

# CARACTERIZAÇÃO DO USO E COBERTURA DO SOLO E DECLIVIDADE DAS ENCOSTAS DO MACIÇO DA TIJUCA-RJ: SUBSÍDIOS AOS ESTUDOS HIDROLÓGICOS E EROSIVOS.

Manoel do Couto Fernandes<sup>1</sup>, Reiner Olibano Rosas<sup>1/2</sup>, João Vicente M. Langüens<sup>1</sup> & Ana Luiza Coelho Netto<sup>1</sup>.

1 - UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Departamento de Geografia - Lab. de Geo-Hidroecologia (GEOHECO)  
GEOHECO@IGEO.UFRJ.BR

2 - UFF - Universidade Federal Fluminense  
Departamento de Geografia

**Abstract:** The present study, conducted in maciço da Tijuca - Rio de Janeiro, had the main objective to give subsidy to understand the hidrological and erosive knowledgement in this massif through of the hillside declivity behaviour and of the soil using configuration, it gives an special atention for slums occupation in this area. The results showed that in the massif north mountain side the forest has been very substitute for brushwood and urban use, which are translated in mass moviments and inundation problems bigger than the another mountain side.

**Keywords:** Hydrologic and erosive behavior, soil using, hillside declivity.

## Introdução

Dentro do espectro das ciências ambientais a Geomorfologia e a Geoecologia constituem-se em campos do conhecimento que complementam-se na busca da interpretação, reconhecimento e explicação dos processos que governam as transformações das diferentes paisagens que ocorrem na superfície terrestre, as quais, segundo Turner (1989) e Bertrand (1982), são vistas como o resultado da combinação dinâmica do papel dos fatores bióticos, abióticos e antrópicos que interagem dialeticamente uns com os outros, tornando-se um todo único e indissociável de evolução contínua.

Em relação a esses processos de transformações Coelho Netto (1994) interpretando a bacia de drenagem como um sistema hidrogeomorfológico, afirma que pode-se inferir que alterações significativas na estrutura ambiental de determinada porção de bacia de drenagem poderão afetar outras áreas situadas a jusante, ou seja, catalisando efeitos sobre a natureza e/ou intensidade na evolução de processos hidrológicos e erosivos. Sendo assim, mudanças de ordem natural ou antrópicas que atuem no fornecimento de energia causam um reajuste nas formas e processos, de acordo com o grau das mudanças.

Neste contexto, o maciço da Tijuca e as áreas circundantes de baixadas constituem um exemplo concreto desta situação: tornam-se cada vez mais frequentes as ocorrências de desmoronamentos e/ou deslizamentos nas encostas, contribuindo para o

aumento das descargas sólidas que promovem o assoreamento das redes de drenagem, naturais ou artificiais, especialmente nas zonas de baixadas. Tal fato se prende, em parte, à degradação desta paisagem, com a substituição da cobertura vegetal, que caracteriza a Floresta da Tijuca, por feições urbanas e áreas desmatadas e com invasão de capim colônia. Suas causas estão associadas, direta e indiretamente à poluição atmosférica, queimadas (causadas principalmente por balões), e a expansão urbana desordenada da cidade do Rio de Janeiro em direção às porções mais elevadas, em especial neste caso, para o maciço da Tijuca, catalizando modificações inerentes à estrutura ambiental destas áreas. Dentre estas sobressai a substituição da floresta por feições urbanas de ocupação espontânea do tipo favela, particularmente em formas de bolsões encravados nas encostas íngremes de cabeceira de drenagem, muitas vezes, situados no sopé de escarpamentos rochosos. Estas transformações na cobertura do solo contribuem, assim para a modificação do comportamento hidrológico, caracterizando o desenvolvimento de condições favoráveis a um maior desenvolvimento de processos erosivos por diferentes mecanismos e, conseqüentemente, contribuindo para um aumento das descargas líquidas e sólidas nos canais fluviais. Durante os eventos pluviométricos mais intensos, essas descargas tornam-se maiores e mais rápidas, induzindo, mais freqüentemente as inundações nas porções inferiores dos vales e baixadas adjacentes, como nos casos registrados em março de 1966 e em fevereiro de

1988 e de 1996, os quais assumiram um caráter catastrófico.

Face ao exposto acima fica clara a importância de se criar um diagnóstico com base geomorfológica e geocológica, que identifique as variáveis controle que interferem na estrutura e funcionalidade da paisagem florestal-urbana do maciço. Para tanto é de fundamental importância avaliar o comportamento do relevo e do uso e cobertura do solo, os quais não são uniformes no espaço e no tempo, e que se constituem em elementos indispensáveis para investigações com estas características.

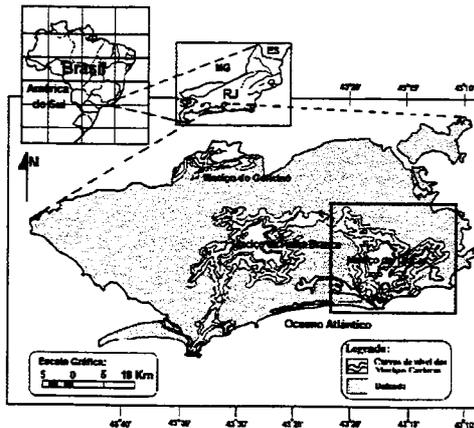
### Objetivos

Caracterizar a distribuição das feições que constituem o uso e cobertura do solo no maciço da Tijuca - RJ em relação ao comportamento do relevo nas cinco principais áreas de contribuição deste Maciço, procurando criar subsídios preliminares ao entendimento do comportamento hidrológico e erosivo das áreas que constituem estes sistemas.

### Área de Estudo

A região possui uma topografia marcada por um relevo montanhoso, constituído de pontões rochosos que possuem um destaque na paisagem, e que representam os principais centros de dispersão hidrológica. O maciço da Tijuca possui uma área de aproximadamente 131 Km<sup>2</sup> e é separado do Maciço da Pedra Branca por uma estreita passagem na região da Taquara (fig. 1).

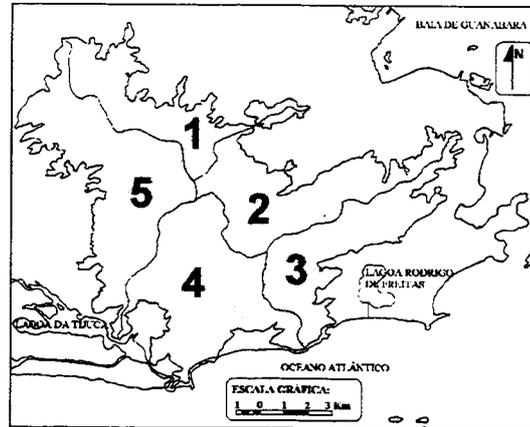
Figura 1 - Mapa de localização do maciço da Tijuca no município do Rio de Janeiro.



Este é composto por cinco grandes subsistemas de drenagem, os quais encontram-se bastante alterados, face às condições de degradação ambiental provenientes

do desmatamento, queimadas e ocupação desordenada, hoje com boa parte de seus rios em regime temporário. Estes cinco subsistemas ou setores (fig. 2), drenam em direção à Baía de Guanabara, à lagoa da Tijuca ou de Jacarépagua, à lagoa Rodrigo de Freitas, ou diretamente para o oceano (Rosas, em prep.). O setor 1, voltado para a zona norte da cidade, compreende 13,69% da área do maciço e tem como principais drenagens os rios Jacaré e Faria; o setor 2 possui 19,10% da área total, é voltado para o bairro da Tijuca e parte do centro da cidade, é formado pelos rios Maracanã, Joana e Comprido; o setor 3, voltado para a zona sul, é formada pelos rios da Carioca, Rainha e dos Macacos e constitui 16,47% da área do maciço; o setor 4, voltado para o bairro da Barra da Tijuca e São Conrado, é formada pelos rios da Cachoeira, riacho Canoas e rio dos Pires e ocupa 23,70%; o setor 5 compreende 27% da área do maciço, é voltado para o bairro de Jacarepaguá, e formado pelos rios Sangradouro, Quitite, e das Pedras.

Figura 2 - Mapa de localização dos setores de drenagem do maciço da Tijuca.



Este maciço caracteriza-se por ser uma unidade fisiográfica situada dentro do sítio urbano da cidade do Rio de Janeiro, caracterizando-se como um dos grandes balizadores, juntamente com o mar, do processo de expansão da ocupação da cidade. Este processo fez com que parte da população começasse a ocupar trechos do Maciço da Tijuca a partir do século passado. Já neste século, principalmente na segunda metade, houve uma grande proliferação de habitações mais pobres na forma de favelas que circundam esse Maciço, resultando no quadro de forte pressão urbana em que se encontra atualmente, no entanto, não devemos esquecer que essa pressão é o ponto final de um processo de enorme adensamento populacional que caracteriza a cidade como um todo.

A região apresenta um clima definido como tropical de altitude, com precipitação média anual em torno de 2.300mm, segundo Coelho Netto (1979). A temperatura média anual fica em torno de 22°C, sendo a máxima de 25°C registrada em fevereiro e a mínima de 19°C em julho.

A região do maciço da Tijuca apresenta um substrato rochoso de idade pré-cambriana, constituído predominantemente por gnaisses diversos (microclina, biotita e granitóides) e algumas intrusões de granitos. Segundo Pires e Heilbron (1989), o Maciço da Tijuca representa uma pequena parte da grande faixa móvel que formou as rochas do sudeste brasileiro, que é constituída por gnaisses (Gnaiss Facoidal; Biotita Gnaiss; Kinzigitos; Gnaiss Archer), e granitos (Granito Favela).

A comunidade vegetal encontrada na Floresta da Tijuca - mata latifoliada perene - se destaca pela grande variedade de espécies que nela se desenvolvem, caracterizando uma fisionomia marcada pela ocorrência de três estratos bem diferenciados (Coelho Netto, 1985): um estrato superior constituído por espécies arbóreas que podem atingir entre 20 e 25 metros de altura; um segundo estrato, arbustivo, os indivíduos têm um menor porte e são mais delgadas; no último estrato, herbáceo, não ultrapassam 2 metros de altura.

### Metodologia

Para a confecção deste trabalho primeiramente foi definido o mapa base da área do maciço da Tijuca, considerando a partir da cota de 40m nas cartas Vila Militar e Baía de Guanabara (1:50.000) do IBGE, de onde foram extraídas todas as informações relevantes ao estudo. A cota 40m demonstrou-se como a de maior representatividade do maciço, visto que a cota 20m se propaga pelo município e confunde-se com o maciço da Pedra Branca. A partir desta área foi criado o mapa de uso e cobertura do solo, e o mapa de declividade para toda a área de estudo, ambos confeccionados através de processos automáticos, utilizando técnicas de geoprocessamento, com o uso do programa IDRISI. A partir destes dados foi possível fazer uma avaliação preliminar do comportamento hidrológico e erosivo de cada setor do maciço. Estes setores foram delimitados a partir das cinco principais áreas de drenagem que vertem do maciço da Tijuca. Em cima destes também foi levada em consideração a feição urbana do tipo favela, a qual caracteriza um dos principais vetores de transformação da paisagem do maciço dentro da expansão urbana em direção a este.

O procedimento metodológico para este trabalho seguiu as seguintes etapas:

#### Elaboração dos mapas temáticos

- Mapa de uso e cobertura do solo: este mapa temático foi obtido através da interpretação da imagem

multiespectral Spot (1991) nas bandas 1,2 e 3, onde foram delimitadas quatro classes : floresta, uso urbano (construções, estradas, etc.), desmatamento/capim e afloramentos rochosos. Após o registro destas imagens, elas foram realçadas com a finalidade de se criar imagens de saída com destaque aos elementos a serem identificados. Posteriormente foram coletadas amostras (assinaturas) representativas de cada classe, as quais foram utilizadas para a classificação final através do método de Máxima Verossimilhança

- Mapa de declividade: a geração deste mapa teve como entrada as curvas mestras e a de 40m contidas na área de estudo, estas foram digitalizadas e posteriormente interpoladas gerando um MDT (modelo digital de terreno), a partir do qual foi gerado o mapa de declividade, que foi fatiado em seis classes, segundo a classificação proposta por Francisco (1995). Estas foram: 0° - 4°, 4° - 11°, 11° - 17°, 17° - 25°, 25° - 45°, e > 45°.

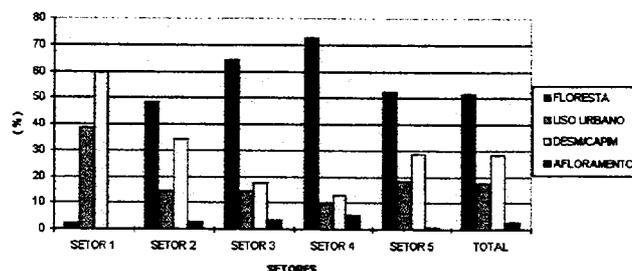
#### Cruzamento das Informações

As informações obtidas nestes mapeamentos foram cruzadas com o mapa de setores, esses também tiveram entrada através da digitalização dos polígonos (setores). Portanto, para cada setor obteve-se informações sobre o uso e a declividade, posteriormente, foram acrescentados a esses, dados de número de favelas e surgimento por década para cada setor, segundo o cadastro de favelas do IPLAN/RIO (1993). Assim formou-se a base de análise para o estudo ora proposto.

### Resultados e discussões

Os resultados obtidos revelaram que, em relação ao uso e cobertura do solo, a principal feição de substituição da floresta é o desmatamento/capim, com 28,32% da área total do maciço, seguido pelo uso urbano, que ocupa 17,52% da área, mesmo assim a área florestal possui um grande destaque, ocupando 51,53% da área total (graf. 1).

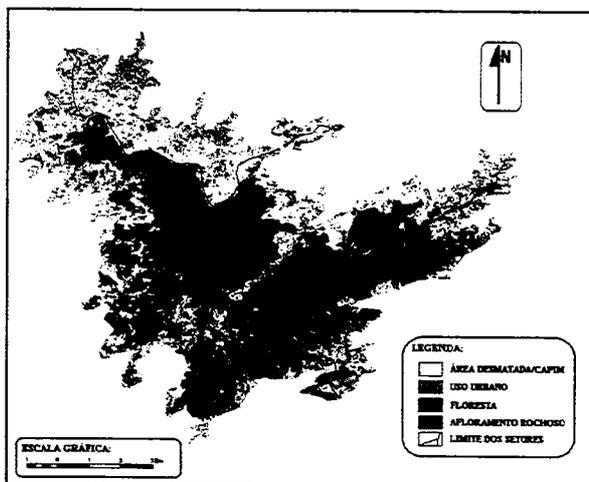
Gráfico 1 - Distribuição dos usos dos solos por setores.



Estes dois usos de substituição da cobertura florestal, promovidos pela poluição atmosférica, invasão do capim colônio e expansão urbana, interferem significativamente no comportamento hidrológico e erosivo dessas áreas, como demonstram os trabalhos de

Coelho Netto (1985) e Zaú (1994). A alteração destes mecanismos se tornam mais evidentes nos eventos de verão, onde as chuvas tornam-se mais concentradas. Portanto é justamente neste período, principalmente nos setores 1 e 2 (vertente norte) (fig. 3), que ocorrem uma série de problemas relacionados a movimentos de massa nas encostas, e enchentes nas áreas a jusante destes setores, os quais são os que se encontram mais alterados pela feição desmatamento/capim, com 59,34% da área do setor 1 e 34,28% da área do setor 2, e pelo uso urbano, que ocupa 38,34% e 14,44% da área total dos setores 1 e 2, respectivamente, e mesmo possuindo baixos valores de declividade em suas encostas (graf. 2). Estes processos são explicados pelo aumento da superfície impermeável, que facilita o desenvolvimento do escoamento superficial e de sedimentos, que convergem mais rapidamente para as áreas mais baixas. A acumulação de chuvas, somadas à deficiência da drenagem da cidade, principalmente nestes subúrbios, contribuem para o lento escoamento destes fluxos d'água e de sedimentos, intensificando assim os problemas de enchentes, tão comuns nestas áreas.

Figura 3 - Mapa de uso e cobertura do solo por setores.

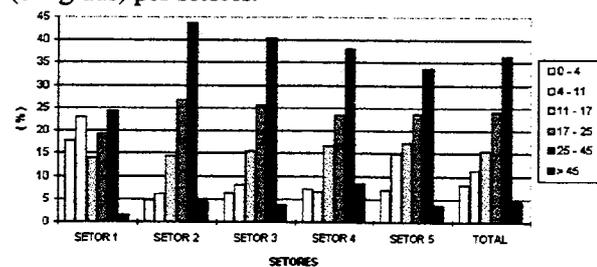


Ainda em relação ao uso e cobertura, os demais setores (3, 4 e 5) possuem ampla área de cobertura florestal e índices de uso urbano e de desmatamento/capim bem menores que nos setores da vertente norte. Notadamente o setor 4 possui 72,62% da sua área com cobertura florestal. Mesmo assim, estes setores também estão expostos a problemas relacionados às chuvas de verão, pois, além de estarem em áreas de entrada das frentes frias de sudoeste, que aumentam os índices de pluviosidade, esta porção do maciço possui encostas com fortes gradientes (graf. 2), que implicam em altos valores de

energia potencial dos fluxos d'água e de sedimentos, causando grandes problemas em relação às entradas de chuva.

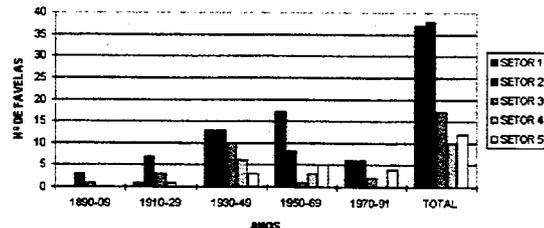
Cambra e Coelho Netto' (subm) mostraram que para chuvas de igual intensidade, registradas em março de 1993, os setores 2 e 3, e suas respectivas áreas de baixada, demonstraram respostas diferentes de erosão e inundações, ou seja, estes tenderam a ser bem menores no setor 3, justamente por neste serem bem menores também os níveis de degradação.

Gráfico 2 - Distribuição das classes de declividade (em graus) por setores.



O processo de favelização nas encostas do maciço da Tijuca vem se delineando desde o final do século passado, iniciando em 1891 com a favela Arrelia no setor 2. Posteriormente, o número de favelas surgidas por década cresceu cada vez mais, começando a ganhar maior destaque nos setores 1 e 2 (graf. 3), entretanto na década de 60 este número sofre uma queda, voltando a crescer na década de 80. Este fato pode ser explicado em parte pelo combate à expansão das favelas imposto durante os governos militares, chegando a levar a erradicação de algumas delas (Abreu 1994).

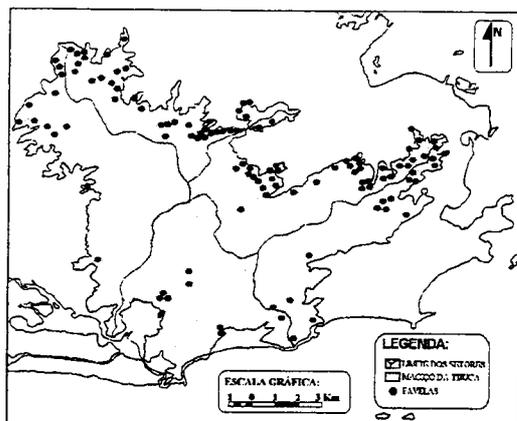
Gráfico 3 - Número de favelas surgidas por década nos setores.



A partir daí definiu-se então a atual situação das favelas no maciço (fig. 4), onde estas se concentram principalmente nos setores mais degradados (1 e 2) mostrando, mesmo que preliminarmente, a importância deste tipo de vetor direto de ocupação para análises deste tipo. Um outro problema em relação a esta forma de ocupação é que ela geralmente se concentram nos fundos de vale e no mais específico, principalmente no setor 2, no sopé de

paredões rochosos, que constituem-se em áreas de recarga de água susuperficial, aumentando a possibilidade de deslizamentos nestas favelas.

Figura 4 - Distribuição das favelas por setores.



### Conclusão

Os resultados obtidos indicaram que os setores 1 e 2, os quais formam a vertente norte do maciço da Tijuca, são os mais alterados em relação a cobertura florestal. O setor 1, apesar de possuir os menores índices de declividade, e o setor 2 representam os maiores potenciais de rápido escoamento superficial d'água e de sedimentos para as baixadas a eles conectadas. Ainda em relação a este grau de degradação juntam-se também os maiores índices de favelização da área. Neste contexto esta vertente e as áreas a jusante, conseqüentemente, foram as que mais sofreram mudanças no comportamento hidrológico e erosivo, como foi observado em março de 1993 onde, com uma chuva homogênea para as duas vertentes, os eventos foram mais intensos nos bairros pertencentes a área de drenagem da vertente norte. Estes eventos na vertente sul ficaram mais presos a zonas de ruptura de declive, as quais caracterizam os altos índices de declividade, principalmente nas bordas dos setores 3, 4 e 5, sendo assim nestes eventos fica claro que estes eventos não estão somente presos ao tipo de uso e cobertura, mas também estão detidos à variável comportamento do relevo.

Os resultados obtidos foram de fundamental importância, no sentido que ofereceram subsídios ao entendimento mais completo sobre o funcionamento hidrológico e erosivo da área de estudo. Esta análise mais completa requer um conhecimento maior das variáveis bióticas, abióticas e antrópicas que compõem o geocossistema do maciço da Tijuca, constituindo assim uma análise geo-hidroecológica, fundamentada no conhecimento integrado de bases geomorfológicas e geocológicas.

### Bibliografia

- ABREU, M.A. -Reconstituindo uma história esquecida: origem e expansão inicial das favelas do Rio de Janeiro. In: Espaço e Debates, 14(37), p. 34-46, 1994.
- BERTRAND, G. - "Paisaje y Geografia Física Global" in: Mendonza, J.G.; Jiménez, J.M. e Cantero, N.O., ed. El pensamiento geográfico-estudo interpretativo y antologia de textos ( De Humbolt a las tendencias radicales). Alianza, Madri, , p.461-464, 1982.
- CAMBRA, M.F.E. & COELHO NETTO - "A cidade do Rio de Janeiro e as chuvas de março/93: (Des)organização urbana e inundações. Submetido ao Anuário do Instituto de Geociências/ UFRJ.
- COELHO NETTO, A.L. "Hidrologia de Encostas na Interface com a Geomorfologia", in Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos, organizado por GUERRA, A.J.T. e CUNHA,S.B.; Ed.Bertrand Brasil, cap.3, p. 93-148, 1994.
- COELHO NETTO, A.L. - O Processo erosivo nas encostas do Maciço da Tijuca, RJ. Rio de Janeiro, IGEO/UFRJ, Tese de Mestrado, UFRJ, 112 p. 1979.
- COELHO NETTO, A.L. - Surface hydrology and soil erosion in a tropical rainforest drainage basin, Rio de Janeiro. PhD Thesis University of Leuven, Belgium, 181 p. 1985.
- FRANCISCO, C.N. - O uso de sistemas geográficos de informação (SGI) na elaboração de planos de manejo de unidades de Conservação - uma aplicação no Parque Nacional da Tijuca, RJ. São Paulo, SP. Tese de Mestrado, Escola Politécnica da USP, 216p. 1995.
- IPLAN/RIO - Anuário estatístico da cidade do Rio de Janeiro - 1993.
- PIRES, F.R.M. e HEILBRON, M.L. - Estruturação e estratigrafia dos gnaises do Rio de Janeiro, RJ. In: Simpósio de Geologia do Sudeste, Resumos, Rio de Janeiro, SBG, p. 149-150, 1989b.
- ROSAS, R.O. - Domínios geo-hidroecológicos em região montanhosa de floresta tropical urbana: subsídios a prevenção e controle de riscos ambientais. Rio de Janeiro, RJ. Tese de Doutorado, Departamento de Geografia - PPGG/UFRJ, em preparação.
- TURNER, M.G. - Landscape Ecology: Effect of Pattern on Process. In: Annual Review of Ecological Systems, vol. 10, nº 3, p. 171-197, 1989.
- ZAÚ, A.S. - Variação da cobertura vegetal e efeitos na hidrologia superficial: maciço da tijuca, R.J. Rio de Janeiro, tese de mestrado, IGEO/UFRJ, 101 p., 1994.