



POTENCIAL EROSIVO DAS PRECIPITAÇÕES – UMA CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA

Ariclênes Polo Souza¹

Antonio Carlos Tavares²

RESUMO

Este trabalho apresenta alguns resultados da pesquisa intitulada Impactos Pluviais em Franca (SP), enfatizando o aspecto metodológico. A partir da definição de determinadas condições acentuantes/inibidoras do potencial erosivo das precipitações construiu-se as seguintes cartas: potencial erosivo da gota de chuva, potencial erosivo do escoamento superficial (*runoff*) e potencial erosivo das precipitações. Tais documentos cartográficos determinaram as áreas mais propensas aos efeitos desordenadores das precipitações. Posteriormente cruzou-se os dados referentes às áreas potencialmente mais problemáticas com uma carta dos pontos de impactos pluviais gerada a partir de observações “*in loco*” e através de levantamento bibliográfico na mídia escrita.

Palavras-chave: Geomorfologia urbana, erosividade da chuva, escoamento superficial.

Eixo Temático: Geomorfologia de áreas urbanas

INTRODUÇÃO

Em estudo anterior, SOUZA (2000) buscou mostrar como se comporta a área urbana da cidade de Franca (SP) frente às precipitações. Nesse sentido efetuou-se uma investigação sobre a gênese das chuvas na região, analisou-se o comportamento da pluviometria a partir da série histórica de dados, bem como determinou-se a distribuição espacial da pluviosidade pela malha urbana. De posse dessas informações focalizou-se a chuva enquanto agente catalisador de processos, analisando seu poder de destruição, determinando desse modo os impactos

¹ Mestre em Geografia – UNESP – Rio Claro, SP – Rua Liberdade, 1690, CEP 14405-294, Franca, SP. – e-mail: harry_claynes@yahoo.com.br

² Prof. Doutor – IGCE/UNESP – Rio Claro, SP.



pluviais, os quais foram classificados em quatro categorias: danos à camada asfáltica, danos à infra-estrutura, inundação ou alagamento e incremento à erosão.

Tal estudo justifica-se pelo fato de que os impactos oriundos da ação pluvial se manifestam cada vez mais comumente nas cidades brasileiras. O processo de impermeabilização do solo, a ocupação de áreas proibitivas, a inexistência e/ou ineficiência do sistema de drenagem pluvial, a apropriação inadequada do terreno, etc., vem propiciando o agravamento da situação a cada estação chuvosa.

O IMPACTO METEÓRICO

MONTEIRO (1976) distingue os estudos de climatologia urbana em três canais: conforto térmico (resolução termo-dinâmica); qualidade do ar (resolução físico-química) e impacto meteórico (precipitações).

No entender do autor supracitado os estados especiais da atmosfera - desvios rítmicos - são a fonte desses impactos, devido ao caráter episódico do fenômeno.

Em pesquisa anterior MONTEIRO (1973) já destacava o papel da precipitação, tratando-se de áreas intertropicais, argumentando que as irregularidades deste elemento se constituem no fator de maior interferência na paisagem geográfica.

Como salienta VIEIRA (1978) o clima é o principal fator condicionante dos processos erosivos. No julgamento da autora, embora a temperatura seja importante, devido à influência no processo de maior ou menor coesão dos elementos formadores do regolito, é a pluviosidade o agente mais importante de denudação e, por conseguinte, de modificação da paisagem geográfica. Sublinha a autora (op. cit.) que se deve estudar detalhadamente todas as variáveis do elemento pluvial, ou seja: o volume, duração, intensidade e frequência, correlacionando-as à distribuição ao longo do ano.

Muitos pesquisadores se ativeram ao estudo do impacto meteórico. Tais pesquisas versam sobretudo sobre as desordens que o elemento pluvial ocasiona. Estas desordens são geralmente observadas na forma de desmoronamentos ou deslizamentos, inundações e danos ao aparato infraestrutural urbano. Dentre os inúmeros trabalhos citam-se: MENEZES &



BRANDÃO (1995), FIALHO & BRANDÃO (1995), CONESA GARCIA & COLÂNGELO (1993), ALVES FILHO (1993), GRILO (1992), NASCIMENTO (1995), SOUZA (2000), etc.

Vários outros estudos versaram sobre o fator R (erosividade da chuva) da EUPS. Destes destacam-se: FOURNIER (1960), BERTONI & LOMBARDI NETO (1985), RUELLAN (1953), BERTONI (1967), LOMBARDI NETO & MOLDENHAUER (1992), etc.

Em termos esquemáticos o poder de destruição das águas pluviais, denominado erosividade, e conseqüente modificação da paisagem pode ser expresso da seguinte forma:

- a) Erosão pelo impacto cinético da gota (efeito *splash*);
- b) Erosão pelo escoamento superficial (*runoff* – enxurrada);
- c) Erosão pelo escoamento sub-superficial.

No presente trabalho apresentar-se-á procedimentos metodológicos aplicados num estudo sobre os impactos pluviais na área urbana do município de Franca (SP) resultantes da ação da pluviosidade sob a forma do runoff e do efeito splash.

PROCEDIMENTOS TÉCNICOS-OPERACIONAIS

Visando determinar áreas críticas do ponto de vista dos impactos pluviais, construiu-se um modelo pelo qual busca-se identificar: a) as áreas mais propensas a impactos pela ação cinética da gota de chuva; e, b) as áreas mais propensas ao impacto do escoamento superficial.

As variáveis uso do solo e declividade assumem papel de destaque, uma vez que determinam áreas mais propensas aos processos de infiltração e de escoamento superficial, bem como áreas mais e menos sujeitas ao impacto cinético da gota de chuva. Nesse sentido confeccionou-se esses dois documentos cartográficos.

A carta de declividade (Figura 1) foi gerada pelo SIG IDRISI a partir da carta de curvas topográfica. Adotou-se as classes de declives propostas por Herz & Biasi (1989, apud SOUZA 2000). São estas:

3° - Limite de uso urbano-industrial sem restrições.

3° a 6° - A partir desses valores não seria permitido o emprego de mecanização na agricultura.



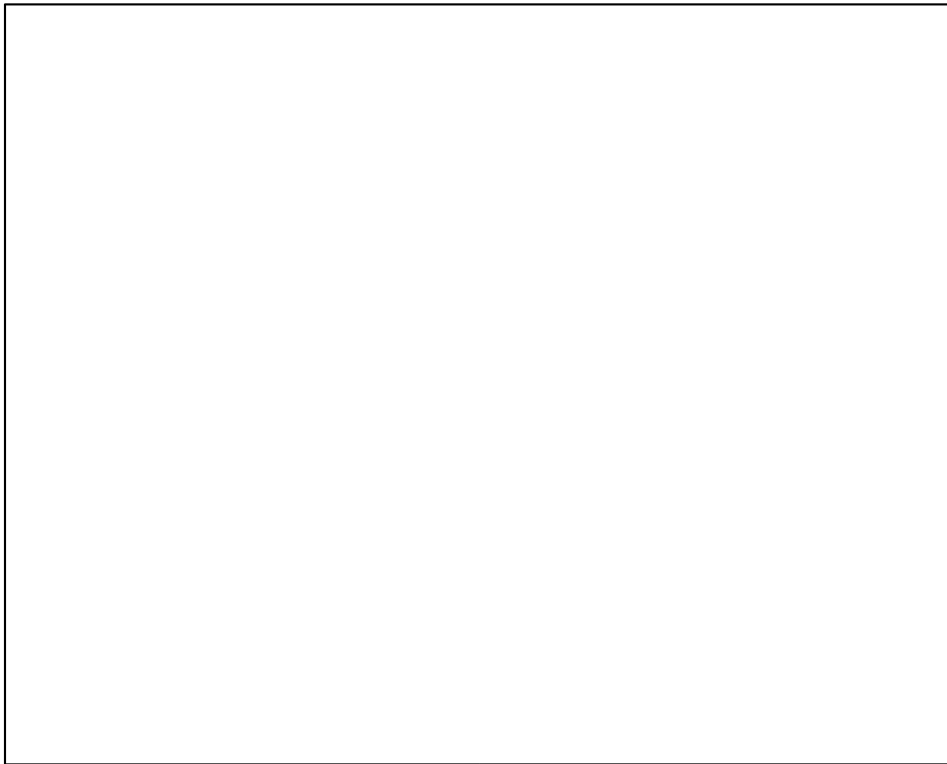
6° ? 11° - (Esta classe foi adotada em função de uma distribuição mais homogênea dos intervalos)

11° ? 16° - Limite máximo para urbanização sem restrições, a partir do qual o parcelamento só seria possível atendendo determinadas exigências.

16° ? 25° - Limite máximo passível de exploração.

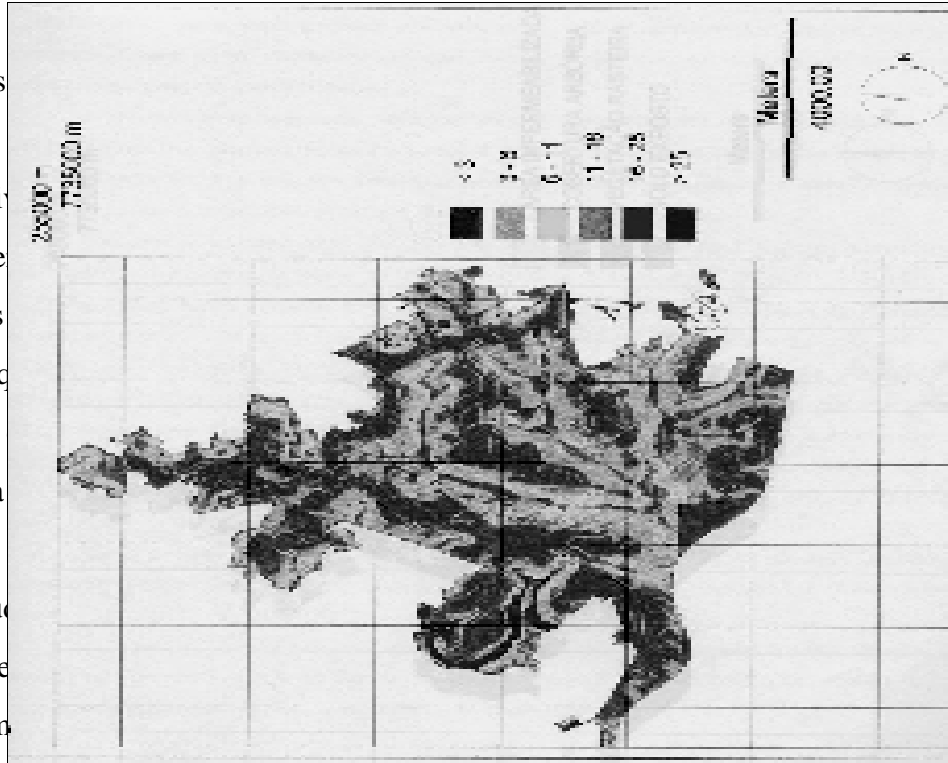
> 25° A partir desse limite o parcelamento do solo é proibido.

Figura 1. Carta de Declividade
SHAPE * MERGEFORMAT





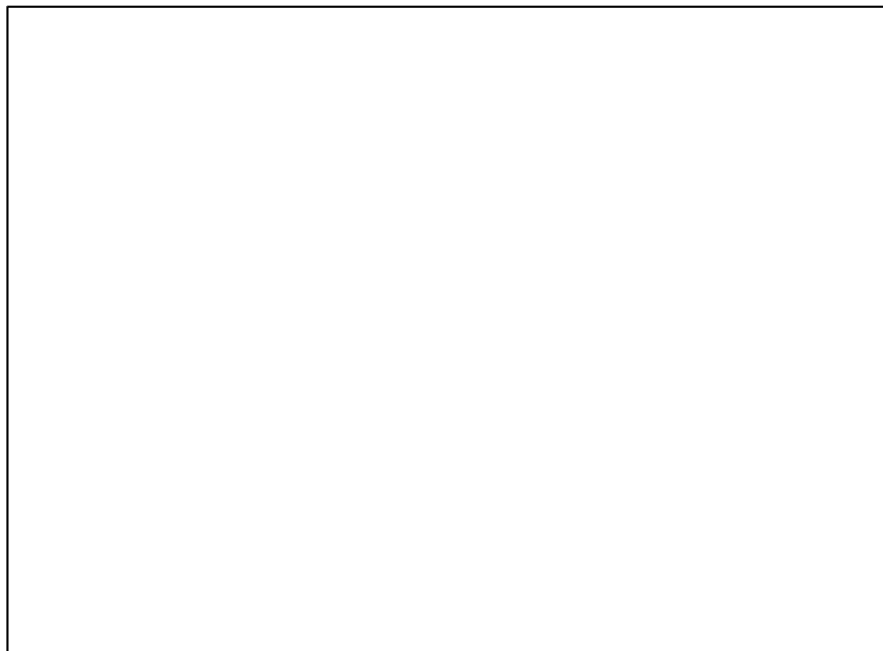
As
vertentes.
com decli
normalme
aos topos
manchas c
A
Cobertura
A
setores su
grandes e
encontram



s e baixas
o de áreas
declivosas,
ncialmente
dendo por
eabilizada,

mente. Os
a possuem
urbanizada
as chácara
que esperam pelo processo de loteamento, outras são lotes cuja finalidade é a especulação imobiliária, e, por fim, outras que se constituem em formas de erosão linear acelerada - voçorocas.

Figura 2. Carta de Uso do Solo
SHAPE * MERGEFORMAT

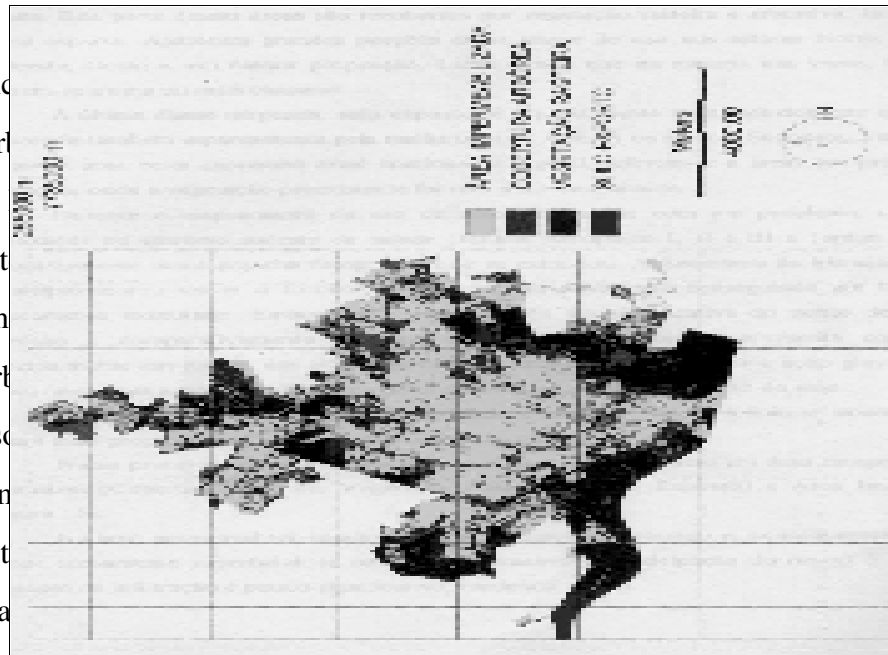




Franc
cobertura ar
presença do

Exist
ocupadas en
rasteira e ar
classe de uso
áreas referen

A últ
ocorrendo ta



s áreas com
m parte pela
ras.

n ainda não
or vegetação
orções dessa
, Leste. Tais
chácaras.

e as demais,
, Leste e Sul

adquirem uma certa expressão areal contínua. Em geral trata-se de áreas em processo de ocupação, onde a vegetação preexistente foi retirada recentemente.

A partir dessas duas cartas (Declividade e Uso do Solo), definiu-se condições que seriam mais propícias para os processos de erosão pluvial.

Condição 1 - Em primeira instância, agrupou-se as classes de uso do solo em duas categorias: Área Permeável (Cobertura Arbórea, Vegetação Rasteira e Solo Exposto) e Área Impermeável (Figura 3).

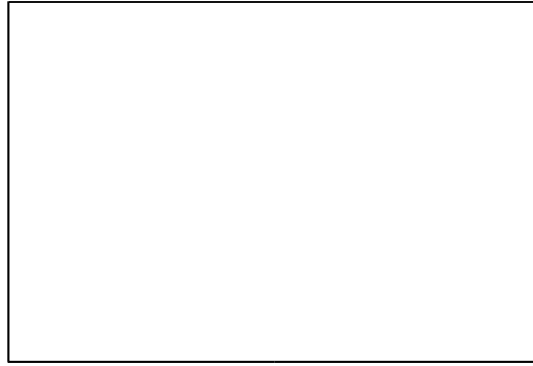
Na área permeável ter-se-á uma maior infiltração no terreno e, conseqüentemente, um menor escoamento superficial. Já na área impermeável a participação do escoamento superficial é maior e o processo de infiltração é pouco significativo, tendendo a nulo.

Teoricamente, quanto maior o escoamento superficial, maior será a erosão laminar e linear, e, maior a probabilidade de inundações das áreas baixas, devido à chegada rápida e em maior quantidade de água nos canais fluviais.

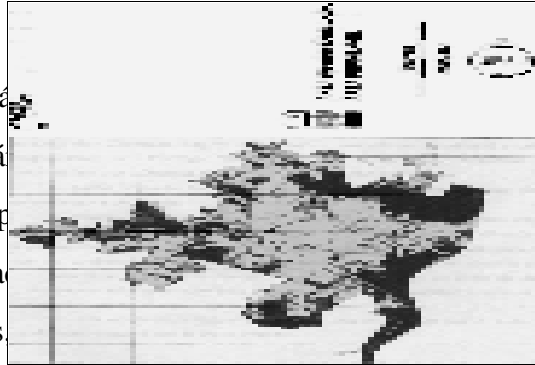
Figura 3. Carta das Áreas Permeáveis/Impermeáveis



SHAPE * MERGEFORMAT



Condição 2 - Para determinar as áreas críticas quanto ao escoamento superficial agrupou-se primeiramente as áreas com declividades superiores a 3° - excetuando-se, portanto, as partes mais planas onde a água não adquire grande velocidade, sendo mais favorável a infiltração. Posteriormente, a essas áreas delimitadas foram adicionadas as áreas com declividades superiores a 6° (limite definido empiricamente), considerando que após esse limite o processo de infiltração perde importância. A carta resultante corresponde à Figura 4.



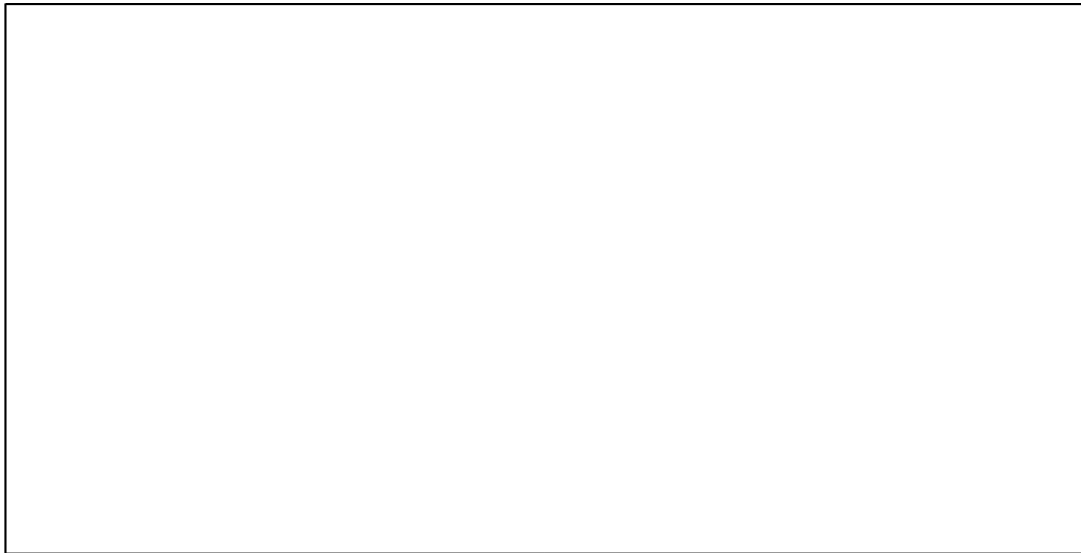
O resultado obtido revela que boa parte dos setores sudoeste, sul e sudeste, assim como áreas expressivas dos setores oeste, leste, nordeste e norte apresentam-se pouco suscetíveis aos impactos do escoamento superficial. Por outro lado, as áreas críticas quanto à erosão via *runnoff* localizam-se primordialmente no setor central - acompanhando a rede de drenagem dos Córregos Bagres e Cubatão -, nos extremos oriental e ocidental (neste último contigualmente ao Córrego do Matadouro), e no setor noroeste, também em áreas circunvizinhas aos afluentes do Córrego do Engenho Queimado.

Condição 3 - O passo seguinte refere-se à elaboração da carta do potencial erosivo da gota de chuva. Consideraram-se menos sujeitas a esse tipo de erosão as áreas impermeabilizadas e as áreas com recobrimento arbóreo, em virtude da proteção exercida sobre o solo e da resistência dos materiais utilizados na pavimentação das ruas. Dessa forma, as áreas mais sujeitas à erosão, via impacto cinético da gota, seriam as recobertas por vegetação rasteira e as que o solo encontrava-se exposto.

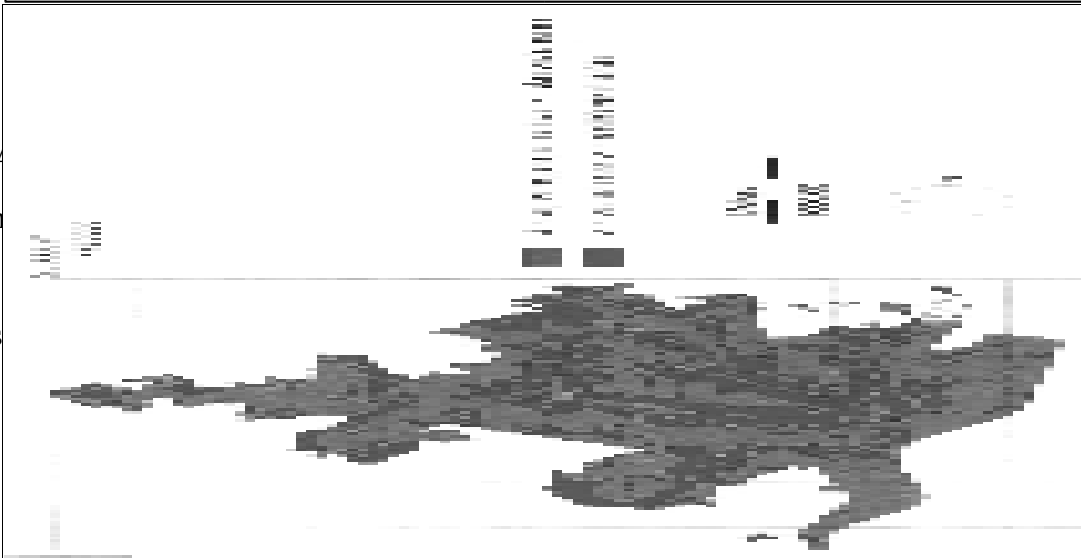
Figura 4. Carta do Potencial Erosivo do Escoamento Superficial



SHAPE * MERGEFORMAT



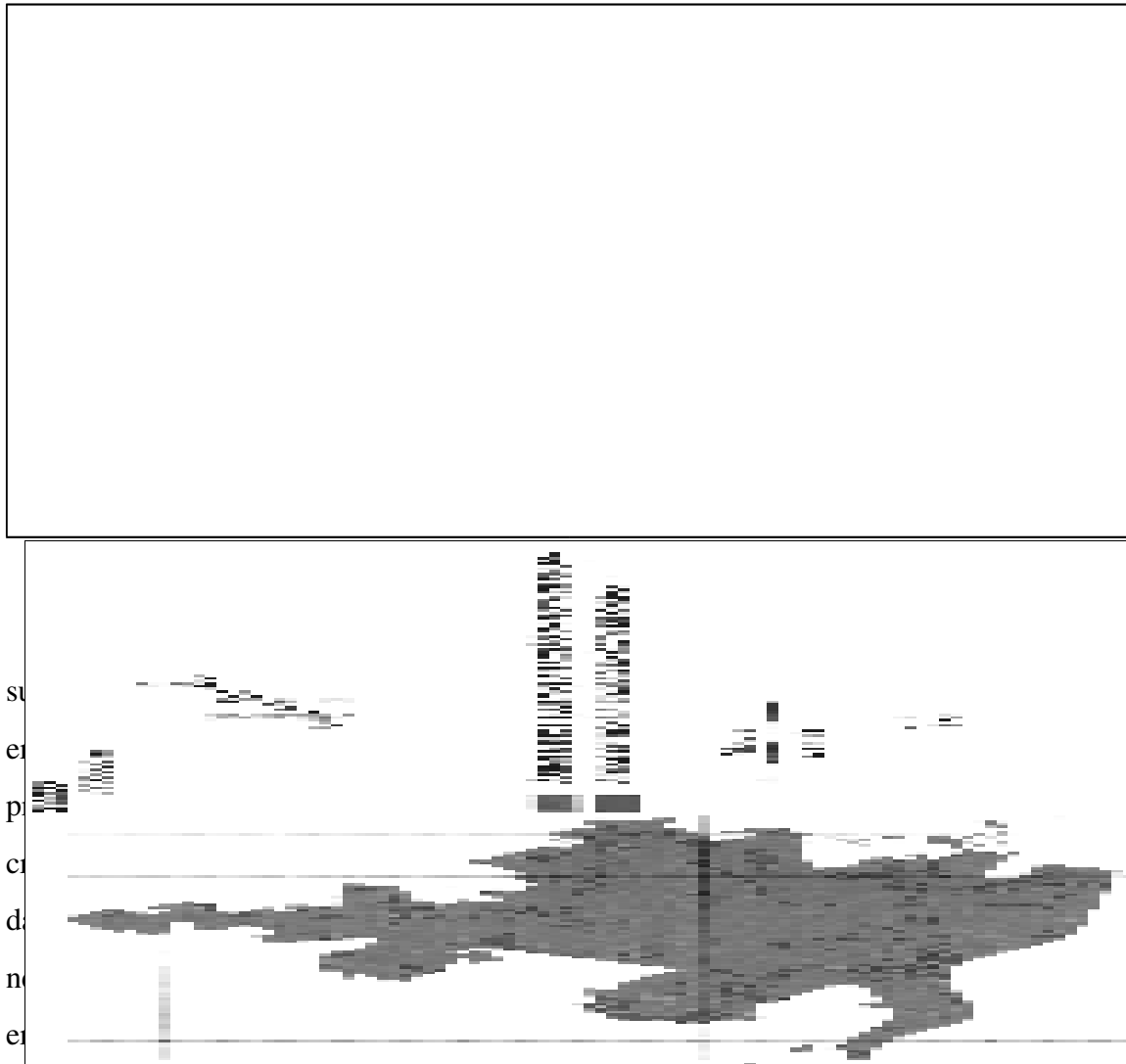
6° . A
dos m
áreas



rior a
mento
este e



Figura 5. Carta do Potencial Erosivo da Gota de Chuva



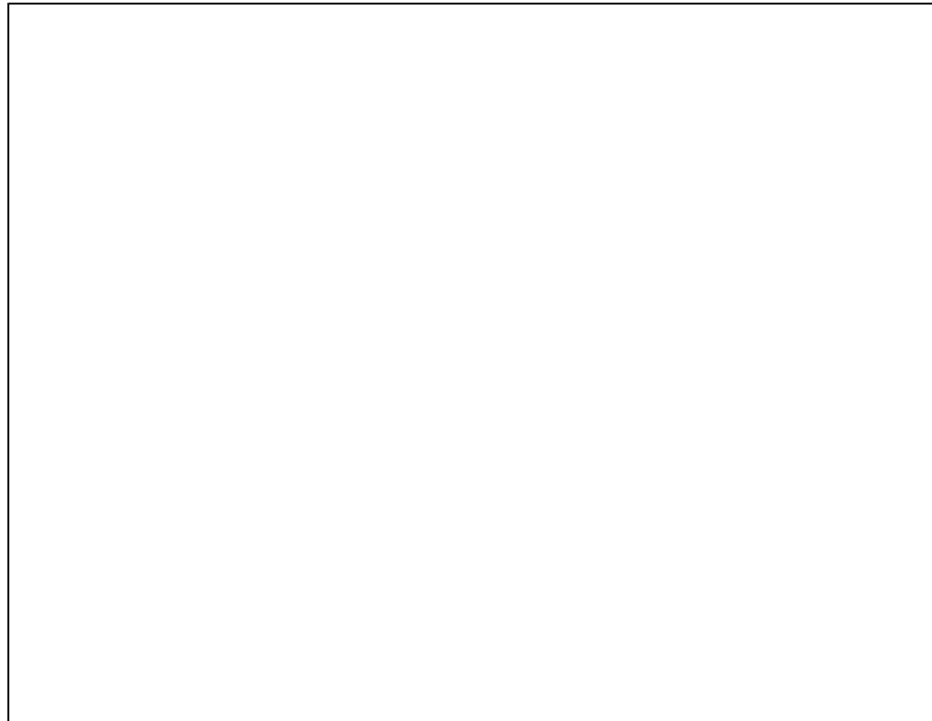
su
er
p
cr
d
n
er

mento
ncial
nuito
áreas
nchas
e que
cas à



Figura 6. Carta do Potencial Erosivo das Precipitações

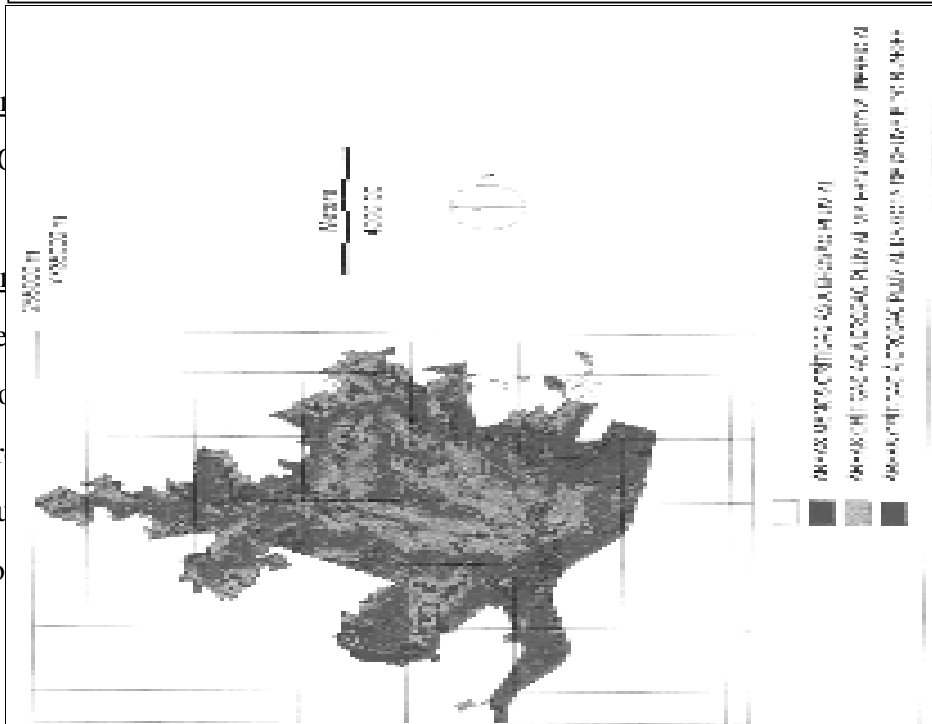
SHAPE * MERGEFORMAT



Cor
jornais) e C

Cor
potencial e
de impacto
exceções r
as áreas qu
onde o po
estragos.

Os
conforme SOUZA (2000), também possuem grandes áreas com alto potencial à erosão das chuvas.



amento em
impacto.

à carta do
, os pontos
erosiva. As
do solo, e
declivosos,
áveis pelos

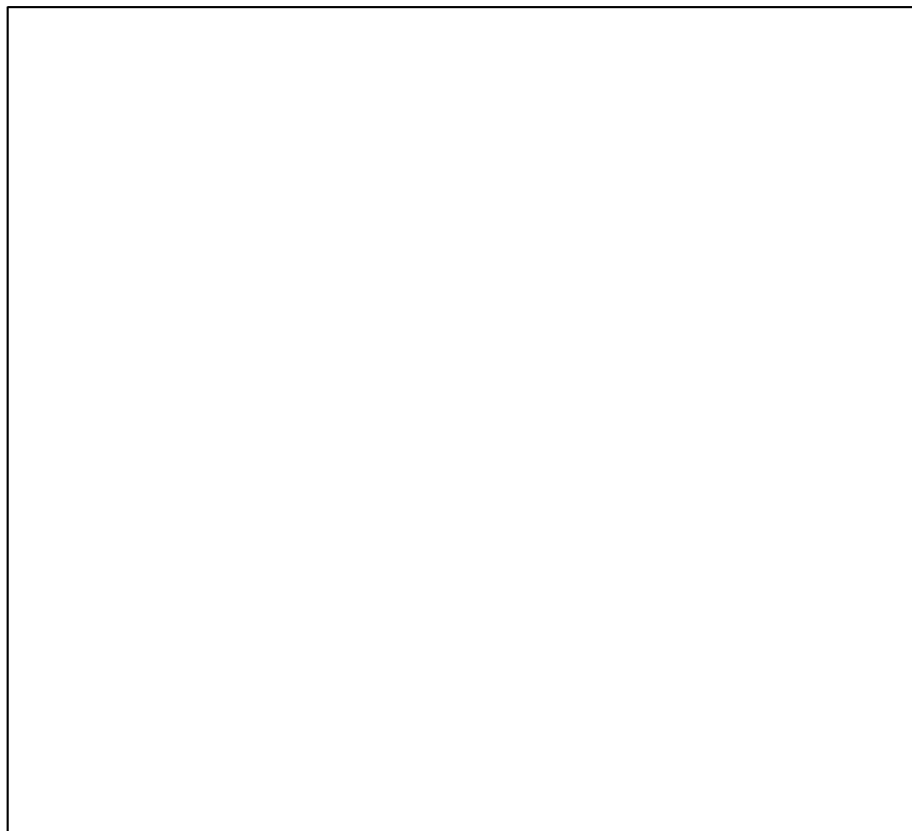
pluviosos,

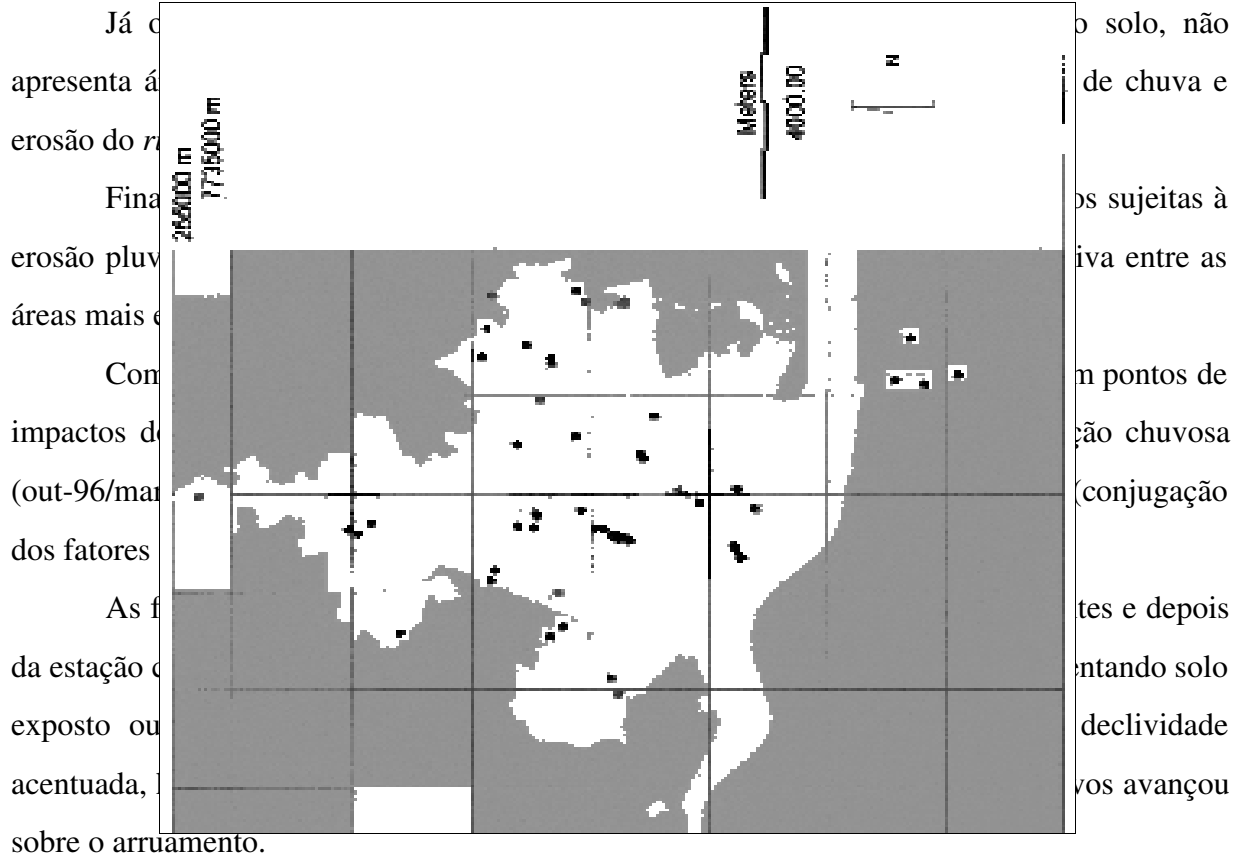


O setor Sudeste, por sua vez, apesar de menos pluvioso, (op. cit) também possui uma área expressiva de alto potencial à erosão pluvial.

Figura 7. Carta de pontos de impacto

SHAPE * MERGEFORMAT





Por sua vez as fotos 3 e 4 revelam uma área do setor leste, também aqui antes e depois do “verão”. Observa-se pela comparação das imagens um aumento significativo dos sulcos erosivos e o produto da erosão acumulado a jusante.

Já a foto 5 retrata um desbarrancamento ocorrido na cabeceira de uma voçoroca, fruto do processo de erosão remontante, dinamizado tanto pela maior afluência do escoamento superficial em direção à forma erosiva quanto pelo aumento da infiltração aumentando o volume da água que escoava subsuperficialmente e que aflora na base da voçoroca.

Por fim, a foto 6, retrata o ressurgimento de uma voçoroca no setor noroeste. A referida forma de erosão havia passado por processos de entulhamento e compactação, sendo posteriormente urbanizada. Por ocasião de um período de fortes e freqüentes chuvas em janeiro de 1997 as galerias pluviais não suportaram o enorme afluxo de água, terminando por romperem-se, desestabilizando toda a área e proporcionando a rápida evolução da forma pré-existente.



Foto 1. Área terraplenada no setor oeste da cidade de Franca antes da estação chuvosa.





Foto 2. Comprometimento do arruamento pela erosão remontante após a estação chuvosa.



Foto 3. Sulcos erosivos no setor leste da cidade de Franca antes da estação chuvosa.



Foto 4. Evolução dos sulcos erosivos no setor leste da cidade de Franca após a estação chuvosa



Foto 5. Desbarrancamento na cabeceira de voçoroca localizada no setor sudeste da cidade de Franca.



Foto 6. Forma erosiva surgida após o rompimento de galerias pluviais – setor nordeste da cidade de Franca





CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, a par de resultados de pesquisas pretéritas e conhecendo empiricamente a área de estudo pode-se afirmar que os eventos pluviais de monta e/ou freqüentes geram sensíveis transtornos à malha urbana de Franca. Os impactos advindos da ação pluvial se manifestam de diferentes formas – danos à infra-estrutura urbana, destruição da camada asfáltica, incremento das formas erosivas, inundações, etc – e, em razão do crescimento urbano e da ocupação desordenada do território, tais problemas tendem a se agravar.

Aceitando a idéia de que o conhecimento é cumulativo e que a troca de experiências entre os profissionais é fundamental para se avançar rumo à solução dos inúmeros problemas que afligem as cidades brasileiras fez-se esta contribuição metodológica, a qual não pretende de forma alguma ser definitiva, pelo contrário, espera-se que esta modesta contribuição sirva para estimular a discussão sobre os problemas urbanos relacionados neste texto.

REFERÊNCIAS

- ALVES FILHO, A. P. As enchentes na região metropolitana de São Paulo no âmbito da climatologia urbana. In: V Simpósio Nacional de Geografia Física Aplicada, 1993, São Paulo. **Anais...**São Paulo: USP, 1993. p. 267-269.
- BERTONI, J. A potencialidade erosiva da gota de chuva. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, n. 13/14, 1967.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. Piracicaba, Livroceres, 1985, 392p.
- CONESA GARCIA, C.; COLÂNGELO, A. C. Processos de escoamento superficial em áreas urbanas. Caracterização e métodos aplicados a cidades mediterrâneas espanholas. In: V Simpósio Nacional de Geografia Física Aplicada, 1993, São Paulo. **Anais...**São Paulo: USP, 1993. p. 73-79.



- FIALHO, E. S.; BRANDÃO, A. M. P. M. Um estudo da pluviosidade nos anos padrões extremos da década de 80 na metrópole carioca. In: VI Simpósio Nacional de Geografia Física Aplicada, 1995, Goiânia. **Anais...**Goiânia: UFG, 1995. v.2, p. 68-71.
- FOURNIER, F. **Climat et erosion**. Paris, University Press, 1960.
- GRILO, R. C. **A precipitação pluvial e o escoamento superficial na cidade de Rio Claro (SP)**. 1992, Dissertação (Mestrado em Geografia) – IGCE, UNESP, Rio Claro 1992.
- LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W. C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com as perdas de solo em Campinas (SP). **Bragantia**, Campinas, v.51, nº. 2, p. 18-196, 1992.
- MENEZES, P. C. P.; BRANDÃO, A. M. P. M. Um estudo do evento pluvial de 09 de junho de 1994 na cidade do Rio de Janeiro. In: VI Simpósio Nacional de Geografia Física Aplicada, 1995, Goiânia. **Anais...**Goiânia: UFG, 1995. v.2, p. 78-83.
- MONTEIRO, C. A. F. **A dinâmica e as chuvas no Estado de São Paulo** – Estudo geográfico sob a forma de Atlas. São Paulo: IGEOG-USP, 1973.
- MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: IGEOG-USP, 1976. 181p.
- NASCIMENTO, M. A. L. S. Erosões urbanas em Goiânia. In: VI Simpósio Nacional de Geografia Física Aplicada, 1995, Goiânia. **Anais...**Goiânia: UFG, 1995. v.2, p. 56-58.
- RUELLAN, F. O papel das enxurradas no modelado do relevo brasileiro. **Boletim Paulista de Geografia. São Paulo**, n. 13, 1953.
- SOUZA, A. P. **Impactos Pluviais em Franca (SP)**. 2000, Dissertação (Mestrado em Geografia), IGCE, UNESP, Rio Claro, 2000.
- VIEIRA, N. M. **Estudo Geomorfológico das Boçorocas de Franca, SP**. 1978. 226p. Tese (Doutorado em Geografia), FFCL, Franca, 1978.