



# NOTA TÉCNICA

## Métodos de Interpretación

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

Recebido em: 01 de novembro de 2024 Aceito em: 12 de dezembro de 2024 Publicado em: 20 de dezembro de 2024

**Resumen:** La nota técnica se centra en la fase de interpretación de resultados en estudios ambientales, subrayando la necesidad de criterios claros y un conocimiento profundo de la problemática ambiental y la planificación socioeconómica. Se describe el método Battelle - Columbus, desarrollado por los laboratorios Battelle por encargo de la EPA de los Estados Unidos, inicialmente para la gestión de recursos hídricos, pero aplicable a otros proyectos. Este método utiliza una lista ponderada de parámetros ambientales, asignando pesos relativos y normalizando magnitudes en una escala de 0 a 1 para calcular un índice de calidad ambiental. La técnica Delphi se emplea para determinar los pesos, involucrando a un grupo multidisciplinario de especialistas. Se discuten las ventajas del método, como la previsión de magnitudes, y sus limitaciones, como la dificultad para evaluar interacciones entre impactos y establecer escalas precisas. Además, se presenta una metodología para cuantificar valores estéticos en paisajes, evaluando la calidad visual, integridad y unidad de los elementos del paisaje.

**Palabras clave:** Interpretación de Resultados, Método Battelle-Columbus, Impacto Ambiental, Calidad Ambiental, Evaluación del Paisaje.

## Métodos de Interpretação

**Resumo:** A nota técnica foca na fase de interpretação de resultados em estudos ambientais, destacando a necessidade de critérios claros e um conhecimento profundo da problemática ambiental e do planejamento socioeconômico. Descreve-se o método Battelle-Columbus, desenvolvido pelos laboratórios Battelle a pedido da EPA dos Estados Unidos, inicialmente para a gestão de recursos hídricos, mas aplicável a outros projetos. Este método utiliza uma lista ponderada de parâmetros ambientais, atribuindo pesos relativos e normalizando magnitudes em uma escala de 0 a 1 para calcular um índice de qualidade ambiental. A técnica Delphi é empregada para determinar os pesos, envolvendo um grupo multidisciplinar de especialistas. Discutem-se as vantagens do método, como a previsão de magnitudes, e suas limitações, como a dificuldade para avaliar interações entre impactos e estabelecer escalas precisas. Além disso, apresenta-se uma metodologia para quantificar valores estéticos em paisagens, avaliando a qualidade visual, integridade e unidade dos elementos da paisagem.

**Palabras clave:** Interpretação de Resultados, Método Battelle-Columbus, Impacto Ambiental, Qualidade Ambiental, Avaliação de Paisagem.

## Interpretation Methods

**Abstract:** The technical note focus on the result interpretation phase in environmental studies, emphasizing the need for clear criteria and a deep understanding of environmental issues and socio economic planning. The Battelle-Columbus method, developed by Battelle laboratories for the U.S. EPA, initially for water resource management but applicable to other projects, is described. This method uses a weighted list of environmental parameters, assigning relative weights and normalizing magnitudes on a scale from 0 to 1 to calculate an environmental quality index. The Delphi technique is employed to determine the weights, involving a multidisciplinary group of specialists. The advantages of the method, such as magnitude forecasting, and its limitations, such as the difficulty in evaluating interactions between impacts and establishing precise scales, are discussed. Additionally, a methodology for quantifying aesthetic values in landscapes is presented, evaluating the visual quality, integrity, and unity of landscape elements.

**Keywords:** Result Interpretation, Battelle-Columbus Method, Environmental Impact, Environmental Quality, Landscape Assessment.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Métodos de interpretación

La fase de interpretación de resultados es tal vez la más importante del estudio, porque requiere tener unos criterios y conceptos claros de los objetivos y las finalidades que se buscan en las evaluaciones y, sobre todo, un amplio conocimiento de la problemática ambiental, de la planificación socioeconómica y de las ventajas e inconvenientes generales y específicos de cada alternativa.

La interpretación se puede hacer a través de los propios métodos de evaluación o modelos de síntesis y, sobre esa base, puede calcularse la evaluación neta del impacto ambiental y la evaluación global de los impactos, por comparación de resultados de determinados indicadores con la información básica existente.

## II. HITO ACTUAL

### 2.1 (UIA) por proyecto = (UIA) con proyecto - (UIA) sin proyecto

El método provee además un sistema de alerta para identificar los impactos más significativos que deberán ser sometidos a un análisis de calidad más detallado. La unidad de importancia es fijada, a principio, haciendo un total de 1000 unidades, distribuidas por categorías, componente y parámetros a través de consulta previa a especialistas mediante la técnica Delphi.

Evidentemente, la UIP deberá ser modificada si el método es aplicado a otro tipo de proyecto o en contextos socioeconómicos diferentes. El índice de calidad ambiental será determinado a partir de la medición de los parámetros en sus respectivas unidades y posterior conversión, a través de funciones características de cada parámetro, en escalas de intervalos que varían de 0 a 10. Estas escalas pueden variar conforme la naturaleza de los parámetros y del ecosistema considerado.

Aunque este método presente ventajas en relación a los anteriores, en lo que se refiere a explicitar las bases de cálculo, presenta fallas en la identificación de las interacciones entre los impactos, pudiendo llevar a superestimación de los mismos. Además, existen dificultades relativas al establecimiento de las escalas. Mientras el comportamiento de algunos parámetros, como los de carácter físico y biótico, en principio, es de más fácil determinación,

el comportamiento de otros, como los de naturaleza social y cultural, dificulta la aplicación de varias funciones.

Otra cuestión que aparece de nuevo, y también, en las demás técnicas que emplean escalas como unidades “común” de medida, es que al utilizarlas, en realidad, se comparan y se suman impactos de naturaleza diferente. Así, se podrá llegar a través de las respectivas funciones a índices de calidad ambiental iguales para dos parámetros, como por ejemplo “objetos manufacturados” y “valores geológicos”, que, efectivamente, no son comparables entre sí.

Tamblay y Cedenborg (1975), presentan un factor ambiental que, en condiciones totalmente naturales, tendrá un valor 1,0. Si estuviese totalmente degradado recibirá el valor 0,0. El cuadro 1 muestra la escala de calidad ambiental propuesta por aquellos autores para factores cuantitativos.

**Cuadro 1 – Escala de Calidad Ambiental para Factor no Cuantitativo**

|    |                                                             |                                                                                                             |
|----|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Factor totalmente degradado o ausente                       | Degradación irreversible total de un aspecto del ambiente.                                                  |
| 2  | -                                                           | Degradación severa pero reversible después de muchos años, o una degradación continua muy alta              |
| 3  | Inferior a calidad media, ningún uso benéfico.              | Degradación reversible después de cerca de 05 años                                                          |
| 4  | -                                                           | Degradación moderada; irreversible después de cerca de 02 años                                              |
| 5  | -                                                           | Degradación menor, o continua, pero de bajo nivel.                                                          |
| 6  | Factor en estado de moderada calidad                        | Degradación de corta duración; insignificante a largo plazo; total de apenas parte de un aspecto ambiental. |
| 7  | -                                                           | Degradación intensa; insignificante a largo término                                                         |
| 8  | -                                                           | Degradación moderada; insignificante a largo plazo; disturbio intermitente de bajo nivel.                   |
| 9  | Calidad mayor de que la media pueden ocurrir usos benéficos | Degradación pequeña de corta duración; insignificante a largo término                                       |
| 10 | Calidad excelente                                           | Degradación insignificante tanto a corto como a largo término.                                              |
| 11 | Factor ambiental en condiciones totalmente naturales        | Sin impacto relevante.                                                                                      |

**Fuente:** los propios autores.

### III. MÉTODO

3.1 Método de Cuantificación de Valores Estadísticos

La metodología para la cuantificación de valores estéticos, que se basa en los conceptos a continuación, fue presentada por Jones et al. (1975).

Calidad visual de un paisaje sin el proyecto, evaluada en una escala de 1(calidad visual muy elevada) hasta 100 (calidad visual muy baja). Así, una vegetación nativa, una cascada, un lago, en condiciones naturales tendrían nota 1, ya un depósito sanitario, una pedrera, un río altamente contaminado tendrían nota 100;

Evaluación del nivel de integridad, o sea el grado relativo de condición natural de un paisaje o de sus elementos. Puede ser evaluada considerándose el nivel de urbanización y el de degradación presentes. Si no existen desarrollos antrópicos ni degradación y el uso antrópico es muy alto, el valor será 7. Se puede usar una escala como en el Cuadro 2, donde se presenta un ejemplo.

Cuadro 2 – Evaluación del Nivel de Integridad

| Antesdel Proyecto | Despuésdel Proyecto |                                               |
|-------------------|---------------------|-----------------------------------------------|
|                   |                     | 1.Altamenteíntegro–sinalteración              |
| (*)               |                     | 2.Muyíntegro–muypequeñaalteración             |
|                   |                     | 3.Moderadamenteíntegro–pocaalteración         |
|                   |                     | 4.Moderadamenteíntegro–moderadamente alterado |
|                   | (*)                 | 5.Integridadmoderadamente baja/bienalterado   |
|                   |                     | 6.Bajaíntegridad/ altamentealterado           |
|                   |                     | 7.Muybajaíntegridad/extremadamentealterado    |

Fuente: los propios autores

El método puede ser utilizado para cada elemento del paisaje para la cuantificación de su grado de integridad (Cuadro 3):

Cuadro 3 – Cuantificación del Grado de Integridad

| Elementodelpaisaje | Gradodeíntegridad |         |
|--------------------|-------------------|---------|
|                    | Antes             | Después |
| A. Atmósfera       | 2                 | 3       |
| B. Río             |                   |         |
| C. Floresta        |                   |         |

Fuente: los propios autores

Memorización de la impresión visual de un paisaje o de sus elementos.

Cuanto más elemento existen que realzan un paisaje, mayor será la posibilidad de ser retenidos en nuestra memoria. Las escalas de evaluación, de cosas dignas de ser recordadas, son similares a las de la integridad o sea a, 1-altamente memorizable hasta 4- con muy poca razón de ser memorizado;

Unidad es el grado por el cual los elementos de un paisaje se integran para formar un sistema coherente, armónicamente visual. Las escalas de evaluación de la unidad son similares a las de los dos ítem anteriores, o sea (1), unidad general muy elevada y (4), unidad general muy baja. Cuanto más elemento antrópicos y áreas degradadas hay en el paisaje, menor será la unidad de la misma. Se puede también evaluar el grado de integración, de los elementos antrópicos con el paisaje, a través de una escala (Cuadro 4).

**Cuadro 4 – Grado de Integración de los Elementos Antrópicos con el Paisaje**

| Después del Proyecto |                                                                     |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------|
|                      | 1.Elementos antrópicos muy altamente unificados con el paisaje.     |
|                      | 2.Elementos antrópicos altamente unificados con el paisaje          |
|                      | 3.Elementos antrópicos bastante unificados con el paisaje           |
|                      | 4.Elementos antrópicos moderadamente unificados con el paisaje      |
|                      | 5.Elementos antrópicos con moderadamente baja unidad con el paisaje |
| (*)                  | 6. Elementos antrópicos con baja unidad con el paisaje              |
|                      | 7.Elementos antrópicos con muy baja unidad con el paisaje           |

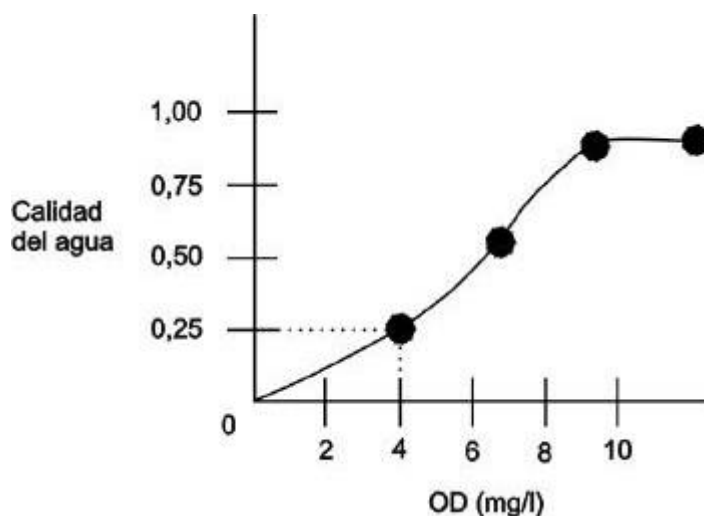
Fuente: los propios autores

## IV. DESARROLLO

### 4.1 Método BATTELLE- COLUMBUS

El método Battelle - Columbus fue elaborado por los respectivos laboratorios, por encargo de la EPA de los Estados Unidos, y se centró en la planificación de la gestión de los recursos del agua, pero se puede aplicar también a otros proyectos (Bolea, 1980). Es muy interesante pues permite previsiones de magnitud, aunque no permita evaluar interacciones entre los impactos, en los aspectos temporales. Es un tipo de lista ponderable con diferentes parámetros.

La importancia relativa de cada uno de los parámetros, en relación a la suma total de los impactos del proyecto, es dada por la atribución de pesos (Dee *et al.* 1973) como en el ejemplo a continuación. Para cada parámetro, el método crea un índice de calidad ambiental, normalizando la magnitud de los mismos en una escala de 0 -1 (Figura 1).

**Figura 1** – Variación de localidad del agua en función de la concentración de OD (oxígeno disuelto)

**Fuente:** los propios autores

Así, para una concentración de oxígeno disuelto (OD) de 4 mg/l, la calidad será de 0,25. A continuación multiplicamos el valor obtenido por un peso, que representa la importancia relativa de la concentración de oxígeno entre todos los parámetros estudiados. Si sumamos todos los resultados obtenidos de ese modo, para todos los parámetros ambientales considerados, y dividimos por el número de esos parámetros, obtendremos el valor medio del impacto global del proyecto. La distribución de pesos, el desarrollo de las funciones y valores de los índices de calidad ambiental son obtenidos, siempre, por medio de un grupo de especialistas multidisciplinario, usándose la técnica Delphi. La Tabla 1 presenta un ejemplo del cálculo de los impactos de un proyecto por este método:

**Tabla 1** – Cálculo de los Impactos de un Proyecto

| Parámetros           | Importancia | Calidad Ambiental Relativa | Cálculo                |
|----------------------|-------------|----------------------------|------------------------|
| Temperatura del agua | 0,10        | 94,0                       | 9,40                   |
| PH                   | 0,12        | 83,8                       | 10,06                  |
| OD                   | 0,17        | 93,4                       | 15,88                  |
| DBO                  | 0,10        | 68,0                       | 6,80                   |
| Coliformes Fecales   | 0,15        | 54,8                       | 8,22                   |
| N-total              | 0,10        | 92,9                       | 9,29                   |
| P-Total              | 0,10        | 97,8                       | 9,78                   |
| S-Total              | 0,08        | 86,5                       | 6,93                   |
| Turbidez             | 0,08        | 43,9                       | 3,51                   |
| Total                | =1          |                            | $\bar{X}=79,86/9=8,87$ |

**Fuente:** los propios autores

Así, para un determinado cuerpo hídrico, el valor de la calidad del mismo después de recibir los impactos del proyecto sería de 8,87. El valor máximo posible es de 10,0. En condiciones naturales, la calidad del cuerpo hídrico es 9,4. Las acciones del proyecto producen una calidad de 8,87, el impacto del proyecto habrá acarreado una reducción de 0,53 en la calidad ambiental:

**Impacto del proyecto (IP) = [Calidad ambiental sin el proyecto] - [Calidad ambiental con el proyecto]**

$$IP = 9,4 - 8,87 = 0,53$$

Para atenuar problemas que puedan generarse con la selección de pesos que serán atribuidos a los parámetros ambientales (indicadores), Dee et al. (1973) propusieron las siguientes acciones:

I. Seleccionar cuidadosamente (con base en la capacitación profesional) un grupo de técnicos y explicarles el concepto de ponderación y su uso;

II. Relacionar:

1. Categorías (por ej., contaminación);
2. Componentes (por ej., del agua);
3. Indicadores (por ej., oxígeno disuelto).

III. Determinar que cada técnico del grupo, aisladamente, haga una lista de los elementos de cada uno de los tres niveles, en orden decreciente de importancia, según su punto de vista. Al primer elemento de la lista (el importante) le será dado el valor de 1. Pesos que pueden variar entre 0,99 a 0,00 serán atribuidos al segundo elemento de la lista, consecutivamente, pero considerando la distancia en términos de importancia, en relación al primero.

El mismo proceso será repetido para el tercero y demás elementos de la lista, siempre evaluando la situación (distancia, en términos de importancia), entre cada par consecutivo.

IV. Se comparan las listas y los pesos atribuidos por cada técnico del grupo, que deben ser objeto de discusión hasta llegar a una lista única y consensuada. Se repite el trabajo con el mismo grupo de técnicos y se comparan los resultados de los trabajos. Entonces, se discuten los resultados obtenidos, sus discrepancias, y se obtiene una lista (con pesos) final.

V. Se repite el trabajo con otro grupo de técnicos y se comparan los resultados. Se analizan las discrepancias hasta llegar a una lista y pesos finales. Ese proceso puede ser un

poco lento, exigiendo la participación de muchos técnicos, pero los resultados serán, sin duda, muy buenos.

El método es jerarquizado, constituido por 4 categorías ambientales que se desdoblan en 18 componentes que, a su vez, se subdividen en 78 parámetros. La determinación del grado de impacto líquido para cada parámetro ambiental es dada por la expresión:

$UIA = UIP * C.A.$  dónde:

UIA = unidad de impacto ambiental

UIP = unidad de importancia

C.A. = índice de calidad ambiental

La contabilización final es hecha a través del cálculo de un índice global de impacto dado por la diferencia entre la unidad de impacto ambiental total con la realización del proyecto, menos la unidad de impacto ambiental sin proyecto, o sea:  $(UIA)_{\text{por proyecto}} - (UIA)_{\text{sin proyecto}}$ .

## V. CONCLUSIÓN

Esa evaluación, como vimos, puede ser igualmente hecha para un determinado aspecto del paisaje. De la misma forma, ella puede ser desarrollada para diferentes alternativas de un proyecto, por ejemplo: para la construcción de una serie de propiedades horizontales o para la construcción de edificios de 5 pisos, en las laderas de una colina donde antes existía vegetación natural.

Firma de la presente Nota Técnica:

|                                                                                 |                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>Helena Marquini Zuntini Pinto</b><br>Universidade Estadual do Rio de Janeiro | <a href="mailto:helenazuntini@gmail.com">helenazuntini@gmail.com</a>   |
| <b>Cleber Vinicius Akita Vitorio</b><br>Instituto Espaço Templo                 | <a href="mailto:cleberakita88@gmail.com">cleberakita88@gmail.com</a>   |
| <b>Josimar Ribeiro de Almeida</b><br>Universidade do Estado do Rio de Janeiro   | <a href="mailto:almeida@poli.uerj.br">almeida@poli.uerj.br</a>         |
| <b>Oscar Rocha Barbosa</b><br>Universidade do Estado do Rio de Janeiro          | <a href="mailto:or-barbosa@hotmail.com">or-barbosa@hotmail.com</a>     |
| <b>Raphael do Couto Pereira</b><br>Troy University (EUA)                        | <a href="mailto:rcoutopereiral@gmail.com">rcoutopereiral@gmail.com</a> |



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHAMS, 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 Multicritère des Problèmes 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, Macmillan, 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.
- BUICKEMA, 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.

DELBECQ, 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. Rev. 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 Strategies*. 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 n° 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 Conducing 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.
- ROSENBERG, 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, Springer-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 Satisfaction: an approach to urban indicator.* Ekistics, 30: 197 – 199, 1970.

**STERN, A.C.** *Air Pollution* (5 volúmenes.) 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.

**TAMBLY, 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.