

UMA PROPOSTA DE MACROZONEAMENTO PARA A REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA, COM ÊNFASE NA FUNÇÃO SOCIAL DAS FLORESTAS.*

MIGUEL SEREDIUK MILANO
NIVALDO EDUARDO RIZZI

Engenheiros Florestais, M. Sc., Professores do
Departamento de Silvicultura e Manejo da UFPR.

MIGUEL MARCELO BRASSIOLO

Engenheiro Florestal. Pós-Graduando em
Engenharia Florestal. UFPR.

SUMMARY

To consider the importance of the forests to the microclimatic stability, water and air quality and outdoor recreation, conjunctly with its industrial and energetic importance is a necessity of the regional planning. Thus, was analysed the environmental situation of the Metropolitan Region of Curitiba and based on diagnostic map, was elaborate a forestry macrozoneament for the region, enfatizing the social functions of the forests.

1. INTRODUÇÃO

As florestas, além de fornecerem madeira como matéria prima, influenciam as condições climáticas, edáficas, hídricas e, conseqüentemente, a própria qualidade de vida do homem. Assim, qualquer sistema econômico inteligente e prudente deve permitir que o homem tire proveito indefinidamente dos recursos florestais.

Entretanto, a forma de utilização dos recursos naturais e os sistemas econômicos, variáveis em função do grau de evolução socio-cultural e econômico das comunidades e nações do mundo, nem sempre são orientados por adequados planejamentos de ocupação territorial ou de uso do solo.

Este trabalho, partindo dessas considerações, analisou simultaneamente o Plano de Desenvolvimento Integrado e as condições ambientais e de cobertura florestal da Região Metropolitana de Curitiba com o objetivo de construir um mapa diagnóstico da situação e, com ele, estabelecer um zoneamento florestal para a região, com ênfase nas funções sociais da floresta.

2. A IDÉIA DE FUNÇÃO SOCIAL DA FLORESTA

Se as florestas fornecem matéria prima para a indústria madeireira ou biomassa para a geração de energia e com isso geram empregos, elas estão cumprindo uma função social. Mas, além disso, as florestas melhoram e regulam o microclima, retêm partículas sólidas e filtram gases que poluem o ar, protegem os solos contra erosão e os rios contra o assoreamento e, portanto, cumprem outras importantes funções sociais nem sempre consideradas.

2.1. OS BENEFÍCIOS DA FLORESTA

2.1.1. Ao ambiente

As florestas influenciam as condições microclimáticas de uma região interceptando, absorvendo, refletindo e transmitindo radiação solar, evapotranspirando grandes quantidades de água e interferindo na velocidade e direção dos ventos. Assim, grupos de árvores ou florestas podem ser muito eficientes na melhora microclimática e portanto a supressão e a reposição de florestas devem ser adequadamente planejadas (GREY & DENEKE⁴).

As árvores também agem eficientemente contra a poluição atmosférica. Em função de suas características morfológicas e fisiológicas as árvores podem reter grandes quantidades de partículas em suspensão no ar (JENSEN et alii⁵), absorver gases poluentes (ROBERTS¹²) e diminuir a poluição sonora (REETHOF & HEISLER⁹).

Além destes benefícios ao ambiente, as

*Trabalho apresentado no V Congresso Florestal Brasileiro. Olinda, PE.

florestas protegem os solos contra a erosão e, conseqüentemente, os recursos hídricos, contra a turbidez e o assoreamento, mantendo uma vazão equilibrada nas bacias hidrográficas (RAMADE⁸, RIZZI¹¹).

2.1.2. À economia

A floresta, consideradas as possibilidades de sua exploração direta, é fonte de matéria prima que viabiliza indústrias madeireiras, de papel e celulose e de siderurgia, gerando aplicações de capital, empregos e lucros. Seu aproveitamento indireto também gera lucros; como os advindos do menor custo de tratamento de água, do aumento da produtividade agrícola pela proteção do solo contra a erosão e pela proteção contra ventos e, ainda, pelo desenvolvimento de atividades turísticas em regiões florestais como Parques Nacionais e outras.

A participação do setor Florestal à economia do País, prejudicada pela ineficiência das diretrizes do setor nos últimos anos, ainda é significativa. Embora a participação do setor florestal nas exportações brasileiras tenha passado de 692.584 toneladas em 1975 para 2.043.767 toneladas em 1980, com um crescimento de 402% no valor das exportações que passaram de U\$ 235.446.000 para U\$ 946.089.000 no mesmo período (RIBEIRO & MACHADO¹⁰), no Produto Interno Bruto a participação caiu de 7,16% em 1949 para 5,79 em 1974 (BREPOL¹),

2.1.3. Ao homem

Tanto por suas funções ambientais como por suas funções econômicas as florestas propiciam benefícios ao homem e portanto, tem funções sociais.

Além das funções ambientais, as características anti-microbianas das florestas, conforme LAPOIX⁶, tornam-nas de grande importância à saúde física e mental do homem.

A floresta constitui-se assim de local apropriado e indispensável para a realização de variadas formas de recreação ao ar livre, fundamentais principalmente para as populações urbanas. Por isso a destinação de áreas de preservação da natureza abertas ao público: os parques nacionais, estaduais e municipais.

2.2. A FLORESTA COMO COMPONENTE DO PLANEJAMENTO REGIONAL

Uma vez que a floresta, como componente renovável do ambiente, desempenha importantes

funções sociais por suas características protetoras e produtivas ela deve, necessariamente, ser considerada como um dos elementos básicos do planejamento de uso do solo, seja ele urbano, peri-urbano ou rural. O planejamento de uso do solo ou de ocupação territorial deve ser realizado a partir da análise das condições naturais específicas e do processo histórico das atividades humanas de uma região de maneira a permitir a diagnose da situação atual, seu potencial produtivo e, conseqüentemente, as informações básicas para se traçar uma política adequada de ocupação e desenvolvimento regionais (NEGRET⁷).

3. A REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

Localizada entre 24°00' e 25°30' de latitude Sul e entre 48°30' e 50°00' de longitude Oeste, a Região Metropolitana de Curitiba conta com uma altitude média variando entre 650 e 950 m s.n.m. e um clima, segundo a classificação de Koeppen, do tipo Cfb.

A região agrega 14 municípios, somando uma área de aproximadamente 876.300ha e uma população estimada de 1.910.287 habitantes em 1985, sendo que apenas 7% desta reside na zona rural (COMEC²).

Tendo um crescimento populacional da ordem de 70% na década de 70, passando de 609.000 em 1970 para 1.035.000 habitantes em 1980 e aproximadamente 1.300.000 em 1985, Curitiba, o centro da região, atropelou os planos regionais de desenvolvimento.

Conforme o Plano de Desenvolvimento Integrado a região está sub-dividida em cinco subsistemas: Leste, de importância ambiental por abrigar a base dos recursos hídricos regionais; Sul, de características agropecuárias; Oeste, industrial; Norte, extrativista mineral e Centro, malha urbana da capital. Embora fosse prevista a contenção do sub-sistema Centro, a preservação para o Leste e a promoção e dinamização, dentro de suas respectivas aptidões, para os demais subsistemas, a realidade foi outra. Mais que o previsto a cidade cresceu para Leste, o desmatamento se intensificou e os recursos hídricos perderam qualidade (COMEC²).

3.1. Diagnóstico da situação ambiental

3.1.1. Recursos hídricos e abastecimento de água

Na TABELA 1 é apresentada a classificação dos principais rios da região segundo as portarias GM/0013-SEMA e 001/76-SURHEMA bem como

a evolução da poluição desses rios entre 1981 e 1984.

A análise realizada considera com destaque a situação da bacia do Alto-Iguaçu, cujos componentes encontram-se, sem exceção, aquém dos padrões desejáveis. A poluição industrial atinge principalmente os rios Timbu, Passaúna e Verde ao passo que a poluição por esgotos urbanos atinge praticamente a totalidade dos rios.

Os rios mais poluídos são o Belém, Atuba, Barigui e Padilha, sendo em todos a principal causa de poluição o esgoto sanitário.

Em termos gerais, o número de coliformes

fecais na bacia do Alto-Iguaçu aumentou 28 vezes entre 1981 e 1984, o que caracteriza como crítica a situação dos recursos hídricos regionais.

Outra importante bacia da Região Metropolitana de Curitiba é a do Rio Ribeira. Localizada a Norte e Nordeste da região e afastada das grandes concentrações populacionais esta bacia é formada por rios pouco poluídos por esgotos sanitários ou despejos industriais. Entretanto, alguns rios dessa bacia apresentam suas águas contaminadas com altas concentrações de mercúrio (até 740 vezes acima da máxima admissível) devido à exploração de ouro em alguns locais da bacia.

TABELA 1. Poluição hídrica das bacias hidrográficas da região metropolitana de Curitiba - PR.

Bacia hidrográfica	Tomada de parâmetros	Classe	pH			O.D. (mg/l) - oxigênio dissolvido			D.B.O. (mg/l) - demanda bioquímica de oxigênio			Coliformes (número mais provável em 100 ml)		
			limites da classe	média 1981	média 1984	limites da classe	média 1981	média 1984	limites da classe	média 1981	média 1984	limites da classe	média 1981	média 1984
1) Timbu	Estrada da Graciosa	2	5-9	6,90	6,73	5	6,52	5,08	5	3,00	2,33	1000	86	1.584
2) Iraí	Montante do rio Piraquara	2	5-9	7,08	7,00	5	7,21	6,67	5	1,00	1,00	1000	67	3.027
3) Palmital	Ponte Piraquara Curitiba	2	5-9	7,95	7,50	5	10,17	7,38	5	2,25	1,00	1000	6.225	70.206
4) Atuba	Montante junção com Iraí	3	5-9	7,24	7,23	4	2,97	2,65	10	6,00	7,25	4000	76.231	805.508
5) Belém	Montante junção com Iguaçu	4	5-9	7,06	7,30	0,5	0,20	0,08	-	65,75	31,00	-	150.548	13.496.192
6) Padilha	Montante junção em Iguaçu	2	5-9	7,42	7,38	5	4,41	2,30	5	13,29	9,50	1000	174.089	411.293
7) Miringuava	Ponte estrada S.J.P. - Col. Zacarias	2	5-9	7,06	7,15	5	7,64	6,57	5	1,57	1,00	1000	64.000	1.121
8) Barigui	Montante junção com Iguaçu	3	5-9	7,62	7,78	4	2,47	1,78	10	17,57	8,50	4000	39.857	63.425
9) Passaúna	Ponte estrada Araucária - B. Nova	2	5-9	7,58	7,58	5	7,52	5,56	5	1,14	1,75	1000	539	1.544
10) Verde	Ponte estrada Guaçuira-B. Nova	2	5-9	7,39	7,60	5	7,43	6,76	5	1,43	1,0	1000	154	2.383
POLUIÇÃO NO RIO IGUAÇU														
11) Iguaçu I (1, 2 e 3)	Captação BR 277	2	5-9	7,0	7,10	5	9,18	6,38	5	1,13	1,00	1000	2.259	4.570
12) Iguaçu II (1, 2... 7)	Ponte estrada Ctoa-R. Negro	2	5-9	7,03	7,15	5	0,95	2,20	5	6,71	3,50	1000	29.959	13.187
13) Iguaçu III (1, 2... 8)	Ponte estrada Ctoa-Lapa	2	5-9	7,06	7,28	5	1,81	3,78	5	6,0	2,75	1000	22.664	9.079
14) Iguaçu IV (1, 2... 9)	Ponte estrada Guaçuira-Boa Vista	2	5-9	7,30	7,10	5	1,93	2,52	5	7,0	2,25	1000	-	9.322
15) Iguaçu V (1, 2... 10)	Porto Amazonas	2	5-9	7,25	7,58	5	8,18	8,01	5	3,14	1,50	1000	171	4.665

*Fonte: SURHEMA^{13, 14}

O abastecimento d'água da região está baseado em duas estações de tratamento: E. T. A. Tarumã e E. T. A. Iguaçu. A primeira faz a captação na bacia do Rio Iraí, formador do Iguaçu e a segunda diretamente no Rio Iguaçu, cujas qualidades de águas são observadas na TABELA 1.

3.1.2. Qualidade do ar

Embora sem uma rede de postos de coleta de dados e controle da qualidade do ar, alguns dados obtidos junto à Superintendência de Recursos Hídricos e Meio Ambiente - SURHEMA per-

mitem uma análise superficial da qualidade do ar na região. Alguns dos principais poluentes atmosféricos são: pó em suspensão, anidrido sulfuroso (SO₂) e amônio atmosférico (NH₃). Destes, somente o pó em suspensão e o anidrido sulfuroso vem sendo estudados a um tempo significativo no centro da cidade de Curitiba.

Considerado como padrão máximo que não deve ser ultrapassado mais de uma vez por ano, a quantidade de 240 µg de pó/m³ de ar foi ultrapassada 52 vezes em 8 anos de observação (1978 a 1985) no centro da cidade (SURHEMA¹⁵).

Ao contrário, as concentrações de SO₂, em igual período de observação, nunca alcançaram o limite de 365 µg/m³ de ar uma vez por ano. No caso de amônia atmosférico, cujas coleta de dados foi iniciada mais recentemente, foi possível observar que, aparentemente, não se constitui em um poluente significativo no centro da cidade de Curitiba (SURHEMA¹⁵).

Além da cidade de Curitiba, com três postos de monitoramento da qualidade do ar, o município de Araucária, bastante industrializado, passou a contar com uma rede de 10 postos de monitoramento. Entretanto com apenas um ano de operação, os dados disponíveis não permitem conclusões, mas sabe-se que a situação local com frequência torna-se crítica.

Quanto à qualidade do ar deve ser considerado ainda o sub-sistema norte da Região Metropolitana, mineral extrativista, que tem sua economia fundamentada na exploração de rochas calcáreas para as indústrias locais de cimento, cal e calcário agrícola. Nessa região as proximidades das indústrias são bastante castigadas pelas altas concentrações de pó atmosférico.

3.1.3. Cobertura florestal

Segundo dados do Plano de Desenvolvimento Integrado (COMEC²) a Região Metropolitana de Curitiba teve sua cobertura florestal reduzida de 50% para 16% da superfície regional entre 1977 e 1981.

Ainda, a partir do "Projeto Biomassa" (COPEL/ITC/FUPEF/COMEC³) obteve-se a informação de que os estoques disponíveis de florestas para fins energéticos na região cobrem um período de apenas oito anos, considerando-se estável o consumo aos níveis de 1984. Entretanto, é previsto um incremento médio anual de consumo de

4%, o que reduz o tempo de disponibilidade de estoques.

Baseado nesse "Projeto Biomassa" e sintetizando as diferentes tipologias florestais nele utilizadas em apenas duas, floresta e capoeira, realizou-se o diagnóstico da situação da cobertura florestal da região. Foram utilizadas cinco classes de densidade de cobertura florestal (0 - 12%; 12 - 25%; 25 - 50%; 50 - 75% e 75 - 100%) e quatro de cobertura por capoeira (0 - 12%; 12 - 25%; 25 - 50% e acima de 50%) para a realização dos respectivos mapas de cobertura. Na FIGURA 1 é apresentada a condição de cobertura florestal da região, juntamente com outros dados de referência do diagnóstico.

Com os dados de cobertura vegetal por bacia hidrográfica da região, apresentados na TABELA 2, a superposição dos mapas de cobertura florestal e de capoeiras e a análise dos dados sobre condições hídricas e atmosféricas obteve-se o diagnóstico da situação ambiental da região.

3.2. Proposta de macrozoneamento florestal da região com ênfase na função social da floresta.

Diagnosticadas as condições ambientais e consideradas as vocações naturais dos cinco subsistemas que compõem a Região Metropolitana de Curitiba, foram definidas as condições para o macrozoneamento da região. A conjugação das condições de cobertura florestal e de cobertura por capoeira facilitam a proposta de zoneamento com a hipótese de manejo das capoeiras para formação de florestas.

Embora as características sociais da floresta tenham sofrido uma avaliação mais profunda que as características econômicas o resultado do zoneamento indica ganhos econômicos superiores aos que hoje ocorrem pois garantem um rendimento equilibrado a longo prazo.

Com a proposta de zoneamento, apresentada na FIGURA 2 devem ser considerados os seguintes aspectos e recomendações:

a) Quanto aos recursos hídricos: (1) tornar mais eficiente o controle da qualidade da água; (2) aplicar medidas de recuperação das bacias como o tratamento de efluentes e a revegetação das margens dos rios; (3) implementar um sistema de localização e fiscalização dos focos poluidores.

FIGURA 1. COBERTURA FLORESTAL DA REGIÃO METROPOLITANA.

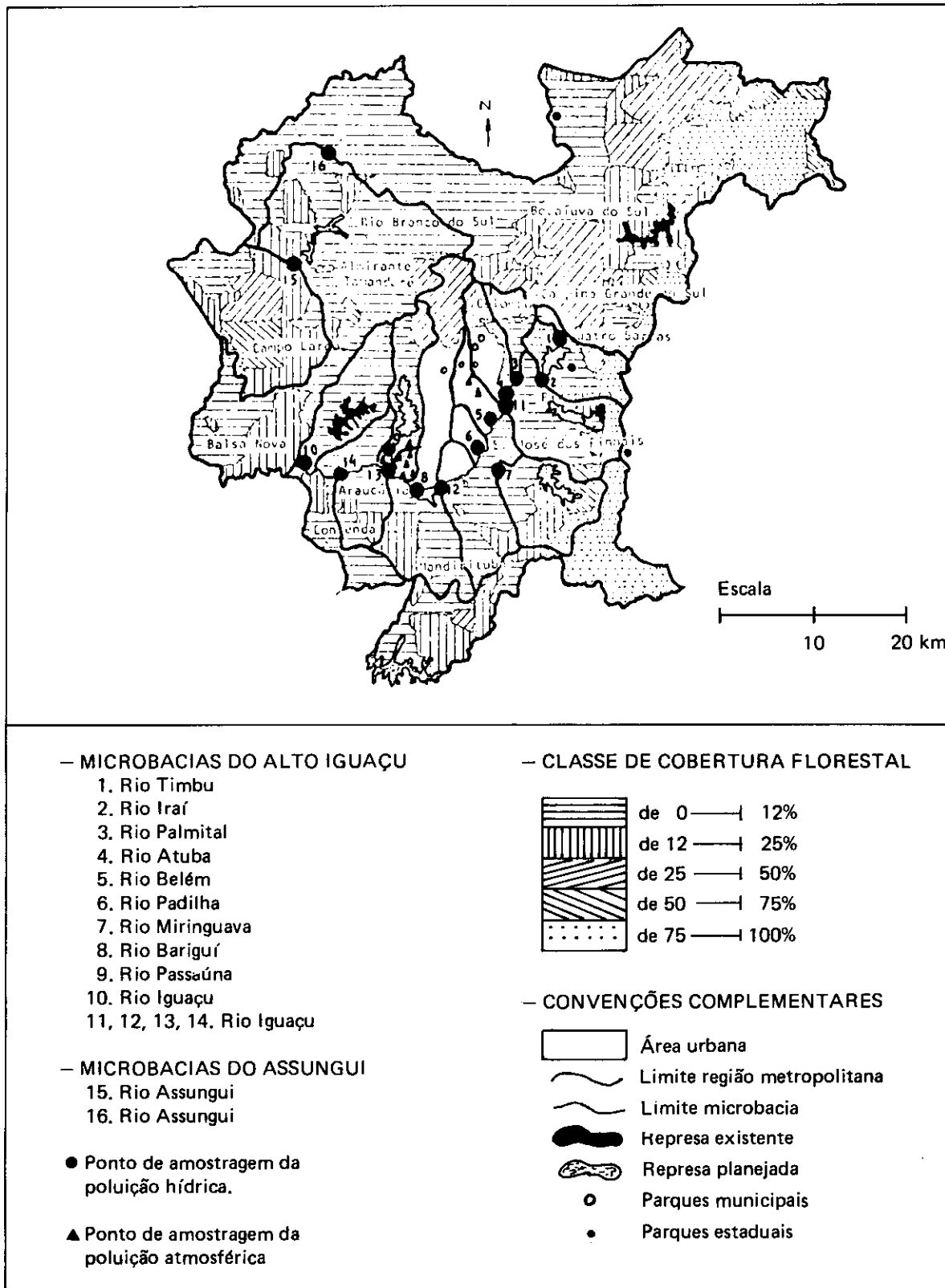


TABELA 2. COBERTURA FLORESTAL DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA (1985).

Bacia hidrogr.	área (ha)	CLASSES DE COBERTURA FLORESTAL					Classes de capoeira
		I (ha)	II (ha)	III (ha)	IV (ha)	V (ha)	
TIMBÚ	2.756,25	393,75 1.012,50	—	787,50 562,50	—	—	A B
IRAÍ	16.818,75	7.535,50 2.587,50	—	2.025,00	225,00	4.443,75	A B
PALMITAL	8.831,25	3.993,75	—	4.387,50	450,00	—	A B
ATUBA	13.950,00 (7.013,25*)	3.206,25	1.125,00	1.462,50 1.125,00	—	—	A B
BELÉM	(8.887,50*)	—	—	—	—	—	
MIRINGUAVA	24.300,00	4.218,75 5.118,75	7.593,75	—	2.587,50	4.781,25	A B
BARIGUI	28.068,75 (14.512,50*)	4.950,00 1.181,25	—	3.431,25 3.993,75	—	—	A B
PASSAÚNA	16.256,25 (3.543,75*)	3.993,73 5.512,50	—	2.250,00 956,25	—	—	A B
VERDE	23.568,75	9.450,75 13.218,75	900,00	—	—	—	A B

ALTO IGUAÇU

IGUAÇU I	31.162,50	19.687,50 1.912,50	618,75 787,50	—	2.925,00	5.231,25	A B
IGUAÇU II	30.262,50 (4.387,50*)	14.400,00 7.481,25	3.993,75	—	—	—	A B
IGUAÇU III	28.687,50	4.106,25 15.243,75	2.868,75 6.468,75	—	—	—	A B
IGUAÇU IV	20.531,25	2.081,25 14.625,00	3.825,00	—	—	—	A B

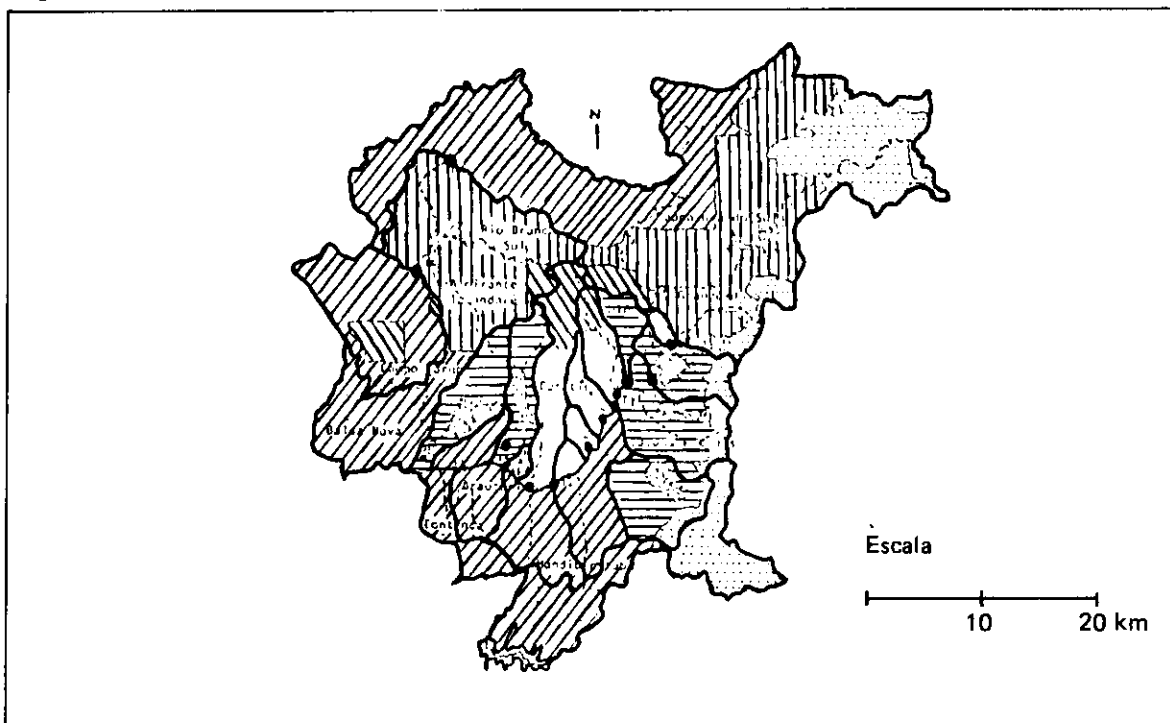
RIBEIRA


AÇUNGUI I	56.137,50	6.018,75 6.131,25 2.700,00	281,25 5.625,00 15.975,00	6.618,75	9.587,00 9.587,00	—	A B C
AÇUNGUI II	87.131,25	13.837,50 28.687,50 26.381,25	2.306,25 4.218,75 6.918,75	1.125,00 2.250,00	1.406,25		A B C


*área urbana


Fonte: SURHEMA^{13, 14}, COPEL/ITC/FUPEF/COMEC³.


FIGURA 2. MACROZONEAMENTO FLORESTAL DA REGIÃO METROPOLITANA.




 **PRESERVAÇÃO.** Manter a cobertura florestal com objetivo de conservação da qualidade ambiental, atividades de lazer, bem como a conservação dos recursos hídricos para abastecimento público.

 **RECOMPOSIÇÃO ATÉ 50%.** Recompor a cobertura florestal até um mínimo de 50% da área, considerando uma distribuição adequada. Implementar medidas de recuperação dos recursos hídricos, qualidade ambiental e aproveitamento para atividades de recreação e lazer.

 **RECOMPOSIÇÃO ATÉ 30%.** Recompor a cobertura florestal até um mínimo de 30% da área, considerando uma distribuição adequada. Implementar medidas de recuperação, condução e manejo das áreas florestais e capoeira abjetivando a conservação dos solos bem como a preservação da qualidade ambiental e outras atividades de recreação e lazer e aproveitamento econômico através de um manejo sustentado.

 **RECOMPOSIÇÃO ATÉ 20%.** Recompor a cobertura florestal até o mínimo de 20% conforme recomendações técnicas e legais de conservação dos recursos naturais. Implementar técnicas de recuperação, condução e manejo de áreas florestais e capoeira, objetivando a conservação do solo e infraestrutura bem como a preservação da qualidade ambiental e outras atividades de recreação e lazer. Possibilidades de aproveitamento econômico através do manejo sustentado.

 **MANEJO SUSTENTADO.** Manejar adequadamente as reservas florestais de maneira que não haja conflito com o princípio de conservação dos recursos naturais. Implementar técnicas de condução das áreas florestais com objetivo de aproveitamento de produtos florestais, mantendo-se o limite mínimo de 20% de cobertura.

b) Quanto à qualidade do ar: (1) sistematizar a coleta e análise de dados referentes à poluição atmosférica; (2) intensificar a fiscalização, localização e controle das fontes poluidoras; (3) promover a ação conjunta das instituições oficiais ligadas a meio ambiente visando a melhoria da cobertura florestal nas regiões mais afetadas pela poluição do ar.

c) Quanto aos recursos florestais: (1) efetivar a preservação permanente dos remanescentes florestais do subsistema leste; (2) recompor a cobertura florestal do subsistema leste e das bacias dos rios Passaúna e Verde, no oeste, a pelo menos 50% (3) promover pela extensão agrícola e florestal a utilização do manejo sustentado de todos os remanescentes florestais dos subsistemas Norte, Oeste e Sul e recompor a cobertura dessas regiões a níveis de, no mínimo, 20 – 30%.

d) Quanto a questões gerais: (1) instituir e implementar programas de arborização urbana e rodoviária em toda a região; (2) criar um sistema de unidades de conservação regional; (3) instituir um programa intensivo de educação ambiental.

4. CONCLUSÕES

A necessidade de revisão dos "Planos de Desenvolvimento Integrado" da região é óbvia e urgente de ser realizada. Além disso é necessária a adoção de princípios de planejamento que levem em adequada consideração a questão ambiental.

Outra necessidade a ser cumprida é a definição da "unidade básica de planejamento" que no caso da proposta apresentada foi a bacia hidrográfica.

Por fim há de se observar que o planejamento de uso do solo, como uma ferramenta para melhoria de vida do homem, deve necessariamente considerar os recursos naturais sobre três aspectos: produtivo ou econômico, protetor ou ecológico e social, que inclui ambos os aspectos anteriores.

5. RESUMO

Considerar a importância das florestas para o equilíbrio microclimático, para a qualidade do ar e da água e para a recreação ao ar livre, integralmente à sua importância econômica em termos

energéticos ou como matéria prima industrial é uma necessidade do planejamento regional. Partindo desse princípio, analisou-se a situação ambiental da Região Metropolitana de Curitiba e, a partir de um mapa diagnóstico, elaborou-se um macrozoneamento florestal para a região, com ênfase nas funções sociais das florestas.

6. LITERATURA CITADA

- 1) BREPOHL, D. A contribuição do setor florestal à economia brasileira. *Revista Floresta*. 11(1): 53-7, 1980.
- 2) COMEC-COORDENAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA. *Plano de desenvolvimento integrado da Região Metropolitana de Curitiba* (V.1). Curitiba, COMEC, 1982. s.n.t.
- 3) COPEL/ITC/FUPEF/COMEC. *Estudo da biomassa e do mercado de energéticos de produtos florestais no sudeste paranaense* (V. 1). Curitiba, COPEL/ITC/FUPEF/COMEC, 149 p. 1985.
- 4) GREY, G. W. & DENEKE, F. J. *Urban Forestry*. New York, John Wiley, 1978. 279 p.
- 5) JENSEN, K. F.; DOCHINGER, L. S.; ROBERTS, R. B.; TOWNSEND, A. M. Pollution responses. In: MIKSCH, J. P. *Modern methods in forest genetics*. Berlin, Springer, 1976. p. 189 - 216.
- 6) NEGRET, R. *Ecosistema: unidade básica para o planejamento da ocupação territorial*. Rio de Janeiro, Fundação Getulio Vargas, 1982. 99p.
- 8) RAMADE, F. Recursos e riquezas naturais em perigo. In: *ENCICLOPÉDIA DE ECOLOGIA*. São Paulo, EDUSP, 1979. p. 251-306.
- 9) REETHOF, G. & HEISLER, G. M. Trees and forests for noise abatement and visual screening. *U. S. For. Serv. Gen. Teac. Rep. NE-22*, 1976. p. 39 - 48.
- 10) RIBEIRO, H. & MACHADO, L. M. G. *Contribuição do setor florestal ao comércio exterior brasileiro*. Brasília, Ministério da Agricultura/IBDF, 1981. 55 p.
- 11) RIZZI, N. E. *Avaliação do benefício florestal de proteção à potabilidade natural das águas para abastecimento da Região Metropolitana de Curitiba*. Curitiba, UFPR, 1981. 127p. Tese de mestrado.
- 12) ROBERTS, R. B. Trees as biological filters. *J. Arb.* 6 (1): 20-23, 1980.
- 13) SURHEMA – SUPERINTENDÊNCIA DE RECURSOS HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE. *Poluição hídrica da Região Metropolitana de Curitiba*. Curitiba, Agosto, 1984. 49p.
- 14) ———. *Análise dos mananciais hídricos da Região Metropolitana de Curitiba*. Curitiba, Janeiro, 1985. 65 p.
- 15) ———. *Poluição do ar* (Arquivos de dados mensais para Curitiba e Araucária).