

A CIDADE DO RIO DE JANEIRO E AS CHUVAS DE MARÇO/93: (DES) ORGANIZAÇÃO URBANA E INUNDAÇÕES¹.

MARCUS FELIPE EMERICK S. CAMBRA² & ANA LUIZA COELHO NETTO³.

¹ Pesquisa do Laboratório de Geo-Hidroecologia (GEOHECO/UFRJ).

 Suporte Financeiro: CNPq, FAPERJ, FUJB, CEPG/UFRJ.

² Mestrando do PPGGeografia/UFRJ. Bolsista CNPq.

³ Depto. de Geografia/UFRJ. Coordenadora do GEOHECO. Pesquisadora I - CNPq.

ABSTRACT

The mountainous areas of Rio de Janeiro act as water divergent areas, converging to the valley-flats. In the last decades, urban expansion has advanced fastly to still forested upward lands, mainly on the north slope of the Tijuca Massif, where numerous "favelas" are located. Changes in the slopes and valley-flats hydrologic behaviour generate major runoff budgets. So major flows-sediment's and flows-garbage's concentrations into the drained valley-axis, naturally or artificially (channels and pluvial tubulations), spreading inundations on the respective street of the districts's major density population. The Joana, Maracanã and Comprido basins studied in detail show that the mud-flows and garbage-flows concentrate on the knick slopes and the floods on the valley-axis. These events are aggravated by the cumulated rainstorms due to the inadequacy of the urban pluvial drainage system.

RESUMO

Os maciços montanhosos da cidade do Rio de Janeiro funcionam como centros dispersores de águas pluviais, as quais, naturalmente, convergem para os fundos de vales. Nas últimas décadas, a expansão urbana tem avançado rapidamente em direção às áreas mais elevadas da cidade, ainda florestadas, principalmente na vertente norte do Maciço da Tijuca, onde se espraiam numerosas favelas. Mudanças no comportamento hidrológico nas encostas e fundos de vales geraram uma maior produção de escoamento superficial. Em decorrência, uma maior concentração de fluxos de sedimentos e lixos dentro dos eixos de vales drenados, naturalmente ou artificialmente (canais e tubulações pluviais), propagando inundações nas respectivas ruas dos bairros de maior densidade populacional. Um estudo detalhado nas bacias dos rios Joana, Maracanã e Comprido mostra que os fluxos de lama e lixos concentram-se nas zonas de ruptura de declive, e as enchentes nos eixos de vales. Estes eventos são agravados pelas chuvas acumuladas devido a insuficiência do sistema de drenagem pluvial urbano.

1) INTRODUÇÃO.

Os maciços costeiros da cidade do Rio de Janeiro constituem importantes centros dispersores de águas pluviais, as quais, naturalmente, convergem para os fundos de vales e zonas de baixadas circundantes, onde concentram-se os bairros de maior densidade populacional, principalmente na zona norte da cidade. Nos dias atuais, chama atenção o espraiamento das áreas de ocupação instantânea do tipo favela, particularmente em forma de

bolsões encravados nas encostas íngremes de cabeceiras de bacias de drenagem e, muitas vezes, situadas no sopé de escarpamentos rochosos. Revendo a história de ocupação do sítio do Rio de Janeiro verifica-se que, tradicionalmente, prevaleceram formas de (des) organização urbana inadequadas às condições físicas pretéritas. Tais fatos condicionam problemas sérios de drenagem de águas pluviais, sedimentos e rejeitos urbanos (lixo, esgoto, etc), principalmente durante as estações mais chuvosas de verão. Infelizmente são as populações mais carentes que sofrem as piores consequências destas chuvas através dos efeitos de movimentos de massa rápidos (deslizamentos, desmoronamentos, fluxos detriticos) e das inundações, respectivamente nas encostas das favelas e nas baixadas adjacentes.

Segundo Abreu (1994), o surgimento da favela ocorre no final do século XIX (1893) como solução improvisada de moradia dos soldados republicanos que retornaram da Revolta de Canudos ocorrida no interior do Estado da Bahia. As encostas do Morro de Santo Antônio e do Morro da Providência foram as primeiras a serem ocupadas. Num dos acessos deste último morro localizava-se o extinto e o maior cortiço da cidade: o Cabeça de Porco, que abrigava mais de 2.000 pessoas. A destruição deste cortiço pela prefeitura em 1893 facilitou a ocupação do seu terreno por parte daquela população sem moradia. Conforme ressalta o mesmo autor, o processo de favelização se estende até o início do século XX, quando se ampliou com a reforma urbana proposta pelo governo municipal de Pereira Passos (1903-1906). Este governo, apoiado pelo governo federal do presidente Rodrigues Alves, atacou severamente as habitações coletivas (cortiços ou estalagens) na área central, onde se concentravam as atividades econômicas da cidade. O espaço urbano carioca foi reestruturado (construções do novo porto do Rio de Janeiro, de largas avenidas, de belos parques, de novos edifícios em estilo eclético, etc) dentro dos moldes das cidades européias capitalistas (particularmente Paris), visando uma condição de status de capital do país e de principal ponto de articulação com os centros nervosos do capitalismo mundial nessa época. Tais medidas foram possíveis com a chegada dos capitais externos oriundos do contato entre o governo federal, retomado pelo poder político da oligarquia cafeeira, e a comunidade financeira internacional, mediante a adoção de uma política recessiva no final da última década do século XIX. Esta concepção estava atrelada à necessidade de resolver os problemas de insalubridade da cidade devido a evidência das grandes epidemias - em 1891 obteve-se um número recorde de vítimas pela febre amarela, varíola, malária e tuberculose - associadas às condições precárias

de vida nas habitações coletivas do Rio de Janeiro. A população sem moradia resultante desta reforma urbana avançou para as habitações coletivas restantes (casas-de-cômodo) e para as encostas adjacentes às áreas de concentração de empregos: no centro e nos novos bairros burgueses da zona sul (Botafogo, Copacabana, Leme, Ipanema) e da zona norte (Tijuca e Grajaú). A própria precariedade do sistema de transporte, que impedia a instalação desta população em direção as áreas mais distantes (subúrbio), contribuiu para a iniciação desta ocupação urbana desordenada. O número desta população aumentou com a intensificação dos fluxos migratórios provenientes de outras regiões atraídos pelas ofertas de empregos. O governo não adotou qualquer política de construção de casas populares, agravando ainda mais o déficit habitacional da cidade. Abreu ainda sugere que em 1910, há a intensificação do processo de favelização decorrente dos fatos já mencionados. Porém, é na década de 40 que a expansão física da cidade do Rio de Janeiro atinge seu apogeu em acompanhamento à industrialização acelerada (Abreu, 1987). Deste modo, constata-se a importância do processo de crescimento vertical da cidade devido a uma verdadeira febre imobiliária diante da evolução urbano industrial, em decorrência do acelerado desenvolvimento industrial (Abreu, op.cit.).

Brandão (1992) relata que o aumento expressivo da densidade urbana, a partir de 1940, foi responsável por mudanças significativas nas condições atmosféricas locais, conduzindo os aumentos de temperatura e pluviosidade, principalmente no verão. Tais fatos, aliados às condições físico-topográficas da cidade, respondem pelas diferenciações espaciais das condições climáticas nos dias atuais. Segundo a mesma autora, as temperaturas médias anuais vêm se mantendo em patamares elevados desde os anos 50 (acima de 23°C), onde nos anos 80 atingiram os valores mais elevados dos últimos 140 anos (23,9°C). A pluviosidade também aumentou a partir dos anos 40 para valores acima da média (1.110mm), onde encontram-se os três anos mais chuvosos: 1966 (1820 mm), 1988 (1725 mm) e 1967 (1723 mm). Conforme a elevação de temperatura, a década de 80 também mostrou-se mais chuvosa. Esta análise da evolução termo-pluviométrica foi realizada para o período de 1851 a 1990, tomando-se como referencial a Estação Climatológica Principal do Rio de Janeiro, localizada no Aterro do Flamengo.

Brandão (op. cit.) aponta, no entanto, que a década de 80 apresentou os menores valores de frequência dos dias chuvosos do século corrente, evidenciando um regime bastante concentrado de chuvas. Com efeito, apenas o ano de 1988, particularmente, o mês de fevereiro

mostrou-se como um período de chuvas excepcionalmente elevado. As alturas pluviométricas no Alto da Boa Vista atingiram 449mm em apenas quatro dias (19, 20, 21 e 22) (Castro Jr., 1991). Estes registros representam um valor aproximadamente três vezes acima das chuvas normais de fevereiro, em torno de 172,4mm e representa quase 20% da pluviosidade média anual (2.279mm), segundo os dados contidos no trabalho de Coelho Netto (1985).

Os eventos chuvosos correspondentes ao final do mês de fevereiro e início de março do ano de 1993, por sua vez, revelam um total pluviométrico de 226,9mm para quatro finais de semana consecutivos (26/02; 05/03; 12/03, 19/03; 20/03) na estação Capela Mayrink (no Alto da Boa Vista), demonstrando uma associação às entradas de frente-fria. Desta forma, o final do mês de fevereiro e março do ano de 1993 caracterizam-se pelas chuvas intensas e concentradas, implicando na geração dos efeitos catastróficos na cidade do Rio de Janeiro.

No presente trabalho pretende-se discutir algumas das respostas emitidas pela cidade do Rio de Janeiro aos eventos de chuvas ocorridos em março/1993, focalizando os problemas ambientais de natureza hidrológica decorrentes do processo de expansão urbana. Enfatiza-se o estudo na porção oriental da cidade por representar a zona de maior densidade populacional, especialmente, na vertente norte do Maciço da Tijuca.

2) ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido nos bairros das zona norte (Bonsucesso, Benfica, São Cristóvão, Vila Isabel, Maracanã, Praça da Bandeira, Grajaú, Andaraí, Tijuca, Rio Comprido, Catumbi, Estácio, Cidade Nova e Centro) e zona sul (Glória, Flamengo, Cosme Velho, Botafogo, Copacabana, Lagoa, Jardim Botânico, Leblon, Gávea e São Conrado) atingidos pelas inundações, em resposta a mudança do comportamento hidrológico nas encostas das vertentes norte e sul do maciço (fig. 1).

Nas bacias dos rios Joana, Maracanã e Comprido, situadas na vertente norte do maciço, foi realizada uma projeção detalhada da magnitude das chuvas em correspondência às eventuais respostas geradas pelos efeitos catastróficos. Estas bacias drenam os bairros mais atingidos pelas chuvas: Tijuca, Grajaú, Andaraí, Vila Isabel e Rio Comprido, onde os rios tomam a forma de canais artificiais retilíneos. Porém estes canais não comportam o aumento de intensidade das descargas de fluxos d'água e de sedimentos, provenientes das

transformações no comportamento hidrológico das encostas florestadas para um solo urbano impermeável. Isto devido a expansão da área urbana em direção as áreas mais elevadas da vertente norte do Maciço da Tijuca, naturalmente, sob a forma de favelas, caracterizadas por um forte adensamento populacional de baixa renda, com infra-estrutura precária. Estes bairros englobam um considerável número de favelas expressas por diversos nomes locais, tais como: Andaraí, Cruz, Borel, Formiga, Salgueiro, Turano, Querozene e Morro dos Prazeres.

3) METODOLOGIA.

Neste estudo foram considerados cinco eventos de chuva ocorridos em quatro finais de semana consecutivos, particularmente nas sextas-feiras, quando foram registrados os maiores índices pluviométricos. O primeiro evento ocorreu no final do mês de fevereiro (26/02), enquanto os outros restantes sucederam-se no mês de março (05/03, 12/03, 19/03, 20/03). Efeitos catastróficos foram produzidos na cidade do Rio de Janeiro em resposta a tais eventos de chuva.

Monteiro (1976) afirma que a alteração das entidades espaciais climáticas, já projetadas num espaço geocológico, é realizada pela integração entre a ação acentuada do homem e os outros elementos da natureza. Nesta visão geográfica, avalia-se a intensidade de um fenômeno meteorológico (a distribuição de chuva num determinado tempo) através dos impactos gerados às atividades humanas, de acordo com suas respectivas necessidades de organização e exploração do espaço geográfico.

Aplicando o conceito acima referenciado (Monteiro, op. cit.) optou-se por dimensionar espacialmente a magnitude das chuvas através dos efeitos catastróficos produzidos nas áreas urbanas. Os dados de indícios catastróficos foram obtidos através das notícias de jornais (O Globo e Jornal do Brasil), e posteriormente, decodificados qualitativamente como indicadores de magnitude de chuvas (intenso, moderado e fraco). As notícias abaixo relacionadas nortearam a classificação como magnitude dos eventos:

A) CHUVA INTENSA

- drenos pluviais saturados (canais, tubulações e bueiros);

- inundações de ruas em menos de 30 minutos de chuva com a altura da água acima de 50 cm;
- enxurradas que deterioraram calçadas e ruas de asfalto ou paralelepípedo, e arrastaram carros;

B) CHUVA MODERADA

- inundações de ruas com altura da água abaixo de 50 cm;
- perturbações no trânsito;
- notícias de bairros atingidos pelas chuvas sem dados específicos;

C) CHUVA FRACA

- poças de água;
- algum entulho.

Os indicadores de magnitude das chuvas foram espacializados na porção oriental do RJ (IPLANRIO-1990; escala 1:60.000) e, em seguida foram comparados através da sobreposição com os mapas de isoietas produzidos numa mesma escala pelos dados pluviométricos (fonte: SERLA e informações de jornais) para cada evento chuvoso.

Os efeitos catastróficos (inundações, lixo e sedimentos, queda de blocos, deslizamentos, enxurradas, ruas deterioradas, desabamentos de casas e áreas interditadas) emitidos pelos bairros mais atingidos foram distribuídos espacialmente sobre as bacias dos rios Joana, Maracanã e Comprido (IPLANRIO-1990; escala 1: 25.000). Uma seleção de fotografias tiradas durante e após os eventos de chuva nas ruas dos bairros Tijuca e Grajaú ilustram a intensidade destes efeitos.

4) RESULTADOS.

A partir da análise comparativa entre a espacialização dos indicadores de magnitude das chuvas na porção oriental da cidade com os mapas de isoietas obteve-se os seguintes resultados para cada dia chuvoso:

4.1) Dias 26/02 e 05/03

Nestes dois eventos de chuva, os bairros mais atingidos localizam-se na zona norte. Contudo, o dia 26/02 apresenta um número reduzido de bairros (Bonsucesso, Tijuca, Praça da Bandeira e Rio Comprido) mais atingidos pela chuva em relação ao dia 05/03, ainda obtendo respectivamente indicadores de magnitudes moderados e fraco nos bairros São Cristóvão, Centro e Catumbi. Enquanto, no dia 05/03 somente o bairro Grajaú foi atingido moderadamente pela chuva.

Os bairros da zona sul (Cosme Velho, Jardim Botânico, Gávea e São Conrado) mais atingidos pelos eventos chuvosos estão situados próximos ao sopé das encostas, ou seja, nas zonas de ruptura de declive. Os bairros Copacabana, Lagoa e Leblon localizados mais a jusante, próximos a faixa litorânea, apresentam indicadores de magnitude moderados (fig. 1 e 2).

Quanto aos dados pluviométricos, o dia 26/02 apresenta uma distribuição mais homogênea da chuva sobre as vertentes norte e sul do Maciço da Tijuca, com índices variando de 50mm a 60mm (fig. 3). O dia 05/03 caracteriza-se como o maior evento chuvoso e por obter uma distribuição de chuva heterogênea sobre as duas vertentes do maciço. Enquanto nas áreas circundantes da vertente sul foram registrados índices que variam de 90 a 120mm de chuva, na vertente norte verificou-se uma variação de 50mm a 80mm de índices de chuva (fig. 4).

4.2) Dias 12/03 e 19/03

Novamente, nestes dois eventos de chuva, os bairros mais atingidos estão localizados nas áreas circundantes da vertente norte do Maciço da Tijuca. Os bairros próximos ao sopé das encostas da vertente sul não apresentaram dados de indícios de efeitos catastróficos. Os bairros Glória, Flamengo e Botafogo, situados mais a jusante das encostas do maciço, obtiveram indicadores de magnitudes moderados (fig. 5 e 6).

No dia 12/03, a maior concentração de chuva ocorreu na vertente norte com índices variando de 65mm a 85mm de chuvas. E na vertente sul, os índices de chuvas se apresentaram baixos, em torno de 25mm a 45mm (fig. 7). O dia 19/03 se caracteriza como o menor evento

chuvoso, pois neste dia foi mais intensa a propagação de ventanias. Os índices de chuvas variam de 28mm a 38mm, sendo distribuída homogeneamente nas duas vertentes do Maciço da Tijuca (fig. 8).

4.3) Dia 20/03

Neste dia, nenhum bairro da zona sul obteve dados de indícios de efeitos catastróficos. Na zona norte somente quatro bairros (Maracanã, Tijuca, Praça da Bandeira e São Cristóvão) foram os mais atingidos pela chuva, enquanto outros três bairros (Grajaú, Andaraí e Rio Comprido) apresentaram indicadores de magnitude moderados (fig. 9).

Na vertente sul foram registrados, exatamente, os maiores índices de chuva com variação de 90mm a 110mm. Enquanto na vertente norte, estes índices de chuva variam de 70mm a 90mm (fig. 10).

4.4) Efeitos Catastróficos nas Bacias dos Rios Joana, Maracanã e Comprido

A transformação de encostas florestadas para um solo urbano impermeável causou um aumento de intensidade no escoamento superficial. Consequentemente, maior produção de sedimentos, junto com os depósitos de lixo das favelas, convergem para os eixos de vales canalizados naturalmente ou artificialmente (canais e tubulações pluviais). Tais fatos condicionaram os transbordamentos dos rios Joana, Comprido e Maracanã (fig. 11 e 12) durante os eventos de chuva, e em decorrência, as inundações das ruas adjacentes. Estas inundações foram agravadas pelos efeitos das enxurradas (fig.11 e 13) provenientes do escoamento superficial das encostas. Isto atrelado aos refluxos sob forte pressão nos bueiros, causados pela insuficiência da rede de drenagem subsuperficial que acarretaram os extravassamentos d'água (fig.14), e por seguinte, o estouro destes bueiros. Nas zonas de ruptura de declive, várias ruas nos sopés das encostas foram descalçadas (fig. 11 e 15) devido à forte energia cinética que o fluxo d'água estava condicionado. Todos estes efeitos, após os dias de eventos de chuva, contribuíram para o depósito de lixo e sedimentos oriundos das encostas nas ruas dos bairros atingidos (fig.11 e 16).

Outros efeitos catastróficos sucederam-se nas bacias dos rios Joana, Maracanã e Comprido, nos quais foram verificados três casos de deslizamentos e desabamentos de casas: dois ocorreram dentro da área desmatada nos morros Santo Rodrigues e do Querozene, localizados no bairro do Rio Comprido; e um na área de contato entre áreas florestada e desmatada no morro do Mirante (fig. 11). Outros dois casos de desabamentos de casas em encostas de áreas urbanas ocorreram nos morros Santo Rodrigues e dos Trapicheiros, respectivamente compreendidos nas bacias dos rios Comprido e Maracanã. Neste último morro, blocos foram depositados a jusante de sua encosta (fig. 11). Ainda, três áreas foram interditadas nas encostas dos morros do Andaraí e do Cruz na bacia do rio Joana (fig. 11), por causa dos riscos de deslizamentos e/ou desabamentos que estas encostas estavam condicionadas.

5) CONCLUSÃO

As respostas emitidas pela cidade do Rio de Janeiro, decorrentes dos problemas ambientais de natureza hidrológica, aos eventos de chuvas ocorridos em março/1993 demonstram a importância da correlação dos efeitos catastróficos com os aspectos fisiográficos e as feições urbanas.

Os resultados obtidos indicam que os bairros mais atingidos pelos eventos chuvosos estão situados nos eixos de vales e sopés de encostas da vertente norte do Maciço da Tijuca. Tal fato demonstra uma estreita ligação com a topografia, visto que nas últimas décadas, a expansão urbana tem avançado através dos fundos de vales, rapidamente em direção as áreas mais elevadas da cidade, ainda florestadas, principalmente na vertente norte, onde se espriam numerosas favelas. Consequentemente, mudanças no comportamento hidrológico das encostas e fundos de vales, geram um aumento na produção do escoamento superficial. Desta forma, maiores concentrações de sedimentos convergem para os eixos de vales canalizados naturalmente (rios e córregos) ou artificialmente (canais e tubulações pluviais).

O sistema de canais artificiais foi construído na época da reforma urbana proposta pelo governo municipal Pereira Passos (1903- 1906), incluindo a retificação dos rios Joana,

Comprido e Maracanã. Enquanto a construção do canal do mangue, onde estes rios desagüam, foi realizada no final do século XIX (1870) (Abreu, 1987).

A propagação de inundações nestes bairros, circundantes a vertente norte do maciço, é agravada pelos processos acumulativos das chuvas, devido a insuficiência do sistema da rede de drenagem da cidade, que não comporta o aumento destes fluxos d'água e de sedimentos. Tal fato é evidenciado pelos transbordamentos de canais artificiais e pelos extravassamentos de fluxos subsuperficiais de água das tubulações pluviais.

As obras do Projeto Rio-Cidade, elaborado pelo governo municipal César Maia, no ano de 1996, estão sendo realizadas para a implantação de tubulações de drenagem pluvial sob as ruas do bairro da Tijuca que recobrem antigos leitos fluviais tributários dos canais principais. Estas medidas implicarão numa melhoria da eficiência desta micro-drenagem pluvial, o que produz um aumento no aporte dos fluxos d'água e de sedimentos para os canais principais coletores. Contudo, esta macro-drenagem coletora que está sob a responsabilidade do governo estadual, não está sendo ampliada. Tal fato nos conduz a pensar na dificuldade de resolução do problema das recentes inundações, as quais ocorreram, geralmente, durante os eventos mais chuvosos dos meses de março dos anos de 1993 e 1996, devido as desarticulações institucionais.

Nas áreas circundantes da vertente sul do maciço, os bairros mais atingidos pelos eventos chuvosos (São Conrado, Gávea, Jardim Botânico e Cosme Velho) estão situados próximos aos sopés das encostas, ou seja, nas zonas de ruptura de declive. Enquanto, os bairros localizados mais a jusante, próximos à faixa litorânea (Leblon, Lagoa, Copacabana, Botafogo, Flamengo e Glória) apresentam dados de indícios de efeitos catastróficos mais brandos.

O trabalho foi feito com o intuito de produzir um conhecimento específico nos problemas de inundações e de outros efeitos catastróficos da cidade que podem ser decodificados por uma leitura geo-hidroecológica, e num futuro próximo, serem previstos. Por esta razão, a importância de decisões políticas intrínsecas neste contexto, de modo que estejam articuladas com o conhecimento científico produzido nas universidades.

6) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- ABREU, M.A. - "Evolução urbana do Rio de Janeiro". Rio de Janeiro, IPLANRIO/Zahar, 1987.
- ABREU, M.A. - "Reconstruindo uma história esquecida: origem e expansão inicial das favelas do Rio de Janeiro", Espaço & Debates: Revista de Estudos Regionais e Urbanos, Ano XIV, n.37, São Paulo, 1994.
- BRANDÃO, A.M.P.M. - "As alterações climáticas na área metropolitana do Rio de Janeiro: uma provável influência do crescimento urbano". In: ABREU, M.A. (organizador) - Natureza e Sociedade no Rio de Janeiro, R.J., 1992, pp. 143-191.
- CASTRO Jr., E. - "O papel da fauna endopodônica na estruturação física do solo e seu significado para hidrologia de superfície". (Tese de Mestrado), Rio de Janeiro, IGEO/UFRJ, 1991.
- COELHO NETTO, A.L. - "Surface hydrology and soil erosion in a tropical mountainous rainforest drainage basin, RJ. Phd thesis, Katholieke Univ. Leuven, Belgium. 181p., 1985.
- MONTEIRO, C.A.F. - "Teoria e clima urbano". (Tese de Mestrado), São Paulo, Instituto de Geografia/USP, 1976

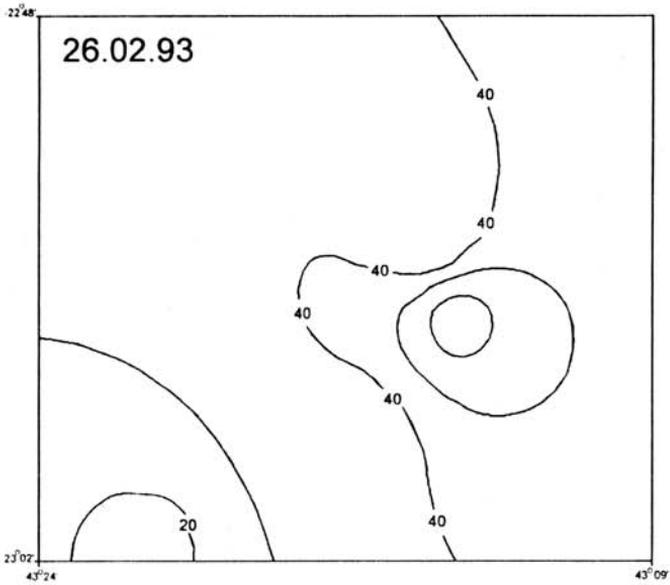


Fig. 3 - Mapa de isoietas (em mm) referente às chuvas do dia 26/02/93.

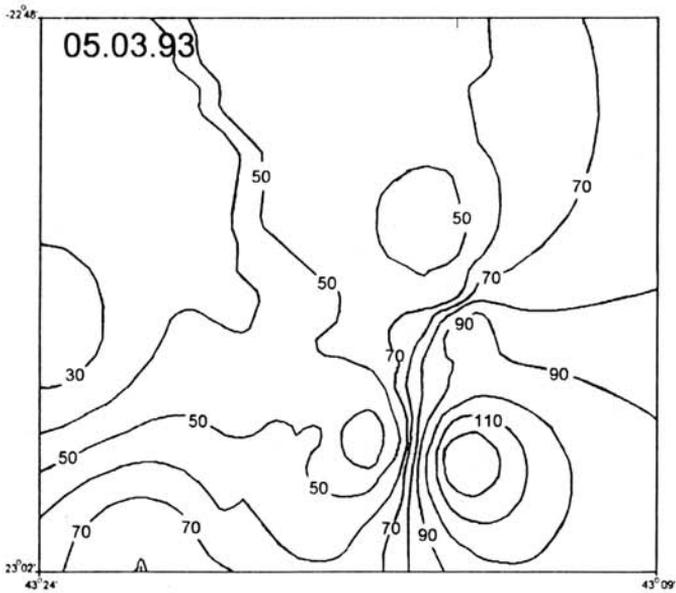


Fig. 4 - Mapa de isoietas (em mm) referente às chuvas do dia 05/03/93.

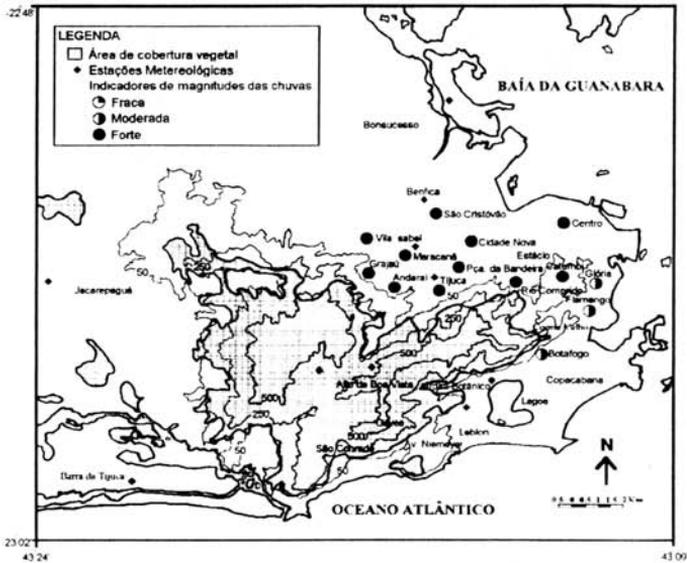


Fig. 5 - Espacialização dos indicadores de magnitude das chuvas na porção oriental da cidade (19/03/93).

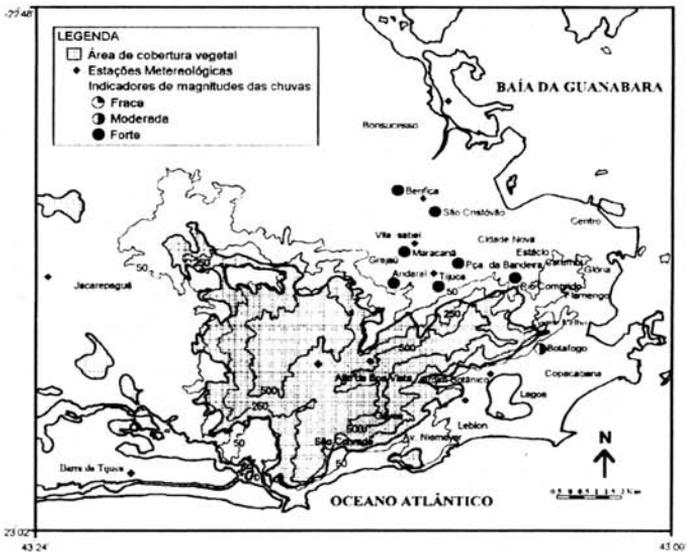


Fig. 6 - Espacialização dos indicadores de magnitude das chuvas na porção oriental da cidade (19/03/93).

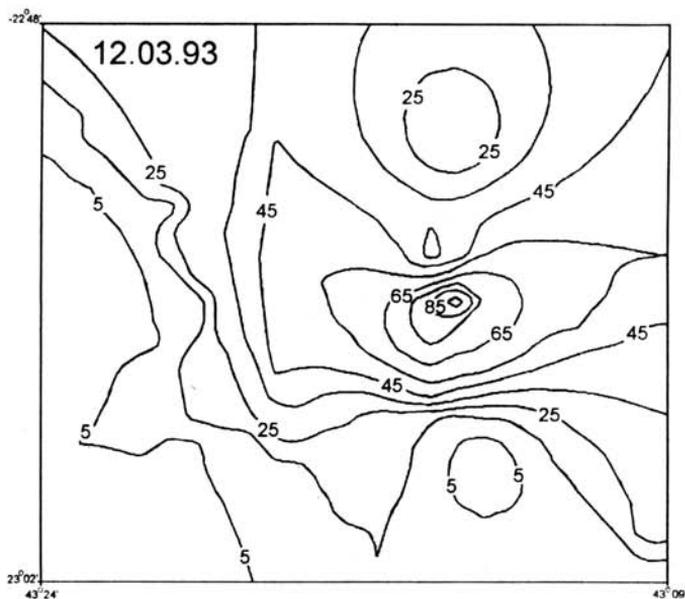


Fig. 7 - Mapa de isoietas (em mm) referente às chuvas do dia 12/03/93.

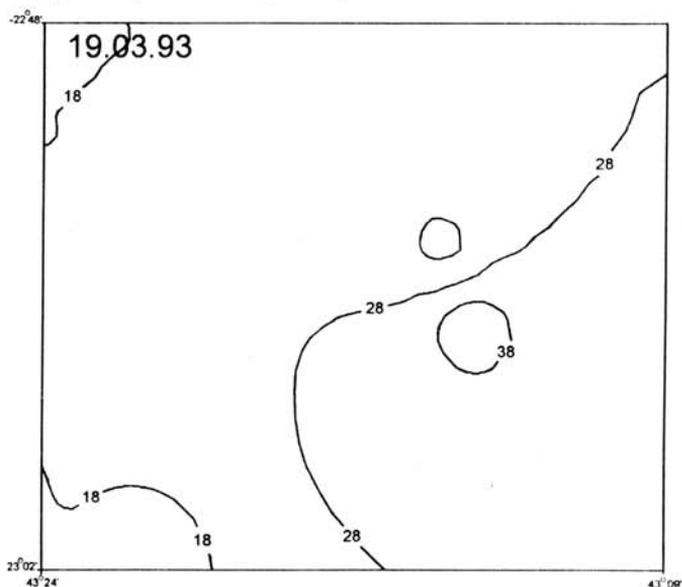


Fig. 8 - Mapa de isoietas (em mm) referente às chuvas do dia 19/03/93.

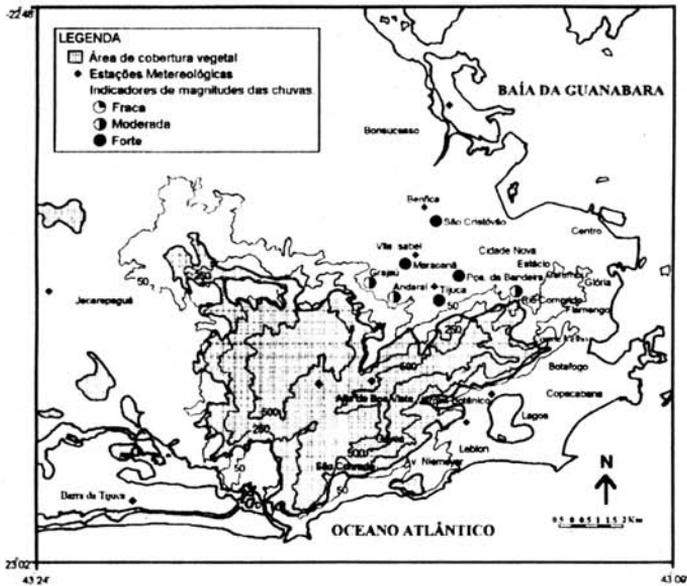


Fig. 9 - Espacialização dos indicadores de magnitude das chuvas na porção oriental da cidade (20/03/93).

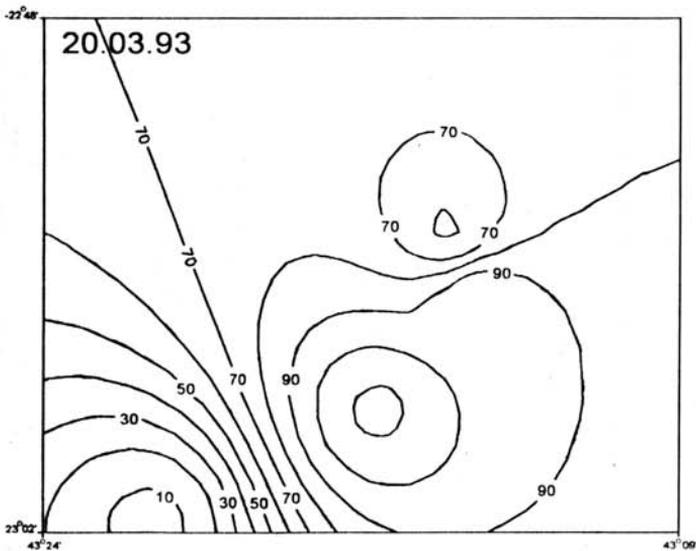


Fig. 10 - Mapa de isoietas (em mm) referente às chuvas do dia 20/03/93.

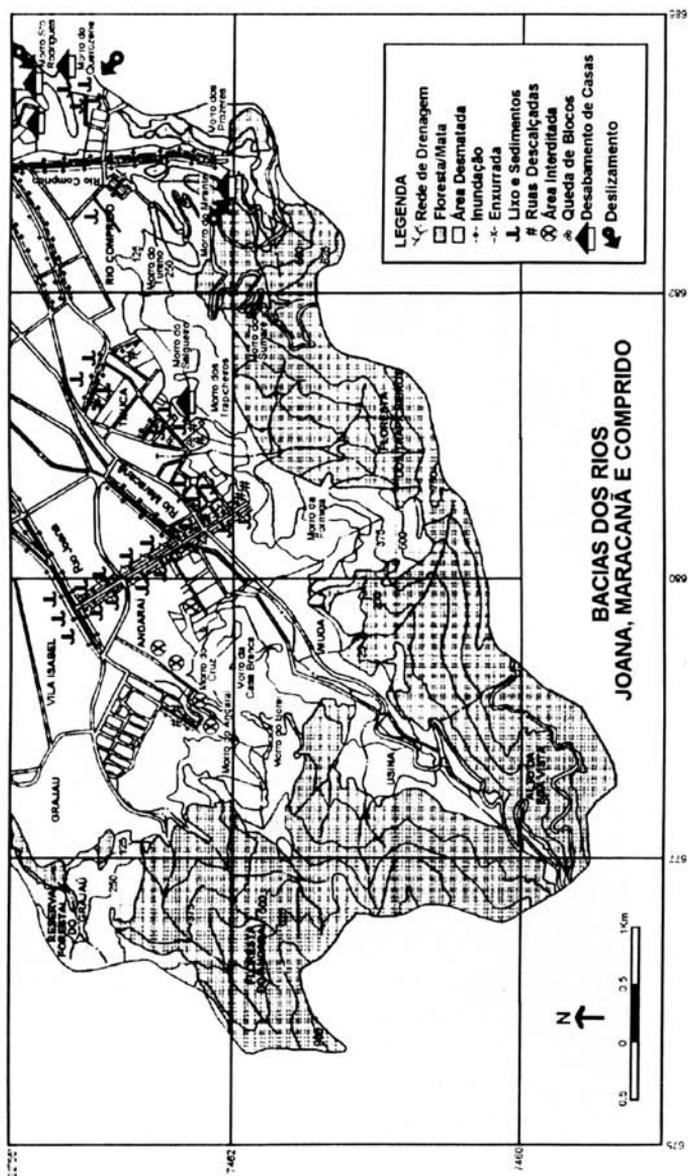


Fig. 11 - Distribuição espacial dos efeitos catastróficos na Bacia do Maracanã.



Fig. 12 - Transbordamento de fluxos no canal Maracanã (Tijuca), concentração de lixos e sedimentos nas suas margens após os eventos de chuva.



Fig. 13 - Enxurrada proveniente do escoamento superficial das encostas nas ruas Valparaíso e Barão de Itapagipe (Tijuca).



Fig. 14 - Estravasamento do fluxo subsuperficial de água no bueiro devido ao refluxo sob forte pressão durante a chuva, na rua Uruguai (Tijuca).



Fig. 15 - Descalçamento da rua Sá Viana (Grajáú), localizada próximo ao sopé de encosta (zona de ruptura de declive), decorrente de uma forte energia cinética que o fluxo d'água estava condicionado.



Fig. 16 - Acumulação de entulhos de lixos e sedimentos após os eventos de chuva, na esquina das ruas Barão de Itapagipe e Félix da Cunha (Tijuca).