

# HIDRELÉTRICAS, MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO



Arnaldo Carlos Müller



MAKRON Books



ITAIPU  
BINACIONAL



# HIDRELÉTRICAS, MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO

---

**Arnaldo Carlos Müller**

MAKRON Books do Brasil Editora Ltda.  
Editora McGraw-Hill Ltda  
São Paulo  
Rua Tabapuã, 1348, Itaim Bibi  
CEP 04533-004  
(011) 829-8604 e (011) 820-6122

*Rio de Janeiro • Lisboa • Bogotá • Buenos Aires • Guatemala • Madrid • México • New York • Panamá •  
San Juan • Santiago*

*Auckland • Hamburg • Kuala Lumpur • London • Milan • Montreal • New Delhi • Paris • Singapore •  
Sydney • Tokyo • Toronto*

Hidrelétricas, Meio Ambiente e Desenvolvimento

Copyright © 1996 da MAKRON Books do Brasil Editora Ltda.

Todos os direitos para a língua portuguesa reservados pela MAKRON Books do Brasil Editora Ltda.

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida, guardada pelo sistema “retrieval” ou transmitida de qualquer modo ou por qualquer outro meio, seja este eletrônico, mecânico, de fotocópia, de gravação, ou outros, sem prévia autorização, por escrito, da Editora.

EDITOR: MILTON MIRA DE ASSUMPÇÃO FILHO

*Gerente Editorial:* Daisy Pereira Daniel

*Produtora Editorial:* Eugênia Pessotti

*Produtor Gráfico:* José Rodrigues

*Foto da Capa:* Agência Keystone

*Editoração e frotolitos em alta resolução:* JAG

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**(Câmara Brasileira do livro, SP, Brasil)**

Müller, Arnaldo Carlos

Hidrelétricas, meio ambiente e desenvolvimento / Arnaldo Carlos Müller. – São Paulo : Makron Books, 1995

ISBN 85-346-0574-2

1. Centrais hidrelétricas – Aspectos ambientais 2. Desenvolvimento econômico 3. Meio ambiente I. Título

95-4950

CDD-621.312134

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Centrais hidrelétricas : Engenharia 621.312134



# SUMÁRIO

---

<b>Prefácio</b> . . . . .	<b>XV</b>
<b>Capítulo 1 Introdução</b> . . . . .	<b>1</b>
<b>Capítulo 2 O Potencial Hidrelétrico Brasileiro</b> . . . . .	<b>5</b>
2.1 A evolução da economia energética . . . . .	6
Situação atual . . . . .	15
2.2 Terminologia da engenharia hidrelétrica . . . . .	17
2.3 Inventário do potencial hidrelétrico . . . . .	27
Hidrografia brasileira . . . . .	29
Etapas da avaliação do potencial . . . . .	31
O potencial inventariado . . . . .	33
2.4 Usinas e reservatórios brasileiros . . . . .	34
Grandes barragens . . . . .	35
Pequenas centrais hidrelétricas – PCH . . . . .	42
<b>Capítulo 3 A Hidreletricidade e o Desenvolvimento Sustentável</b> . . . . .	<b>45</b>
3.1 A inserção ambiental no setor elétrico . . . . .	46
A florescente década de 1970 . . . . .	48

As influências internacionais . . . . .	50
A eletrobrás desperta para o meio ambiente . . . . .	53
A emergência das questões sociais na década de 1980 . . . . .	56
3.2 Terminologia ambiental . . . . .	62
3.3 Indicadores ambientais . . . . .	72
Fatores físicos . . . . .	75
Condições biológicas . . . . .	80
Fatores biológicos combinados . . . . .	84
Aspectos antrópicos . . . . .	85
Elementos culturais . . . . .	89
3.4 A viabilização socioambiental dos projetos . . . . .	91
Experiências de avaliação de impactos . . . . .	92
Imposições legais dos relatórios de impacto . . . . .	95
O licenciamento ambiental no setor elétrico . . . . .	98
A participação da sociedade . . . . .	100
A inserção dos custos ambientais . . . . .	105
3.5 Matriz de efeitos ambientais . . . . .	108
<b>Capítulo 4 Impactos sobre os Fatores Naturais . . . . .</b>	<b>126</b>
4.1. Conseqüências hídricas e limnológicas . . . . .	127
Rios e lagos . . . . .	128
Lagos-rios . . . . .	131
Operação e outros usos . . . . .	133
Atenuação aos impactos limnológicos . . . . .	135
Águas subterrâneas . . . . .	138
4.2 Efeitos climáticos . . . . .	140
O clima nos reservatórios . . . . .	142
Fatores climáticos alterados . . . . .	143
Fatores climáticos adversos . . . . .	144

---

4.3	Erosão e assoreamento . . . . .	149
	Erosão . . . . .	150
	Transporte . . . . .	153
	Assoreamento . . . . .	155
	Efeitos dos sedimentos no reservatório . . . . .	156
	Soluções preventivas . . . . .	158
	Providências corretivas . . . . .	160
4.4	Sismologia . . . . .	162
	Sismicidade induzida por reservatórios – SIR . . . . .	163
	Medidas preventivas . . . . .	167
4.5	Águas, represas e florestas . . . . .	171
	Inventários florísticos . . . . .	175
	Problemas com o afogamento da vegetação . . . . .	177
4.6	Manejo florístico . . . . .	180
	Conservando a biodiversidade florística . . . . .	181
	Conservação IN SITU e EX SITU . . . . .	183
	Exploração florestal . . . . .	186
	Recuperação vegetativa das margens das águas . . . . .	191
	Áreas alteradas . . . . .	197
4.7	Plantas aquáticas macrófitas flutuantes . . . . .	202
	Controle de plantas aquáticas . . . . .	203
	Plantas aquáticas como recurso . . . . .	209
4.8	Estudos sobre a vida silvestre . . . . .	211
	A ecologia terrestre . . . . .	214
	Pesquisas sobre a vida silvestre . . . . .	216
4.9	Resgate e relocação da fauna . . . . .	219
	Preservando a vida . . . . .	219
	Experiência brasileira . . . . .	223

4.10	Preservação da diversidade faunística . . . . .	226
	Áreas protegidas . . . . .	227
	Procedimentos de manejo . . . . .	234
	O recurso fauna . . . . .	241
4.11	Populações de peixes e de outros seres aquáticos . . . . .	246
	Fatores impactantes . . . . .	248
	Pesquisas sobre a vida aquática . . . . .	250
	Conservação da vida aquática . . . . .	253
4.12	Medidas de atenuação do impacto no meio aquático . . . . .	254
	Técnicas específicas de manejo . . . . .	254
	Sistemas de transposição de peixes . . . . .	256
	Estações de hidrobiologia . . . . .	261
	Operações de salvamento de peixes . . . . .	264
<b>Capítulo 5 Soluções aos Efeitos Sócioeconômicos e Culturais . . . . .</b>		<b>269</b>
5.1	As condições socioeconômicas anteriores ao impacto . . . . .	271
5.2	Cultura, costumes, folclore . . . . .	278
	Plano de resgate cultural . . . . .	281
	Os interlocutores . . . . .	284
	Comunidades indígenas . . . . .	286
	Resgate arqueológico e histórico . . . . .	289
5.3	Sistemas de desapropriação . . . . .	291
	Plano de desapropriação . . . . .	298
5.4	Estratégias de fixação das populações deslocadas . . . . .	300
	Inserção regional do reservatório . . . . .	303
5.5	Infra-estrutura econômica . . . . .	306
	Sistemas de transporte . . . . .	307
	Energia elétrica . . . . .	310
	Comunicações . . . . .	311

---

Questões territoriais municipais . . . . .	311
Sistemas de produção . . . . .	313
5.6 Infra-estrutura social . . . . .	315
Saúde pública . . . . .	315
Saneamento básico . . . . .	322
Aspectos culturais . . . . .	331
<b>Capítulo 6 Benefícios Socioambientais em Aproveitamentos Hidrelétricos . . . . .</b>	<b>334</b>
6.1 Pesca . . . . .	339
Plano de administração pesqueira . . . . .	340
Cultivos intensivos de pescado . . . . .	344
6.2 Navegação, portos e rotas . . . . .	349
Planejando a navegação . . . . .	353
Terminologia da navegação em reservatórios . . . . .	355
6.3 Recreação, lazer e educação ambiental . . . . .	357
A experiência do setor elétrico . . . . .	359
Plano de recreação . . . . .	362
Oportunidades de educação ambiental . . . . .	367
6.4 Produção agropecuária . . . . .	371
Agropecuária ribeirinha . . . . .	372
Irrigação . . . . .	375
Pôlderes e pântanos . . . . .	376
6.5 A água a serviço do desenvolvimento . . . . .	376
<b>Capítulo 7 Retomada do Desenvolvimento Regional . . . . .</b>	<b>379</b>
Elementos de planejamento territorial . . . . .	382
Compensações financeiras . . . . .	387
Colaboração ambiental ao desenvolvimento territorial . . . . .	389
Contingências de risco . . . . .	390
<b>Referências Bibliográficas . . . . .</b>	<b>393</b>



# HIDRELÉTRICAS, MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO

*Hidrelétricas, Meio Ambiente e Desenvolvimento* é uma obra que desmistifica o ecologismo catastrófico e mostra como é possível compatibilizar o desenvolvimento tanto com a conservação ambiental como com a sociedade, afetadas pelos empreendimentos. De forma despretensiosa, o autor desta obra conta a evolução da consciência socioambiental do setor elétrico brasileiro e fala das situações que levaram as grandes empresas do setor a criar diferentes soluções para viabilizar seus projetos.

Através de uma inédita malha de causas e efeitos socioambientais, o autor propõe recomendações práticas e essenciais aos profissionais que atuam direta ou indiretamente com reservatórios, desde sua formação, até sua operação e seus usos múltiplos.

É, portanto, um livro de leitura obrigatória para todos os que se dedicam a essa área de engenharia, aos que promovem estudos sociais inerentes e aos ambientalistas que desejam conhecer as peculiaridades desse abrangente campo profissional.



*Arnaldo Carlos Müller* foi o responsável brasileiro pelo programa socioambiental da Itaipu Binacional, o maior complexo hidrelétrico da atualidade. Sua bem-sucedida atuação naquela entidade começou no início da obra, estendendo-se mesmo depois de todos os geradores entrarem em operação. Com essa experiência, ao longo de duas décadas, o engenheiro Müller especializou-se na criação e implantação de métodos e novas tecnologias para a viabilização socioambiental de empreendimentos hidrelétricos, e talhou seu perfil como consultor pragmático, voltado para o desenvolvimento sustentado em projetos de grande envergadura social.



MAKRON Books



ITAIPU  
BINACIONAL

ISBN 85-346-0574-2



9 788534 605748