

# O MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO E OS PROJETOS DE ENGENHARIA CIVIL

Pedro José da Silva<sup>1</sup>, Maria Aparecida Faustino Pires<sup>2</sup>

**Abstract** — Give civil engineers knowledge to enable them to develop skills so they can design projects where the control of all the factors of the physical environment of the man engaged or may exert deleterious effect on their welfare physical, mental and social parameter is mandatory and, no longer optional, as are now developing projects that meet the mechanisms of relaxation of the Kyoto Protocol. The civil engineering should be investing in a social responsibility and should necessarily facilitate sustainable development, and to both assist in the process of reducing the effect Stove Gases (GHG) or capturing (or Sequestration) Carbon. The design of projects in sectors such as; generation of energy through small and medium-sized hydroelectric power plants, construction, transport and many other sectors demonstrate the need to train the engineers in order to develop projects to consider already in the preliminary study Steps Engine Clean Development.

**Keywords:** Civil Engineering, MDL, Sustainable Development Projects.

**Resumo** — Fornecer aos engenheiros civis conhecimentos que lhes permitam desenvolver habilidades de modo que possam conceber projetos onde o controle de todos os fatores do meio físico do homem que exercem ou podem exercer efeito deletério sobre o seu bem estar físico, mental e social é parâmetro obrigatório e, não mais opcional, pois agora estarão desenvolvendo projetos que atendam aos mecanismos de flexibilização do Protocolo de Kyoto. A engenharia civil deverá se investir de uma responsabilidade social, devendo obrigatoriamente viabilizar o desenvolvimento sustentável e, para tanto auxiliar no processo de redução de Gases do Efeito Estufa (GEE) ou Captura (ou Seqüestro) de Carbono. A concepção de projetos em setores tais como; geração de energia através de pequenas e médias hidrelétricas, construção, transportes e tantos outros setores demonstram a necessidade de se capacitar os engenheiros de modo a desenvolver projetos que considerem já no estudo preliminar as Etapas do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.

**Palavras-chave:** Engenharia Civil, MDL, Desenvolvimento Sustentável, Projetos.

## INTRODUÇÃO

O artigo 2º da Resolução CONAMA Nº 1, de 23 de setembro de 1986, identifica as **atividades modificadoras do meio ambiente**, determinando a necessidade de elaboração de um relatório técnico, desenvolvido por equipe multidisciplinar e tecnicamente habilitada para analisar os aspectos físico, biológico e socioeconômico do ambiente, que além de atender aos princípios e objetivos da Lei da Política Nacional do Meio Ambiente, devendo obedecer às seguintes diretrizes gerais: contemplar todas as alternativas tecnológicas e de localização do projeto, confrontando-as com a hipótese de não execução do projeto; identificar e avaliar sistematicamente os impactos ambientais gerados nas fases de implantação e operação; definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza; e considerar os planos e programas governamentais, propostos e em implantação, na área de influência do projeto e sua compatibilidade (inclusive diretrizes específicas e peculiares ao projeto, adicionais, fixadas pelo órgão estadual ou, quando couber, municipal, competente).

Além do Estudo de Impacto Ambiental – EIA, as atividades modificadoras listadas no referido artigo da Resolução CONAMA Nº 1, deverão apresentar um relatório – resumo dos estudos do EIA (RIMA), em linguagem simples objetiva e acessível para não técnicos.

A necessidade de se aprender a utilizar os estudos desenvolvidos para a elaboração do EIA/RIMA, como estudo preliminar, resultará em excelente ferramenta que deverá ser direcionada, de modo a permitir o atendimento do **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)**.

## PROTOCOLO DE KYOTO

O Protocolo de Kyoto obedeceu às diretrizes do mandato de Berlim e deu maior ênfase às metas quantitativas como forma de minimizar os custos de mitigação em cada país. Com este objetivo também foram estabelecidos mecanismos como o **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)**, que viabiliza tanto a diminuição de emissões países não signatários do Anexo I quanto a transferência de recursos

<sup>1</sup> Pedro José da Silva, Pós-doutorando/Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/USP/CNEN) – Centro de Química e Meio Ambiente - CQMA. Professor das Faculdades de Engenharia Civil & Arquitetura e Urbanismo - Fundação Armando Álvares Penteado – FAAP, [p-jose-silva@uol.com.br](mailto:p-jose-silva@uol.com.br)

<sup>2</sup> Maria Aparecida Faustino Pires. Supervisora do Pós-Doutorado. Gerente do Centro de Química e Meio Ambiente – CQMA/ Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/USP/CNEN), [mapires@ipen.br](mailto:mapires@ipen.br)

dos países do Anexo I aos países em desenvolvimento. Assim para não comprometer as economias dos países desenvolvidos signatários (também chamados de Partes do Anexo I), o protocolo estabeleceu que parte da redução dos GEE pudesse ser feita através de negociações com nações através dos mecanismos de flexibilização.

### MECANISMO DE FLEXIBILIZAÇÃO

Os Mecanismos de Flexibilização ou Mecanismo de Flexibilização do Protocolo de Kyoto ou ainda Mecanismo de Flexibilidade (em Portugal) são entendidos como arranjos regulamentados, pelo referido protocolo, e que facilitam as partes (países) incluídas no Anexo I, ou seja, compromissados com redução de emissões, possam atingir as suas metas de redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE). Esses mecanismos proporcionam um menor impacto nas economias e no nível de desenvolvimento dos países compromissados.

As alterações ao Protocolo de Kyoto, resultaram nos seguintes mecanismos de flexibilização:

1. **Comércio Internacional de Emissões (CIE)** - é realizado entre os países listados no Anexo I, de maneira que um país, que tenha reduzido as suas emissões abaixo de sua meta, possa transferir o excesso de suas reduções para um outro país, listado no Anexo I, que não tenha alcançado tal condição;
2. **Implementação Conjunta (IC)** - consiste na implantação de projetos de redução de emissões de GEEs entre países (Países do Anexo I) que apresentam metas a cumprir.
3. **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)** - são realizados em países que não têm metas de reduções de emissões de GEE.

A utilização dos Mecanismos de Flexibilização ocorre de forma diferente nos países de língua portuguesa, exceto em Portugal, pois por fazer parte do Anexo I, pode utilizar de todos os mecanismos relacionados anteriormente. No caso do Brasil, como “não Anexo I” pode utilizar apenas o MDL.

### ATIVIDADES MODIFICADORAS DO MEIO AMBIENTE

Apresenta-se neste artigo a lista de atividades modificadoras do meio ambiente relacionadas na Resolução CONAMA Nº 1, de modo a permitir traçar uma posterior correlação com os setores onde projetos MDL, podem ser desenvolvidos.

- I. Estradas de rodagem com 2 (duas) ou mais faixas de rolamento;
- II. Ferrovias;
- III. Portos e terminais de minério, petróleo e produtos químicos;

IV. Aeroportos, conforme definidos pelo inciso 1, artigo 48, do Decreto - Lei nº 32, de 18 de novembro de 1986;

V. Oleodutos, gasodutos, minerodutos, troncos coletores e emissários de esgotos sanitários;

VI. Linhas de transmissão de energia elétrica, acima de 230 KV.

VII. Obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos, tais como; barragem para quaisquer fins hidrelétricos, acima de 10MW, de saneamento ou irrigação, abertura de canais para navegação, drenagem e irrigação, retificação de cursos de água, abertura de barras e embocaduras, transposição de bacias, diques;

VIII. Extração de combustível fóssil (petróleo, xisto, carvão);

IX. Extração de minério, inclusive os da classe II, definido no código de mineração;

X. Aterros sanitários, processamento e destino final de resíduos tóxicos ou perigosos;

XI. Usinas de geração de eletricidade, qualquer que seja a fonte de energia primária, acima de 10 MW;

XII. Complexo e unidades industriais e agroindustriais (petroquímicos, siderúrgicos, cloroquímico, destilaria de álcool, hulha, extração e cultivo de recursos hidróbios);

XIII. Distritos industriais e Zonas Estritamente Industriais - ZEI;

XIV. Exploração econômica de madeira ou de lenha, em áreas acima de 100ha (cem hectares) ou menores, quando atingir áreas significativas em termos percentuais ou de importância do ponto de vista ambiental;

XV. Projetos urbanísticos, acima de 100 ha. (cem hectares) ou em áreas consideradas de relevante interesse ambiental à critério da SEMA e dos órgãos municipais e estaduais competentes;

XVI. Qualquer atividade que utilizar carvão vegetal, derivados ou produtos similares, em quantidade superior a dez toneladas por dia;

XVII. Projetos agropecuários que contemplem áreas acima de 1000 ha. Ou menores, neste caso, quando se tratar de áreas significativas em termos percentuais ou de importância do ponto de vista ambiental, inclusive nas áreas de proteção ambiental.

### CATEGORIAS DE PROJETOS MDL

O Conselho Executivo (CE) do MDL numerou os seguintes setores onde Os projetos MDL, podem ser desenvolvidos. O CE-MDL baseou-se no Anexo A do Protocolo de Kyoto para a elaboração da mesma. Uma atividade de projeto MDL pode estar relacionada a mais de um setor.

Apresenta-se a seguir uma relação de setores que poderão alojar os projetos MDL, a saber:

Setor 1 – Geração de energia (renovável e não renovável)

Setor 2 – Distribuição de energia

Setor 3 – Demanda de energia (projetos de eficiência e conservação de energia)

Setor 4 – Indústrias de produção  
 Setor 5 – Indústrias químicas  
 Setor 6 – Construção  
 Setor 7 – Transporte  
 Setor 8 – Mineração e produção de minerais  
 Setor 9 – Produção de metais  
 Setor 10 – Emissões de gases fugitivos de combustíveis  
 Setor 11 – Emissões de gases fugitivos na produção e consumo de halocarbonos e hexafluorido de enxofre  
 Setor 12 – Uso de solventes  
 Setor 13 – Gestão e tratamento de resíduos  
 Setor 14 – Reflorestamento e florestamento  
 Setor 15 – Agricultura

### Etapas dos Projetos de MDL

1. Concepção do projeto (preparo da Nota de Idéia do Projeto)
2. Preparo do documento de concepção do projeto (DCP)
3. Validação
4. Obtenção da aprovação do país anfitrião
5. Registro
6. Implementação do projeto
7. Monitoramento
8. Verificação e certificação
9. Emissão dos RCEs (crédito de carbono)

### Tipos de Projetos

1. Captura de gás em aterro sanitário
2. Tratamento de dejetos suínos e reaproveitamento de biogás
3. Troca de combustível
4. Geração de energia por fontes renováveis (biomassa, energia eólica, pequenas e médias hidrelétricas), energia solar
5. Compostagem de resíduos sólidos urbanos
6. Geração de metano a partir de resíduos orgânicos (biogásificação)
7. Pirólise de resíduos
8. Florestamento e reflorestamento em áreas degradadas

Observação – A proteção de áreas de florestas ou desmatamento evitado não são projetos MDL e, portanto não podem requerer RCEs.

### REGRAS DO MDL – PROJETOS

Para que um projeto seja elegível dentro das regras do MDL precisa atender a dois critérios principais, a saber: Adicionalidade e Desenvolvimento Sustentável.

1. Critério da Adicionalidade – um projeto é adicional quando ele realmente contribui para a redução das emissões de gases do efeito estufa. É traçada uma linha de base (**Baseline**) onde é determinado um cenário demonstrando o que aconteceria se a atividade do projeto a partir da **baseline** pode-se determinar a

adicionalidade, que consiste basicamente no detalhamento das atividades do projeto, demonstrando que ocorre a redução de emissões. Em síntese, um projeto para atender a este critério deve absorver ou evitar o lançamento de gases do efeito estufa. O projeto por este critério precisa adicionar alguma vantagem, a qual não ocorreria sem este.

2. Critério do Desenvolvimento Sustentável – a contribuição para o desenvolvimento sustentável de cada projeto é avaliada pela Autoridade Nacional Designada, que no caso do Brasil, é a Comissão Internacional de Mudança Global do Clima (CIMGC), presidida pelo Ministério da Ciência e Tecnologia.

### REDUÇÃO CERTIFICADA DE EMISSÃO

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) é um dos mecanismos de flexibilização, e o Crédito de Carbono do MDL é denominado Redução Certificada de Emissão (RCE), ou como é conhecido em língua inglesa Certified Emission Reductions (CERs), sendo entendido como certificados emitidos quando ocorre a redução de emissão de gases do efeito estufa (GEE).

Os créditos de carbono criaram um mercado para a redução de GEE dando um valor monetário à poluição. Os acordos internacionais, como o Protocolo de Kyoto determinam uma cota máxima que países desenvolvidos podem emitir. Desta maneira, países ou indústrias que não conseguirem atingir as metas de reduções de emissões, tornam-se compradores de créditos de carbono, enquanto que as indústrias que conseguirem reduzir as suas emissões abaixo das cotas determinadas poderão vender o excedente de redução de emissão ou permissão de emissão no mercado nacional ou internacional.

Os Países do Anexo I ou Países Industrializados podem promover a redução da emissão de gases causadores do efeito estufa (GEE) em países em desenvolvimento através do mercado de carbono quando adquirem créditos de carbono provenientes destes países.

### QUANTIFICAÇÃO DO CARBONO

A quantificação do carbono é feita com base em cálculos, os quais demonstram a quantidade de dióxido de carbono a ser removida ou a quantidade de gases do efeito estufa que deixará de ser lançada na atmosfera com a efetivação de um projeto. Cada crédito de carbono equivale a uma tonelada de dióxido de carbono equivalente. Essa medida internacional foi criada com o objetivo de medir o **Potencial de Aquecimento Global – PAG** (GWP – Global Warming Potencial) de cada um dos seis gases causadores do efeito estufa. O **PAG** é entendido como a capacidade da molécula de absorver radiação térmica em relação à capacidade da molécula de CO<sub>2</sub>. A Tabela 1 lista os gases causadores do efeito estufa, bem como o seu respectivo **PAG**.

Tabela 1 Gases do Efeito Estufa (GEE)

GÁS	PAG
CO <sub>2</sub> (Dióxido de Carbono)	1
CH <sub>4</sub> (Metano)	21
N <sub>2</sub> O (Óxido Nitroso)	310
HFCs (Hidrofluorcarbonetos)	140 ~ 11.700
CFCs (Clorofluorcarbonetos)	1.300 ~ 12.000
PFCs (Perfluorcarbonetos)	6.500 ~ 9.200
SF <sub>6</sub> (Hexafluoreto de Enxofre)	23.900

FONTE: HINRICHS (2003).

## PROJETO MDL - APLICAÇÃO DO PAG

Neste artigo utilizaremos os conceitos apresentados na simulação de um Projeto MDL para a obtenção de Redução Certificada de Emissão (RCE).

- Atividade Modificadora do Meio Ambiente – Aterros sanitário. Utilizando-se do EIA/RIMA como estudo preliminar para a obtenção de informações/dados importantes ao desenvolvimento do Projeto MDL, verifica-se a produção de Gases de Efeito Estufa.
- Categoria de Projeto MDL – Setor 13 – Gestão e tratamento de resíduo.
- Tipo de Projeto MDL – captura de gás em aterro sanitário.

Dos estudos desenvolvidos, sabe-se que:

a) Uma tonelada de resíduo sólido urbano (doméstico) ou lixo produz, aproximadamente: 400Nm<sup>3</sup>/gás

b) Gás produzido considera-se como valor médio:  
60% CH<sub>4</sub>(metano)  
40% CO<sub>2</sub>(dióxido de carbono)

c) Quantidade em quilogramas de CH<sub>4</sub> para cada tonelada de lixo produzido: 173 kg = 0,173 t

d) Quantidade em quilogramas de CO<sub>2</sub> para cada tonelada de lixo produzido: 317 kg = 0,317 t

e) Aplicando-se a Tabela 1, obtém-se:

Uma tonelada de metano reduzida corresponde a 21 créditos de carbono, portanto 0,173 t correspondem a aproximadamente 3,64 créditos.

Uma tonelada de dióxido de carbono equivalente corresponde a 1 crédito de carbono, portanto 0,317 t corresponde a aproximadamente 0,317 créditos.

f) O CH<sub>4</sub> coletado no aterro sanitário vai para uma usina de energia.

g) O CO<sub>2</sub> é utilizado na estação de tratamento de esgoto, atendendo ao esquema indicado na figura 1.

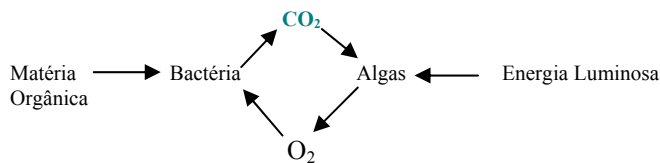


Figura 1 – Tratamento de Esgoto – Entrada de CO<sub>2</sub>.

FONTE: SILVA (2007).

h) O projeto apresentado atende aos critérios de Adicionalidade e Desenvolvimento Sustentável.

## CONCLUSÃO

As atividades modificadoras do meio ambiente, apresentadas neste trabalho, permitem e necessitam do desenvolvimento de um sistema e um modelo. O sistema é uma estrutura, esquema ou procedimento, real ou abstrato, que num dado tempo de referência se inter-relaciona com uma entrada, causa ou estímulo de energia ou informação, e uma saída, efeito ou resposta de energia ou informação. Enquanto o modelo é uma representação do comportamento do sistema. Estes modelos classificam-se em: físico, analógicos e matemáticos.

Segundo a Convenção - Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima – *CQNUMC*, o Brasil se encontra no grupo de Países em desenvolvimento, apresentando, portanto modelos físicos que permitem a coleta dos parâmetros necessários ao desenvolvimento de um sistema, bem como um posterior o desenvolvimento de modelos matemáticos. O sistema e o modelo deverão facilitar a apresentação de Projetos MDL.

## BIBLIOGRAFIA

1. HINRICHS, R. A., KLEINBACH, M. Energia e Meio Ambiente. Tradução técnica Flávio Maron Vichi & Leonardo Freire Mello. São Paulo: Pioneira Thonsom Learning, 2003. 543p.
2. SILVA, P.J. Apostila/Fichário. Planejamento Urbano e Regional IV. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Fundação Armando Alvares Penteado – FAAP. 2007.
3. BRASIL, Legislação federal: controle da poluição ambiental. São Paulo: CETESB, 1994.

## Internet

1. MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO.

Disponível em:

<[http://pt.wikipedia.org/wiki/Mecanismo\\_de\\_deenvolvimento\\_limpo](http://pt.wikipedia.org/wiki/Mecanismo_de_deenvolvimento_limpo)>

Acesso em: 29/11/2007.

2. MECANISMO DE FLEXIBILIZAÇÃO.

Disponível em: 29/11/2007.

<[http://pt.wikipedia.org/wiki/Mecanismos\\_de\\_flexibiliza%C3%A7%C3%A3o](http://pt.wikipedia.org/wiki/Mecanismos_de_flexibiliza%C3%A7%C3%A3o)>

Acesso em: 29/11/2007.

3. CRÉDITOS DE CARBONO.

Disponível em:

<[http://pt.wikipedia.org/wiki/Cr%C3%A9ditos\\_de\\_carbono](http://pt.wikipedia.org/wiki/Cr%C3%A9ditos_de_carbono)>

Acesso em: 29/11/2007.