



NOTA TÉCNICA

Directrices Generales para Elaboración de Planos de Monitoreo Ambiental

Histórico do Artigo: O autor detém os direitos autorais deste artigo.

Recebido em: 19 de novembro de 2024 Aceito em: 12 de dezembro de 2024 Publicado em: 20 de dezembro de 2024

Resumen: El principal objetivo del monitoreo ambiental es identificar cambios en los niveles de contaminantes y emitir alertas. Los resultados esenciales incluyen el desarrollo de planes de contingencia, la identificación de “puntos críticos” y la definición de prioridades de protección. Para ser efectivo, el monitoreo debe considerar las actividades humanas actuales y planificadas, seleccionando variables basadas en justificaciones científicas, practicidad y confiabilidad. El monitoreo debe abarcar análisis químicos e información biológica, a pesar de las variaciones y desafíos en el uso rutinario de datos biológicos debido a fluctuaciones temporales y espaciales. Un plan de monitoreo ambiental no se limita al estudio de las condiciones ambientales. Por definición, el monitoreo implica el uso de métodos para detectar cambios que podrían dañar los ecosistemas o la salud humana. Por lo tanto, es fundamental establecer objetivos claros para los programas de seguimiento, ya que la mera recopilación de datos puede resultar ineficaz. Las estrategias deben garantizar una evaluación precisa de la contaminación, alinear los esfuerzos de monitoreo con los estándares legales y minimizar el uso de recursos mientras se maximiza la previsibilidad. Adoptar estrategias de monitoreo temporal para comprender los cambios ambientales implica mapeo periódico u observaciones continuas, basadas en la naturaleza y permanencia de los contaminantes.

Palabras clave: Monitoreo ambiental; Datos ambientales; Riesgos ambientales.

Diretrizes Gerais para Elaboração de Planos de Monitoramento Ambiental

Resumo: O objetivo principal do monitoramento ambiental é identificar alterações nos níveis de poluentes e emitir alertas. Os resultados essenciais incluem a elaboração de planos de contingência, a identificação de “pontos críticos” e a definição de prioridades de proteção. Para ser eficaz, o monitoramento deve considerar as atividades humanas atuais e planejadas, selecionando variáveis com base em justificativas científicas, praticidade e confiabilidade. O monitoramento deve englobar análises químicas e informações biológicas, apesar das variações e desafios no uso rotineiro de dados biológicos devido às flutuações temporais e espaciais. Um plano de monitoramento ambiental não se limita ao estudo das condições ambientais. Por definição, o monitoramento envolve o uso de métodos para detectar mudanças que possam prejudicar os ecossistemas ou a saúde humana. Sendo assim, estabelecer objetivos claros para os programas de monitoramento é crucial, pois a mera coleta de dados pode ser ineficaz. As estratégias devem garantir a avaliação precisa da poluição, alinhar os esforços de monitoramento com os padrões legais e minimizar o uso de recursos, maximizando a previsibilidade. A adoção de estratégias de monitoramento temporal para entender as mudanças ambientais envolve mapeamento periódico ou observações contínuas, com base na natureza e permanência dos poluentes.

Palabras clave: Monitoramento ambiental; Dados Ambientais; Riscos Ambientais.

General Guidelines for Preparing Environmental Monitoring Plans

Abstract: The primary goal of environmental monitoring is to identify changes in pollutant levels and issue alerts. Key outcomes include developing contingency plans, identifying “hotspots,” and setting priorities for protection. To be effective, monitoring should consider current and planned human activities, selecting variables based on scientific justification, practicality, and reliability. Monitoring should encompass chemical analyses and biological information, despite the variations and challenges in routine use of biological data due to temporal and spatial fluctuations. An environmental monitoring plan is not limited to studying environmental conditions. By definition, monitoring involves the use of methods to detect changes that may harm ecosystems or human health. Therefore, establishing clear objectives for monitoring programs is crucial, since data collection alone can be ineffective. Strategies should ensure accurate assessment of pollution, align monitoring efforts with legal standards, and minimize resource use while maximizing predictability. The adoption of temporal monitoring strategies to understand environmental changes involves periodic mapping or continuous observations, based on the nature and permanence of pollutants.

Keywords: Environmental monitoring; Environmental data; Environmental risks.

I. INTRODUCCIÓN

Un plan de monitoreo ambiental no es necesariamente un sinónimo de cuestionamiento y estudio de las condiciones o características ambientales.

Por definición, monitor es un aparato, una persona o en el caso específico del ambiente, un proceso o estructura capaz de emitir alertas con respecto al mal funcionamiento del sistema.

El monitoreo o la vigilancia ambiental se resume al uso de protocolos predeterminados, procurando detectar alteraciones ambientales que puedan causar daños sobre los procesos ecológicos o a la salud humana. Es por eso que, los objetivos de programas de monitoreo, deben ser cuidadosamente definidos, ya que el simple inventario continuo de datos puede no tener aplicación real o potencial. Es necesario desarrollar estrategias de modo que se pueda asegurar la evaluación de medidas de contaminación reales o potenciales; adecuar el esfuerzo de monitoreo a normas jurídicas de control de contaminación definir estándares de distribución espacio-temporal con un mínimo esfuerzo y máxima previsibilidad.

La selección de los parámetros para monitoreo no puede, sin embargo, prescindir de un estudio inicial de las condiciones generales y de los organismos y comunidades presentes en el área de interés. El objetivo es conseguir informaciones que puedan ser comparadas con otros monitoreos.

En otras palabras, el estudio sería imprescindible para el test, a posteriori, de la hipótesis de nulidad según la cual, por ejemplo, algunos presumible(s) contaminante(s) no causaría(n) efectos significativos sobre el ambiente.

II. HITO ACTUAL

2.1. Eficiencia y valor práctico:

- Aspecto cuantitativos: previsibilidad – Relación cuantitativa del efecto con la causa o agente contaminante.
- Velocidad de respuesta: periodo de tiempo – ¿Cuál es el tiempo de respuesta de la variable al agente contaminante?
- Tasa señal/ruido: confiabilidad- ¿El efecto (señal) puede ser fácilmente detectado por la variabilidad natural (ruido)?

- Precisión: confiabilidad- ¿La variabilidad puede ser medida con precisión y confiabilidad?

Aspectos administrativos:

- Costos: practicidad- ¿Cuál es el precio del estudio de determinada variable?

- Aplicabilidad: practicidad- ¿Hasta qué punto ya fue posible demostrar la adecuación de determinada variable para detectarse la contaminación?

III. METODOLOGIA

3.1 Variables biológicas recomendadas

La medida o evaluación de la contaminación en varios niveles de organización biológica presenta una serie de ventajas. Medidas en organismos o en niveles de suborganismos (niveles celular y molecular) son en general más sensibles y muestran los primeros alertas de un futuro riesgo ambiental, aunque presenten menor significado ecológico. Por otro lado, las medidas tomadas en las poblaciones o comunidades pueden ofrecer mejores indicaciones de las consecuencias de la polución sobre aspectos ecológicos y socioeconómicos del medio ambiente. Las evaluaciones completas de procesos contaminadores deben, p y riqueza de especies; crecimiento individual (bioindicadores); reproducción de la población; estructura de la población. Las desventajas son: baja tasa señal/ruido y baja velocidad de respuesta y como ventaja tiene la facilidad de obtención.

- Bioensayos – utilizados para la evaluación de la calidad del agua. Son altamente cuantitativos, sensibles y precisos en lo que se refiere a la identificación de “hot spots”. Tienen elevada tasa señal/ruido y alta velocidad de respuesta, combinados con bajo costo. Sin embargo, la respuesta medida aisladamente puede tener poco significado ecológico. Son sugeridos bioensayos con larvas de equinodermos y bivalvos, microalgas e hidroides.

- Efectos fisiológicos – son más sensibles, cuantitativos y de respuesta más rápida que efectos ecológicos. Tienden a ser más caros en lo que se refiere a equipamiento y entrenamiento del personal.

- Efectos morfológicos y patológicos – diversos efectos morfológicos y patobiológicos pueden ser examinados en poblaciones de peces, con bajo costo, sin personal altamente calificado y sin equipaje sofisticado. Estos efectos son indicados para la detección inicial de “hot spots”. Sin embargo, el relevamiento de informaciones a partir de la pesca comercial, por ejemplo, puede no ser conveniente debido al descarte de individuos lesionados antes de la

comercialización. Variables: alteraciones en la estructura corpórea de órganos; relación entre peso de órgano y peso corporal; ulceraciones en el cuerpo; heridas en el cuerpo; asimetría.

– Efectos bioquímicos – pueden estar en la categoría de los generales (o no específicos) o en la que son indicadores de acción tóxica específica de contaminantes particulares. La producción primaria de microalgas y otros microorganismos puede ser un buen indicador de las condiciones ambientales, pero tiene la desventaja de no presentar una relación cuantitativa muy clara con la contaminación y de tener una baja tasa señal/ruido. Dos testes bioquímicos son recomendados:

– Tasa de taurina/glicina – técnica cuantitativa y moderadamente sensible, pero de uso restringido a bivalvos marinos y a laboratorios con analizadores de aminoácidos. or tanto, medir efectos biológicos en diversos niveles.

Con base en esos criterios, el GESMP (Group of Experts on the Scientific Aspects of Pollution) de la UNESCO, recomendó la utilización de las siguientes variables para uso inmediato en las diversas regiones del globo:

– Efectos ecológicos – biomasa de las comunidades; abundancia; diversidad

– Alteraciones en la estabilidad lisosómica pueden ser fácilmente analizadas en un programa de monitoreo. Se trata de un efecto cuantitativo, sensible, con elevada velocidad de respuesta y de señal/ruido, que puede ser aplicado a una variedad de organismos y ya fue examinado en trabajos de campo. La principal desventaja es el elevado costo de equipamiento y el bajo significado ecológico.

Objetivos en programas de monitoreo:

Existen varios objetivos posibles en programas de monitoreo.

– Fases del monitoreo biológico:

a) control del “input” de contaminantes;

b) protección de la salud humana;

c) determinación de tendencias espaciales y temporales de procesos de contaminación y de sus efectos en los ecosistemas;

d) obtención de datos para el manejo ambiental. Sean cuales fueren las limitaciones de tiempo o recursos, estos programas deben seguir estrategias consistentes.

Fase 1 – Identificación

Esta fase comprende el mapa de los “hot spots” de polución (distribución de las áreas fuentes y de las áreas con elevados niveles de contaminación en el agua, en el sedimento y en

la biota). Esto permite que el esfuerzo posterior sea concentrado en áreas de interés, donde la probabilidad de ocurrencia de impactos sea mayor. En esta fase los análisis químicos son indispensables para caracterizar los niveles de contaminación. Las variables biológicas deben ser precisas y sensibles, o sea, deben ser capaces de responder a variaciones muy pequeñas del ambiente físico-químico (alta tasa señal/ruido). Deben ser baratas y de aplicabilidad general. Son sugeridos los siguientes tipos de análisis:

- Condiciones morfológicas anormales en peces (prácticas iniciales de desarrollo y adultos);
- Bioensayos de muestras de aguas del mar;
- Estabilidad lisosómica.

Todavía en esta fase debe ser conducido un trabajo de caracterización general, sea por medio de campañas oceanográficas o por la reevaluación y síntesis de datos anteriores.

Fase II – Cuantificación del grado o extensión del daño La demostración de la existencia de un “hot spot” no indica por sí sola un daño biológico o ecológico.

Son necesarias la confirmación y la cuantificación de lo(s) daño(s), a través del examen de variables de relevancia ecológica. En esta fase, las medidas a nivel de las comunidades son importantes, a pesar de su mayor costo, de su relativa insensibilidad y de los problemas de interpretación. Hay evidencias y también recomendaciones de que el análisis de comunidades bénticas, por ejemplo, incluyendo comunidades costeras, es más eficaz que el análisis de asociaciones planctónicas. Por otro lado, no hay evidencia de que análisis pormenorizados, a nivel específico, de los bentos sean particularmente más informativos o adecuados que el análisis de parámetros más generales, como la abundancia total, biomasa total o diversidad.

Fase III – Determinación de relaciones causales En esta fase ya debe ser posible la determinación de las causas de eventuales efectos, a partir de evidencias circunstanciales.

La estrategia a ser adoptada es nuevamente la intensificación de análisis químicos, pero en un nuevo contexto. Esta fase comprende la cuantificación y la comprensión de las relaciones dosis-respuesta, exigiendo el conocimiento de la especificidad de las sustancias químicas y de su separación en las distintas partes biológicas. Los procedimientos que pueden ser adoptados son: análisis químicos específicos del agua, sedimento y biota para la búsqueda de contaminantes sospechosos; la realización de bioensayos con modificaciones específicas de las muestras de agua; y la adopción de técnicas bioquímicas específicas para determinadas sustancias o clase de las mismas.

IV. DESARROLLO

En síntesis, monitorear implica estudiar ambientes con la expresa finalidad de detectar alteraciones, que puedan ser atribuidas a fuentes contaminantes, y dar alerta en caso de impacto. Un producto necesario de los estudios de monitoreo es la elaboración de planes de contingencia, con la identificación y el mapeo de los “hot spots” y área vulnerable, además de las estrategias y prioridades para protección, teniendo en consideración factores ecológicos y económicos.

Grupos de especialistas reunidos para la elaboración de los Términos de Referencia para planes de monitoreo deberían tener como objetivos primarios:

- Ofrecer justificaciones para el monitoreo de variables fisicoquímicas y biológicas, llevándose en consideración las actividades humanas ya existentes y planeadas para el área;
- Justificar, con fundamento científico, la selección de determinadas variables físico-químicas y biológicas para el monitoreo. En otras palabras, evaluar la sensibilidad, practicidad, confiabilidad y previsibilidad de los diferentes métodos que sirven para detectar la contaminación, por ejemplo;
- Establecer procedimientos prácticos rutinarios o desarrollar nuevos procedimientos, en función de las especificaciones regionales para el monitoreo de las variables relacionadas con la contaminación.

La contaminación ambiental es evaluada en términos de análisis químico, imprescindible para una primera aproximación al problema, una vez que muestra las concentraciones de las sustancias seleccionadas para estudio.

Por otro lado, las informaciones sobre sistemas biológicos, que incorporan o son afectados por estas sustancias, deberán ser necesarias en alguna etapa del monitoreo del procesos de contaminación. Sin embargo, la naturaleza, el alcance y el relevamiento de ese tipo de informaciones pueden ser muy variados. El elevado grado de variabilidad espacio temporal de sistemas biológicos es un serio obstáculo para su utilización rutinaria como monitores de situaciones de impacto. Asimismo, el análisis de variables biológicas en casos de contaminación es indispensable por una serie de razones:

- Efecto de dosis - Pequeños cambios en las concentraciones de contaminantes ambientales pueden tener grandes consecuencias sobre la calidad de los sistemas biológicos;
- Efecto de sinergia - Sustancias químicas, inocuas por sí solas, se pueden combinar, originando compuestos contaminantes;

- Efecto de objetivo - Sustancias desconocidas, o cuya presencia no fue detectada por métodos usuales, pueden afectar sistemas biológicos;

- Efecto de bioacumulación - Organismos que pueden acumular contaminantes

- Criterios para la selección de variables biológicas en programas de monitoreo:

No todas las variables biológicas tienen la misma importancia en programas de monitoreo. Es preciso establecer criterios mínimos para su selección, procurando conseguir la mejor relación costo/beneficio. Esos criterios deben tener en cuenta, en orden de prioridad: aspectos científicos fundamentales; eficiencia y valor práctico de las variables o índices biológicos; fundamentos logísticos y administrativos.

- Efectos de intervención - Criterios científicos.

- Significado ecológico (sensibilidad) - Pueden ser atribuidos a determinado agente causal, variaciones de supervivencia, crecimiento y reproducción de individuos, comunidades.

- Efectos de daño y detección de la especialidad- ¿Hasta qué punto las consecuencias del impacto son específicas para el agente causal?

- Reversibilidad - ¿Cuál es la capacidad de retorno de la variable analizada a un estado “original” después de la remoción del agente causal?

- Amplitud taxonómica - ¿Hasta qué punto el efecto es restricto a determinados grupos taxonómicos?

V. CONSIDERACIONES FINALES

5.1. Aspectos temporales de monitoreo:

El conocimiento de tendencias o cambios ambientales puede ser obtenido por la repetición de un mapeo espacial inicial en una secuencia temporal adecuada (periódico o anual) o por la repetición frecuente de observaciones en un mismo sitio.

El tipo de escala temporal a ser adoptado dependerá de la naturaleza, del alcance y de la propia permanencia de los “inputs” contaminantes. Las estrategias para la determinación de cambios temporales biológicos o fisicoquímicos pueden ser las mismas sugeridas anteriormente. Por ejemplo, el uso de bioensayos ofrece una buena fase para la medición de modificaciones en la calidad del agua, considerándose los cambios naturales causados por “blooms” (picos de poblaciones), cambios en el drenaje continental, influencia periódica.

5.2. Efectos Acumulativos de los Impactos y Riesgo Ambiental

El “Global 2000 Report to the President” (U.S. Council on Environmental Quality, 1980), señala la necesidad de conocer los efectos acumulativos que ocurren en una escala global y en todos los medios. Según aquel informe, los problemas más conspicuos son las condiciones de formación del CO₂, la reducción de ozono y la lluvia ácida. Son también relevantes, la deforestación, la desertificación y los impactos acuáticos.

Efectos acumulativos, son impactos en los ambientes sociales y naturales que ocurren tan frecuentemente en el tiempo o tan densamente en el espacio, que no pueden ser “asimilados”; o ser combinados con los efectos de otras actividades de modo sinérgico.

Según, Sonntag et al. (1987), sabemos mucho más sobre alteraciones acumulativas físicoquímicas porque hay mayor consenso sobre las medidas de esos parámetros en los estudios sobre los efectos acumulativos de que sobre los biológicos/ecológicos.

Firma de la presente Nota Técnica:

Letícia Cardoso Ferreira Universidade do Estado do Rio de Janeiro	flcardoso@gmail.com
Josimar Ribeiro de Almeida Universidade do Estado do Rio de Janeiro	almeida@poli.ufrj.br
Lais Alencar de Aguiar Instituto de Radioproteção e Dosimetria - IRD / CNEN	lais.aguiar@ird.gov.br
Patrícia dos Santos Matta Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ	patricia.matta@uerj.br
Rodrigo Ferreira Leal Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ	rfl.fleal@gmail.com
Raphael do Couto Pereira Troy University (EUA)	rcoutopereiral@gmail.com

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHAM, M. *Subjective Social Indicators Trends*. 4: 35 – 50, 1973.

AGUERO, J.L.S.G. *Evaluación Económica del Impacto Ambiental*. Cuad.CBCA. Madrid, 85 pgs, 1977.

ALKEY, N.C. & HELMER, O. *An Experimental Application of the Delphi Method to Use of Experts*. Mgmt. Sc: 9: 458 – 467, 1963.

ALMEIDA, J.R. *Avaliação de Impactos Ambientais*. In: *I Encontro Brasileiro de Ciências Ambientais*. Rio de Janeiro, BNDES, (2): 1065 – 1075, 1994.

AMIR, S. *Local Environmental Sensitivity Analysis (LESA)*. Landscape Planning, 2 (4): 229 – 241, 1976.

AMMOND, K.R. *Toward Increasing Competence of Thought in Public Policy Formation*. In: *Judgement and Decision in Public Formation*. In: Hammond, K.R. (Ed.) Boulder (Colorado), Westview Press, pg. 11 – 32, 1978.

APHA. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 13th Ed. N.Y. Amer. Public Health Assn, 1971.

- ARGENTO, M.S. & MARQUES, J.S. *Aplicações de Sistemas de Informações em Projetos de Gerenciamento Ambiental*. Geociências, São Paulo, 7:21 – 42, 1988.
- ARGUE, A.W.; HILBORN, R.; PETERMAN, R.M.; STALEY, M.J. & WALTERS, C.J. *Strait of Georgia Chinook and Coho Fishery*. Can. Bull.Fish. Aquatic Sc: (211) 1 – 91, 1983.
- AUSTIN, M.P. & COCKS, K.D. *Introduction to the South Coast Project*. Div.Land. Use Res., Canberra, Teach. Mem., 77/18, 1977.
- ÁVILA, H.A. & SANTOS, M.P.S. *Cenários: O estudo de futuros alternativos*. Ciência e Cultura. Rio de Janeiro, 41 (3): 241 – 249, 1989.
- BAIN, M.B., IRVING, J.S., OLSEN, R.D., STULL, E.A. & WITMER, G.W. *a) Cumulative Impact Assessment: identifying optimal configuration for multiple developments*. Environment Research Division, Argonne Nat.Lab., Arg.Ill, 1985. *b) Cumulative Impact Assessment: a practical methodology*. Environmental Research Division, Argonne Nat. Lab., Arg.Ill, 1985.
- BAIRD, I.A. *The Application of CSIRO-PLAN to Rural Planning – Recent Research and Development Activity of The Land Use Planning Group*. CSIRO Div. Land Use research, Canberra, Tech Memo, 8131, 1981.
- BATTELLE INSTITUTE *The Selection of Projects for Environmental Impact Evaluation*, Bruselas, Com. European Communities, 1978.
- BEANLANDS, G.E. & DUINKER, P.N. *An Ecological Framework for Environmental Impact Assessment in Canada*. Institute for Resource and environmental Studies Dalhousie Univ., Halifax, Nova Scotia. ISB 0-7703-0460-5, 1983.
- BERTIER, P. & MONTGOLFIER, J. de *Approche Multicritere des Problemes de Décision*. Paris, Hommes et Techniques, 1978.
- BIZEK, J.G. *Diamond Shamrock Loss Prevention Review Program*. Canadian Soc. Chem. Eng. Conf, 1982.
- BOHN, P. *Social Efficiency*. London, Macmilian, 1974.
- BOLEA, M.T.E. *Evaluación del Impacto Ambiental*. Madrid, Fundación MAPFRE, 1984.
- BONNICKSEN, T.M. *Computer Simulation of the Cumulative effects of Brushland Fire Management Policies*. Environ. Mgmt. 5(1) 35 – 47, 1980.
- BUKEMA, A.L. & CAIRNS, J., Jr. (Eds.) *Aquatic Invertebrate Bioassays*. Philadelphia. Amer. Soc. Testing and Materials, S/TP 715, 1980.
- BURSZTYN, M.A. A. *Gestão ambiental: instrumentos e práticas*. Brasília: IBAMA, p. 58, 1994.
- CAIRNS, Jr.J. & DICKSON, K.L. (Eds) *Biological Methods for the Assessment of Water Quality*. Amer. Soc. Testing and Materials, Phill. STP 528, 1973.
- CAIRNS, Jr.J., DICKSON, K.L. & WESTLAKE, G.F. *Biological Monitoring of Water and Effluent Quality*. Amer. Soc. Testing and Materials, Phill. STP 607, 1977.
- CAIRNS, Jr.J., PATIL, G.F. & WATERS, W.E. (Eds) *Statistical Ecology. Environmental Biomonitoring. Assessment, Prediction and Management*. Fairland, Md. Int. Coop. Publ. House, V.2, 1979.
- CAMPBELL, A. & CONVERSE, P. (Eds) *The Human Meaning of Social Change*. New York, Russel Sage, 1972.
- CAMPBELL, A. *Aspiration, Satisfaction and Fulfillment*. In: Campbell, A. & Converse, P. (Eds), New York. *The Human Meaning of Social Change*, Russel Sage, pgs. 441 – 466, 1972.
- CANTER L. *Environmental Impact Assessment*. Nueva York, McGraw Hill, 1977.
- CEARC *Selected Mathematical Models in Environmental Impact Assessment in Canada* (Michel Braise). CEARC – Canadian Environmental Assessment Research Council, 1986.

- CLARK, J.R. & ZINN, J.A.** *Cumulative Effects in Environmental Assessment. In: Coastal Zone*. 2481-2492. Am. Soc. Civil. Eng. Ed: ASCE, N.Y., 1978.
- COATS, P.N. & MILLER, T.O.** *Cumulative Silvicultural Impacts on Watersheds: A Hydrologic and Regulatory Dilemma*. Environ. Mgmt., 5(2) – 147 – 160, 1981.
- COOLEY, W.W. & LOHNES, P.R.** *Multivariate Data Analyses*. New York, John Wiley, 1971.
- COWIE, C.T.Y.** *Hazard and Operability Studies – A New Safety Technique for Chemical Plants*. Prev. Occup. Risks, Vol.3, 1976.
- CRANCE, J.H.** *Guidelines for Using the Delphi Technique to Develop Habitat Suitability Index Curves*. Biol. Rep. 82 Nat. Ecol. Center, Fish. Wild. Serv. DC, 1987.
- CUHLS K.** *Foresight with Delphi Surveys in Japan*. Technology Analysis and Strategic Management, Vol. 13 (4), 2001.
- DASGUPTA, A.K. & PEARCE, D.W.** *Cost Benefit Analysis: Theory and Practice*. London. The Macmillan Press, 1972.
- DEE, N., BAKER, J., DROBNY, N., DUKE, N., WHITMAN, I., & FAHRINGER, D.** *Environmental Evaluation System for Water Resource Planning*. Water Research 9 (3): 523-535, 1973.
- DEL PICCHIA, W.** *Cálculo da Trajetória da Pluma de uma Chaminé*, Ambiente, CETESB, 4 (1): 26 – 35, 1990.
- DELBEQ, A.L., VAN de VEM, A.H. & GUSTAFSON, D.H.** *Group Technique for Program Planning – a Guide to Nominal Group and Delphi Processes*. Glenview Scott Foresman and Company, 1975.
- DICKERT, T.G. & TUTTLE, A.E.** *Cumulative Impact Assessment in Environmental Planning: a coastal wetlands watershed example*. Environ. Impact Ass. Rev. 5 (1): 37 – 64, 1985.
- DOW CHEMICAL COMPANY** a) *Process Safety Manual*. Chem. Engng. Process 62 (6). Michigan, Midland, 1966. b) **AICHE.** *Dow Process Safety Guide*. Michigan, Midland, 1974. c) *Fire and Explosion Index. Hazard Classification Guide* 5th Ed. Michigan, Midland, 1981.
- EFFORD, I.E.** *Problems Associated With Environmental Impact Studies in Canada*. In: Sherma, R.K.: Buffington, J.D. & McFaden, J.T. (eds), Proc., *Workshop on the Biological Significance of Environmental Impacts*. NRCONF-002, V.S. Nuclear Regulatory Commission, pg. 23 – 41, 1976.
- FABOS, J.G. & CASWELL, S.J.** *Composite Landscape Assessment and Management*. Res. Bull., Mass. Agric. Expt. Sta. (637) , 1977.
- FABOS, J.G., GREEN, C.M. & JOYNER, S.A.** *The METLAND Landscape Planning Process Composite Landscape Assessment*. In: *Alternative Plan Formulation and Plan Evaluation Part 3: Metropolitan landscape planning model*. Mass. Agric. Expt. Sta. Res. Bull 653. Amherst,
- FAHEY, J.** *The Biological Component of Environmental Assessment Concepts and Case Studies*. Los Angeles, Univ. California, 1978.
- FINSTERBUSCH, K. & WOLF, C.P.** *Methodology of Social Impact Assessment*. Dowden Hutchinson & Ross, 1977.
- FINSTERBUSCH, K.** *State of the art in Social Impact Assessment*. Environ. Beh. 17 (2): 193 – 221, 1985.
- FRUEHAUF, G.L.C. & BRUNI, A.C.** *Dispersão Atmosférica: aplicação de dois modelos*. Ambiente, CETESB, 4 (1): 44 – 48, 1990.
- FUSFELD, A.R. & FOSTER, R.N.** *The Delphi Technique: survey and comment*. Business Horizons, 14 (6) 63 – 74, 1971.
- GILLILAND, M.W. & RISSER, P.G.** *The Use of Systems Diagrams for Environmental Impact Assessment: Procedures and an Application*. Ecol. Model. 1.3: 188-209, 1977.
- GOLDEN, J., OUELLETTE, R.P., SAARI, S. & CHEREMINISOFF, P.N.** *Environmental Impact Data Book*, Ann Arbor Science Publ, 1980.

- GREEN, P.E. *Mathematical Tolls for Applied Multivariate Analysis*. New York, Academic Press, 1976.
- GRINOVER, L. *O Planejamento Físico-Territorial e a Dimensão Ambiental*. Cad. FUNDAP, São Paulo. 9 (16): 25 - 32, 1989.
- HANNA, S.R., BRIGGS, G.A., & HOSKER, R.P. *Handbook on Atmospheric Diffusion*. Washington D.C., U.S. Department of Energy, Technical Information Center, 1982.
- HAWKES, H.A. *Biological Surveillance of Rivers*. J. Wat. Pollut. Control. Fed.: 329 -42, 1982.
- HENRY, C. *Investment Decisions under Uncertainty: the "irreversible effect"*. Am. Econ. Ver. 64, 1006, 1974.
- HERRICKS, E.E., & RITTMANN, B.E. *Application and Limits of Toxicity Testing in Control Technology Improvement*. Biennial Conference IAWPRE, 8 pgs, 1988.
- HETTING, S.G. *A Project Checklist of Safety Hazards*. Chem. Engng. 73(26) , 1986.
- HODGETTS, R.M. *Applying the Delphi Technique to Management Planning*. Simulation 29 (1): 209 - 212, 1977.
- HOLLING, C.S. *Adaptive Environmental Assessment and Management, n° 3. Int. Ser. On Applied System Analysis*. Int. Inst. Applied System Analysis, John Wiley & Sons Chichester, 1978.
- HOPE, K. *Methods of Multivariate Analysis*. New York. Gordon and Breach, 1969.
- HORAK, G.C., VLACHOS, E.C. & CLINE, E.W. *Methodological Guidance for Assessing Cumulative Impacts on Fish and Wildlife*. Fish and Wildlife Service, U. S. Department of the Interior, Wash D.C, 1983.
- HYER, P.V. *Water quality Model of Virginia River, Virginia*. Virginia Institute of Marine Science. Spec. Rep. N° 146 in Applied Marine Science and Ocean Engineering, Gloucester Point, Virginia, 1977.
- JOHNSCHER-FORNASARO, G., PALOMBO, S.R.K., NAVAS-PEREIRA, D. & MARTINS, M.T. *Aplicação de Índices Biológicos Numéricos para Avaliação da Qualidade Ambiental*. São Paulo, CETESB, SP., SP., pág. 407 - 435, 1980.
- JOHNSON, A. R. *Diagnostic Variables as Predictors of Ecological Risk*. Environ. Mgmt. 12 (4): 515 - 523, 1988.
- JONES, G.R., JONES, I., GRAY, B.A., PARKER, B., COE, J.C. & GEITNER, N.M. *A Method for the Quantification of Aesthetic Values for Environmental Decision Making*. Nucl. Technol. 25: 682 - 713, 1975.
- JORGENSEN, S.E. a) *Lake Management*. Oxford: Pergamon Press. b) *Application of Ecological Modeling in Environmental Management*. Elsevier Sc. Publ. Comp. Amsterdam, 1983.
- JUNQUEIRA, N. V. & GOMES, M.C. *Avaliação de Métodos de Bioindicadores de Qualidade de Água*. Engenharia Sanitária, RJ., 27 (2): 153 - 155, 1988.
- KATES, R.W. *Risk Assessment of Environmental Hazard*. SCOPE report n° 8. John Wiley, 1981.
- KNOX, P.L. *Social Well-Being and North Sea Oil: An Application of Subjective Social Indicators*. Regional Studies, 10: 423 - 432, 1976.
- KOPPELMAN, L.E. *Integration of Regional and use Planning and Coastal Zone Science*. Long Island Regional Planning Board. Office of Policy Development & Research. Department of Housing and Urban Development. Contract H 2050-R, 1975.
- KOZLOWSKI, J. a) *Threshold Approach in Urban, regional and Environmental Planning*. University of Queensland Press. London, 1986. b) *Integrating Ecological Thinking into the Planning Process. A Comparison of the EUA and the UET Concepts*. WZB - Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung. FS II 89 - 404. 40 pg, 1989.
- KRUTILLA, J.V., & FISCHER, A.C. *The Economics of Natural Environments*. Baltimore John Hopkins Univ. Press, 1975.
- LANE, P.A. *Symmetry, Change, Perturbation, and Observing Model in Natural Communities*. Ecology 67 (1): 223 -239, 1986.
- LEAL, J. *A Gestão do Meio Ambiente na América Latina: problemas e possibilidades*. Cad. FUNDAP, 16: 7 - 14, 1989.

LEGENDERE, L., & LEGENDERE, P. *Numerical Ecology*. N.Y. Elsevier, 1983.

LEOPOLD L.B. *A procedure for evaluating environmental impact*. Washington D.C. U.S Geol. Surv. Circ., 645, 1971.

LINSTONE, H.A. & TUROFF, M. *The Delphi Method. Techniques and Applications*. Massachusetts, Addison – Wesley Pub. Comp, 1975.

LITTLE, I.M.D. & MIRRIES, J.A. *Project Appraisal and Planning for Developing Countries*. London, Heinemann Educational Books, 1974.

LONGLEY, S.L. *An Environmental Impact Assessment Procedure Emphasizing Changes in the Organization and Function of Ecological Systems*. In: *Proc., Ecological Damage Assessment Conference*. Society of Petroleum Industry Biologists. Los Angeles, Calif., p. 355 – 376, 1979.

MACHADO, P.A.L. *Direito Ambiental Brasileiro*. 3ª Ed. São Paulo, Revistas dos Tribunais, 595 pgs, 1991.

MALEK, J. & PHILLIPS, K. *Managing Uncertainty in the Aquatic Environment*. Oceans 1989. Mar Tech. Soc., Vol. 2, pg. 457 – 460, IEEE Publ. 89 CH2780-5, 1989.

MARGALEF, R. a) *Information Theory in Ecology*. General Systematics. 3: 36 – 71, 1958. b) *Ecologia*, Barcelona. Omega, 1974.

MASER, S. *Fundamentos de Teoria Geral da Comunicação*. EPU/EDUSP, 1975.

Mass, 1978.

MATTHEWS, W.H. *Objective and Subjective Judgements in Environmental Impact Analysis*. Environ. Conserv. 2: 121 – 131, 1975.

MCMAHON, R.F. *Socioeconomic Impacts of Water. Quality Strategics*. Project Summary, EPA – 1600/S 5 – 82 – 001 Cincinnati, OH, 1982.

MISHAN, E.J. *Cost-Benefit Analysis: an Informal Introduction*. London. George Allen and Unwin, 1972.

MISRA, P.K. *Modeling Continuous Fumigation of Nanticoke Generating Station plume*. Atmos. Environ., 16: 479 – 489, 1982.

MUNN, R.E. (Ed) *Environmental Impact Assessment: Principles and Procedures*. SCOPE, Report nº 5, UNESCO, 1975.

N.Y, 1984.

NIELSEN, D.S. *Use Cause Consequence Charts Practical Systems Analysis*. In: *Reability and Fault Tree Analysis*. SIAM, 1975.

OCKS, K.D., BAIRD, I.A. & ANDERSON, J.R. *Application of the CSIROPLAN Method to the Cairns Section of the Great Barrier Reef Marine Park*. Canberra, Water and Land Resources. CSIRO Div. Rep. 82 – 2, 1982.

ODUM, H.T. *Ambiente, Energia y Sociedad*. Barcelona. Editora Blume, 1980.

OLSEN, M.E. & MERWIN, D.S. *Toward a Methodology for Conducting Social Impact Assessment Using Quality of Social Life Indicators*. Pg. 43 – 63. In: Finsterbusch, K. e Wolf, C.P. (Eds.) *Methodology of Social Impact Assessment*. Stroudsburg. Hutchinson Ross, 1977.

OREA, D.G. *El Medio Físico y la Planificación*. 2 vol. Madrid. Cuadernos CIFCA, 1978.

PARK, R.A., CONNOLY, C.J., ALBANESE, J.R., CLESCERI, L.S., HEITZMAN, G.W., HERBRANDSON, H.H., INDYKE, B.H., LOEHE, J.R., ROSS, S., SHARMA, D.D. & SHUSTER, W.W. *Modeling the Fate of Toxic Organic Materials in Aquatic Environments*. EPA. P.B. 82 – 254.079, 1982.

PASTAKIA, C.M.R.; JENSEN, A. *The rapid impact assessment matrix (RIAM) for EIA*. In: *Environmental Impact Assessment Review*, v. 18, pp. 461–482, 1998.

PIELOU, E.C. *The Interpretation of Ecological Data*. John Wiley & Sons,

- PILL, J. *The Delphi Method: Substance, Context, a Critique and an Annotated Bibliography*. Socio-Econ. Plan. Sci. 5: 57 – 71, 1971.
- PIMENTEL, R.A. *Morphometrics*. Dudaque, Iowa. Kendal-Hunt, 1979.
- PRESTON, F.M. & BED-FORD, B.L. *Evaluating Cumulative Effects on Wetland Functions: a conceptual overview and generic framework*. Environmental Mgmt, 12 (5): 565 – 583, 1988.
- Rand Paper P -2982. *Most of the study was later incorporated into Helmer's Social Technology*, Basic Books, New York, 1966.
- RAU, J.G. & WOOTEN, D.C. *Environmental Impact Analysis Handbook*. McGraw-Hill Book Comp., 1980.
- RISSE, P.G. *General Concepts for Measuring Cumulative Impacts on Wetland Ecosystems*. Environmental Mgmt. 12 (5): 585 – 589, 1988.
- ROSEMBERG, D.M., RESH, V.H., BALLING, S.S., BARNBY, M.A., COLLINS, J.N., DURBIN, D.V., FLUMM, T.S., HART, D.D., LAMBERTI, G.A., McELRAVY, E.P., WOOD, J.R., BLANCK, T.E., SCHULTZ, D.M., MARRIN, D.L. & PRICE, D.G. *Recent Trends in Environmental Impact*. J. Can. Sci. Hab. Aquatic, 38 (5): 591 – 624, 1981.
- ROSIER, J., HILL, G. & KOZLOWSKI, J. *Environmental Limitations*. Journ. Environmental Mgmt. 223: 59 – 73, 1986.
- SCHINDLER, D.W. *The Impact Statement Boondoggle*. Science. 192: 509, 1976.
- SCHNOOR, J.L., RAO, N., CARTWRIGHT, K.J. NOOL, R.M. & RUIZCALZADA, C.E.R. *Verification of a Toxic Organic Substance Transport and Bioaccumulation Model*. EPA. P.B. 83 – 170 – 563, 1983.
- SHANNON, C.E. & WEAVER, W. *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana Univ. Illinois Press, 1963.
- SMITH, R.W., BERNSTEIN, B.B. & CIMBERG, R.L. *Community Environmental Relationships in the Benthos Applications of Multivariate Analytical Techniques*. In: Soule, D.F. e Kleppel, G.S. (Ed) *Marine Organisms as Indicators*, New York, Spring-Verlag. Pg. 247 – 326, 1987.
- SNEATH, P.A. & SOKAL, R.R. *Numerical Taxonomy*. San Francisco, Freeman e Co., 1973.
- SONNTAG, N.C., EVERITT, R.R., RATTIE, L.P., COLMETT, D.L., WOLD, C.P., TRUETT, J.C., DORCEY, A.H.J. & HOLLING, C.S. *Cumulative Effects Assessment: a context for further research and development*. CEARC – Canadian Environmental Assessment research Council, 1987.
- STAGNER, R. *Perceptions, Aspirations, Frustrations and Satisfactions: an approach to urban indicator*. Ekistics, 30: 197 – 199, 1970.
- STERN, A.C. *Air Pollution* (5 volumes.) New York, Academic Press, 1976.
- SUCOV, E.W. & LIANG, C.K. *A Methodology for Evaluating Community Acceptance of Power Plants*. Nuclear Technology 25: 714 – 721, 1975.
- SUTTER, H.G.W. *Endpoints for Regional Ecological risk Assessments*. Env. Mgmt. 14 (1): 9 – 23, 1990.
- TAMBLI, T.A. & CEDENBORG, E.A. *The Environmental Assessment Matrix as a Site-selection Tool a Case Study*. Nuclear Technology. 25: 598 – 606, 1975.
- THE BONNEVILLE POWER ADMINISTRATION *Habitat Evaluation Procedures (HEP) Report*. Portland, 2001.
- TUNDISI, J.G. *Ecology and Development: perspectives for a better society*. Physiol Ecol, Japan. 27 (Special Number): 93 – 130, 1990.
- TUROFF, M. *The Design of a Policy*. Delphi. Techn. Forecast. Social Change. 2: 149 – 171, 1970.
- TUROFF, M. *The Policy Delphi*. In: H.A. Linstone e M. Turoff (Ed.) *The Delphi Method. Techniques and Applications*. Addison Edley, pg. 84 – 101, 1975.

UNEP. *Guidelines for Assessing Environmental Impact and Environmental Criteria for the Siting of Industry.* UNEP – United Nations Environmental Programme Industry & Environmental Guidelines Series, Vol. 1, 105 pgs, 1980.

USFWS a) *Habitat as a Basis for Environmental Assessment.* Washington, D.C., 101 ESM. Div. Ecol. Serv., 1980 b) *Habitat Evaluation Procedures (HEP).* Washington, D.C., 102 ESM. Div. Ecol. Serv., 1980 c) *Standards for the Developments of Habitat Suitability Index Models.* Washington, D.C., 103 ESM. Div. Ecol. Serv., 1980.

VASELY, W.E. *Fault Tree Handbook.* NUREG – 0492, 1981.

VENKATRAN, A. *Short-Range, Short-Term Fumigation Model for the INCO Superstack.* Sudbury Environmental Study, SES 013/82, Ottawa, Environment, Canada, 1982.

VLACHOS, E. *Cumulative Impact Analysis.* Imp. Ass. Bull. 1 (4): 60-70, 1982.

WASHINGTON, H. G. *Diversity, biotic and similarity indices: A review with special relevance to aquatic ecosystems.* Water Research, 18: p. 653-694. 1984.

WEDDLE, A.E. *Applied Analysis and Evaluation Techniques.* In: D. Love-Joy (Ed) *Land use and landscape planning.* Bath Leonard Hill Books The Pergamon Press, 1973.