

## **X - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS**

### **X - COBREAP**

#### **TÍTULO DO TRABALHO: AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL**

**AUTOR: TORRES, SUSANA AMARAL**

**ENGENHEIRA CIVIL – CREA/RS 55933-D**

**ENGENHEIRA QUÍMICA – CREA/RS 55933-D E CRQ/RS 05302175**

**ADMINISTRAÇÃO – CRA/RS 16277**

**RESUMO:** Estudos realizados para identificar, prever e interpretar, prevenir os efeitos ambientais que determinadas ações, planos, programas ou projetos podem causar à saúde, ao bem estar humano e consultas que avaliam, de forma compreensível, os efeitos sobre o meio ambiente de uma nova atividade, e assim a preparação da legislação ou da elaboração de determinados planos, programas e novos projetos, com a participação do público e analisando possíveis alternativas. Instrumentos idôneos para a implantação de políticas ambientais preventivas.

**ABSTRACT:** Studies accomplished to identify, to predict and to interpret, to prevent the environmental effects that certain actions, plans, programs or projects can cause to the health, to the good of human beings and consultations that evaluate in a comprehensible way the effects on the environment of a new activity, and like this the preparation of the legislation or of the elaboration of certain plans, programs and new projects, with the public's participation and analyzing possible alternatives. Suitable instruments for the implantation of preventive environmental politics

# AValiação DE IMPACTO AMBIENTAL

## 1. OBJETIVOS E DEFINIÇÕES

### 1.1. Definição de Avaliação de Impacto Ambiental

São estudos realizados para identificar, prever e interpretar, assim como prevenir as conseqüências ou efeitos ambientais que determinadas ações, planos, programas ou projetos podem causar à saúde, ao bem estar humano e consultas que avaliam ou consideram, de forma compreensível, os efeitos sobre o meio ambiente de uma nova atividade, e assim a preparação da legislação ou da elaboração de determinados planos, programas e novos projetos, com a participação do público e analisando possíveis alternativas. É básico para a seleção ou adoção de uma proposta. A Avaliação de Impacto Ambiental é um instrumento a serviço da decisão. São instrumentos idôneos para a implantação de políticas ambientais preventivas.

### 1.2. Objetivos da Avaliação de Impacto Ambiental

O objetivo básico é evitar possíveis erros e deteriorações ambientais, difíceis de corrigir posteriormente.

A idéia da Avaliação do Impacto Ambiental não é nova, nasceu nos E.U.A. com a lei de Política Ambiental de 1969.

A necessidade de implantar estudos de impacto ambiental nasceu na não adaptação dos métodos tradicionais de avaliação de projetos que não consideraram a proteção do meio físico nem o uso racional de recursos. Para o estudo dos problemas ambientais havia necessidade de novas técnicas e metodologia de avaliação, permitindo ao tomar decisões, conhecer a influência dos projetos no meio natural e social, difíceis de identificar e qualificar.

### 1.3. Definição de Impacto Ambiental

Impacto Ambiental é quando uma ação ou atividade produz uma alteração, favorável ou desfavorável, no meio ou em um dos componentes do meio.

Pode ser direto (primário) ou indireto (secundário), produzido a curto ou longo prazo de curta ou longa duração, acumulativo, reversíveis ou irreversíveis.

Direto, quando há a ação direta do homem, fáceis de identificar, descrever e medir.

Indireto, quando é a conseqüência do impacto direto, muitas vezes difíceis de identificar e controlar. São mais complexos que os diretos e a longo prazo são os que causam verdadeiro problemas.

Curto prazo, quando se produz imediatamente após a ação. Caso apareça após certo tempo de ação o impacto é de longo prazo.

As variáveis fundamentais neste estudo são a identificação e a quantificação das possíveis alterações ou modificações.

### 1.4. Gestão Ambiental

Conjunto de ações encaminhadas para conseguir a máxima racionalidade no processo de decisão relativo à conservação, defesa, proteção e melhora do meio ambiente, baseando-se em uma informação coordenada multi disciplinar e a participação do cidadão.

- Otimização do uso de recursos;
- Previsão e prevenção dos Impactos Ambientais;
- Controle da capacidade de absorção do meio e dos impactos;
- Ordenação do território.

### **1.5. Funções da Avaliação de Impacto Ambiental**

**Conhecimento:** Melhor ferramenta para lograr um conhecimento profundo e extenso da incidência de uma ação ou projeto em determinada localização, destacando-se os aspectos: ecológico e humano.

**Coordenação e Racionalização:** Tem como fim, apresentar uma informação integrada dos impactos sobre o meio ambiente. Autoridades públicas competentes estão associadas no processo de avaliação. Evita a setorização do controle em matéria ambiental.

**Racionalização dos procedimentos administrativos ambientais de controle das decisões e economia de tempo nos prazos de autorização dos projetos.**

Aborda-se os Impactos Ambientais de um ponto de vista global sob diferentes aspectos:

**Flexibilidade:** Supõem-se uma maior flexibilidade na aplicação de legislação geral, já que permite aplicar medidas corretivas ajustadas após estudos dos efeitos ambientais de determinados projetos.

**Consenso:** Participação dos cidadãos nos processos de decisão. É cada vez mais necessário, porque nos grandes projetos ocorrem conflitos freqüentes. Uma avaliação de impacto real permite as autoridades públicas, privadas e a opinião pública, identificar melhor as medidas de proteção ambiental necessárias.

As Avaliações de Impacto Ambientais permitem ter um diálogo amplo, embasado em uma informação completa com os diversos grupos sociais, tem a importante função de solucionar conflitos sociais.

### **1.6. Conteúdos das Avaliações de Impacto Ambiental**

Nos estudos de Impacto Ambiental o conteúdo deve corresponder ao que se confere hoje o conceito de meio ambiente. Com duas grandes áreas: Meio Natural e Meio Social.

## **2. CRITÉRIOS E BASES PARA O ESTUDO DO IMPACTO AMBIENTAL**

Para o Estudo de Impacto Ambiental, utiliza-se os seguintes critérios: identificação e estimativas de impacto; avaliação de variáveis; e, criação de estratégias.

### **2.1. Fatores Ambientais**

Impacto Geobiofísico, é a contaminação atmosférica, contaminação da água, solo, substância radioativa, ruído, recursos naturais e fatores biológicos.

Impacto Sócio-Econômico é o território, alteração da paisagem, aspectos sociais e aspectos econômico.

### **2.2. Estudos e Determinação dos Fatores Ambientais**

Determinação do fator ambiental e do seu contexto, atividades que afetam estes fatores, determinar a variável para controle, interpretação os dados levantados, avaliação e determinação das impactos primários, secundários e medidas corretivas.

## **3. MÉTODOS E MODELOS PARA EFETUAR AS AVALIAÇÕES DE IMPACTO AMBIENTAL**

Para a avaliação de impacto, esta deve abordar os seguintes aspectos;

- Descrever a ação proposta, assim como outras alternativas;
- Prever a natureza e magnitude dos efeitos ambientais sobre o homem e sobre os componentes bióticos e abióticos em sua volta;
- Interpretar os resultados;
- Prevenir os efeitos ambientais.

Segundo Dickert as metodologias para a avaliação de impacto ambiental classificam-se em;

### 3.1. Identificação

- Descrição do sistema ambiental existente.
- Determinação dos componentes do projeto.
- Definição das alterações do meio causadas pelo projeto.

### 3.2. Projeção

- Identificação das alterações ambientais significativas.
- Revisão da troca quantitativa no meio ambiente identificado.
- Estimativa da probabilidade de que o impacto ocorra (duração em tempo).

### 3.3. Avaliação

- Determinação da incidência de custos e benefícios nos grupos de usuários e na população afetada pelo projeto.
- Especificação e comparação da relação custo-benefício entre várias alternativas.

Exemplos de métodos de avaliação:

- Métodos de identificação;
- Método de Leopoldi;
- Listas de referências.

### 3.4. Modelo de Projeção

Exemplo: Modelo de dispersão atmosférica.

## 4. IMPACTOS AMBIENTAIS SOBRE A QUALIDADE DO AR

A atmosfera é o principal mecanismo de defesa da Terra como proteção das fortes radiações procedentes do sol.

O ar é uma mistura de uma série de elementos e está constituído de dois grupos de componentes, alguns constantes e outros acidentais.

- Os componentes constantes como: Nitrogênio, Oxigênio, Gases Inertes e Nobres; e outros cuja quantidade é variável segundo o lugar e o tempo, que são: o Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) e o Vapor de Água.
- Os componentes acidentais são os contaminantes.

### 4.1. Contaminantes da Atmosfera

Contaminação é a presença no ar de substâncias ou formas de energia que alteram a qualidade do ar, de modo que implique risco, dano ou moléstia grave para as pessoas e bens de qualquer natureza.

4.1.1. As três principais fontes de contaminação são:

- Emissões procedentes dos gases de escape dos veículos;
- Emissões devido as calefações;
- Emissões devidas dos processos industriais.

4.1.2. Contaminantes do ar:

- Anidrido Sulfuroso, SO<sub>2</sub>;
- Óxidos de Nitrogênio, NO e NO<sub>2</sub>;
- Ozônio, O<sub>3</sub>;
- Chumbo, Pb;
- Monóxido de Carbono, CO;
- Anidrido Carbônico, CO<sub>2</sub>;
- Asbesto (amianto);
- Hidrocarbonetos Reativos.

Geralmente opera com menos parâmetros e os mais utilizados são: SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, C<sub>n</sub>H<sub>m</sub> e partículas sólidas em suspensão e sedimentáveis.

## **4.2. Indicadores de Qualidade Atmosférica**

A qualidade do ar é baseada em critérios higiénico-sanitários e de proteção do meio natural, é determinado medindo-se os níveis de imissão de contaminantes na atmosfera e em alguns casos, as emissões.

Níveis de Emissão é a concentração máxima admissível de cada tipo de contaminante despejados na atmosfera.

Níveis de Imissão são os limites máximos toleráveis de presença na atmosfera de cada contaminante isoladamente e associado a outros.

Os níveis de emissões toleráveis não são uniformes para todas as atividades, já que em cada uma delas variam as características do processo, matérias-primas utilizadas, condições das instalações e composição dos efluentes.

Além dos indicadores físicos e químicos empregam-se também os biológicos e bioquímicos.

Os indicadores biológicos e bioquímicos estão sendo utilizados para avaliar a qualidade ambiental. Por meio destes indicadores, podemos observar, tanto aspectos biológicos - crescimento ou morte dos organismos, tecidos ou células, quanto aspectos bioquímicos como trocas químicas ou enzimáticas.

Os indicadores biológicos são mais confiáveis, porém apresentam desvantagens econômicas e necessitam mais tempo do que os métodos químicos para fornecer resultados reais.

## **4.3. Dispersão de Contaminantes**

### **4.3.1. Condições Meteorológicas**

A atmosfera têm sido sempre um receptor de contaminantes, mas também depende de fortes mecanismos de dispersão e eliminação dos contaminantes.

Há muitos processos que eliminam contaminantes, como a absorção pelas folhas, precipitação, absorção pelo solo e absorção pelas massas de água.

A transferência de contaminantes e as reações entre os mesmos são consequência dos processos de difusão atmosférica, que não eliminam os contaminantes, mas se consegue repartir a contaminação em uma área mais extensa.

A dispersão atmosférica de um contaminante depende das condições meteorológicas e dos parâmetros e condições em que se produz a emissão.

O vento é o primeiro mecanismos atmosféricos de transporte, o movimento de rotação terrestre produz também um movimento na atmosfera característico em cada localização.

Nos estudos de Impacto Ambiental os dados meteorológicos normalmente utilizados são os disponíveis nos aeroportos mais próximos, o que nem sempre é adequado, visto que os fenômenos atmosféricos são muito complexos. Portanto, é oportuno dispor de uma estação meteorológica para medidas de difusão, que disponha dos instrumentos necessárias, com registro contínuo, para determinar os fatores meteorológicos correspondentes a capacidade de difusão da atmosfera desse lugar.

### **4.3.2. Difusão Atmosférica**

A dispersão de contaminantes na atmosfera, emitidos através de um ou vários focos é determinada com parâmetros estatísticos que expressam a distribuição de resíduos em torno do foco ou fontes em questão.

Os modelos mais utilizados supõem uma distribuição bidimensional gaussiana para todas as partículas no plano normal e na direção predominante do vento, a uma distância X do foco.

### 4.3.3. Estabilidade Atmosférica

A estabilidade atmosférica está relacionada com os movimentos ascendentes e descendentes de volumes de ar. A estabilidade é em função da velocidade do vento, da turbulência atmosférica, do gradiente de temperatura, da insolação, nebulosidade, chuva, neve e outras condições climáticas. Em geral, a estabilidade atmosférica é determinada por meio do gradiente térmico.

A atmosfera será: estável, quando inibe os movimentos verticais do ar; instável, quando amplifica os movimentos verticais do ar; e neutra, quando não afeta o processo adiabática seco.

### 4.4. Configuração da Pluma ou Nuvem

Os contaminantes saem das chaminés em forma de pluma ou nuvem. A configuração da pluma é em função da estabilidade atmosférica.

Em condições neutras a pluma tem a forma de um cone e se pode aplicar as equações de dispersão normal.

Em condições estáveis a pluma tem forma de leque perto de sua origem e longe desta; de tira quando não existe apenas difusão vertical e podendo transportar os contaminantes a longas distâncias em chaminés altas de até 100 ou 200 km.

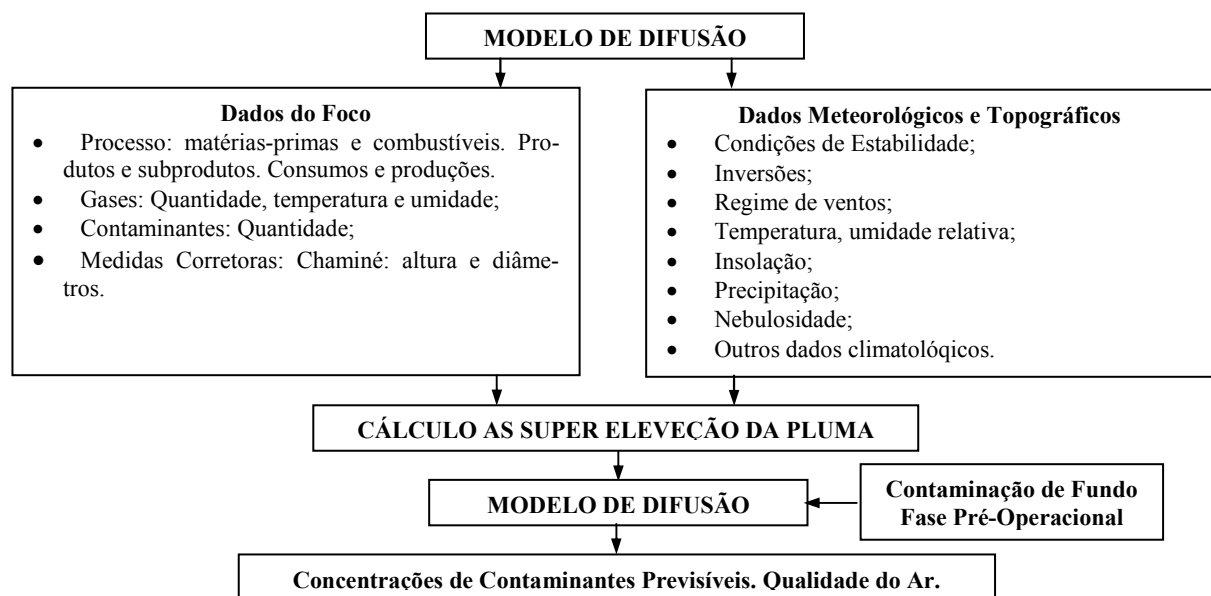
Em condições instáveis as plumas são serpenteantes e as equações normais de dispersão dão valores aproximados,

### 4.5. Modelos de Difusão

Nas Avaliações de Impacto Ambiental determina-se a incidência das emissões contaminantes de um projeto sobre a qualidade do ar. Esta avaliação se efetua utilizando modelos físico-matemáticos de difusão.

Os modelos mais utilizados para estabelecer as concentrações de contaminantes partem da equação de Pasquill e são os seguintes:

- Modelo de Pasquill - Gifford, para os parâmetros de dispersão e fórmula de Briggs, para calcular a super elevação da pluma;
- Modelo de Pasquill - Gifford, para os parâmetros de dispersão e as equações de Holland, para calcular a super elevação da pluma;
- Modelo ASME, para calcular a super elevação da pluma e fórmula de ASME para difusão.



## **5. IMPACTOS AMBIENTAIS SOBRE A ÁGUA**

### **5.1. Introdução**

Todos Estudos de Impacto Ambiental estão relacionados de um modo geral com a água, pois qualquer atividade se apoia em sua utilização. A disponibilidade da água em quantidade e qualidade suficiente é um dos fatores determinantes da qualidade de vida.

A água é utilizada nos diversos ramos da indústria como matéria-prima para muitos processos e serviços. Os usos domésticos, municipais e comunitários vêm aumentando significativamente, sendo a agricultura um dos maiores consumidores. Por isso, a importância de otimizar a gestão de recursos hídricos e o uso da água, aplicando critérios e técnicas que permitam a utilização racional deste recurso básico.

### **5.2. Usos da Água**

A água além de ser um elemento básico na constituição dos seres vivos, também é matéria-prima de primeira ordem em qualquer atividade.

Usos primários: abastecimentos (domésticos, municipais, industriais), agricultura, caráter ecológico e ambiental.

Usos secundários: energéticos, recreativos, navegação, recebimento de efluentes domésticos e industriais (condições para auto depurar).

### **5.3. Contaminantes da Água**

Contaminação da água se define como a alteração de sua qualidade natural por ação do homem.

Qualidade natural é o conjunto de características físicas, químicas e bacteriológicas que apresenta a água em seu estado natural em rios, lagos, subsolo e no mar.

É importante a relação Qualidade da Água x Usos.

Os elementos e substâncias que podem contaminar as águas, são muitos e de natureza física, química e biológica. Porém, são escolhidos os mais significativos que definem melhor o grau de contaminação, entre eles:

- matéria orgânica;
- sólidos em suspensão;
- sais inorgânicos;
- ácidos e álcalis;
- líquidos e sólidos flotantes;
- cor;
- temperatura alta;
- produtos tóxicos;
- microrganismos;
- substâncias radioativas;
- compostos que produzem espuma.

### **5.4. Indicadores**

- Oxigênio Dissolvido;
- DQO;
- DBO;
- Sólidos Totais;
- Nitrogênio (orgânico, amoniacal, nitrito, nitrato). Indica natureza e qualidade da água;
- Fósforo - crescimento das algas e eutrofização das águas.

## 5.5. Fontes e Focos de Contaminação das Águas

- Águas negras, águas fecais: procedentes de usos domésticos e urbanos;
- Efluentes industriais;
- Águas com contaminação agrícola: herbicidas, pesticidas, nitratos, restos de fertilizantes.

## 5.6. Determinação da Qualidade da Água

É determinada por dois métodos:

- Métodos físico-químicos;
- Métodos biológicos.

Atualmente tem aumentado consideravelmente o uso de indicadores biológicos, para avaliação da qualidade das águas.

### 5.6.1. Métodos Físico-Químicos

Baseia-se no estudo dos fatores físico-químicos da água, mediante tomada de uma amostra. Não mostra o estado anterior nem a capacidade de recuperação natural da água, apenas nos dá o valor momentâneo.

### 5.6.2. Métodos Biológicos

Fundamenta-se no estudo das comunidades de animais e plantas aquáticas quando expostas à substâncias tóxicas.

## 5.7. Indicadores Físico-Químicos

- Matéria em suspensão: obstrução cursos d'água;
- Cor: dificulta fotossíntese;
- Turbidez: eficácia processos de depuração;
- Temperatura: relação com densidade da água - mistura de massas de águas;
- PH;
- Condutividade elétrica: varia em função da temperatura; ligada à concentração de íons dissolvidos.

Potencial redox: ligados aos estados de depuração; medido em mV.

## 5.8. Indicadores de Contaminação Orgânica

A diversa natureza de compostos orgânicos e dos estados de degradação que se apresentam, desaconselha o uso de um só indicador (método) para avaliação da contaminação orgânica da água.

### a. Carbono Orgânico Total (COT)

Indica os compostos orgânicos fixos ou voláteis, naturais ou sintéticos presentes nas águas residuais.

### b. Demanda Total de Oxigênio (DTO)

Mede o consumo de oxigênio durante as relações catalíticas da matéria orgânica.

### c. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Expressa a quantidade de O<sub>2</sub> necessária para biodegradar a matéria orgânica.

Métodos:

- Métodos de Diluição;
- Métodos Instrumentais.



#### **d. Demanda Química de Oxigênio (DQO)**

Expressa a quantidade de  $O_2$  necessária para oxidar a matéria inorgânica + orgânica.

#### **e. Nitrogênio Total**

$$N_2 \text{ Total} = N_2 \text{ Orgânico} + N_2 \text{ Amoniacal}$$

#### **f. Nitrogênio Amoniacal**

Métodos:

- Azul de Indofenol;
- Ionométrico;
- Micro difusão;
- Fluxo contínuo.

Para águas muito carregadas utilizam-se métodos volumétricos.

#### **g. Determinação de Nitritos**

### **5.9. Indicadores Biológicos**

Análises biológicas da água seguem dois métodos:

- Métodos que estabelecem organismos típicos para cada tipo e grau de contaminação, chamados organismos indicadores,
- Métodos que estudam as comunidades aquáticas e as principais características do meio, isto é, a variação da estrutura da comunidade biótica com as mudanças produzidas no meio.

Outra série de métodos que detectam a variação biológica da qualidade da água:

- A demanda suplementar de Knöpp.
- Determinação da atividade do sedimento segundo Caspers;
- Método da Valoração da Biomassa (BMT).

Métodos para determinar a toxicidade da água: teste de toxicidade.

### **5.10. Indicadores Bacteriológicos**

As análises bacteriológicas indicam a presença de bactérias que alteram e modificam a aptidão de uma água para um determinado uso. Estas modificações podem ser favoráveis ou desfavoráveis.

### **5.11. Indicadores da Qualidade Higiênico-Sanitária da Água**

O controle bacteriológico da qualidade higiênico-sanitária da água são realizados mediante:

- Investigação de bactérias patogênicas;
- Determinação de bactérias de origem fecal;
- Determinação de bactérias exógenas.

### **5.12. Índices Biocenóticos**

Estudam a variação da estrutura da comunidade biótica frente as alterações de qualidade do meio.

### **5.13. Índices de Qualidade da Água**

São vários os parâmetros e condições para a determinação da qualidade da água, porém terá de ser encontrado um valor que represente a qualidade da água englobando as características mais importantes, permitindo:

- comparar a qualidade da água em diferentes lugares e em diferentes momentos.
- mensurar os efeitos das despejos contaminantes nos rios e estudar os processos de autopurificação.

### **5.14. Indicadores Específicos nos Diferentes Setores Industriais**

Os Estudos de Impacto Ambiental começam com um estudo preliminar, do qual obtém-se um apanhado geral dos problemas ambientais que o projeto poderá gerar, delimitando as inter-relações entre o meio e o projeto.

O trabalho será simplificado se estiver disponível informações básicas sobre os efeitos ambientais, sobre o ar, sobre a água, sobre a bióta e os aspectos sócio-econômicos de uma determinada atividade em um empreendimento conhecido.

### **5.15. Plano de Monitoramento da Qualidade das Águas**

Uma luta eficaz contra a contaminação e a deterioração da água requer um conhecimento da evolução dos parâmetros que definem a qualidade dos efluentes; bem como o comportamento do meio receptor e também conhecimento dos dados referentes a quantidade e regime de circulação das água.

É preciso também estabelecer os limites de alarme, como meio de detecção de uma possível anormalidade.

### **5.16. Parâmetros à Medir**

Não é possível controlar todos os contaminantes que poderiam chegar às águas, portanto temos de recorrer à algumas características fundamentais.

No caso de desvio apreciável, recorre-se à uma análise mais profunda (específica).

Para o controle da qualidade dos efluentes estima-se necessário medir os seguintes parâmetros em análises normais:

- COT;
- DQO;
- DBO;
- Sólidos totais em suspensão;
- PH;
- Letalidade aguda;
- Compostos nitrogenados orgânicos e amoniacais (Kyeldahl).

## **6. IMPACTOS AMBIENTAIS SOBRE O MEIO TERRESTRE**

Todos os ecossistemas podem subdividir-se em meio físico, bióta ou organismos de biocenosis (sociedade de seres vivos). O biotopo se divide em atmosfera, substrato e dissolução do solo e massa de água. Os biocenosis dividem-se em produtores, consumidores e decompositores.

Todo o estudo de Impacto Ambiental deve descrever os ecossistemas da área e suas relações.

Além da complexidade do sistema ecológico alguns dos impactos potenciais são muito sutis e quase imperceptíveis a curto prazo, como é o caso dos efeitos que causam as substâncias em baixas concentrações, como produtos tóxicos, os hidrocarbonetos, metais pesados e os organohalogenados.

Utilizam-se para Análise de Impacto Ambiental sobre o meio terrestre os seguintes indicadores:

- Indicadores Biológicos da Qualidade do Meio Ambiente;
- Indicadores Ecológicos - Espécies Indicadoras;
- Indicadores Funcionais – Produtividade.

### **6.1. Indicadores Biológicos da Qualidade do Meio Ambiente**

As modificações produzidas nos ecossistemas terrestres devido as atividades antropógenas podem ser:

Diretos, é quando a destruição de cobertura vegetal ocorre pela ação direta, como: caça de animais, pesca e pastoreio intensivo, etc.

Indiretos, um exemplo é a interferência nas necessidades específicas de uma espécie animal ou vegetal que condiciona o seu normal ciclo de vida.

Por a biocenosis por ser um tipo de agrupamento de seres vivos reunidos por uma atração recíproca que sobre eles exercem os fatores ambientais, pela existência de fenômenos de interdependência e por ocupar um espaço físico denominado de bióta, se alguma das condições ambientais se desvia durante algum tempo do seu habitual, a biocenosis inteira se transforma. Esta transformação ocorre também se o número de indivíduos de uma dada espécie aumenta ou diminui pela influência do homem, e também se alguma espécie desaparece totalmente, ou ainda se introduz uma nova espécie na comunidade.

Para um completo estudo de biocenosis devemos considerar:

#### **a. Indicadores Estruturais:**

Composição de espécies e abundância, ou seja, organismos mais comuns, espécies raras, número de espécies presentes e os grupos a que pertencem;

#### **b. Relações com Alimentação:**

É importante fazer o maior número possível de observações sobre as relações alimentícias, principalmente as fontes de alimento de espécies distintas.

#### **c. Dominância Ecológica e Espécies Chaves:**

Dominância ecológica, geralmente refere-se aquelas espécies que fazem um papel importante no fluxo de energia do ecossistema, são relativamente abundantes e apresentam alta produtividade. Whittaker considera que o principal indicador da dominância de uma espécie, é provavelmente sua produtividade. Para facilitar a determinação das espécies dominantes foram elaborados índices de dominância. Estes índices são altos quando umas poucas espécies dominam em uma comunidade, e baixos quando existam muitas espécies dominantes.

Espécies Chaves, é um conceito muito similar ao definido anteriormente, refere-se as espécies que influem fortemente sobre os demais organismos da comunidade, e desaparecem com mudanças drásticas nas características das mesmas.

### **6.2. Indicadores Ecológicos - Espécies Indicadoras**

Em muitos casos para simplificar os estudos da Avaliação de Impacto Ambiental reduzimos o número de espécies, a que chamamos "espécies indicadoras de qualidade". Estas espécies respondem a umas exigências ecológicas muito concretas, permitindo reconhecer determinadas características especiais do meio em que vivem. Por exemplo, o desaparecimento de líquens nos troncos de árvores é sinal que a concentração de SO<sub>2</sub> aumenta no ar. O sobrepasto que produz pouco a pouco a degradação da grama pode ser diagnosticado pelo desaparecimento de determinadas gramíneas e o aparecimento de plantas nitrófilas.

Portanto, conhecendo a presença ou ausência destas espécies, podemos definir o estado do ecossistema em que habitam.

A utilização de espécies indicadoras apresentam graves problemas, tais como:

- É difícil encontrar uma espécie ou grupo restrito que atue como verdadeiro indicador. Muito poucas espécies apresentam afinidade por algumas condições ambientais bem definidas e pouco variáveis e, caso existam, não são as mais numerosas e nem dominantes dentro do ecossistema;
- Não são válidas como indicadoras aquelas espécies de pequeno tamanho e com grande capacidade de trocas já que estas não são estáveis dentro do ecossistema. Sendo preferível selecionar espécies de maior tamanho, que geralmente são mais estáveis, e seu ciclo de vida é maior e sua capacidade de adaptação é menor.

### 6.3. Indicadores Funcionais - Produtividade

Uma das características funcionais mais importantes de um ecossistema é a produção média de matéria orgânica nos distintos níveis tróficos, chamada produtividade do sistema.

Qualquer fator antropogênico que altere a produtividade de um sistema natural, afeta a capacidade dos organismos de manter o nível de biomassa que assegure o equilíbrio da população. Portanto, este parâmetro é de interesse fundamental na evolução do impacto produzido pela intervenção humana.

## 7. EXEMPLO PRÁTICO NA AVALIAÇÃO AMBIENTAL

### 7.1. Avaliação do Impacto Ambiental na Planta de Cimento

A Avaliação do Impacto Ambiental de uma fábrica de cimento é um caso mais crítico, pois limita-se a aplicar tecnologias e adoção de medidas precisas para reduzir a contaminação.

A avaliação procede do seguinte forma:

- Avaliação do meio em estado pré-operacional da planta para medir níveis de alterações existente e determina a contaminação existente;
- Estudo do projeto;
- Cálculo de incidência da fábrica de cimento;
- Estudo da capacidade do meio para absorver o impacto;
- Aceitação do projeto atual ou introdução de modificações.

### 7.2. Contaminação das Fábricas de Cimento

Os principais são as cinzas e partículas de diferentes tamanhos. Também registram emissões de SO<sub>2</sub> e NO procedente da combustão do óleo.

### 7.3. Medidas Corretivas

As emissões de cinzas podem ser controladas nas operações do forno, ajustando as condições do processo e a forma para que elas permaneçam no interior. As medidas corretivas são de um custo bastante alto, e são:

- Estudo da planta; (processo, matéria-prima, serviços,...)
- Estudo das características geobiofísicas e sócio-econômica;
- Estudo das condições meteorológica;
- Estudo dos dados e estudos anteriores;
- Determinar o sistema de medidas de emissões.

## 8. BIBLIOGRAFIA

Polígrafo e anotações de aula das Professoras Maria Tereza Raya de Amazarray e Marilize Cantelli, no curso de especialização em Tratamentos de Resíduos Industriais: Sólidos, Líquidos e Gasosos. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUC/RS.

JUCHEM, PEDRO ARI et alii. **MAIA-Manual de Avaliação de Impactos Ambientais**: 2ª edição. Curitiba. IAP:GTZ, 1993.

FELLEMBERG, G. **Introdução aos Problemas de Poluição Ambiental**. Ed. da Universidade de São Paulo. 1980.

DUFFUS, J.H. **Toxicologia Ambiental**. Editorial Omega. Barcelona. 1983. 173p.