

VAN WAGONER, J. C. *et al.* An Overview of the Fundamentals of Sequence Stratigraphy and Key Definitions. *SEPM. Sp. Publ.*, n.42, p.39-45, 1988.

Avaliação De Áreas Permeáveis E Impermeáveis Como Subsídio Ao Planejamento De Sistemas De Áreas Verdes Urbanas: Aplicação A Curitiba - Paraná

*Evaluation of permeable and impermeable areas
as a support to urban green area systems planning:
application in Curitiba - Paraná*

Leticia Peret Antunes Hardt*
Miguel Serediuk Milano**

RESUMO

Com a finalidade de verificar a relação entre o ambiente urbano e as áreas permeáveis, a pesquisa, através da avaliação de Curitiba como estudo de caso, descreve a situação da cidade, desenvolve procedimentos a nível de métodos e técnicas e fornece subsídios ao processo de planejamento de sistemas de áreas verdes. Por amostragem, através de fotointerpretação, foram estimadas as áreas permeáveis e impermeáveis com resultados expressos em totais para Curitiba e por zonas e compartimentos relacionados às suas áreas e às suas populações, os quais foram analisados em dois contextos: específico, onde são verificadas as correlações das áreas levantadas com a ocupação do solo e com a densidade demográfica; e de síntese, que estabelece as inter-relações entre estas mesmas áreas.

ABSTRACT

Soil permeability in urban areas is usually linked to natural spaces, denoting - most of the times - improved standards of environmental quality. Many of the permeable areas are green areas. Based on the assumption that green areas are always associated with environmental quality-related attributes, and considering their actual benefits, this research involves procedures to improve urban environment conditions, which may be beneficial in terms of city and green area planning. Thus, the general objective was to study the relation between urban environment and urban green areas. As a matter of fact, the idea was to describe the current situation in Curitiba, a city known worldwide for its experiences in urban and environmental planning, which at the same time, has an outstanding amount of green areas; to develop methods and techniques; and to support the process of urban planning and green area systems.

* Arquiteta e Urbanista, M. Sc. Professora dos Cursos de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Paraná e da Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Doutoranda pelo Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná na Área de Concentração de Conservação da Natureza / Linha de Pesquisa de Arborização Urbana.

** Engenheiro Florestal, M. Sc., Dr. Professor Orientador no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná na Área de Concentração de Conservação da Natureza.

Basically, permeable green areas within a city can be of the following types: covered with vegetation other than trees or with trees, bare land, among others. Permeable areas may be paved, have buildings on them, among others. As far as this research is concerned, the idea is that urban green areas are clear areas within the city, with predominantly natural features regardless of the size of its vegetation. The urban green area system is comprised of an orderly set of selected areas which may be either public or private, encompassing green areas related to leisure activities, to environmental conservation and to other specific functions. Public green areas also include tree planting along the road network.

The study was limited to Curitiba's urban area, its legal administrative boundaries coinciding with the Municipality's. Curitiba, capital of the state of Paraná, in southern Brazil, is located at 25°25'48" latitude south of Greenwich and 49°16'15" longitude west of Greenwich (picture 1), with an average altitude of 908 m s.n.m., and it is the pole-city among other municipalities of the surrounding metropolitan region (the Metropolitan Region of Curitiba). It covers a 43,241.80 hectare area, at the River Iguaçu basin (picture 2), taking up 0.22% of the state territory and 5.11% of the metropolitan area.

The spatial units, in this study, consist of twenty-seven (27) zones or urban sectors defined by current land use parameters, and it is classified in one hundred and twenty (120) territorial compartments within the city, as shown in picture 3. picture 4 shows the limits of such compartments as related to the districts' boundaries.

The territorial areas of the units under study were obtained by planimetry, and the number of inhabitants per compartment was updated according to the last demographic census. Both the permeable and impermeable areas were determined by randomized sampling, stratified by compartment and planimetry by means of the interpretation of aerial panchromatic photos of 1990, in a 1:8,000 scale.

Specifically concerning information analysis, it is noticeable that permeable areas account for 63.42% of the city. Permeability levels above the Municipality's are found in sixteen (16) of the zones (picture 5), encompassing 81.90% of the city's total area and 69.43% of its inhabitants. As far as the compartments are concerned, one notices that those located in the range between 13.08% and 51.25% of permeable areas in relation to its total area (picture 6), are proportionally fewer in relation to the total area of the municipality (9.77%). As far as the population is concerned, the smallest proportion (15.00%) corresponds to the class above 77.72%. The compartments where permeable areas are the most scarce are the downtown area, its surrounding areas and basic road axes, where the so-called structural axis south is located, showing, to some extent, the urban conformation of Curitiba defined by its territorial planning.

As for the amount of permeable areas per inhabitant, it is clear that twelve (12) of the zones are above the total amount estimated for the Municipality (208.81 m²/inhabitant, picture 7), comprising 51.85% of the city area, and it is related to not more than 15.66% of its population. As shown in picture 8, the set of compartments in the range above 446.38 m²/inhabitant occupies the most significant portion of the city (44.35%), but is nevertheless related to a mere 7.83% of its inhabitants. From 93.51 to 151.32 m²/inhabitant includes which encompass not more than 15.90% of the city are included. The smallest relations between permeable areas and population occur mainly in compartments distributed along the structural axes and its surroundings, showing once again the conformation planned for the city.

Nearly all of the permeable areas are green areas as well, corresponding to 59.33% of the municipal area (195.99% m²/inhabitant). Among the remaining kinds of permeable areas, bare land occurs in 3.86% of the Municipality which, basically, is a small potential for the implementation of green areas.

Urban occupation in Curitiba encompasses 52.70% of the city's territory, while impermeable areas cover 36.58% of the Municipality. As it is shown in picture 9, eleven (11) zones are soil imperviously valued above the general average,

accounting for 18.10% of the city's total area and 30.57% of its inhabitants. Considering the different compartments, the set from 5.1 to 23.3% range covers most of the city (37.29%, picture 10). Proportionally to the city's total population, we have impermeable areas ranging from 36.42 to 48.84% in relation to its total area, with compartments corresponding to 39.78% of the city inhabitants. The compartments where impermeable areas occur the least times and the most are directly inverse in size to the permeable areas, very clearly associated to urban network evolution and land use.

Among the impermeable areas, 15.10% are built areas and 20.48% are paved areas. Other kinds of impermeable areas cover only 1.00% of the city. Impervious areas hinder the recovery of urban green areas. Therefore the benefits they provide are not accessible.

In short, one notices that the higher the land use and demographic density are, the lower the amount of permeable areas is. This supports that the correlation between those areas and the urban development process should not be ignored, concerning planning. The most remarkable exceptions are areas with tree coverage, where the inverse correlation to land use is significant only for zones at 90% range, which is unimportant for the remaining compartments, and for the relation between areas covered with vegetation other than trees and covered tree areas where there is no such correlation.

It is important to stress that the adopted measures are very practical, because they are very easily applied, accessible to municipal authorities, and they provide practical references which makes drawing analogies with other urban centers possible. Finally, it is important to emphasize the interactive processes among urban factors, within a systematic view of the urban environment, providing more consistent alternative approaches, as well dynamics as a prescriptive and retrospective scenario leading to urban development dynamics.

INTRODUÇÃO

A permeabilização do solo em áreas urbanas está normalmente relacionada à naturalidade do espaço, o que muitas vezes significa melhores padrões de qualidade ambiental para o cidadão. Muitas das áreas permeáveis são áreas verdes.

A partir da premissa de que as estas áreas sempre estão relacionados atributos qualitativos do meio e considerando o aproveitamento dos seus reais benefícios, a pesquisa em questão trata de procedimentos para a melhoria das condições do ambiente urbano e que possam ser empregados em caráter preventivo a nível do planejamento das cidades e de sistemas de áreas verdes.

Curitiba, cidade reconhecida internacionalmente por suas experiências em planejamento urbano e ambiental e, ao mesmo tempo, detentora de uma quantidade expressiva de áreas verdes em seu espaço, é objeto de grande valia e fundamental interesse para estudos nesse sentido. Como pólo de uma das regiões metropolitanas de maior crescimento no país nas últimas décadas, é uma indispensável referência para o planejamento de áreas verdes em municípios situados nestes tipos de concentrações urbanas, e em especial nos da sua Região Metropolitana.

Desta forma, o objetivo geral foi o de verificar a relação entre o ambiente das cidades e as áreas verdes urbanas. Mais especificamente, objetivou-se:

- a) descrever a situação atual de Curitiba;
- b) desenvolver procedimentos a nível de métodos e técnicas;
- c) subsidiar o processo de planejamento das cidades e de sistemas de áreas verdes.

CONCEITUAÇÃO DE REFERÊNCIA

GOITIA (1982) identifica a ecologia urbana como um ramo da ecologia humana, e esta, por sua vez, é interpretada por BOLSANELLO (1973¹, *apud* BELART, 1976) como uma das subdivisões da Ecologia, conceituada por ODUM (1976) como a ciência das inter-relações entre os organismos vivos e o seu ambiente.

BELART (1976) classifica os ecossistemas em naturais e artificiais, incluindo nestes últimos as cidades. Os centros urbanos, segundo MESQUITA (1978), tendem a uma complexidade natural decrescente e a um aumento cada vez maior de elementos e estruturas artificiais.

Para este último autor, os centros urbanos são ecossistemas *sui generis*, onde a intervenção humana causa profunda modificação do biótopo natural, substituição da comunidade biótica primitiva diversificada por outra com dominância do homem (antropoceno) e mudanças substanciais nas inter-relações dos organismos, entre si e com o ambiente. A mutilação das cadeias tróficas e o transtorno dos ciclos biogeoquímicos nas cidades originam a redução da capacidade auto-reguladora e a anulação da auto-suficiência do ecossistema.

A inter-relação de todos os fatores urbanos revela, por conseguinte, a qualidade ambiental da cidade, ou seja, a condição do meio de passar normalmente por ciclos e evoluir.

ÁREAS PERMEÁVEIS E IMPERMEÁVEIS

A permeabilização e impermeabilização do solo em cidades podem ser relacionadas aos níveis de modificação do biótopo natural e de substituição da biocenose primitiva, indicadas por MESQUITA (1978) como uma das principais características dos ecossistemas urbanos, indicando, também, graus de naturalidade, ou artificialidade do meio, relacionando-se à qualidade do ambiente da cidade.

De acordo com HARDT (1994), as áreas permeáveis nas cidades podem ser dos seguintes tipos: com vegetação não arbórea, com cobertura arbórea, terra nua (*e.g.*: solo exposto, areia) e outros (*e.g.*: água de lago, cursos d'água). As áreas impermeáveis podem ser pavimentadas (*e.g.*: ruas revestidas ou não, pátios, calçadas), edificadas e de outras tipologias (*e.g.*: água de piscina).

ÁREAS VERDES URBANAS

Vários são os conceitos sobre áreas verdes urbanas, podendo ser identificados contextos diferenciados, entre os quais são adiante destacados alguns exemplos relevantes.

GREY & DENEKE (1978) definem a arborização urbana como o conjunto de terras com cobertura arbórea em uma cidade. Dada a importância das árvores no contexto urbano, o termo "arborização urbana" é largamente utilizado, incluindo, em muitos casos, o conceito de áreas verdes urbanas. Por sua vez, CAVALHEIRO (1982) enquadra as áreas verdes em um conceito genérico de espaço livre, ou seja, de espaços abertos, não ocupados ou construídos. De forma mais abrangente, MILANO (1991, 1993) considera áreas verdes urbanas como áreas livres na cidade, com características predominantemente naturais, independentemente do porte da vegetação, conceito este adotado no presente trabalho.

¹ BOLSANELLO, A. *Ecologia moderna*. São Paulo : Educacional, 1973. s.p.

A vegetação pode assumir funções diversas e em diferentes níveis de atuação no meio urbano, podendo interferir direta ou indiretamente em muitas das suas características básicas.

O sistema de áreas verdes urbanas compreende um conjunto devidamente organizado de áreas selecionadas (HARDT, 1992), podendo ser enquadradas em públicas e privadas. As primeiras englobam a arborização de ruas e espaços verdes relacionados ao lazer (*e.g.*: parques, praças), à conservação ambiental (*e.g.*: áreas de preservação permanente, unidades de conservação) e a funções especiais (*e.g.*: cemitérios-parque). As privadas comportam espaços verdes, voltados ao lazer (*e.g.*: jardins, quintais), à conservação ambiental (*e.g.*: áreas de preservação permanente, unidades de conservação) e a funções especiais (*e.g.*: cemitérios-parque).

MATERIAIS E MÉTODOS

O diagnóstico das áreas permeáveis e impermeáveis de Curitiba foi expresso em dois contextos:

a) específico, apresentando a situação de áreas permeáveis (verdes ou não) e impermeáveis;

b) de síntese, comportando as inter-relações entre as tipologias levantadas no contexto anterior e suas interações com a ocupação do solo e com a densidade demográfica, bem como entre as próprias tipologias levantadas.

ÁREA DE ESTUDO: CURITIBA

A delimitação espacial da área de estudo correspondeu ao perímetro urbano de Curitiba, o qual possui limites administrativos legais coincidentes com os do Município. Situada na Região Sul do Brasil (figura 1), Curitiba, capital do Estado do Paraná, localiza-se às coordenadas geográficas médias de 25°25'48" de latitude Sul e 49°16'15" de longitude Oeste Greenwich, com uma altitude média de 908 m s.n.m., constituindo o município pólo da Região Metropolitana homônima.

Com uma área total de 43.241,80 ha, inserida na bacia do Rio Iguaçu (figura 2), corresponde a 0,22% do território estadual e a 5,11% do espaço metropolitano.

A estratégia regional preconizada pelo Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Curitiba (COMEC, 1978, 1982) prevê a contenção da expansão física da malha urbana para o subsistema centro, o qual é formado principalmente pela urbe curitibana.

UNIDADES DE ESTUDO

Como unidades espaciais de estudo foram consideradas 27 (vinte e sete) zonas ou setores urbanísticos definidos pelo zoneamento urbano atual (IPPUC, 1982, 1991), classificados em 120 (cento e vinte) compartimentos territoriais na cidade (tabela 1 e figura 3). Isto se justifica pela necessidade de adoção de áreas homogêneas em termos urbanísticos e devido ao apoio das informações relativas às tendências de crescimento urbano, elaboradas por IPPUC (1992a) e processadas basicamente nestas mesmas unidades. Assim, além de ser adotada a mesma nomenclatura existente naquele trabalho, não considerou-se o setor especial institucional (SEI), incluso no compartimento C1 da ZR3 - zona residencial 3, e as áreas reservadas a terminais de transporte (TT). A figura 4 relaciona os limites dos compartimentos urbanísticos com as divisas dos bairros.

As áreas territoriais das unidades de estudo foram obtidas utilizando-se planímetro manual (Compensating Planimeter KOIZUM Type KP-27) sobre carta do Município na escala 1:20.000 (IPPUC, 1992b), na qual foram plotadas as divisas dos diversos compartimentos, realizando-se três medições, no mínimo, e extraíndo-se a média das mesmas.

Fonte: IPPUC, 1991.

Foi necessária, também, a atualização do número de habitantes por compartimento de acordo com o último censo demográfico (IBGE, 1991). Para tanto, procedeu-se ao cruzamento do mapa dos setores censitários com o dos compartimentos urbanísticos, estabelecendo-se, a partir daí, a proporcionalidade dos primeiros em relação aos segundos. Com base nesta informação e de posse dos dados do IBGE (1991), foram agregados os dados relativos aos setores censitários por compartimento, utilizando-se o programa D-Base-3.

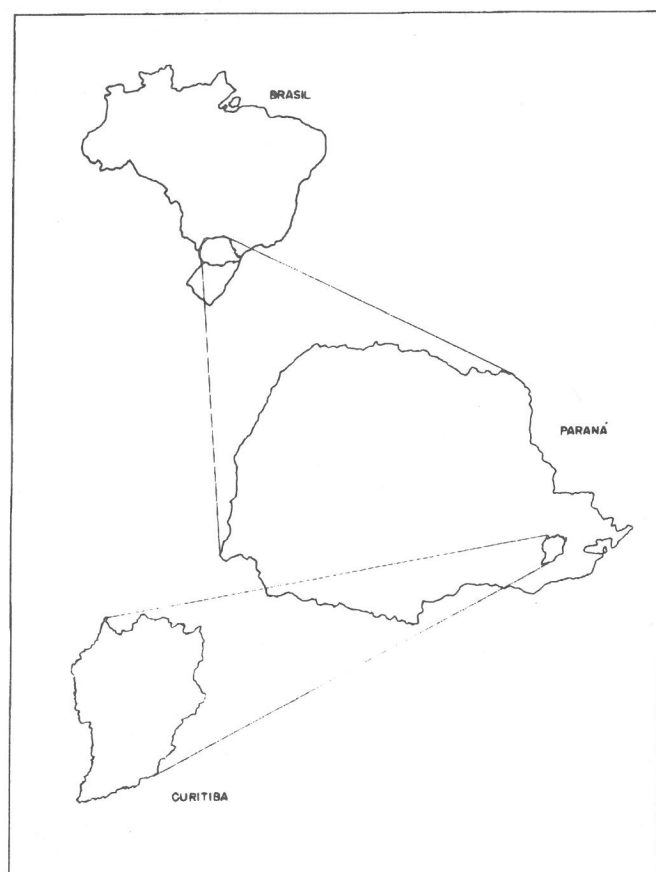


Fig.1
Mapa de localização de Curitiba.

Fonte: IPPUC, 1985.

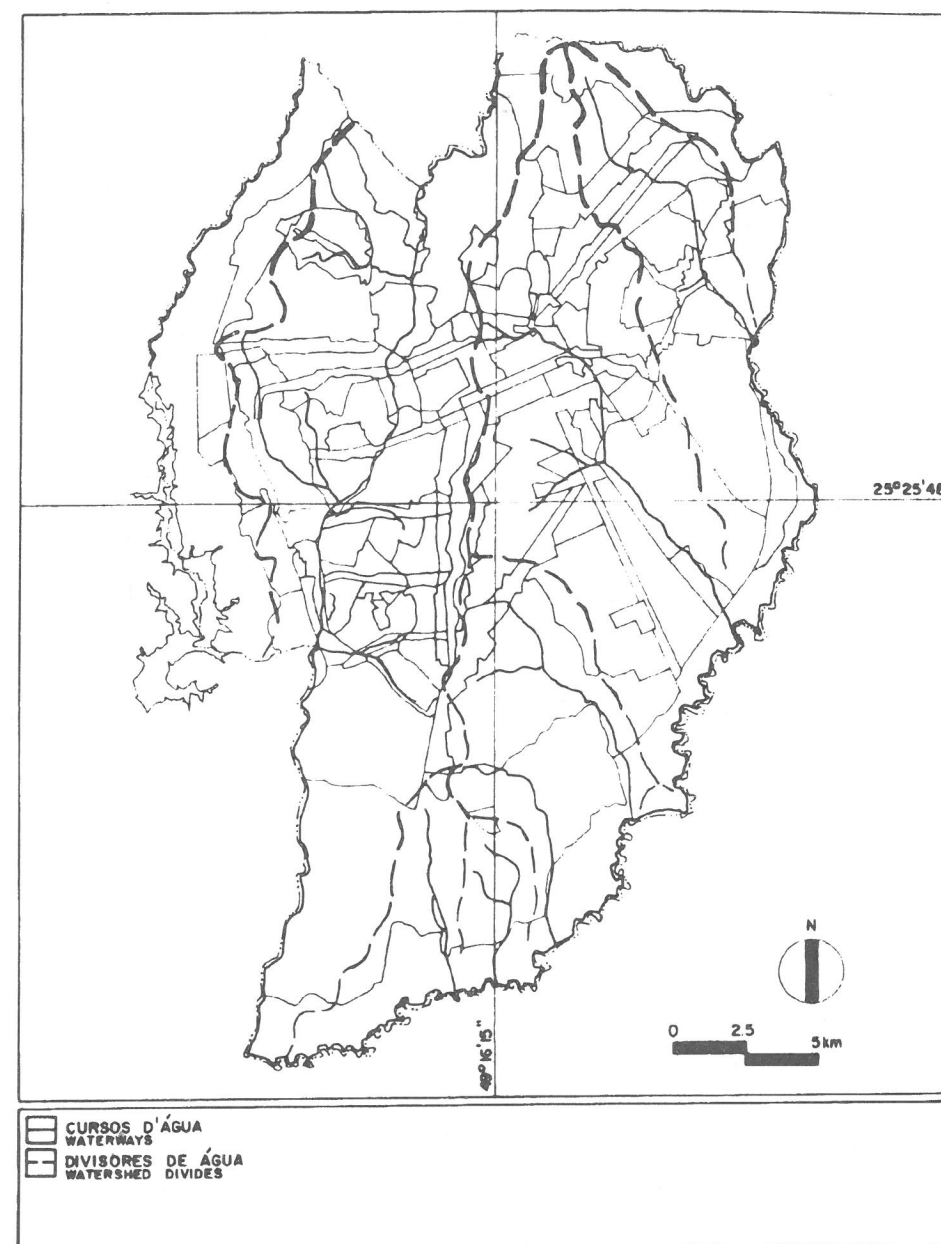
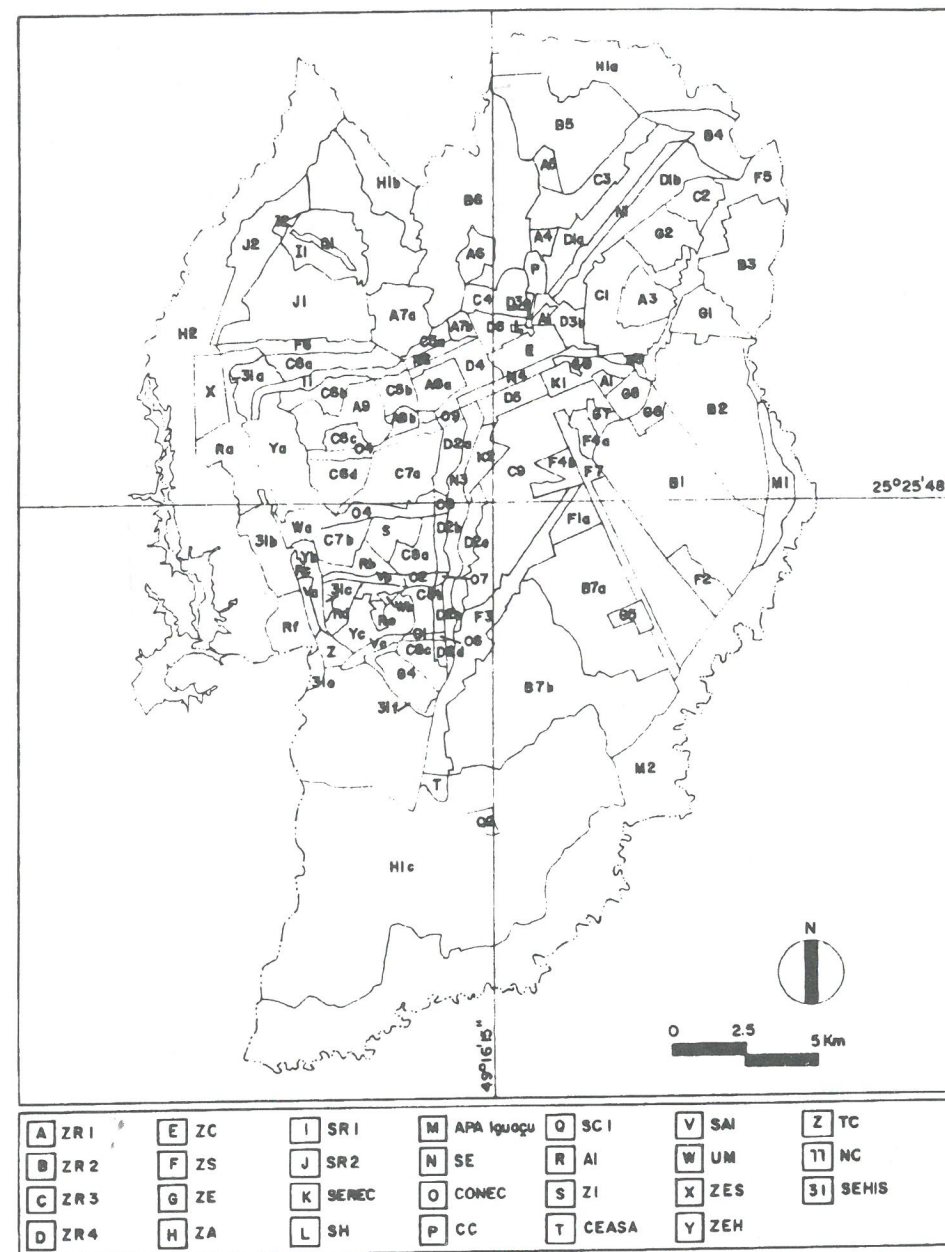


Fig.2
Mapa de drenagem superficial em Curitiba.

Tabela 1. Unidades de estudo e principais parâmetros urbanísticos de uso e ocupação do solo, segundo zonas e setores, em Curitiba

ZONAS	CARÁTER DE USO PREDOMINANTE	N. MÁXIMO PAVIMENTOS	LOTE MÍNIMO MÍNIMO (m2)	TAXA DE OCUPAÇÃO (%)	COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO
ZR1 zona residencial 1	residencial baixa densidade exclusivamente	2	600	50	-
ZR2 zona residencial 2	residencial baixa densidade	2	360	50	-
ZR3 zona residencial 3	residencial média densidade	2	360	66	-
ZR4 zona residencial 4	residencial alta densidade	6	450	50	2
ZC zona central	misto - residencial, comercial e serviços	(-) e 5	330	66 e 100	5
ZS zona de serviços	comercial e serviços	-	360	50	1
ZE zona especial	usos especiais	-	-	-	-
ZA zona agrícola	agrícola e residencial	-	5.000	20	-
SR1 setor residencial 1	misto - residencial, comercial e serviços atividades ligadas a tradições locais	2	360	66	-
SR2 setor residencial 2	residencial baixa densidade	2	600	50	-
SEREC setor de recuperação	residencial alta densidade	6	360	50	2
SH setor histórico	misto - residencial, comercial e serviços	3	-	100	-
APAI APA do Iguaçu	proteção ambiental	2	5.000	20	0,4
SE setor especial estrutural	misto - residencial, comercial e serviços	2 e livre	450	50 e 75	1 e 4
CONEC setor especial conector	misto - residencial, comercial e serviços residencial média/alta densidade	2, 3 e 6	360 e 450	50 e 66	-
CC setor especial do Centro Cívico	misto - residencial, comercial e serviços residencial média/alta densidade	4	600	50	5 e 2
SCI setor comercial 1	comercial e serviços	2	450	50	-
AI área industrial da CIC	industrial (CIC)	-	-	50	-
ZI zona industrial	industrial	-	-	50	-
CEASA	central de abastecimento	-	-	-	-
SAI área de serviços de apoio à indústria da CIC	serviços de apoio à indústria	-	600	66	1
UM área de uso misto da CIC	misto - residencial, comercial e serviços industrial pequeno porte	8 m	360	50	1
ZES zona especial de serviços da CIC	comercial e serviços industrial pequeno porte	8 m	600	50	1
ZEH zona especial habitacional da CIC	residencial média densidade	8 e 14 m	200, 360 e 450	50	1 e 2
TC terminal de cargas	terminal de cargas	4, 8 e 11 m	600	10 e 50	0,1; 0,5; 0,7; 1 e 2
NC área da Nova Curitiba	misto - residencial, comercial e serviços industrial pequeno porte residencial alta densidade	livre	450	50	2
SEHIS setor especial da habitação de interesse social da CIC	residencial média densidade	variável	variável	variável	variável
SEI setor especial institucional	ensino, serviço público e residencial	2 e 4	450	30 e 66	(-) e 1
TT área reservada para terminal de transportes	terminal de transportes	-	-	-	-

Fonte: IPPUC, 1993.

**Fig.3**
Mapa das unidades de estudo.

Fonte: IPPUC, 1992 a.

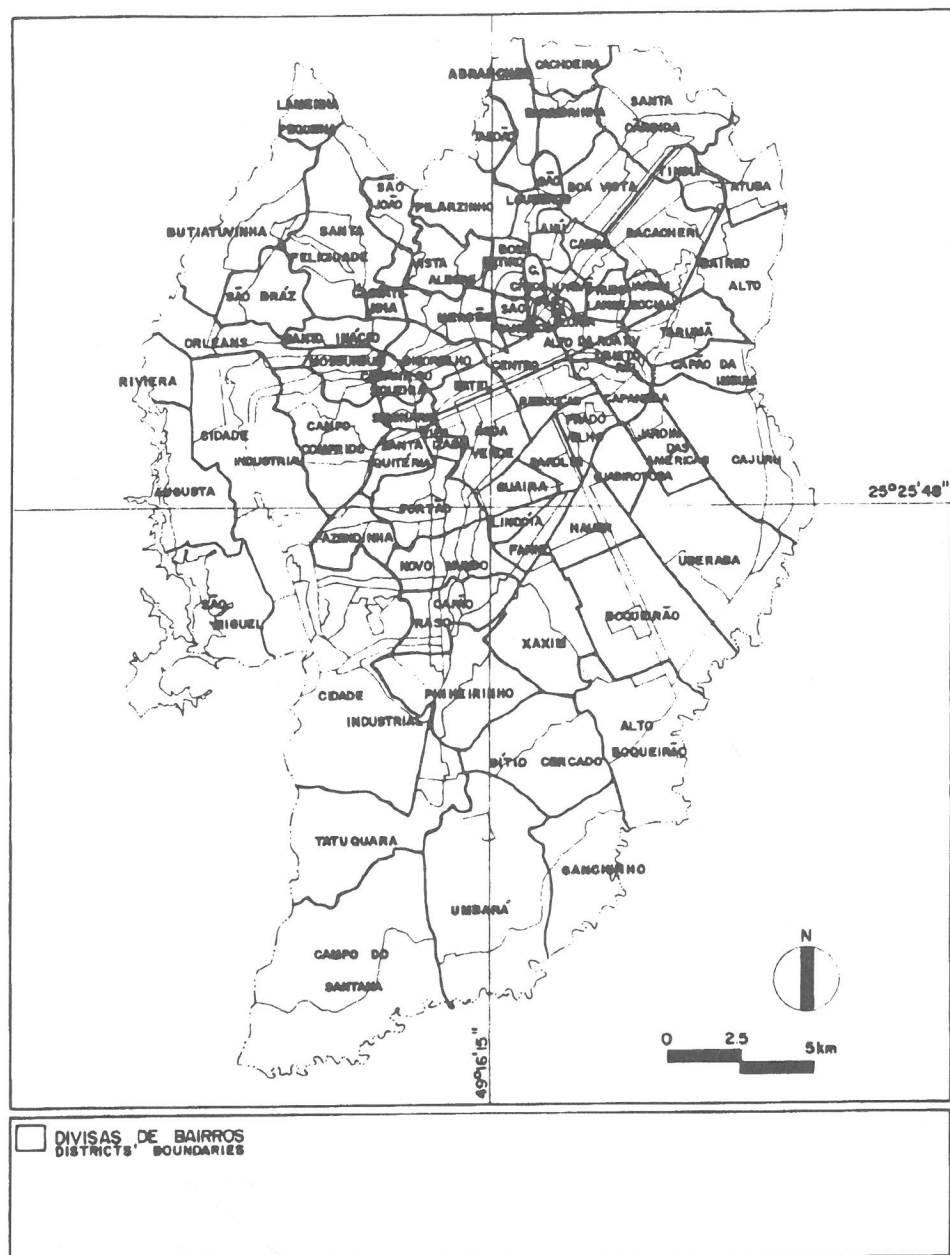


Fig.4

Mapa dos bairros de Curitiba.

Fonte: IPPUC, 1991.

ÁREAS PERMEÁVEIS E IMPERMEÁVEIS

Estas áreas foram determinadas por amostragem aleatória estratificada por compartimento. Como o trabalho em questão se propôs a fundamentar o planejamento de áreas verdes e não a tratar a questão específica da permeabilidade, esta não foi relacionada à litologia das áreas de estudo.

Em primeiro lugar, procedeu-se a marcação de quadriculas para definição das unidades amostrais nas dimensões de 125 por 250 m (3,12 ha) em mapa na escala 1:20.000 (IPPUC, 1992b), como produto da subdivisão de cada uma das quadriculas existentes (1.000 m por 1.000 m) em 32 (trinta e duas) partes iguais, o que definiu uma população amostral de 14.299 quadriculas para todo o Município, considerando-se aquelas com pelo menos 50% da sua área cobrindo o território curitibano. Em levantamentos de arborização urbana, assim como em vários outros processos experimentais, para um mesmo tamanho de área amostral, unidades de maior perímetro são mais eficientes, o que justifica a forma retangular utilizada.

Para cada um dos compartimentos foram determinadas as quadriculas incidentes sobre o mesmo, integralmente ou com o mínimo de 50% da sua área. Com esta determinação, foi possível a realização de um sorteio aleatório de 5 (cinco) quadriculas em cada um dos compartimentos urbanos. Consequentemente, o número de unidades amostrais utilizadas foi de 600 (4,33% da população amostral total). A fração amostral $f = n/N$ (superior a 2%) caracterizou a população como finita. Nos compartimentos D3a, G9, O1, O6, O7, O8, W1b e 31a, o levantamento cobriu 100% da área, pois suas extensões eram muito reduzidas e sobre elas não incidiam cinco quadriculas com 50% da sua área sobre o compartimento, ou restavam até três nesta situação.

Para o dimensionamento do tamanho da amostra, como variável principal foi utilizada a tipologia área permeável. Na estimativa do parâmetro média populacional desta variável, o tamanho da amostra foi dado por:

$$n = \frac{s^2 \cdot t^2}{E^2 + \frac{s^2 \cdot t^2}{n}}$$

onde: n = tamanho da amostra

$\frac{s^2 \cdot t^2}{N}$ = fator de correção para população finita, onde N é o tamanho população

s^2 = variância amostral

t = valor da variável aleatória com distribuição t de

Student com $n-1 = 599$ graus

de liberdade, correspondendo a um nível de confiança na estimativa de 95%

E^2 (1,96 - equivalente ao escore da distribuição normal z) = produto do erro relativo (10%) desejado pela média populacional estimada -
($L.E. \% \cdot x$)²

Desta forma, o tamanho da amostra foi calculado em 148,99 unidades amostrais, significativamente menor que a realmente utilizada ($n = 600$). Assim, o erro

relativo ficou em 0,049. Para os compartimentos, os dados possuem uma conotação mais qualitativa.

Os dados relativos às amostras sorteadas foram obtidos pela interpretação das fotografias aéreas pancromáticas de 1990, na escala 1:8.000 (AERODATA & IPPUC, 1990), utilizando-se estereoscópio de espelho (Old Delft Scanning Stereoscope - ODSS III) e identificando-se as áreas permeáveis (vegetação não arbórea, cobertura arbórea, terra nua e outras) e as áreas impermeáveis (pavimentadas, edificadas e outras). Cabe ressaltar que em situações específicas, tanto a impermeabilização quanto a permeabilização do solo podem não ser totais, mas foram interpretadas dentro dos níveis possíveis, considerando-se o tipo de fotografia, escala e técnica de fotointerpretação utilizados.

Após a interpretação de cada unidade amostral, as categorias tiveram suas áreas unificadas por quadricula de modo a permitir a sua medição através de planímetro manual (Compensating Planimeter KOIZUM Type KP-27). Os resultados foram expressos por proporcionalidade relativa por compartimento (%).

TRATAMENTO E ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES

No contexto específico de análise das informações, as mesmas foram tratadas em três planos básicos:

- a) resultados totais para Curitiba;
- b) por zonas e por compartimentos relacionados às suas áreas territoriais;
- c) por zonas e por compartimentos relacionados à população.

Foi verificada a correlação das áreas permeáveis e áreas impermeáveis com a ocupação do solo (no caso das relações com as áreas territoriais) e das áreas permeáveis com a densidade demográfica (para os relacionamentos com a população), através do coeficiente de Spearman, que leva em conta as posições (postos) que os valores das variáveis ocupam quando ordenados de forma crescente ou decrescente (correlação ordinal), sendo calculado pela fórmula:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

onde: r_s = coeficiente de Spearman
 d_i = diferença no i-ésimo par
 n = número de observações

Para cada resultado (coeficiente de correlação estimado), foi feito um teste para a hipótese nula $H_0: = 0$, utilizando-se valores tabelados.

Com o objetivo de espacializar as informações em mapas a nível dos compartimentos, estes foram distribuídos por variável segundo classes, adotando-se, entre diversas alternativas analisadas, uma solução com os quartis, que são estatísticas que dividem a distribuição de valores ordenados em quatro partes iguais quanto ao número de elementos de cada uma delas, utilizando três separatrizes (quartis).

A posição do quartil i , $i = 1, 2, 3, \dots$, é indicada pelo resultado da expressão:

$$E_{qi} = \frac{in}{4}$$

onde: E_{qi} = posição do quartil i
 i = número do quartil a ser calculado
 n = número de observações

Neste procedimento, os valores nulos foram considerados como uma classe a parte.

Os quartis apresentam a vantagem metodológica de facilidade de aplicação em qualquer situação, replicação e podem servir como referência global. Assim, em estudos futuros, poderão ser comparados os quartis inferiores, médio-inferiores, médio-superiores e superiores de Curitiba com os de outras cidades e mesmo segundo regiões da própria capital paranaense.

Para a grande maioria das variáveis, porém, permaneceram valores excepcionais nas classes inferiores e/ou superiores definidas através dos quartis, os quais foram destacados nas suas respectivas classes pela análise da dispersão dos dados ordenados, estabelecendo-se os intervalos dos valores e destacando-se o grupo daqueles que se situavam nos extremos (excepcionais), a partir do que possuía o último intervalo superior a 10% do intervalo total da classe, a partir dos extremos.

No contexto de síntese, os inter-relacionamentos entre as tipologias levantadas foram estabelecidos a partir de matrizes de correlação, utilizando-se o já citado coeficiente de Spearman e obtendo-se resultados:

- a) por zonas e por compartimentos relacionados às suas áreas territoriais;
- b) por zonas e por compartimentos relacionados à população.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados para as áreas permeáveis e impermeáveis de Curitiba e as inter-relações entre elas também indicam graus de naturalidade ou artificialidade do meio, relacionando-se à qualidade do ambiente da cidade.

CONTEXTO ESPECÍFICO

De acordo com a amostragem realizada, estima-se a quantidade de áreas permeáveis em 27.423,95 ha, compreendendo 63,42% do território curitibano. Logicamente, a situação das áreas impermeáveis é inversamente proporcional à das permeáveis, estimando-se a impermeabilização do solo para Curitiba em 15.817,85 ha, abrangendo 36,58% do seu território. A impermeabilização intensa do solo modifica muitas das características originais do ambiente, produzindo desde mudanças no biótopo natural (especialmente microclimáticas e de drenagem) até a promoção da substituição da biocenose nativa (com exclusão total ou parcial da vegetação - MESQUITA, 1978), além de todas as conseqüências oriundas destas alterações, gerando um meio onde predomina a artificialidade.

Áreas permeáveis

Índices de permeabilização do solo superiores ao do Município são encontradas em 16 (dezesseis) zonas (figura 5), as quais compreendem 81,90% da área total da cidade e 69,43% de seus habitantes. Esta elevada taxa em termos de áreas permeáveis

pode ser justificada ao confrontar-se com o índice de ocupação total do solo para a cidade, de apenas 52,70% (IPPUC, 1992a).

As situações de maior escassez de áreas permeáveis cabem às zonas: E (ZC - zona central), L (SH - setor histórico), K (SEREC - setor de recuperação), N (SE - setor especial estrutural) e P (CC - setor especial do Centro Cívico), com índices inferiores aos 40%, mas que cobrem apenas 2,82% da área municipal e estão relacionadas a 8,34% da sua população. Todas essas zonas possuem taxas de ocupação acima de 80% (IPPUC, 1992a), exceto a última, com 66,52%. Verifica-se, portanto, uma correlação inversa com a ocupação do solo (significância de 99%).

Para os compartimentos, percebe-se que o conjunto daqueles que se situam na classe entre 13,08 a 51,25% de áreas permeáveis em relação à sua área total (figura 6), participa em menor proporção em relação à área total municipal (9,77%). À classe acima de 77,72% corresponde a menor proporcionalidade com a população (15,00%).

Na classe dos compartimentos de menor proporcionalidade de áreas permeáveis (de 13,08 a 51,25%), dois compartimentos (E: ZC - zona central e N4: SE - setor especial estrutural central) apresentam valores significativamente menores que os demais. Ao mesmo tempo, verifica-se que estes compartimentos têm elevadas taxas de ocupação do solo (92,89 e 90,81%, respectivamente - IPPUC, 1992a). A correlação entre as áreas permeáveis dos compartimentos e a sua ocupação também é inversa ao nível de 99%.

Os compartimentos com maior escassez de áreas permeáveis ocorrem no centro e seu entorno e em eixos viários básicos, onde destaca-se a estrutural sul, evidenciando, em parte, a forma urbana definida para Curitiba pelo seu planejamento territorial (IPPUC, 1985).

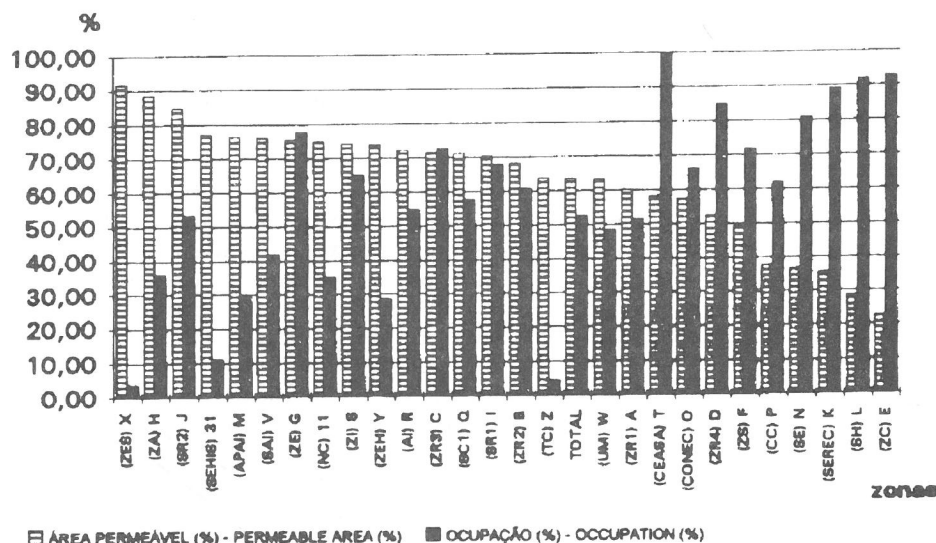


Fig.5

Gráfico de proporcionalidade de áreas permeáveis e de ocupação do solo em relação às áreas totais das zonas, em Curitiba.

Os compartimentos com maior ocorrência surgem principalmente a noroeste e a oeste, e em porções a nordeste e ao sul.

Em relação à quantidade de áreas permeáveis por habitante (figura 7), nota-se que 12 (doze) zonas encontram-se acima do valor total estimado para o Município (208,81 m²/hab), compreendendo 51,85% do espaço da metrópole e relacionadas a apenas 15,66% da sua população. Este fato é justificado pelo estágio inicial de desenvolvimento urbano em várias destas zonas.

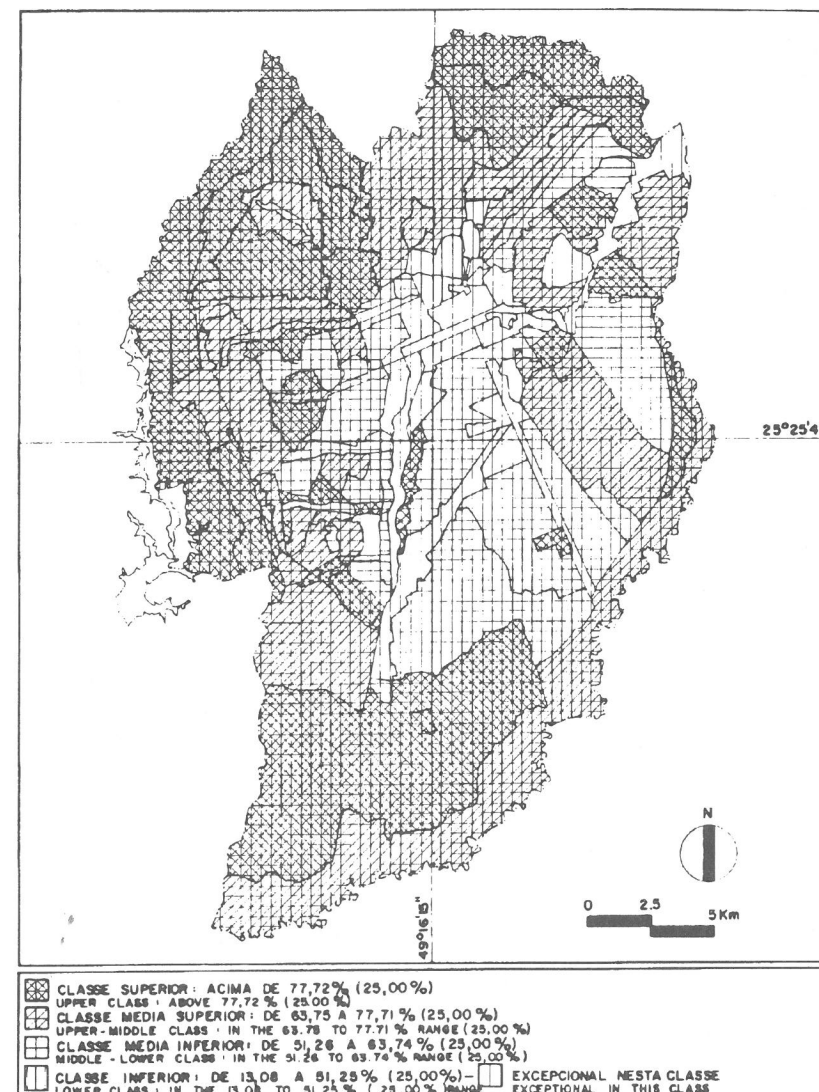


Fig.6

Mapa de proporcionalidade de áreas permeáveis em relação às áreas totais dos comportamentos, segundo classes, em Curitiba.

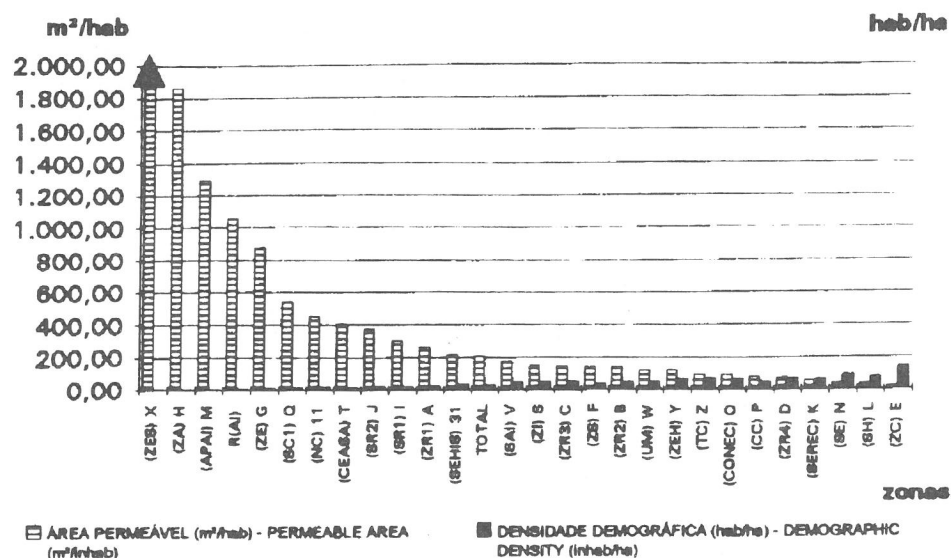


Fig.7

Gráfico de quantidade de áreas permeáveis por habitante e de densidade demográfica nas zonas, em Curitiba

As situações de menor representatividade de áreas permeáveis em relação à população aparecem nas zonas: E (ZC - zona central), L (SH - setor histórico) e N (SE - setor especial estrutural), que também apresentam piores condições em termos de proporção de áreas permeáveis em relação à sua área.

Entretanto, estas zonas ocupam somente 2,03% da área total de Curitiba e representam 6,79% da sua população, sendo justamente aquelas que apresentam maior densidade demográfica (IBGE, 1991) e se não estão estabilizadas em termos de ocupação, tendem a isto. Este fato determina uma correlação inversa entre as áreas permeáveis e a densidade demográfica (significância de 99%).

Conforme pode ser visualizado na figura 8, o conjunto de compartimentos situados na classe acima de 446,38 m²/hab ocupa a parcela mais significativa da cidade (44,35%), entretanto está relacionada a apenas 7,83% de seus moradores.

A classe de 93,50 a 151,32 m²/hab compreende compartimentos que abrangem apenas 15,90% da cidade. Na classe acima de 446,38 m²/hab, um compartimento (X: ZES - zona especial de serviços da CIC na APA do Passaúna) apresenta valor de áreas permeáveis significativamente superior aos demais. Este compartimento é o que apresenta a mais baixa densidade demográfica do Município (IBGE, 1991), o que está relacionado à baixa ocupação da área, podendo-se, portanto, esperar uma mudança desta situação. A correlação das áreas permeáveis com a densidade demográfica para os compartimentos é significativa ao nível de 99%.

As menores relações entre as áreas permeáveis e a população ocorrem principalmente em compartimentos distribuídos no sentido dos eixos estruturais e seus arredores, evidenciando a forma planejada para a cidade (IPPUC, 1995). Os comparti-

mentos onde esta relação é mais acentuada aparecem em quase todo o Município, concentrando-se ao sul e em porções a oeste e a leste.

A maior parte das áreas permeáveis em Curitiba é constituída por áreas verdes (93,86%), que ocupam 59,53% do espaço (25.740,88 ha) e apresentam a relação de 195,99 m²/hab.

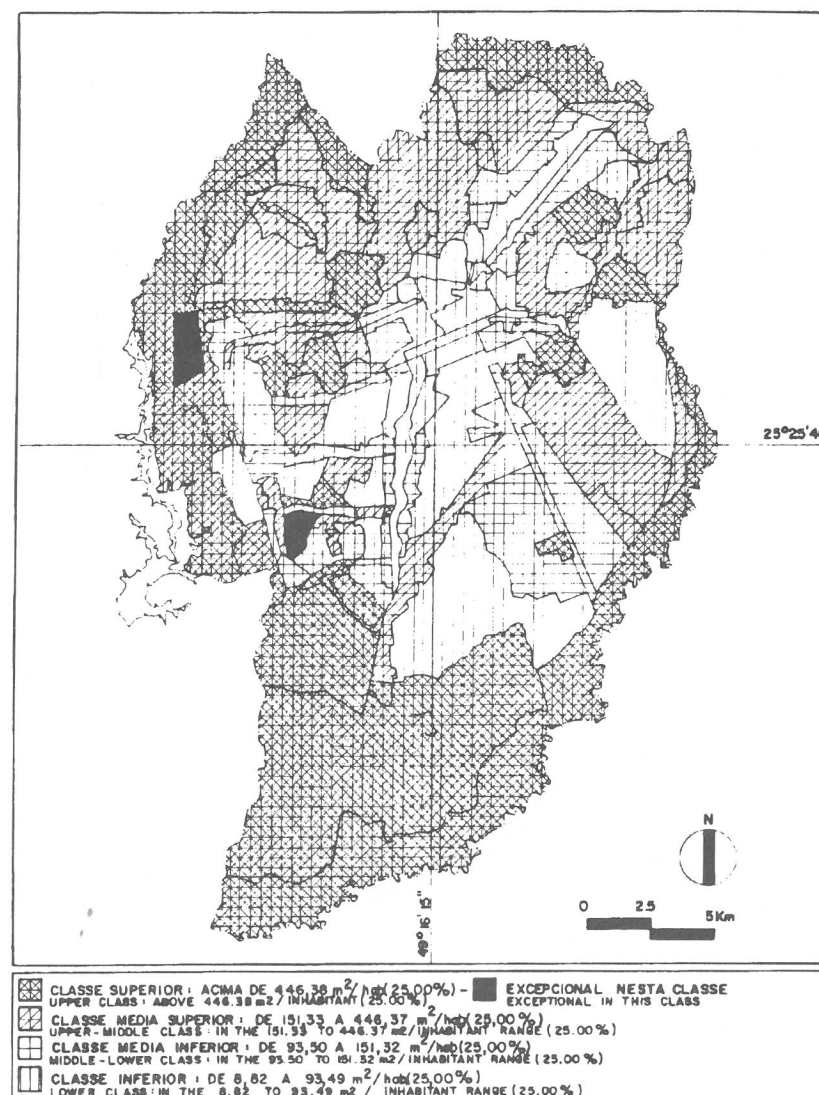


Fig.8

Mapa de proporcionalidade de áreas permeáveis em relação à população dos comportamentos, segundo classes, em Curitiba.

As áreas com vegetação não arbórea e as áreas com esta cobertura cobrem 45,80% (19.803,78 ha - 150,79 m²/hab) e 13,73% (5.937,10 ha - 45,20 m²/hab) da sua extensão territorial, respectivamente.

Entre as outras tipologias de áreas permeáveis levantadas, foi registrada pela amostragem a ocorrência de terra nua, cursos d'água e lagos naturais, principalmente.

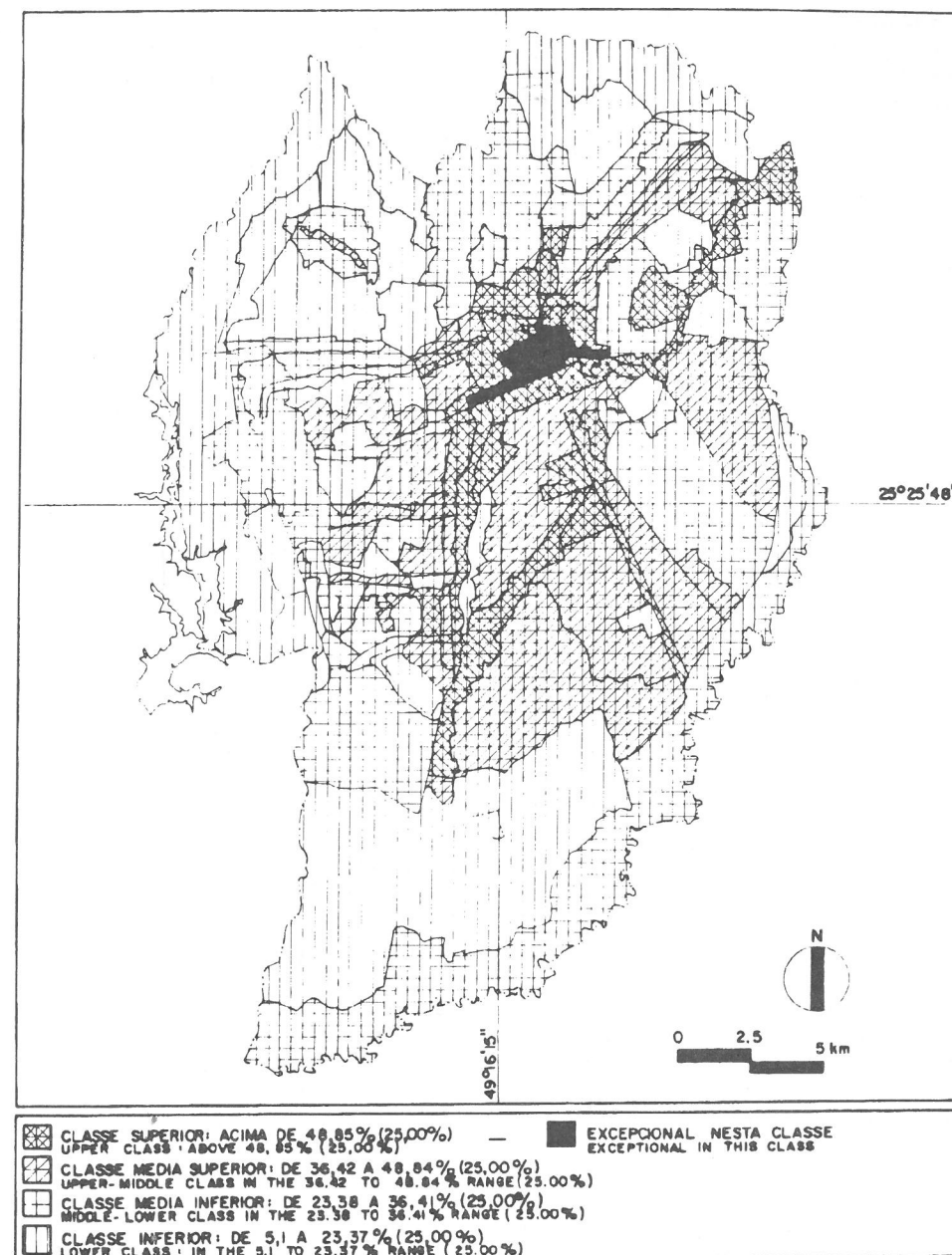
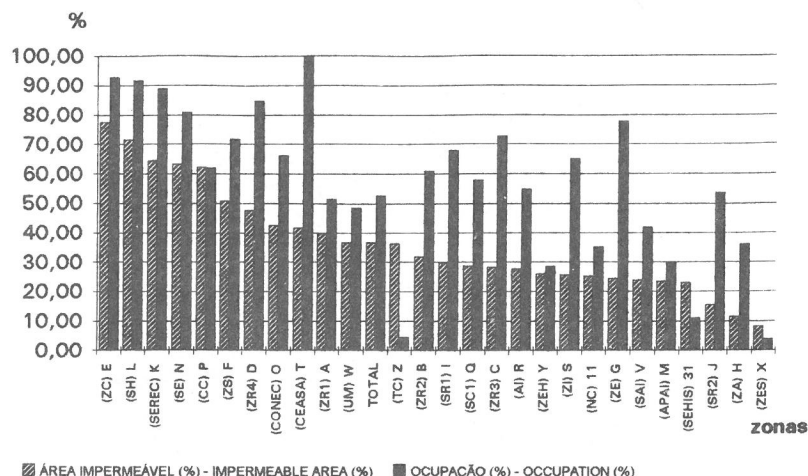
O tipo "terra nua" é constatado em praticamente todas as zonas, exceto E (ZC - zona central), K (SEREC - setor de recuperação) e L (SH - setor histórico), porém a sua participação é estimada em apenas 3,86% do território do Município (1.669,13 ha).

Os outros tipos só aparecem em 2 (duas) zonas (A - ZR1 - zona residencial 1 e D - ZR4 - zona residencial 4), indicando uma participação no espaço municipal de somente 0,04% (17,30 ha).

Áreas Impermeáveis

De acordo com a figura 9, 11 (onze) zonas apresentam valores de impermeabilização do solo acima da média geral, comportando 18,10% da área total da cidade e 30,57% de seus habitantes.

As zonas X (ZES - zona especial de serviços da CIC), H (ZA - zona agrícola) e J (SR2 - setor residencial 2) possuem valores inferiores aos 20% de impermeabilização, cobrindo 27,97% da área municipal e relacionando-se com 6,99% da população total. Estas zonas possuem índices variados de ocupação. Entretanto, a correlação entre a ocupação e a impermeabilização do solo é significativa ao nível de 99%.



Considerando-se os diversos compartimentos, verifica-se que o conjunto que se encontra na classe de 5,1 a 23,37% ocupa a maior parte de Curitiba (37,29% - figura 10). Proporcionalmente à população total, destaca-se a classe de 36,42 a 48,84% de áreas impermeáveis em relação à sua área total, com compartimentos que correspondem a 39,78% dos habitantes.

Os compartimentos N4 (SE - setor especial estrutural central) e E (ZC - zona central) se destacam dos demais. Ambos apresentam índices de ocupação superiores a 90%, corroborando para a correlação existente entre as áreas impermeáveis e a ocupação do solo (significância de 99%).

A excessiva impermeabilização impossibilita, muitas vezes, a viabilização de áreas verdes nestes compartimentos.

Os compartimentos de menor e maior ocorrência de áreas impermeáveis têm uma espacialização diretamente inversa à das áreas permeáveis, percebendo-se, inclusive, uma associação muito forte com a evolução da malha urbana e com a ocupação do solo (IPPUC, 1985).

As áreas impermeáveis são formadas principalmente por áreas construídas e pavimentadas (97,27%). O total estimado de áreas construídas em Curitiba corresponde a 15,10% do seu espaço (6.529,51 ha). Estas áreas equivalem a 41,28% das áreas impermeáveis e são as mais significativas em termos de alteração do ambiente original. As áreas pavimentadas compreendem 20,48% do seu território (8.855,92 ha), equivalendo a 55,99% das áreas impermeáveis, limitando, obviamente, o estabelecimento de áreas verdes.

A amostragem realizada registrou, ainda, a ocorrência de outras áreas impermeáveis, tais como: piscinas, espelhos d'água, entre outras, em apenas 1,00% da área da capital e em 9 (nove) zonas: M (APAI - APA do Iguaçu - 15,96%), H (ZA - zona agrícola - 4,20%), P (CC - setor especial do Centro Cívico - 1,28%), W (UM - área de uso misto da CIC - 1,23%), A (ZRI - zona residencial I - 1,14%), Y (ZEH - zona especial habitacional da CIC - 1,07%), Q (SCI - setor comercial I - 0,87%), 31 (SEHS - setor especial da habitação de interesse social da CIC - 0,86%) e V (SAI - área de serviços de apoio à indústria da CIC - 0,21%).

CONTEXTO DE SÍNTESE

As correlações das áreas permeáveis e das áreas impermeáveis com a ocupação do solo e com a densidade demográfica, encontram-se sintetizadas na Tabela 2. Da análise geral destas informações, verifica-se que a maior parte das correlações, diretas ou inversas, são significativas ao nível de 99%.

Desta forma, por zonas e por compartimentos, quanto maiores são a ocupação do solo e a densidade demográfica, menores são as quantidades de áreas permeáveis e áreas verdes e mais expressivas são as proporcionalidades de áreas impermeáveis, áreas construídas e áreas pavimentadas. Entretanto, para as áreas com cobertura arbórea a correlação inversa com a ocupação do solo só é significativa ao nível de 90% para as zonas, não o sendo para os compartimentos.

Pela Tabela 3, observa-se que, a nível espacial, as correlações entre as diversas tipologias de áreas permeáveis e impermeáveis e de áreas verdes se enquadram no mesmo grau de probabilidade, tanto quando estas relações ocorrem entre as zonas como quando as mesmas se realizam entre os compartimentos.

TABELA 2 - Matrizes de correlação de spearman das áreas permeáveis e das áreas impermeáveis com a ocupação do solo e com a densidade demográfica em relação às áreas totais e à população das zonas e compartimentos, em Curitiba

zona	permeável	impermeável	construída	pavimentada	com vegetação não arbórea	com cobertura arbórea
ocupação	-0,713	0,712	0,698	0,610	-0,501	-0,295
densidade	-0,969				-0,970	-0,892

compartimento	permeável	impermeável	construída	pavimentada	com vegetação não arbórea	com cobertura arbórea
ocupação	-0,632	0,633	0,613	0,605	-0,438	-0,087
densidade	-0,961				-0,936	-0,751

☒ significância ao nível de 0,01

☒ significância ao nível de 0,10

☐ sem significância

A única exceção diz respeito à relação entre as áreas com vegetação não arbórea e as áreas com este tipo de cobertura, onde não existe correlação. Nota-se, ainda, que as correlações entre as áreas verdes e a população possuem significado ao nível de 99%, tanto para zonas quanto para compartimentos (Tabela 4).

CONCLUSÕES

A ocupação urbana de Curitiba abrange 52,70% do seu território. As áreas impermeáveis ocupam 36,58% do Município, sendo 15,10% formado por áreas construídas e 20,48% por áreas pavimentadas. Outras tipologias de áreas impermeáveis cobrem apenas 1,00% da área da capital. As áreas impermeabilizadas são um impedimento à recomposição de áreas verdes nas cidades e, por decorrência, à obtenção dos benefícios por elas gerados.

As áreas permeáveis respondem pela outra parte da cidade, ou seja, 63,42% (208,81 m²/hab). Quase todas constituem áreas verdes, as quais correspondem a 59,33% da área municipal (195,99 m²/hab). Entre os outros tipos de áreas permeáveis, destaca-se a presença de terra nua em 3,86% do Município, que, em princípio, representa um baixo potencial para a implantação de áreas verdes.

Quanto mais elevadas são a ocupação do solo e a densidade demográfica, menores são as quantidades de áreas permeáveis, comprovando a necessidade da observância dos níveis de correlações entre estas áreas e o processo de desenvolvimento urbano para a sistemática de planejamento.

As exceções mais relevantes se referem às áreas com cobertura arbórea, onde a correlação inversa com a ocupação do solo só é significativa ao nível de 90% para

as zonas, não o sendo para os compartimentos, e à relação entre as áreas com vegetação não arbórea e as áreas com esta cobertura, onde não existe correlação.

Tabela 3 - Matrizes de correlação de spearman entre as áreas permeáveis e áreas impermeáveis em relação às áreas totais das zonas e compartimentos, em Curitiba

zona	permeável	impermeável	construída	pavimentada	com vegetação não arbórea	com cobertura arbórea
permeável	1,000	-1,000	-0,918	-0,891	0,645	0,586
impermeável		1,000	0,918	0,891	-0,645	-0,586
construída			1,000	0,710	-0,601	-0,485
pavimentada				1,000	-0,622	-0,594
com vegetação não arbórea					1,000	0,006
com cobertura arbórea						1,000
compartimento	permeável	impermeável	construída	pavimentada	com vegetação não arbórea	com cobertura arbórea
permeável	1,000	-1,000	-0,908	-0,922	0,677	0,383
impermeável		1,000	0,908	0,922	-0,677	-0,383
construída			1,000	0,764	-0,610	-0,303
pavimentada				1,000	-0,576	-0,398
com vegetação não arbórea					1,000	-0,172
com cobertura arbórea						1,000

■ significância ao nível de 0,01

□ sem significância

Tabela 4 - Matrizes de correlação de spearman entre as áreas permeáveis e áreas impermeáveis em relação à população das zonas e compartimentos, em Curitiba

zona	permeável	com vegetação não arbórea	com cobertura arbórea
permeável	1,000	0,987	0,905
com vegetação não arbórea		1,000	0,874
com cobertura arbórea			1,000
compartimento	permeável	com vegetação não arbórea	com cobertura arbórea
permeável	1,000	0,969	0,747
com vegetação não arbórea		1,000	0,662
com cobertura arbórea			1,000

■ significância ao nível de 0,01

Ressalte-se o fato de que os procedimentos adotados têm um sentido prático, apresentam grande facilidade de aplicação, sendo acessíveis a qualquer administração municipal e permitem o estabelecimento de referências práticas que possibilitam comparações com outros centros urbanos.

Devem ser analisados os processos interativos entre fatores urbanos, dentro de uma visão sistêmica do conjunto urbano, viabilizando alternativas de propostas mais consistentes e cenários prescritivos e retrospectivos que introduzam a dinâmica do desenvolvimento urbano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AERODATA - ENGENHARIA DE AEROLEVANTAMENTOS & IPPUC - INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. *Fotografias aéreas pancromáticas de Curitiba - 1990*. Curitiba: 1990. (escala 1:8.000)
- BELART, J. L. Natureza, recursos naturais, meio ambiente, ecologia e conservação da natureza. *Boletim geográfico*. Rio de Janeiro, v. 34, n.234, p.81-87, jan./mar. 1976.
- CAVALHEIRO, F. O planejamento de espaços livres; o caso de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS. 1982.: Campos do Jordão)Anais...São Paulo: Instituto Florestal, 1982. v.16A. p.1819- 1830.
- COMEC - COORDENAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA. *Plano de desenvolvimento integrado da Região Metropolitana de Curitiba*. Curitiba: 1978. 152 p.
- _____. *Reavaliação do plano de desenvolvimento integrado da Região Metropolitana de Curitiba*: 1982. Curitiba: 1982. 2v.
- GOITIA, F. C. *Breve história do urbanismo*. Tradução de Emilio Campos Lima. Lisboa : Presença/Martins Fontes, 1982. 226 p.
- GREY, G. W. ; DENEKE, F. J. *Urban forestry*. New York : John Wiley, 1978. 279 p.
- HARDT, L. P. A.. Recuperação e aproveitamento de áreas degradadas e marginais para áreas verdes urbanas. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1 / ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA - (1.: 4.: 1992 - Vitória). Anais. Vitória: Prefeitura Municipal de Vitória, 1992. p.73-91.
- _____. *Subsídios ao planejamento de sistemas de áreas verdes baseado em princípios de ecologia urbana*: aplicação à Curitiba - PR. Curitiba: 1994. Dissertação, Mestrado, Universidade Federal do Paraná. 207 p.
- IBGE - FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Sinopse preliminar do censo demográfico*: 1991. Rio de Janeiro: 1991. [s.p.]
- IPPUC - INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. *Zoneamento urbano de Curitiba*. Curitiba: 1982. (1 mapa na escala 1:20.000)
- _____. *Plano municipal de desenvolvimento urbano* - PMDU. Curitiba: 1985. 167 p.
- _____. *Curitiba em dados 80/90; histórico de dados do Município de Curitiba*. Curitiba: 1991. 163 p.
- _____. *Curitiba; tendências de crescimento: síntese*. Curitiba: 1992a. 30 p.
- _____. *Base cartográfica do Município de Curitiba*. Curitiba: 1992b. (1 mapa na escala 1:20.000)
- _____. *Legislação de uso do solo: Lei nº. 5.234 e decretos complementares*. Curitiba: 1993. 281p.
- MESQUITA, L. de B. *Condicionamento ecológico dos centros urbanos*. Recife: Departamento de Desenvolvimento Local da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, 1978. 20 p.
- MILANO, M. S. *Curso sobre arborização urbana*. Curitiba: FUEF, 1991a. 52 p. (apostila)
- _____. *Arborização urbana*. In: CURSO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA. Curitiba, setembro de 1993. Resumos. Curitiba: Universidade Livre do Meio Ambiente/Prefeitura Municipal de Curitiba/Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 1993. p.1-52.
- ODUM, E. P. *Fundamentos da ecologia*. Tradução de C. M. Baeta Neves. 2. ed. Lisboa : Calouste Gulbenkian, 1976. 595 p.

Avaliação Preliminar Do Potencial Mineral Da Região Noroeste Do Estado do Paraná

Mineral potential of the northwestern part of Paraná State: a preliminary evaluation

José Cândido Stevaux*
Oscar V. Q. Fernandez**

RESUMO

O trabalho avaliou a potencialidade mineral do Noroeste do Estado do Paraná, na região dominada pelo Grupo Bauru. Os estudos foram baseados em trabalhos disponíveis na literatura e em relatórios internos de empresas, reforçados com levantamentos expeditos de campo e mapeamento geoquímico de água subterrânea (poços da SANEPAR). Foram elaborados modelos genéticos que poderão orientar futuros trabalhos mais detalhados de pesquisa mineral. Os resultados revelaram-se modestos com exceção de areia quartzosa, cujas análises mostraram propriedades para o fabrico de vidro e para molde de fundição de ferro e aço.

ABSTRACT

The mineral potential of the northwestern of Paraná State has been evaluated based on data from the literature, technical reports, geochemical analysis of ground water and field observations. The study area includes sandstones of the Caiuá Formation of the Bauru Group, except for the alluvial deposits along the Paraná and Ivaí Rivers (figure 1). The isopach map of the Caiuá Formation shows a depocenter aligned in the NE-SW direction (figure 2a). Trend surface maps for Na, K, Ca, Mg, Cl and CO₃ concentration were obtained using geochemical groundwater data from 23 wells drilled by Companhia de Saneamento do Estado do Paraná - SANEPAR (figures 2b to 5b; tables 1 and 2). The mineral occurrences can be classified into two groups according to their genesis - the *Playa Lake Mesozoic Model* and the *Morphoclimatic Quaternary Model*. *Playa Lake Mesozoic Model*: FERNANDES (1992) attributes this type of environment to the calcite cemented sandstones that are found in the lower portion of the Caiuá Formation (Mamborê facies of JABUR & SANTOS, 1984). This material is used as bedrock in the local roads. *Morphoclimatic Quaternary Model*: This group includes iron pan, ceramic and refractory clay, peat, and glass and foundry sand. The iron pan is found in almost all important headwater drainages and is identified as the Pd1 surface (BIGARELLA et al., 1965). Several levels of mobilized iron blocks pan can be found at Umuarama region (figure 6), where this material is used to cover rural roads. The ceramic and refractory clays occur in ancient (Plio-Pleistocene) alluvial-coluvial deposits. It can also be found in Campo Mourão-Tuneiras do Oeste (PR

* Pesquisador do CNPq - Departamento de Geografia/Universidade Estadual de Maringá - 87020-900 Maringá, PR

** Pós-Graduando em Geociências, IGCE/UNESP/ Rio Claro, SP.