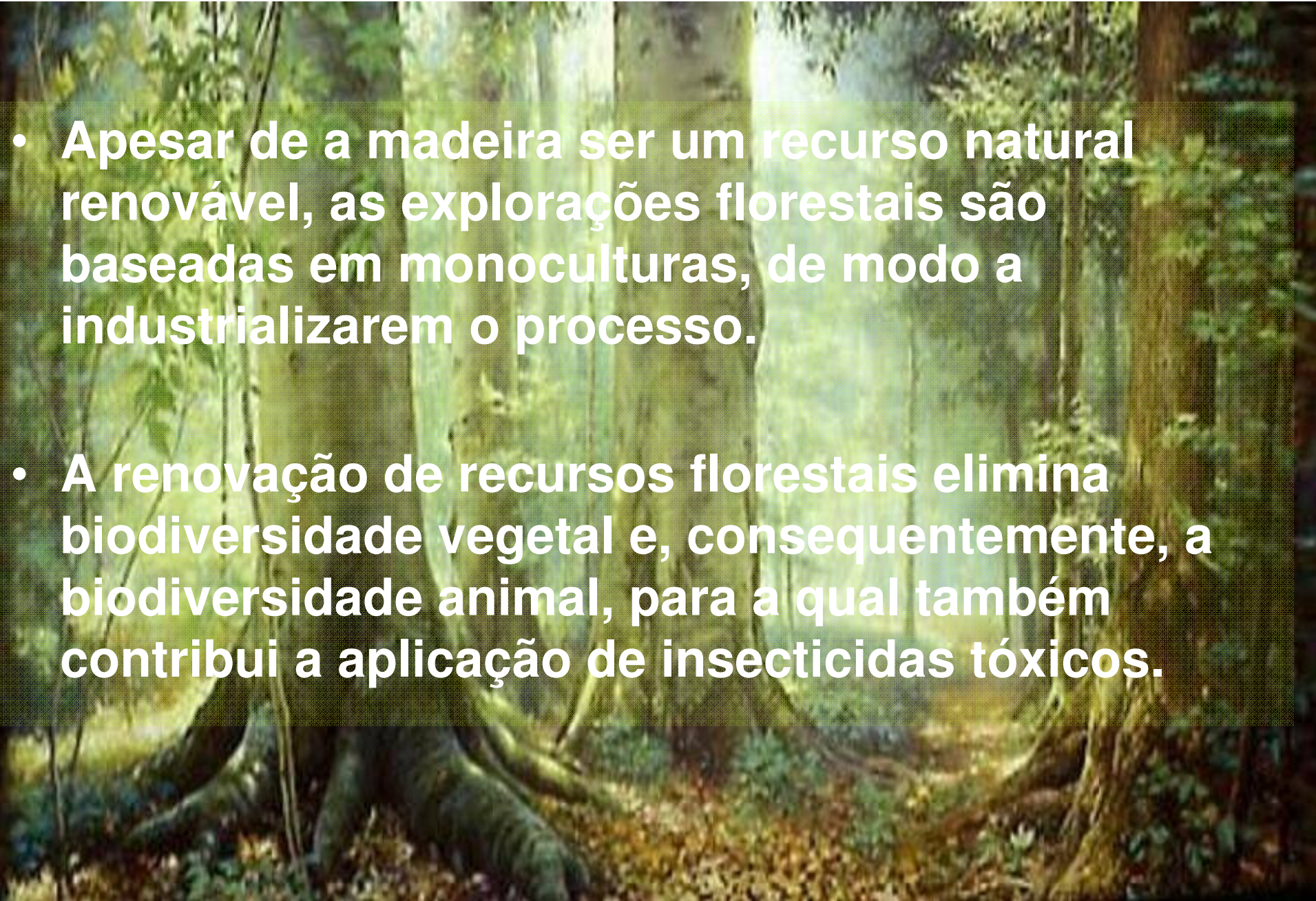
- A produção de alumínio cresceu 3000 vezes desde o início do século XX;
- A produção de cimento cresceu 9 vezes entre 1957 e 2000;
- A produção de asfalto cresceu 5 vezes desde 1950;
- A produção de novos químicos cresceu 1000 vezes em sessenta anos;
- No ano de 2000, foram extraídos, ou transformados, 12 bilhões de toneladas de materiais para a construção e indústria em geral.


Tal consumo de materiais virgens, torna o sector da construção um dos maiores responsáveis pelos impactos ambientais.

**Um material só pode ser considerado como proveniente de um recurso renovável ou sustentável, se este recurso se poder renovar a uma velocidade igual ou superior à necessária para satisfazer o seu consumo.**

Exemplo:

Para se obterem determinadas madeiras duras podem ser necessários 40 a 80 anos, a renovabilidade dos recursos florestais torna-se nestes casos questionável.

- 
- Apesar de a madeira ser um recurso natural renovável, as explorações florestais são baseadas em monoculturas, de modo a industrializarem o processo.
  - A renovação de recursos florestais elimina biodiversidade vegetal e, conseqüentemente, a biodiversidade animal, para a qual também contribui a aplicação de insecticidas tóxicos.



**Para satisfazer o consumo de madeiras exóticas, tem-se destruído a floresta tropical, com consequências ao nível da pluviosidade, e da renovação do oxigénio, permitindo o aumento dos níveis de CO<sub>2</sub>, contribuindo assim decisivamente para o aquecimento global.**

- Assim como, para se obter uma pequena quantidade de minérios é necessário extrair um grande volume de rocha.

Exp.: são necessários 110 toneladas de terra para se obter uma tonelada de cobre) No Canadá a quantidade de resíduos minerais é cinquenta vezes superior à de resíduos urbanos

- A extracção de matérias primas é grande responsável pela fragmentação, transformação e desaparecimento de ecossistemas e microclimas.



- Os químicos tóxicos utilizados para separar os metais dos respectivos minérios (exp. mercúrio, ácido sulfúrico e cianeto), são responsáveis também pela contaminação da água e pela sua acidificação, atingindo espécies vegetais e animais, bem como o próprio Homem.
- Estima-se que a mineração seja responsável pela contaminação de 19000 Km de cursos de água somente nos EUA.

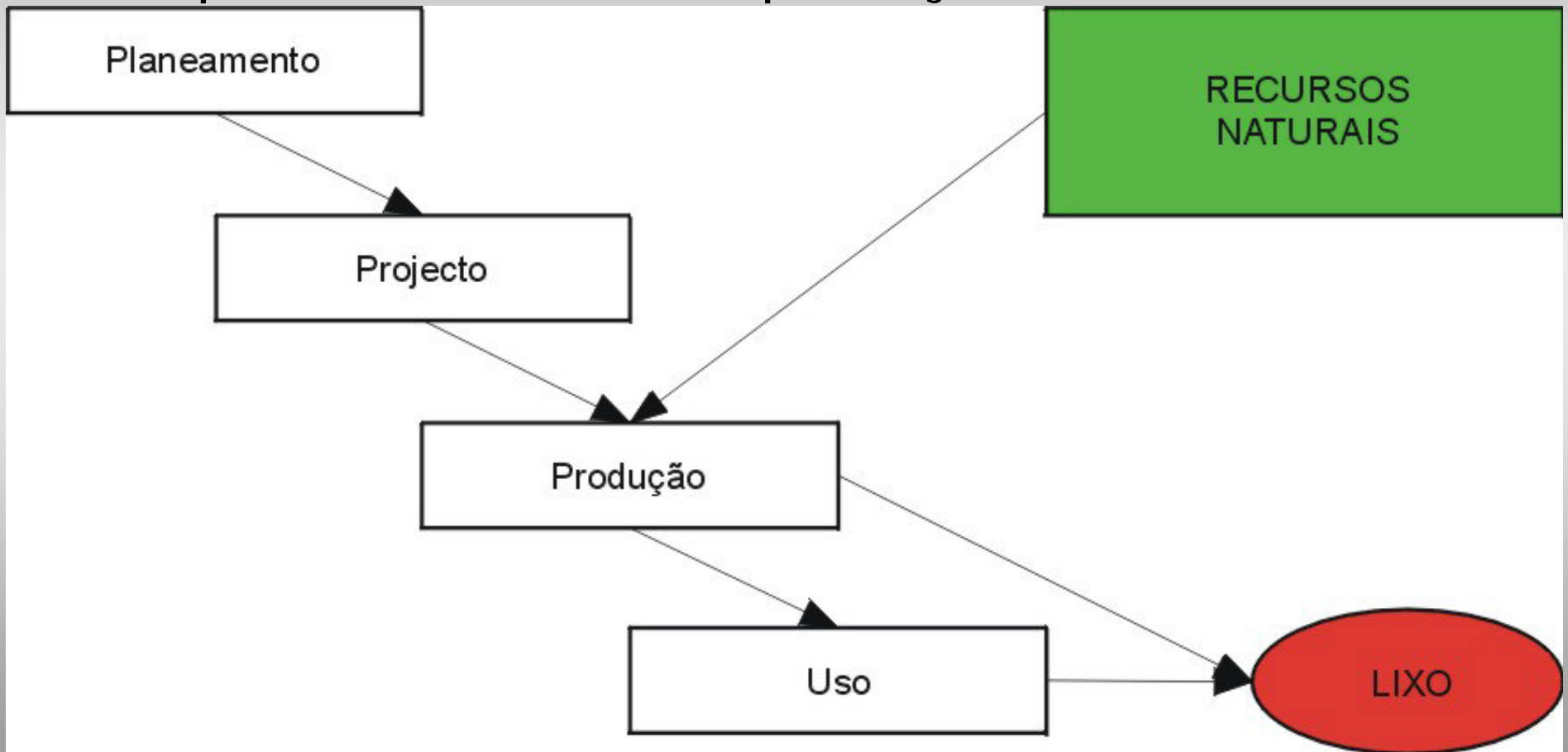
Juntamente com a fase de extracção de matérias primas, a fase de produção de materiais e de componentes constituem as fases de maior impacto ambiental de todo o ciclo do processo construtivo.

# Impactos ambientais de materiais de construção correntes.

Produtos e Materiais	Impactos Ambientais						
	Consumo energético	Resíduos sólidos	Poluição	Emissão de metais pesados	Aquecimento global	Diminuição da camada de ozono	Acidificação
<b>Pedras naturais e derivados:</b>							
Cimento	3	1	3	2	3	1	2
Betão	2	3	1	1	2	1	1
<i>Cerâmicos</i>	1	1	1	1	1	1	1
<i>Rochas</i>	1	1	1	1	1	1	1
<b>Metais:</b>							
Aço	2	3	3	2	2	1	2
Zinco	2	3	2	2	3	1	2
Alumínio	3	3	2	2	3	1	3
<b>Plásticos:</b>							
PVC	2	2	3	2	2	1	2
<i>Poliuretano</i>	3	2	3	3	2	3	3
<i>Betuminosos</i>	3	2	3	2	3	2	2
<b>Madeira:</b>							
Pinho	1	2	1	1	1	1	1
<b>Tintas:</b>							
Acrílicas	2	1	2	2	2	2	2
<i>Naturais</i>	1	1	1	1	1	1	1
Carga de impacto ambiental:			1 – Baixa	2 – Média/Moderada	3 - Alta		

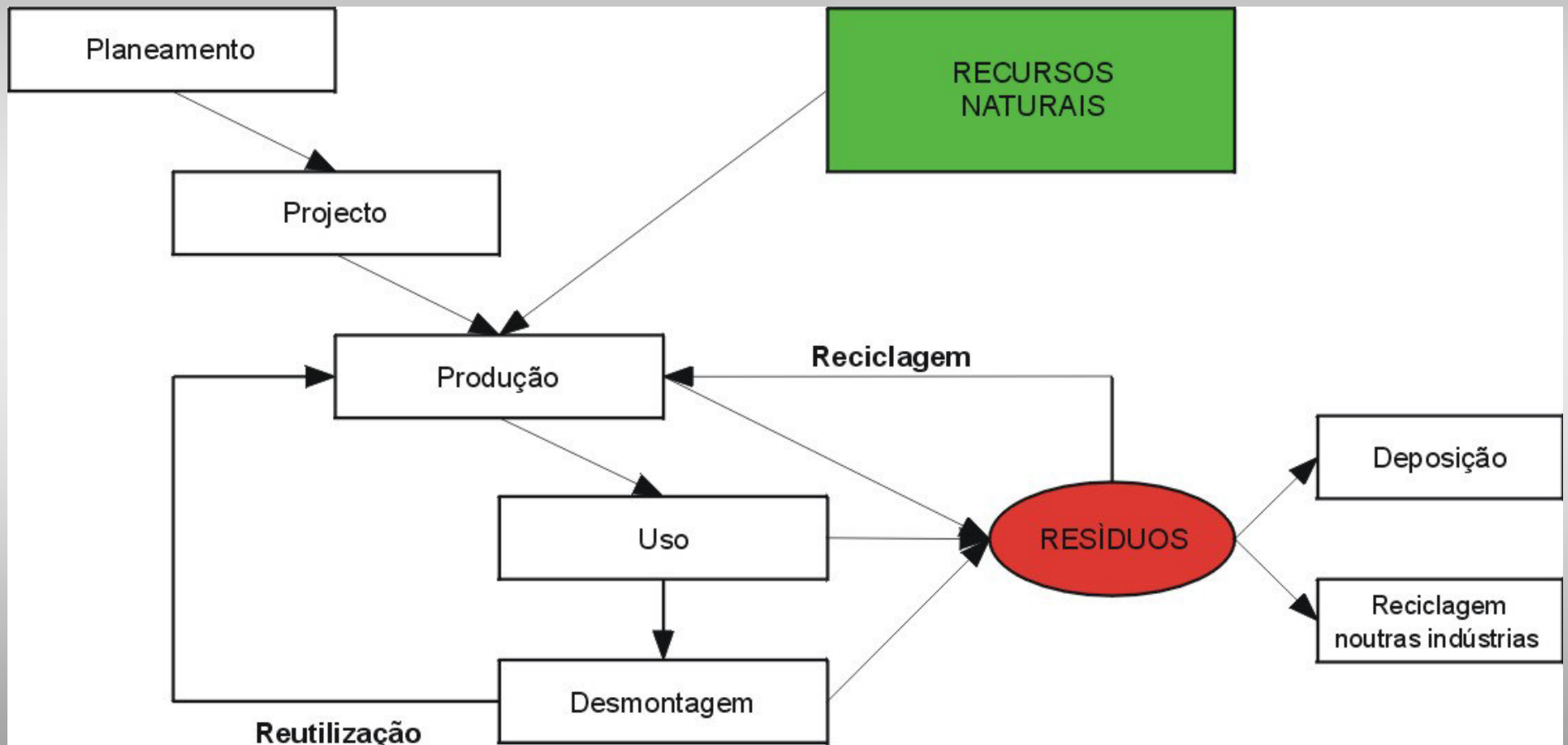
(López, 2001).

Mantendo a contradição entre as medidas para protecção da natureza: controlo da poluição, regulamentações ambientais, etc., etc., e, o ainda tão presente modelo de produção linear :



(John, 2000)

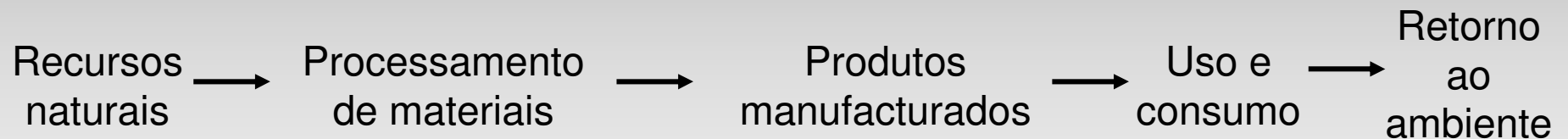
# Que deverá ser urgentemente substituído, pelo modelo de produção fechado:



(John, 2000)

# A Reciclagem e a Reutilização

# Do ambiente com retorno ao ambiente



Existem 3 maneiras básicas para reduzir a extracção e o conseqüente retorno ao ambiente:

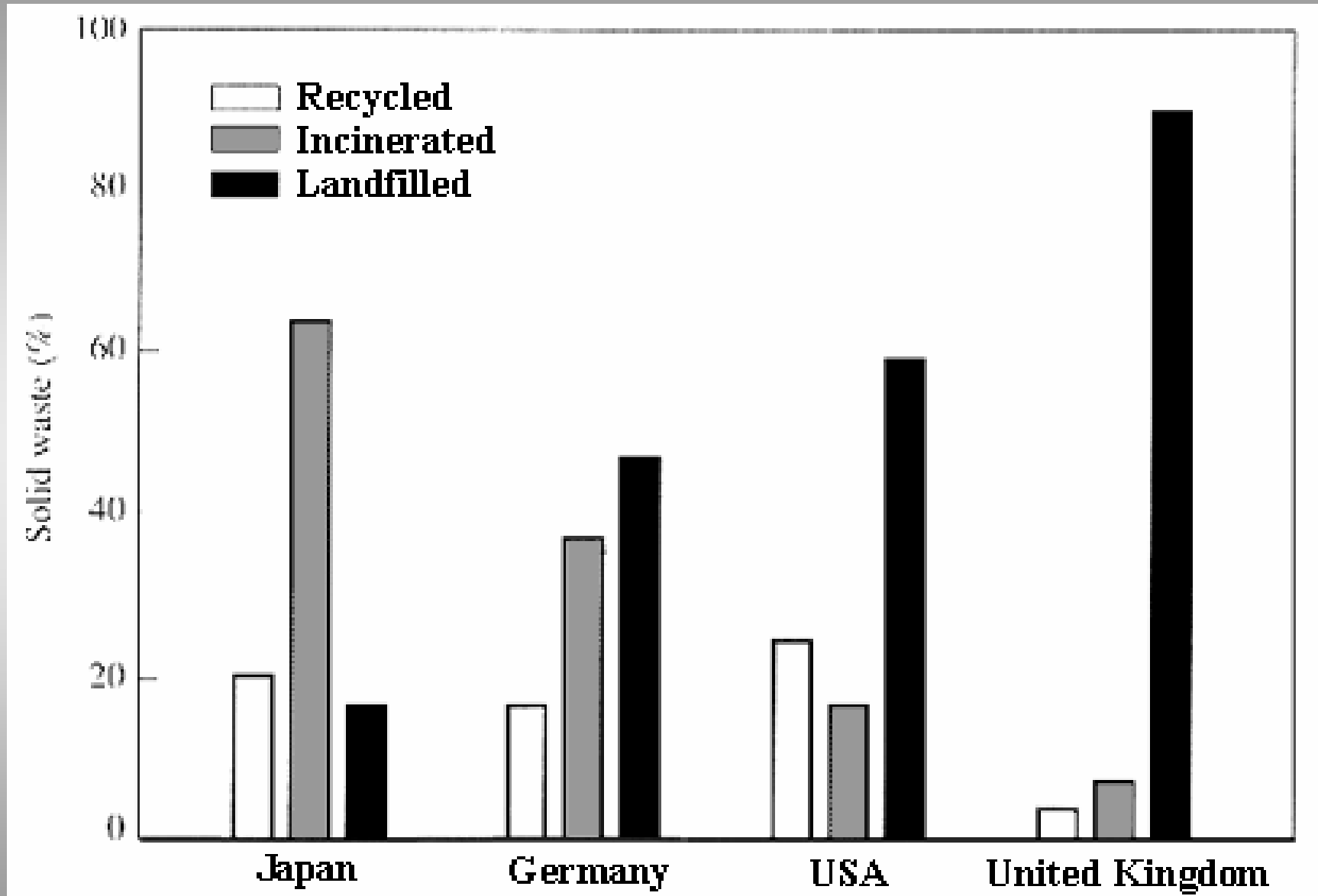
1. Reutilização de materiais → Reciclagem, reabilitação e reutilização
2. Redução de materiais → desmaterialização
3. Para a matéria orgânica → Incineração (Recuperando o valor energético)

# Algumas estatísticas sobre o lixo

- Os americanos geram em média 2.1 kg de lixo por pessoa/dia, sem contar como lixo industrial.
- 94% dos materiais incorporados em produtos são descartados no prazo de um ano.
- Em Portugal as zonas de Lisboa e do Porto geram em média 1.3 kg de lixo por pessoa/dia, incluindo lixo industrial.
- Na América o alumínio é descartado a uma média equivalente à quantidade que seria necessária para reconstruir a totalidade da sua frota área civil em cada 3 meses.



# Nem todo vai para o aterro





# Na construção

- A fase de construção tem um menor potencial de impacto ecológico do que as duas fases anteriores. No entanto, alguns impactos estão relacionados à associação de materiais e componentes para se construírem edifícios.
- A colocação de materiais e componentes em obra implica meios de transporte consideráveis, contribuindo também para o consumo de combustíveis fósseis.

- A construção corrente gera entre 20 a 35 Kg de resíduos sólidos por m<sup>2</sup> de área de construção. Alguns destes resíduos poderão conter compostos tóxicos, nomeadamente resíduos de tintas, vernizes e colas, etc.



# Na utilização

Devido à grande diversidade de fontes emissoras de substâncias tóxicas, o ar interior é habitualmente mais poluído do que o ar exterior.

Esta contaminação deve-se a três aspectos:

- materiais (expl.: materiais de construção, mobiliário, produtos vários);
- actividades dos ocupantes (expl.: limpar, cozinhar, fumar, utilizar perfumes e desodorizantes);
- metabolismo biológico (e.g. CO<sub>2</sub>).

Durante a fase de utilização das construções, algumas substâncias tóxicas são libertadas pelos materiais de construção e pelo produtos utilizados na sua manutenção e incluem agentes químicos orgânicos e inorgânicos

Agentes causadores de doenças encontrados em edifícios (UNCHS, 1997).

Tipo	Agentes	Subcategoria	Exemplos
Químico	Inorgânicos	Gasosos	NO <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , cloretos.
		Partículas	Pó (chumbo, cobre, madeira), fibras de madeira.
	Orgânicos	Tóxico	Formaldeído, solventes (tolueno, estireno), pesticidas.
		Cancerígenos	Compostos de níquel, primários (chumbo), cromatos, cloreto de vinilo, pesticidas (arsénico, creosote).

A inalação de pó e de gases podem ter efeitos tóxicos (i.e. danos directos ou crónicos no organismo como o cancro), efeitos de irritação (i.e. afecções da pele, das membranas mucosas, do nariz, dos pulmões e dos olhos) ou alergénicos (expl.: aparecimento de asma, de equizemas ou de rinite).





# Na demolição e deposição

A demolição e a deposição dos resíduos gerados têm um grande custo ambiental.

O impacto ambiental dos resíduos gerados pelas demolições deve ser observado segundo dois aspectos:

- Os materiais degradáveis podem produzir resíduos tóxicos por si próprios, ou em combinação com outros materiais;
- Os materiais inertes consomem grandes áreas de território destinadas à biodiversidade.

- Assim a fase de pós-utilização dos edifícios contribui para a alteração dos habitats, devido ao consumo de áreas naturais para a implantação de aterros.
- Afecta os níveis de toxicidade e de poluição do ar devido à decomposição e volatilização de substâncias químicas.
- Como qualquer operação que emprega meios mecânicos, esta última fase contribui também para o consumo energético e para o aquecimento global.

**ASSIM...**

**A selecção de materiais de construção deverá ter presente o seu ciclo de vida ponderando a totalidade dos impactos ambientais que lhes estão associados.**

Na prática, os impactos ambientais relacionados com a construção têm de ser caracterizados e geridos, necessariamente, em várias fases do ciclo de vida do produto (edifícios), intervindo para tal técnicos de áreas diversificadas como a química, a física, o planeamento, a gestão industrial, a gestão de resíduos, entre outros.

# Características ecológicas dos materiais de construção sustentáveis

## CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS

Processo de Manufaturação (PM)	Operações de Construção (OC)	Gestão de Resíduos (GR)
Redução de Resíduos (RR)	Eficiência Energética (EE)	Biodegradável (B)
Prevenção da Poluição (PP)	Tratamento e Conservação de Água (TCA)	Reciclável (R)
Reciclagem (RC)	Não Toxicidade (NT)	Reutilizável (RU)
Redução da Energia Incorporada (REI)	Fonte Energética Renovável (FER)	Outros (O)
Materiais Naturais (MN)	Durabilidade (D)	

(Kim, 1998).

**No entanto, a fase de decisão de selecção de materiais a empregar na construção compromete directamente quem participa na sua concepção, ou sejam:**

**OS PROJECTISTAS!...**

## BIBLIOGRAFIA

- **APME** (1998): *Plastics – A material of choice in building and construction*; Brussels; Association of Plastics Manufacturers in Europe (s/ edição, 1998);
- **AMOÊDA, R. COSTA** ECOLOGIA DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO, DISSERTAÇÃO DE MESTRADO, 2003
- **BERGE**, Bjorn (1992): *Ecology of Building Materials*; Oxford; Architectural Press (s/ edição, 2000).
- **BOURDEAU**, Luc (1999): *Agenda 21 on Sustainable Construction*; Rotterdam; CIB (s/ edição, 2001);
- **HARRIS**, D. J. e **BOWLES**, G.(1998):*Application of a Life Cycle Technique to the Environmental Assessment of Housing*; RICS Research Institute (s/ edição, 1998);
- **LÓPEZ**, Victor Manuel (2001): *Sustainable Development. A conceptual and operative approach to sustainability principles for the construction sector*; Barcelona; Universitat Politècnica de Catalunya (s/ edição, 2001);
- **JOHN**, Vanderley (2000): *Reciclagem de Resíduos na Construção Civil – Contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento*; São Paulo; Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (s/ edição, 2000);
- **KIM**, Jong-Jin (1998): *Qualities, Use, and Examples of Sustainable Building Materials*; Ann Arbor; National Pollution Prevention Centre for Higher Education (s/ edição, 1998); 50 p.
- **UNEP** (2003): *Evaluation of Environmental Impacts in Life Cycle Assessment*; Paris; United Nations Environment Programme (1ª edição, 2003);
- **UHER**, Thomas E. (1999): *Absolute Indicator of Sustainable Construction*; Cobra 1999; RICS Research Foundation;