



Universidade de São Paulo  
Escola Politécnica  
Departamento de Engenharia de Transportes

# Avaliação de Impactos Ambientais

**PTR 3439**  
**Planejamento e Operação de Sistemas de**  
**Transportes**

**Prof. Dr. Cassiano A. Isler**  
**2023**



- Definições
- Diagnóstico Ambiental
- Prognóstico Ambiental
- Avaliação de Impactos Ambientais
  - Objetivos
  - Legislação
  - EIA/RIMA
  - Métodos
- Comparação de Alternativas



# Definições



- **Impacto Ambiental**

Alteração da qualidade ambiental devido à modificação de processos naturais pela ação humana

- **Análise de Impactos**

Identificar, prever a magnitude e avaliar a importância dos impactos de uma proposta

- **Avaliação de Impactos Ambientais**

Exame das consequências de uma ação proposta

- **Diagnóstico Ambiental**

Descrição das condições ambientais existentes

- **Prognóstico Ambiental**

Projeção da provável situação futura do ambiente potencialmente afetado



- **Estudo de Impacto Ambiental**

Estudo e relatório que examina as consequências futuras de uma ação proposta a partir de requisitos legais

- **Relatório de Impacto Ambiental**

Documento que sintetiza as conclusões do estudo de impacto ambiental

- **Licenciamento Ambiental**

Instrumento de controle prévio e acompanhamento de atividades que utilizem recursos naturais ou que possam causar degradação ambiental



# Diagnóstico Ambiental



Completa descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações, de modo a caracterizar a situação ambiental da área antes da implantação do projeto.

- **Meio Físico**

Geologia

Geomorfologia e Topografia

Pedologia

Clima

- **Meio Biótico**

Fauna

Flora



- **Meio Socioeconômico**

Demografia

Uso e ocupação territorial

Infraestrutura

Qualidade de vida

Estrutura produtiva e de serviços

Organização social

Grupos étnicos

Patrimônio histórico, cultural e arqueológico

Planos e projetos existentes





# Prognóstico Ambiental



- **Cenário Atual**

Quadro ambiental diagnosticado na área de influência

- **Cenário Tendencial**

Prognóstico do cenário atual sem considerar a implementação do empreendimento planejado, mas apenas as transformações naturais na região

- **Cenário de Sucessão**

Prognóstico do território transformado pela implementação das atividades planejadas, sem a aplicação de quaisquer medidas de proteção ambiental

- **Cenário Alvo**

Quadro ambiental possível de ser atingido, em convivência com as atividades transformadoras e resultantes da aplicação de um planejamento ambiental



# **Avaliação de Impactos Ambientais**



- **Legislação**

## **Lei 6803/1980**

Introdução do estudo de alternativas e de avaliação de impactos ambientais

## **Lei 6938/1981**

Política Nacional do Meio Ambiente  
Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)

## **Resolução CONAMA 01/1986**

Licenciamento Ambiental depende de EIA/RIMA aprovado por órgão estadual ou IBAMA

## **Constituição 1988**

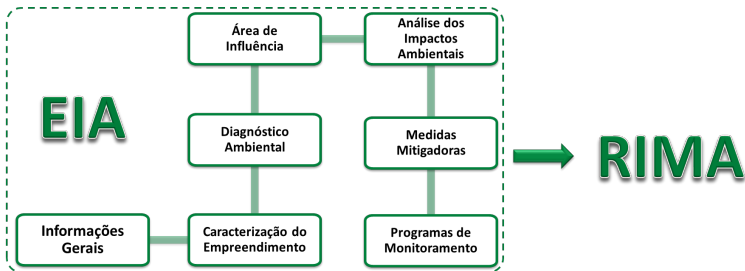
Poder público obrigado a exigir EIA/RIMA para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação ambiental



- **Objetivos**

Como instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente, uma Avaliação de Impacto Ambiental deve:

- (1) Subsidiar a decisão do órgão ambiental
- (2) Subsidiar a seleção de alternativa de empreendimento
- (3) Identificar e avaliar impactos na fase de operação
- (4) Subsidiar a elaboração de programas ambientais
- (5) Apresentar um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) relatado através de um Relatório de Impacto Ambiental (RIMA)





- **Estudo de Impacto Ambiental (EIA)**

Análise sistemática das consequências dos projetos, políticas e planos, com o objetivo de fornecer a quem decide o conjunto de implicações de ações alternativas antes da decisão (Clark Chapman e Biset, 1981)

- (1) **Introdução**

- (2) **Contexto do Projeto**

Definição, solução proposta e objetivos

- (3) **Institucionalização**

Leis e políticas

- (4) **Análise de Alternativas**

Alternativas de projetos e ações

- (5) **Participação Pública e Institucional**

Quem participa?



- **Estudo de Impacto Ambiental (EIA)**

- (6) **Divulgação do Projeto**

- Descrição do projeto, ambiente e outras informações

- (7) **Análise dos Impactos**

- Positivos e negativos

- (8) **Mitigação e Monitoramento**

- Plano de gestão ambiental

- Indicadores de desempenho

- Prazos

- Entidades responsáveis

- (9) **Conclusões e Recomendações**

- Decisões, desenvolvimento e resumo técnico





- **Relatório de Impacto Ambiental (RIMA)**

Documento que reflete as conclusões do EIA, com linguagem acessível à população como subsídio à consulta pública porém mantendo a linguagem técnica adequada.

(1) **Situação “Antes” e “Depois”**

(2) **Características do empreendimento**

(3) **Diagnóstico Ambiental**

(4) **Prognóstico Ambiental**

(5) **Matriz de Impactos**

(6) **Medidas mitigadoras**

(7) **Plano de gestão ambiental**

(8) **Monitoramento**



## MATRIZ DE IMPACTOS POSITIVOS

			Planejamento	Construção	Operação
Compartimentos Ambientais (meios)	Antropico	Valorização imobiliária			
		Melhora na qualidade de vida			
		Redução do tempo de viagem			
		Desenvolvimento regional			
		Segurança Viária			
		Redução do trânsito			
	Físico	Melhoria na drenagem			
	Biótico	Melhoria na vegetação			

## MATRIZ DE IMPACTOS NEGATIVOS

		Impactos Ambientais	Fases do Empreendimento		
			Planejamento	Construção	Operação
Compartimentos ambientais (meios)	Antropico	Alterações econômicas			
		Mudanças das atividades humanas			
		Alteração da saúde humana			
		Desvalorização imobiliária			
	Físico	Alteração dos parâmetros do solo			
		Contaminação do solo			
		Mudanças climáticas			
		Polluição atmosférica			
		Desvio do tráfego e bloqueio de ruas			
		Erosão			
		Modificação da drenagem natural			
	Biótico	Aumento do nível de ruído			
		Descaracterização da paisagem local			
		Perda de espécies vegetais			
		Atropelamento de animais			
	Proliferação de insetos				

Silva, M. P., & da Silva, D. S. (2013). Avaliação de impactos ambientais em projeto rodoviário urbano: estudo de caso Americana/SP. *Revista Ciência e Tecnologia*, 16 (28/29).



- **Métodos**

- (1) **Avaliação “ad hoc”**

Projetos específicos e já definidos

Técnicas de avaliação rápida que fornecem informações qualitativas para escolha de alternativas de um empreendimento.

Formação de equipe multidisciplinar de especialistas.

- (2) **Listagens de Controle ou “Checklist”**

Associam aos fatores ambientais escalas de valor e índices de ponderação da importância dos impactos.

Utilizados para avaliação rápida e qualitativa, cujos impactos são identificados para tipos específicos de projetos.



- **Métodos**

### (3) **Matrizes de Interação**

Duas listagens, uma com as diversas atividades referentes ao projeto e a outra com o “checklist” dos fatores ambientais que podem ser afetados por aquelas atividades.

A matriz constituída desses elementos nos eixos horizontal e vertical, respectivamente.

Os aspectos mais relevantes dos impactos identificados são descritos em um texto, que deve acompanhar a matriz.

A matriz de Leopold é a matriz mais utilizada, permitindo derivações e reformulações.



- **Métodos**

### (3) **Matrizes de Interação**

Cada linha da matriz corresponde ao componente impactante do projeto.

Cada coluna da matriz corresponde ao componente do meio ambiente impactado.

Uma célula da matriz (cruzamento de uma linha e uma coluna) representa o impacto ambiental previsto, podendo dividida em 4 campos com os seguintes atributos:

**C** = caráter

**M** = magnitude

**I** = importância

**D** = duração



- **Métodos**

### (3) Matrizes de Interação

Cada divisão da Matriz de Leopold pode receber um parâmetro de avaliação conforme a seguinte tabela:

Atributo	Parâmetro de avaliação	Símbolo
Caráter	Benéfico	1
	Adverso	2
Magnitude	Grande	3
	Média	4
	Pequena	5
Importância	Significativa	6
	Moderada	7
	Não significativa	8
Duração	Curta	9
	Intermediária	10
	Longa	11



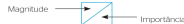
# Avaliação de Impactos Ambientais

## ● Métodos

### (3) Matrizes de Interação

Nesta Matriz de Leopold adaptada foram considerados somente os atributos de importância e magnitude.

Atividades	MATRIZ DE LEOPOLD ADAPTADA														MÉDIAS	ÍNDICE FINAL							
	Aspectos Ambientais																						
	Antrópico										Físico		Socioeconômico										
	Economia Local	Infra-estrutura	Tecnologia	Qualidade de Vidas	Saúde	Desenvolvimento Regional	Parqueamento	Qualidade do Produto Final	Distribuição da Diversidade	Contaminação	Ar	Água	Solo	Poluição			Segurança						
Recebimento	3	4	3	5	3	3	6	4	NI	NI	NI	4	4	NI	NI	3	3	NI	NI	3,7	3,8	141	
Armazenagem	NI	NI	5	4	5	4	3	3	NI	NI	NI	NI	4	4	NI	NI	3	NI	NI	NI	4,3	3,8	15,9
Corte	NI	NI	7	7	7	7	5	NI	NI	NI	NI	10	9	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	7,8	7,0	54,3
Solda	NI	NI	7	7	7	9	5	NI	NI	NI	NI	6	8	NI	4	3	NI	NI	NI	NI	6,4	6,4	41,0
Costura	NI	NI	7	7	4	4	5	NI	NI	NI	NI	6	8	NI	4	3	NI	NI	NI	NI	5,6	5,4	30,2
Revisão	NI	NI	5	4	5	4	5	NI	NI	NI	NI	5	5	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	5,0	4,5	22,5
Embalamento	NI	NI	5	4	5	4	3	3	NI	NI	NI	NI	4	4	NI	NI	NI	NI	NI	NI	4,3	3,8	15,9
Armazenagem Final	NI	NI	5	4	5	4	3	3	NI	NI	NI	NI	4	4	NI	NI	NI	NI	NI	NI	4,3	3,8	15,9
Expedição	3	4	3	5	3	3	6	4	NI	NI	NI	4	4	NI	NI	3	3	NI	NI	NI	3,7	3,8	141



NI não impactante.

Silva, A. L. E., Moraes, J. A. R. e Machado, Ê. L. (2015). Proposta de produção mais limpa voltada às práticas de ecodesign e logística reversa.



- **Métodos**

## (4) **Superposição de Cartas**

Série de mapas temáticos (cartas) transparentes para cada fator ambiental, produzindo a síntese da situação ambiental da área geográfica.

Dados que podem ser representados cartograficamente

Eficaz na identificação de impactos das alternativas de traçado de empreendimentos rodoviários.

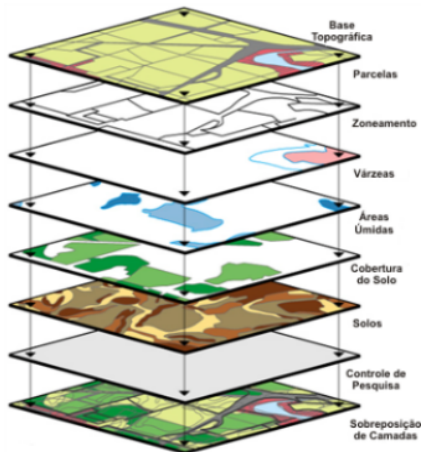
Limite para superposição é de dez mapas.

Não é adequado para representação de incertezas.



- Métodos

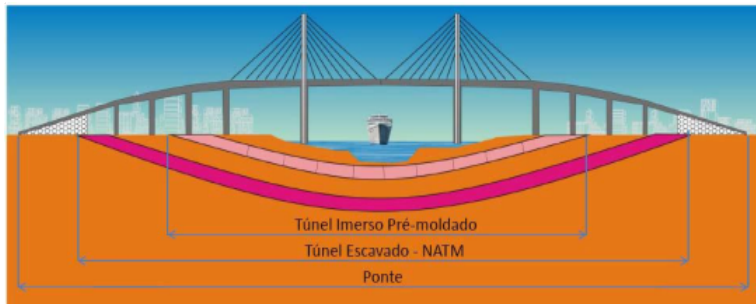
## (3) Superposição de Cartas





# Comparação de Alternativas

# Comparação de Alternativas



CETESB (2014) Manual para elaboração de estudos para o licenciamento com avaliação de impacto ambiental.



Um procedimento possível é a agregação de informações de diferentes aspectos em uma base comum, permitindo comparações e simulações de opções.

Na Holanda foram usadas quatro perspectivas (humana, dos cidadãos, ecológica e econômica) com pesos atribuídos a temas e subtemas para cada uma delas.

TEMA	SUBTEMA	PERSPECTIVA HUMANA	PERSPECTIVA DOS CIDADÃOS	PERSPECTIVA ECOLÓGICA	PERSPECTIVA ECONÔMICA
Tráfego	Fluidez	0,05	0,15	0,05	0,25
	Segurança	0,15	0,01	0,05	0,15
Desenvolvimento urbano	Impactos locais e regionais	0,15	0,11	0,15	0,14
Economia	Impactos diretos e indiretos	0,10	0,15	0,10	0,40
Meio ambiente	Qualidade do ar	0,13	0,10	0,10	0,01
	Água e solo	0,05	0,01	0,15	0,01
	Ecologia	0,05	0,22	0,15	0,01
	Segurança externa	0,13	0,01	0,05	0,01
	Qualidade da paisagem	0,05	0,01	0,15	0,01
	Ruído e vibração	0,14	0,23	0,05	0,01
Total		1,00	1,00	1,00	1,00

# Comparação de Alternativas



Foram comparadas seis alternativas de variantes de um projeto rodoviário (A1, A2 e A3, cada uma com valores máximos e mínimo).

Os pesos foram multiplicados pelo valor atribuído a cada impacto dos subtemas no intervalo entre -2 e +2. A tabela resultante permite identificar a variante mais adequada sob determinada perspectiva.

VARIANTE	PERSPECTIVA HUMANA	PERSPECTIVA DOS CIDADÃOS	PERSPECTIVA ECOLÓGICA	PERSPECTIVA ECONÔMICA
A1 max	+ 0,03	+ 0,14	+ 0,03	+ 0,29
A1 min	+ 0,08 (melhor)	+ 0,19 (melhor)	+ 0,05 (melhor)	+ 0,24
A2 max	- 0,11 (pior)	- 0,09 (pior)	- 0,26	+ 0,23 (pior)
A2 min	- 0,04	+ 0,05	- 0,19	+ 0,38
A3 max	- 0,01	- 0,02	- 0,35 (pior)	+ 0,49 (melhor)
A3 min	+ 0,01	- 0,08	- 0,27	+ 0,48



Outro estudo sobre a disposição de sedimentos a serem dragados do canal de acesso ao terminal portuário da usina siderúrgica COSIPA, no estuário de Santos, considerou um esquema de pontuação dos impactos sobre parâmetros em função das atividades.

Para cada atividade foram atribuídos os seguintes pontos:

**Duração:** 1, temporário; 25 permanente

**Reversibilidade:** 1, reversível; 50 irreversível

**Magnitude:** 1, pequena; 25, média; 50, grande

**Relevância/Significância:** 1, baixa; 50, média; 100, alta

**Abrangência:** 1, interna à empresa; 25, externa à empresa

# Comparação de Alternativas



O quadro a seguir exemplifica a pontuação para a alternativa de disposição da “cava submersa no canal de Piaçaguera”.

PARÂMETROS		ESCAVAÇÃO				TRANSPORTE				DISPOSIÇÃO				TOTAL
		Duração	Reversibilidade	Magnitude	Relevância	Duração	Reversibilidade	Magnitude	Relevância	Duração	Reversibilidade	Magnitude	Relevância	
Meio físico	Hidrologia e dinâmica superficial	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	4
	Hidrodinâmica	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
	Geotécnica	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4
	Aqüíferos	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	4
	Corpos d'água	1	1	25	1	-	-	-	-	1	1	25	50	105
	Atmosfera	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
Meio biótico	Avifauna	1	1	1	1	-	-	-	-	1	1	1	1	8
	Fauna aquática	1	1	1	1	-	-	-	-	1	1	25	1	32
	Flora	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Socioeconomia	Pesca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Saúde pública	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Vias públicas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Negociações	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Patrimônio arqueológico e paisagístico		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abrangência		-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Navegação		-	-	10	-	-	-	1	-	-	-	25	-	26
Custos		-	-	5	-	-	-	5	-	-	-	10	-	20
Tecnologia		-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	3
Capacitação		-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	3
Reaplicação		-	-	10	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-
TOTAL														225

Sánchez, L. E. (2015). Avaliação de impacto ambiental - Conceitos e Métodos.



A normalização da pontuação permitiu identificar a alternativa com menor impacto total.

ALTERNATIVA	PONTUAÇÃO TOTAL ( $\Sigma alt$ )	FATOR DE RELAÇÃO ( $R = \Sigma alt / \Sigma alt_{min}$ )	ÍNDICE DE DESEMPENHO ( $I_d = 1/R$ )
1. Disposição de sedimentos não contaminados em área oceânica	152	1,00	1,00
2. Dique do Canal C	153	1,01	0,99
3. Dique do Furadinho	190	1,25	0,80
4. Cava confinada no Largo do Casqueiro	195	1,28	0,78
5. Cava confinada no Largo do Cubatão	203	1,34	0,75
6. Cava confinada no Largo do Canéu	244	1,61	0,62
7. Cava submersa no Canal de Piaçagüera	255	1,68	0,60
8. Incineração	754	4,96	0,20
9. Coprocessamento em fornos de cimento	827	5,44	0,18
10. Incorporação dos sedimentos em processo industrial	951	6,26	0,16
11. Cavas criadas pela mineração	1.138	7,49	0,13
12. Aterros industriais classe 1	1.238	8,14	0,123
13. Encapsulamento	1.240	8,16	0,122
14. Tratamento químico	1.313	8,64	0,116
15. Biorremediação	1.313	8,64	0,116
16. Reúso do material dragado	1.338	8,80	0,114





## **CETESB**

Manual para elaboração de estudos para o licenciamento  
com avaliação de impacto ambiental

## **DNIT**

Manual para atividades ambientais rodoviárias

**Sánchez, L. E. (2015). Avaliação de impacto  
ambiental - Conceitos e Métodos**

[Link SIBiUSP](#)