

Abordagem integrada como base para elaboração do relatório de qualidade do meio ambiente

Superintendência de Recursos
Naturais e Meio Ambiente —
SUPREN *

1 — INTRODUÇÃO

O presente trabalho se propõe a oferecer elementos para o desenvolvimento de uma metodologia que permita a obtenção das informações necessárias a avaliações de impactos ambientais.

O desenvolvimento de novos métodos e técnicas utilizados em empreendimentos ligados aos recursos naturais e ao meio ambiente veio

acelerar os processos de aproveitamento desses recursos. As facilidades que estas técnicas introduzem têm levado o homem a ações muitas vezes inadequadas, que agridem o meio ambiente, e se revertem contra ele próprio. Consciente desse problema e desejando estabelecer um nível satisfatório de qualidade ambiental necessita utilizar-

* Os autores deste trabalho são os técnicos da SUPREN/IBGE: Aluizio Capdeville Duarte; Dulce Alcides Pinto; Edmon Nimer; José Cezar de Magalhães Filho; Maria Guilhermina E. Dos Santos; Mario Sergio D'Avila Cavalcanti; Miguel Guimarães de Bulhões; Ney Alves Ferreira; Virginia Quilelli; Wilson Duque Estrada Regis; Iara Mattos de Simas Enéas.

NOTA: Este trabalho foi desenvolvido de acordo com solicitação da Secretaria Especial do Meio Ambiente — SEMA — para elaboração de Relatório de Qualidade do Meio Ambiente em função de convênio assinado entre o IBGE e a SEMA.

se de meios que permitam verificar o estado de conservação ou degradação do meio ambiente em que vive para racionalmente aproveitá-lo.

Por outro lado, o meio ambiente é um sistema complexo. Seus componentes bióticos e abióticos coexistem de forma interdependente a ponto de dificilmente um elemento responder isoladamente às interferências humanas. É necessário o exame em conjunto dos elementos que compõem um ecossistema para se conhecer seu grau de estabilidade.

Recursos como o diagnóstico ambiental possibilitam essa visão integrada do meio ambiente e tornam possível a análise espaço-temporal dos seus componentes. Através dele, dirigentes e planejadores podem estabelecer políticas de desenvolvimento que permitam manter em harmonia o binômio crescimento/qualidade de vida.

Tendo em vista esse objetivo maior, essa metodologia proporcionará o acompanhamento das mudanças ocorridas ao longo do tempo em quaisquer regiões do País, bem como orientará a coleta de dados básicos a serem utilizados para comparações espaciais. Sua concepção permite considerar as especificações de cada região, suas diferentes condições ecológicas, graus de desenvolvimento e épocas de aplicação. Sua utilização torna possível obter relatórios periódicos de cada unidade da Federação, o que permitirá a elaboração de relatórios de qualidade do meio ambiente a nível nacional.

2 — METODOLOGIA

2.1 — Elaboração das matrizes de impacto ambiental

Avaliar a qualidade ambiental implica verificar até que ponto as

atividades humanas interferem no ambiente modificando seus componentes.

Para o desenvolvimento desse trabalho foi necessário, inicialmente, uma caracterização dos ambientes a partir de seus componentes básicos — ar, água, solo, flora e fauna — que estão sujeitos a constantes alterações em suas propriedades e características em decorrência dos processos naturais que lhes são peculiares.

Paralelamente, efetuou-se uma análise específica do meio ambiente urbano que, resultado da ação complexa do homem sobre o meio ambiente natural, constitui-se em ambiente construído, cujos componentes refletem mais processos sociais do que naturais.

O segundo passo, foi estabelecer as possíveis relações entre os componentes ambientais e as atividades humanas capazes de afetar aqueles componentes e o próprio meio ambiente urbano.

O tratamento matricial que garante o exame integrado dos dois conjuntos — componente ambiental/ações do homem — é fundamental para a determinação dos possíveis impactos ambientais. A fim de possibilitar uma visão integrada dos processos naturais e as diferentes formas de ação antrópica, foram elaboradas matrizes que permitem a verificação da relação e possíveis interdependências entre os processos naturais e as atividades humanas.

A utilização de matrizes torna-se vantajosa na medida em que elas podem ser construídas em diferentes níveis de detalhamento em função do tempo e das informações disponíveis para cada região. A flexibilidade operacional da matriz está no fato de se poder agrupar ou detalhar as variáveis, incluindo ou excluindo aquelas que não se aplicam para certa região ou em determinada época de aplicação.

A presença do homem nos dois eixos de uma mesma matriz reflete a preocupação da abordagem do problema ambiental realmente sob todos os seus aspectos. Assim procedendo, garante-se o estabelecimento dos pontos de impacto entre as atividades humanas e o meio ambiente por ele construído.

Colocando-se o homem como início e fim dos processos de interferência sobre o meio ambiente, partiu-se para a identificação de alguns parâmetros e variáveis que pudessem oferecer referências para uma análise das alterações dos ecossistemas. Com esse procedimento pode-se chegar à formulação de indicadores para avaliação da qualidade ambiental (Quadros 1, 2, 3).

2.2 — Seleção dos parâmetros e variáveis

Os parâmetros e variáveis tiveram um tratamento diferenciado para cada componente ambiental considerado. Em alguns casos, foram consideradas como parâmetros as características e propriedades dos componentes ambientais por serem elementos capazes de mostrar alterações face às ações do homem. Em outros casos, foram selecionados como parâmetros os próprios processos naturais, pois o comportamento temporal das variáveis que os definem pode vir a se constituir em indicador das modificações ocasionadas pelo homem.

Com relação aos componentes abióticos, por exemplo, foram escolhidas a qualidade e a temperatura do ar, uma vez que a presença de certos gases e partículas, bem como o comportamento de algumas médias térmicas podem revelar as atividades humanas. Do mesmo modo, aspectos dinâmicos como descarga e regime de rios ou vagas e marés podem ser acompanhados, temporalmente, através de mensu-

rações e, como tal, produzir indicadores de qualidade ambiental (Quadro 4).

Quanto aos solos, foram selecionados como parâmetros alguns processos, tais como: escoamento superficial (*runoff*), lixiviação e erosão, o primeiro a ser inferido através do balanço hídrico, os outros através de observação e mensuração.

Na fauna, estabeleceu-se a espécie como parâmetro, pois utilizando-se certas variáveis como diversidade e distribuição, observadas através de levantamentos, pôde-se avaliar, no decorrer do tempo, as alterações ocorridas a nível de espécies e se chegar à identificação daquelas que são indicadoras das alterações ambientais (Quadro 5).

Outro parâmetro considerado foi a população, que reflete o grau de estabilidade do ecossistema. Para a análise da sua dinâmica considerou-se, entre outras, variáveis como: densidade, natalidade e mortalidade.

No componente urbano, alguns parâmetros estão ligados à atividade industrial, como é o caso da emissão de poluentes ou do próprio uso da terra pela indústria, afetando não só a qualidade do ar e da água, como a salubridade e, em certos casos, gerando impacto no próprio patrimônio histórico e cultural (Quadro 6).

Outros parâmetros — áreas verdes e abertas, estrutura viária, topografia, espaço construído, por exemplo — foram selecionados tendo em vista que o sítio urbano e a paisagem físico-cultural são, entre os componentes deste ambiente, os mais intensamente afetados pelas ações referentes à construção do espaço.

Nas ações referentes aos processos de urbanização, os parâmetros coincidem em grande parte com essas mesmas ações ou passam a

QUADRO 1

Matriz de impacto ambiental — componentes abióticos

COMPO- NENTES AMBIENTAIS	CARACTE- RÍSTICAS AMBIENTAIS	AÇÕES DO HOMEM																
		Agricultura								Extrativismo								
										Mineral			Vegetal		Animal			
		Retirada de vegetação	Queimadas	Arção e gradagem	Adubação	Utilização de defensivos agrícolas	Irrigação	Drenagem	Técnicas de cultivo	Monocultura e/ou reflorestamento	Formação de pastos	Detonação	Exploração subterrânea	Exploração superficial	Transporte de matéria-prima	Alcance de refúgio	Seletiva	Total	Caça	Pescaria
AR	Física		•							•		•						•
	Química					•				•			•					
	Dinâmica																	
ÁGUA	Propriedades																	
	Física						•		•	•								
	Química				•	•			•		•	•	•					
	Biológica				•	•			•		•	•	•					
SOLO	Dinâmica	•						•	•	•								
	Volume	•						•	•	•			•					
	Estrutura				•													
	Textura	•																
SOLO	Fertilidade	•	•	•	•													
	PH	•																
	Topografia	•																
	Umidade	•	•	•														
	Estrutura					•												
	Textura						•											

COMPO- NENTES AMBIENTAIS	CARACTE- RÍSTICAS AMBIENTAIS	AÇÕES DO HOMEM															
		Indústria				Construção de Espaços											
						Diques e canais		Dragagem		Drenagem		Redes de transmissão dutos-túneis		Espçamento sanitário		Tráfego aéreo	
		Despejo	Emissão aérea	Transporte de matéria- prima e produção	Destruição de cobertura vegetal	Controle de rios	Represamento	Desmonte	Aterro	Estradas	Túneis	Diques e canais	Dragagem	Drenagem	Redes de transmissão dutos-túneis	Espçamento sanitário	Tráfego aéreo	Navegação
AR	Física		•	•	•												
	Química																
	Dinâmica																
ÁGUA	Propriedades																
	Física																
	Química																
	Biológica																
SOLO	Dinâmica																
	Volume																
	Estrutura																
	Textura																
SOLO	Fertilidade																
	PH	•															
	Topografia																
	Umidade																
	Estrutura																
	Textura																

QUADRO 2

Matriz de impacto ambiental — componentes bióticos

COMPO- NENTES AMBIENTAIS	CARACTE- RÍSTICAS AMBIENTAIS	AÇÕES DO HOMEM																	
		Agricultura								Extrativismo									
										Mineral			Vegetal		Animal				
		Retirada de vegetação	Queimadas	Arção e gradagem	Adubação	Utilização de defensivos agrícolas	Irrigação	Drenagem	Técnicas de cultivo	Monocultura e/ou reflorestamento	Formação de pasto	Detonação	Exploração subterrânea	Exploração superficial	Transporte de matéria-prima	Alocação de relevo	Seletiva	Total	Caça	Pesca
VEGETAÇÃO E FLORA	Tipo da vegetação	.							.										
	Estrutura e dinâ- mica da vegeta- ção	.	.						.						.	.
	Composição da flora terrestre	.	.						.	.					.	.	.
	Composição da flora aquática	.			.	.	.	.				
FAUNA	Terrestre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Aquático	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

COMPO- NENTES AMBIENTAIS	CARACTE- RÍSTICAS AMBIENTAIS	AÇÕES DO HOMEM																
		Indústria			Construção de Espaços													
		Despejo	Emissão aérea	Transporte de matéria- prima e produção	Destruição da cobertura vegetal	Controle de rios	Represamento	Desmonte	Aterro	Estradas	Túneis	Diques e canais	Dragagem	Drenagem	Redes de transmissão dutos-torres	Esgotamento sanitário	Tráfego aéreo	Navegação
VEGETAÇÃO E FLORA	Tipo da vegetação				.													
	Estrutura e dinâ- mica da vegeta- ção				.		.						.					
	Composição da flora terrestre	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Composição da flora aquática	.			.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
FAUN	Terrestre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Aquático	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

QUADRO 3

Matriz do impacto ambiental — componente urbano

COMPONENTES DO MEIO AMBIENTE URBANO	AÇÕES DO HOMEM QUE AFETAM OS COMPONENTES AMBIENTAIS																							
	Atividade industrial		Construção de Espaços						Processos de Urbanização															
	Despejo	Emissão aérea	Transporte	Desmonte	Acesso	Túneis	Diques e canais	Dragagem	Urbanagem	Parques industriais	Desmetamento	Loteamentos	Edificações	Circulação viária	Comunicação visual e publicitária	Esgotamento sanitário	Coleta, transporte e destino do lixo	Abastecimento d'água	Canais fluviais	Distribuição e energia	Transporte aéreo	Favelização	Paisagismo	
Ar.....								
Água.....
Ruído.....												
Sítio urbano.....			
Áreas verdes e/ou abertas.....			
Uso do solo.....			
Paisagem (físico-cultural).....			
Saúde.....
Estruturação viária.....			

ser um dos componentes ambientais, sendo este o caso do ruído.

A verificação das possíveis interdependências entre os processos naturais e as atividades humanas pode ser estabelecida através do cruzamento entre aquelas atividades e as variáveis eleitas para cada componente ambiental como é sugerido, por exemplo, no quadro 7.

Não se pretendeu aqui definir nem estabelecer limites rígidos entre parâmetros e variáveis. Ao selecionar alguns deles, a finalidade foi criar uma linha de raciocínio que permita a seleção lógica e sistemática das informações necessárias à obtenção de um quadro da situação ambiental.

Estabeleceu-se para isso um nível hierárquico de tratamento de modo a favorecer aquele raciocínio. Por essa razão, em alguns casos, os parâmetros se superpõem às va-

riáveis ou aos próprios fatores na caracterização e qualificação de meios ambientes ou na formulação de indicadores.

O conhecimento e a análise da legislação que trata da proteção ambiental, paralelamente a esses procedimentos, é necessário para se verificar até que ponto esses documentos legais são eficientes para um controle adequado da qualidade ambiental.

O conhecimento dos órgãos federais, estaduais, municipais e particulares ligados aos Recursos Naturais, Meio Ambiente e Poluição permite identificar aqueles que atuam na mesma área ou em áreas afins, bem como seus objetivos e atividades específicas a fim de que se possa avaliar quantitativa e qualitativamente a eficiência dos mesmos.

QUADRO 4

Parâmetros e variáveis dos componentes abióticos do meio ambiente

PARÂMETROS	VARIÁVEIS
Ar.....	
Qualidade do ar (gases e partículas; radioatividade)	Gases e partículas (indicadores constantes do quadro 1) Radioatividade: Iodo, Zircônio D ₃ , Urânio 235, Plutônio 239, Césio entre outros.
Temperatura	Média mensal, média das mínimas e médias das máximas diárias.
Correntes de ar (superfície)	Direção dominante, velocidade.
Balanço hídrico	Precipitação real e efetiva, evapotranspiração real e potencial, excesso e déficit ambiental da água.
Água.....	
Descarga (rio)	Descarga média das máximas e das mínimas (anual).
Regime (rios, lagos, lagoas e açudes)	Altura máxima das enchentes (anual) Altura mínima das vazantes (anual) Altura média do ano.
Assoreamento (rios, lagoas, mares e estuário)	Extensão Volume Composição do material depositado.
Qualidades físicas, químicas e biológicas da água (rios, lagoas, lagoas, mares e açudes)	Indicadores constantes do quadro 1.
Qualidade e dinâmica das águas subterrâneas e açudes	Qualidade: pH, teor em Ca, Mg, Na, Cl, SO ₄ , CO ₃ H Dinâmica: vazão dos poços ou nascentes e nível do lençol.
Vagas e ressacas	Zona de arrebentação; dinâmica costeira (abrasão e acumulação).
Marés	Média anual da altura de preamar. Média anual da altura da baixamar.
Solo.....	
Erosão	Perdas de material do horizonte superficial, ravinações, voçorocamento, movimento de massas.
Lixiviação	Teor em sais solúveis.
Empobrecimento	Produtividade agrícola, uso de fertilizantes, teor em nutrientes.
Disponibilidade de água no solo	Inferida através do balanço hídrico.
Runoff	Inferido através do balanço hídrico.
Contaminação dos solos	Microbiologia do solo.

QUADRO 5

Parâmetros e variáveis dos componentes bióticos do meio ambiente

	PARÂMETROS		VARIÁVEIS
	Distribuição por formações (floresta, cerrado, etc)		Variação das áreas de ocorrência.
	Composição florística		Extinção de espécies, redução do número de indivíduos, introdução e invasão de novas espécies.
Vegetação e flora....	Pragas e doenças		Ocorrência, frequência e intensidade.
	Eutrofização (ambientes aquáticos)		Ocorrência, frequência e intensidade.
	Mortalidade e/ou inibição do desenvolvimento (ambientes aquáticos)		Ocorrência, frequência e intensidade.
	Espécies		Diversidade, distribuição, migração.
Fauna.....	Populações		Densidade, natalidade, mortalidade, distribuição etéria, crescimento, dispersão.

QUADRO 6

Parâmetros e variáveis dos componentes urbanos do meio ambiente

	PARÂMETROS		VARIÁVEIS
População urbana.....			Número de habitantes, distribuição espacial.
Poluentes.....			Tipos e quantidade emitida (constante do quadro 3).
Saneamento básico.....			Tipos de esgotamento sanitário e de abastecimento d'água, número de domicílios servidos pelos diferentes tipos de esgotamento sanitário e abastecimento d'água, sistema de coleta, transporte e destino do lixo.
Edificações.....			Total de domicílios, domicílios por tipo de construção, forma de uso e situação, ano de construção gabarito (médio por zona), grau de conservação, área ocupada (m ²), número de domicílios em favelas, sua localização, aeroportos, sua localização, total de edificações (prédios).
Circulação viária.....			Número de veículos automotores, automóveis e ônibus, tipo e quantidade de combustível.
Áreas verdes.....			Número, situação, área ocupada (m ²) tipo (jardins, parques, florestas).
Áreas abertas.....			Extensão (km), quantidade coliformes, altura média das marés.
Loteamento.....			Número, situação, área ocupada (m ²), infra-estrutura básica.
Ruído.....			Nível de decibéis.
Uso do solo industrial.....			Número de estabelecimentos industriais por gênero, situação, área ocupada (m ²), valor da transformação.
Estrutura viária.....			Traçado e largura das vias de circulação, localização e área ocupada (m ²) por terminais rodoviários e parqueamentos, extensão, altura e equipamento dos túneis, viadutos, pontes, ferrovias e metrô.
Comunicação visual.....			Dimensão, disposição, localização dos elementos de comunicação.

QUADRO 7

Interdependência das variáveis da fauna com as ações do homem

PARÂMETROS	VARIÁVEIS	AÇÕES DO HOMEM																
		Agricultura								Extrativismo								
										Mineral			Vegetal		Animal			
		Rebriada de vegetação	Queimadas	Arção e gradagem	Adubação	Utilização de defensivos agrícolas	Irigação	Drenagem	Técnicas de cultivo	Monocultura	Formação de pastos	Detonação	Exploração subterrânea	Exploração superficial	Transporte de matéria-prima	Alocação de rejeito	Seletiva	Total	Caça	Pescaria
ESPÉCIES	Diversidade	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Distribuição	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Migração	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
POPULAÇÕES	Densidade	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Natalidade	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Mortalidade	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Distribuição etária	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Crescimento	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Dispersão	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

PARÂMETROS	VARIÁVEIS	AÇÕES DO HOMEM																
		Indústria			Construção de Espaços													
					Destruição da cobertura vegetal	Controle de rios	Represamento	Desmonte	Aterro	Estradas	Túneis	Diques e canais	Dragagem	Drenagem	Redes de transmissão eclusas-torres	Espantamento sanitário	Tráfego aéreo	Navegação
		Despejos	Emissão aérea	Transporte de matéria-prima e produção														
ESPÉCIES	Diversidade	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
	Distribuição	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
	Migração	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
POPULAÇÕES	Densidade	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
	Natalidade	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
	Mortalidade	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
	Distribuição etária	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
	Crescimento	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
	Dispersão	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	

3 — CONCLUSÕES

Ao constituir um grupo interdisciplinar para elaborar este trabalho, a Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente — SUPREN — garantiu o tratamento integrado, tão necessário ao exame do complexo sistema do meio ambiente. A definição de um tratamento matricial entre os componentes naturais e as atividades humanas mostrou a necessidade do estabelecimento de parâmetros e variáveis que possibilitassem verificar a integração entre os processos naturais e as ações do homem.

A construção das matrizes de impacto prestam-se não só à obtenção de um quadro geral das condições ambientais em diferentes níveis de detalhamento, como também ao monitoramento ambiental desde que utilizadas periodicamente. Analisando nas matrizes a frequência do número de cruzamentos entre os componentes ambientais e as ações antrópicas, pode-se observar que algumas dessas ações afetam um grande número de características daqueles componentes. Quanto maior o número dos pontos de impacto notados para cada atividade humana, maior o grau de interferência dessa atividade nos componentes ambientais.

Na matriz de impacto ambiental — componentes abióticos (Quadro 1) — as atividades industriais, como emissão aérea, transporte de matéria-prima e produção, assim como a detonação utilizada no extrativismo mineral e o represamento das águas são, para o ar, as atividades geradoras de maior impacto.

As atividades de monocultura, reflorestamento e destruição da cobertura vegetal afetam as propriedades físicas, químicas e biológicas da água, além de sua dinâmica e volume.

Quanto aos solos, as técnicas de cultivo, formação de pastos e no-

vamente a destruição da cobertura vegetal são as ações que maior interferência causam em suas características.

Na matriz de impacto ambiental — componentes bióticos (Quadro 2) — a fauna é a mais afetada pelas modificações do meio ambiente. Some-se a isto o fato de que as alterações ocorridas nos outros componentes vêm refletir direta ou indiretamente na mesma, tornando cada ação do homem uma possibilidade de impacto.

A vegetação e a flora, assim como os solos, são afetados pela formação de pastos e a retirada da vegetação para práticas agrícolas, o mesmo ocorrendo com a destruição da cobertura vegetal para a construção de espaços.

A matriz de impacto ambiental — componente urbano (Quadro 3) — mostra que processos tais como: edificações, loteamentos, circulação viária e favelização são os responsáveis pelo maior número de pontos de impacto com os componentes do meio ambiente urbano. O desmatamento e o aterro também contribuem bastante para isso.

O uso de matrizes facilita grandemente essas observações e permite a seleção dos parâmetros mais adequados a serem utilizados para análise de cada componente, nas diferentes regiões, de acordo com suas especificidades.

Para se chegar ao monitoramento das alterações ambientais, torna-se necessário o levantamento das características, propriedades e condições atuais quer do quadro físico e biológico, quer dos componentes urbanos.

Para garantir a comparabilidade espacial e temporal das possíveis alterações e tornar possível a obtenção de um relatório de qualidade do meio ambiente a nível nacional, tais levantamentos precisam ser homogeneizados tanto a nível metodológico como de critérios e técnicas aplicadas.