

## **OS ALAGAMENTOS EM UMA SUB-BACIA DO ARROIO DA AREIA, EM PORTO ALEGRE/RS, COM ÊNFASE NA GEOMORFOLOGIA E DRENAGEM URBANA.**

**OLIVEIRA, G.G.**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS; (51) 96624063; 3289.7515 (7514)  
oliveira\_guitar@yahoo.com.br

### **RESUMO**

O processo de urbanização nas grandes cidades brasileiras, como Porto Alegre/RS, foi caracterizado pela falta de planejamento urbano ambiental. Esse processo de urbanização altera as formas de relevo e gera grandes impactos nas dinâmicas hidrológicas, que acarretam na problemática dos alagamentos. O presente trabalho tem como objetivo principal, promover um estudo sobre os alagamentos em uma sub-bacia do Arroio da Areia, em Porto Alegre/RS, com perspectivas no processo de urbanização e suas alterações nas dinâmicas geomorfológicas e hidrológicas. Para isso, faz-se necessário conhecer os processos naturais e sociais, e as transformações decorrentes dessa relação. Assim, procura-se reconhecer aspectos da geologia e geomorfologia, comportamento climático e do sistema de drenagem, associados aos processos urbanos da área de estudo. Logo, três grandes etapas operacionais são necessárias: a) pesquisa bibliográfica; b) elaboração de mapas temáticos; c) análise e cruzamentos das informações. Partindo dessa metodologia de pesquisa, pode-se refletir, de modo mais sistemático, sobre o fenômeno dos alagamentos. Primeiramente, a urbanização implica na retirada da cobertura vegetal e na modificação da superfície do terreno pelas construções. A impermeabilização dos solos através dos loteamentos, arruamentos, calçamentos, entre outras, diminuem a capacidade de infiltração da água nos solos, reduzem o escoamento difuso e aumentam o escoamento superficial concentrado. Dessa forma, as ruas e avenidas, em dias de grande pluviosidade, tornam-se verdadeiros leitos pluviais. Além disso, o sistema de drenagem da sub-bacia contribui com os fenômenos dos alagamentos, na medida em que direciona o fluxo do escoamento das águas de toda a sub-bacia, através dos condutos subsuperficiais, para um único ponto, na Avenida Teixeira Mendes, na Zona Norte do município de Porto Alegre/RS. Os cortes e/ou aterros implicam em profundas modificações no material superficial e também aceleram os processos erosivos na sub-bacia. Logo, os alagamentos estão intrinsecamente associados aos processos de urbanização, bem como suas alterações nas dinâmicas da natureza. As áreas mais suscetíveis aos alagamentos são as áreas mais planas, de menores cotas altimétricas, pois concentram todo o escoamento de montante. Assim, os alagamentos são um reflexo das alterações do homem no meio e revelam a dificuldade que a Administração Pública tem no planejamento do sistema de drenagem, de maneira a atenuar os problemas gerados pelos alagamentos.

Palavras-chave: processo de urbanização; dinâmicas geomorfológicas e hidrológicas; alagamentos; sistema de drenagem.

### **1. INTRODUÇÃO**

As mudanças sócio-econômicas, decorrentes do progresso industrial e da modernização dos serviços, transformaram a dinâmica demográfica brasileira. O deslocamento populacional rural/urbano após a década de 1940, trouxe uma série de novos conflitos sociais e ambientais às cidades e demandaram novas políticas de planejamento urbano ambiental. Porém, as políticas de desenvolvimento locais não evoluíram no mesmo ritmo do crescimento urbano e as condições de vida se tornaram precárias em vários aspectos. Desse modo, o processo de urbanização e metropolização das grandes cidades no século XX, esteve intrinsecamente associado à falta de planejamento urbano e ambiental.

O processo de urbanização implica na alteração de diversas dinâmicas naturais, resultando em novas dinâmicas ainda mais complexas. Os arruamentos, loteamentos, cortes, aterros, entre outras intervenções de ação humana, implicam na alteração da superfície, na canalização do escoamento, no aumento da poluição e do material sólido depositado pela população, que modificam uma série de processos geomorfológicos e hidrológicos, constituindo impactos de diversas ordens e escalas.

Nesse sentido, também o ciclo hidrológico sofre fortes alterações nas áreas urbanas, onde a impermeabilidade dos solos aumenta o escoamento superficial e por conseqüência, a vazão máxima da bacia. Com o aumento da vazão pluvial, há o comprometimento do sistema de drenagem estabelecido na cidade. Assim, todas políticas existentes de desenvolvimento e controle dos impactos quantitativos na drenagem se baseiam no conceito de escoar a água precipitada o mais rápido possível.

Os alagamentos em Porto Alegre/RS são freqüentemente verificados em pontos críticos do sistema de drenagem, as dinâmicas naturais foram fortemente afetadas pelo processo de urbanização e há deficiência no escoamento das águas. As áreas localizadas próximas a esses pontos constantemente são atingidas pelos alagamentos, os quais geram grandes transtornos e riscos à saúde da população (PORTO ALEGRE, 2002). Os alagamentos nas grandes cidades brasileiras, e especialmente, em Porto Alegre/RS, oriundos da desorganização urbana, refletem a dificuldade que a Administração Pública tem no planejamento dos sistemas de drenagem. Nesse sentido, faz-se necessário uma profunda reflexão em torno das problemáticas urbanas, buscando apreender os efeitos da impermeabilidade dos solos, da retirada da vegetação das encostas, da retificação dos cursos d'água, entre outras inúmeras interferências impostas pelo processo de urbanização desordenado e suas implicações no meio.

O presente trabalho tem como objetivo principal, promover um estudo sobre os alagamentos na sub-bacia "A" do arroio Areia, em Porto Alegre/RS, com perspectivas no processo de urbanização e suas alterações nas dinâmicas geomorfológicas e hidrológicas. Para isso, faz-se necessário conhecer os processos naturais e sociais, e as transformações decorrentes dessa relação.

## **2. ÁREA DE ESTUDO**

A bacia do Areia está localizada na Zona Norte de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. Suas coordenadas geográficas são 30° S e 51°10' W. Essa bacia ocupa uma

área de 20,85 km<sup>2</sup>, dos quais aproximadamente metade, cerca de 11,7 km<sup>2</sup>, corresponde à bacia do Arroio da Areia, e o restante pertence ao polder do Aeroporto.

A Prefeitura Municipal de Porto Alegre, através do Plano Diretor de Drenagem Urbana, sub-dividiu a bacia do Arroio da Areia em 11 sub-bacias, de “A” a “L”, seguindo a ordem alfabética. Essa sub-divisão considerou as condições de fluxo e o processo de urbanização, permitindo uma análise hidrológica mais acurada (PORTO ALEGRE, 2002). Na figuras a baixo, são apresentadas a localização da bacia do Arroio da Areia e sua sub-divisão.

### Mapas de localização e subdivisão da bacia do Arroio da Areia.

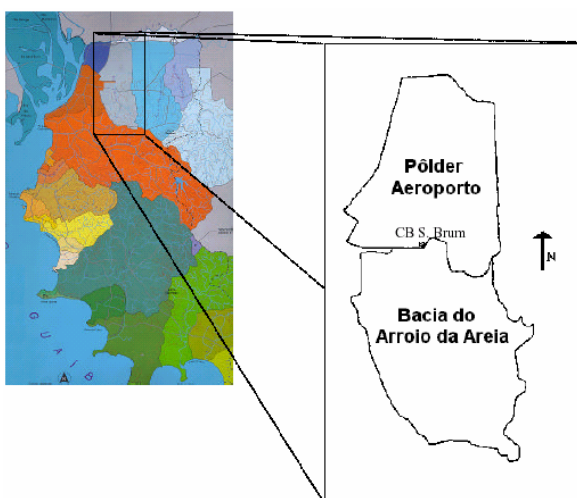


Fig. 1 – Bacias Hidrográficas de Porto Alegre e Bacia do Areia

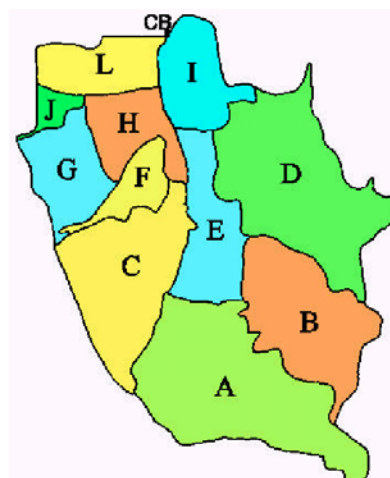


Fig. 2 – Bacia do Arroio da Areia

Fonte: Plano Diretor de Drenagem Urbana, Porto Alegre, 2002.

O estudo foi realizado na sub-bacia “A” do Arroio Areia, que apresenta uma área total de abrangência de 2,37 Km<sup>2</sup> e o comprimento do canal principal de 2,47 Km. O desnível altimétrico é de 102m e a drenagem da sub-bacia é feita por conduto forçado.

Nessa sub-bacia, há uma grande ocorrência de alagamentos e muitas reclamações da população residente. Segundo o Departamento de Esgotos Pluviais (DEP), alguns dos pontos mais críticos de alagamentos em Porto Alegre estão localizados na sub-bacia, próximo à Avenida Nilo Peçanha, uma das principais vias de circulação do município.

### 2.1. Caracterização

A área de estudo situa-se no Planalto Uruguaio Sul-Rio-Grandense, representado por morros e colinas que formam uma faixa alongada de direção NE-SW predominantemente. As rochas graníticas, que formam os morros e colinas de Porto Alegre, foram geradas durante estágios de evolução de um cinturão orogênico, conhecido

como Cinturão Dom Feliciano. Esse cinturão foi originado pela colisão entre dois antigos continentes, um sul-americano e outro africano (MENEGAT, 1998). O Planalto Uruguaio Sul-Rio-Grandense destaca-se pelos caracteres tectônicos e litológicos de sua formação e por seus diferentes graus de dissecação. Apresenta-se com uma diversidade morfológica marcadamente em formas de morros e colinas de dimensões variadas.

O divisor da bacia se encontra no morro Alto Petrópolis, o qual integra a conhecida Crista da Matriz. Suas rochas pertencem às unidades geológicas Granito Independência, Granodiorito Três Figueiras e Gnaiss Chácara das Pedras, representados por um relevo em padrões de colinas com vales entalhados (MENEGAT, 1998). Na encosta dos morros e colinas, a declividade varia entre 10% a 25% e os solos são litólicos associados com podzólico vermelho-amarelo.

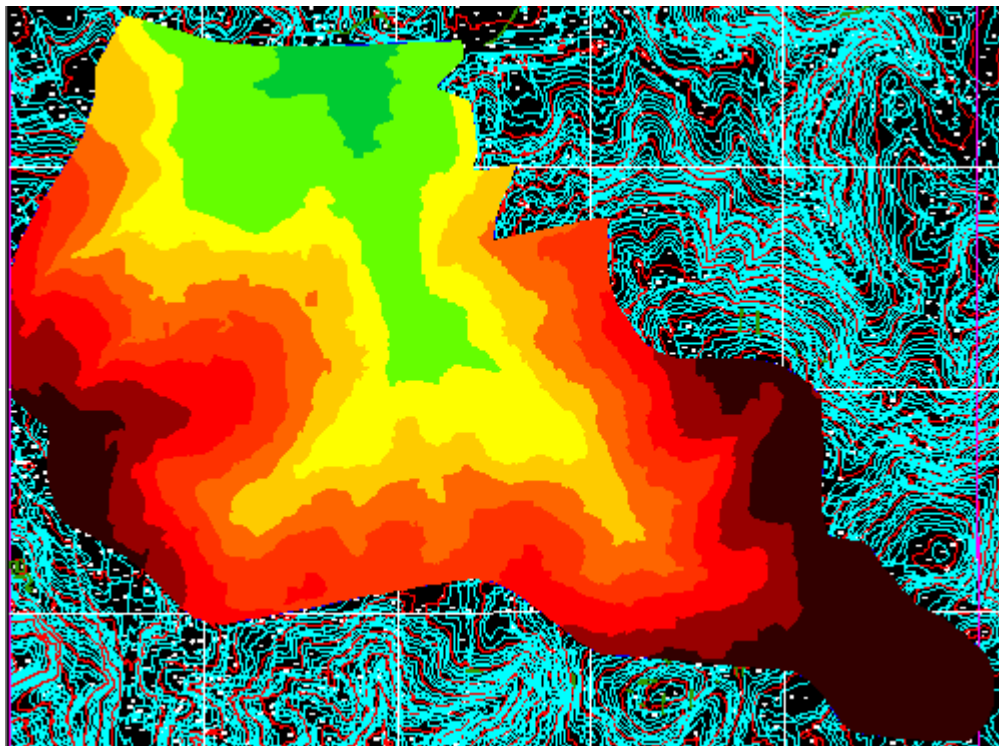


Figura 3: Mapa Hipsométrico da Sub-bacia "A" do Arroio da Areia

O clima de Porto Alegre é classificado, segundo Köppen, como sendo subtropical úmido (Cfa). A temperatura média do ar é de 19,4°C, a precipitação anual média é de 1324 mm/ano e os meses mais chuvosos de junho a setembro (8º Distrito de Meteorologia).

A partir dos dados pluviométricos analisados, pode-se observar que são bastante comuns os eventos capazes de gerar alagamentos em alguns pontos da sub-bacia. Esses eventos podem estar associados a episódios de vários dias de chuva com índices pluviométricos regulares e também a picos de chuvas torrenciais com índices

pluviométricos altos e concentrados, ou ainda, à conjunção das duas situações. É também observado que esses eventos podem ocorrer em qualquer época do ano.

A população que reside na sub-bacia pertence às classes altas e médias, de acordo com a renda familiar mensal (IBGE, 2001). Os bairros Chácara das Pedras e Três Figueiras, localizados na sub-bacia, estão entre os mais valorizados do ponto de vista imobiliário. A ocupação da área de estudo iniciou a partir da década de 1950, mas o processo de densificação urbana se tornou intenso a partir da década de 1980.

### **3. METODOLOGIA**

Para analisar os fatores potencializadores e/ou desencadeadores dos eventos de alagamentos foram considerados os condicionantes geomorfológicos da bacia hidrográfica, os condicionantes antrópicos relacionados ao uso e ocupação da terra e às alterações impostas pela urbanização, os condicionantes climáticos e o sistema de drenagem da sub-bacia, bem como suas limitações.

Assim, este trabalho compreende três etapas operacionais, que visam apreender os fenômenos naturais e sociais na área de estudo, com ênfase na geomorfologia e drenagem urbana. A sistematização e interpretação das informações coletadas permitem uma análise da situação dos alagamentos na sub-bacia “A” do Arroio da Areia.

A primeira etapa do trabalho se resume na pesquisa de referências importantes quanto à geologia e geomorfologia da área de estudo, ao comportamento climatológico, ao processo de evolução da urbanização e ao sistema de drenagem urbano da sub-bacia do arroio Areia.

A segunda etapa compreende a elaboração de mapas temáticos e análise do sistema de drenagem urbana da sub-bacia, de acordo com o cadastro das redes de drenagem fornecido pelo Departamento de Esgotos Pluviais da Prefeitura Municipal de Porto Alegre. A construção do mapa hipsométrico foi realizada a partir das curvas de nível, digitalizadas na escala 1:1000. As curvas de nível também foram utilizadas para a visualização do impacto dos arruamentos e loteamentos nas formas de relevo.

Para a elaboração de mapas, em escala compatível a este tipo de análise, utilizamos imagens de alta resolução espacial. Os mapas foram construídos a partir de imagens de satélite Quickbird, 2002, com resolução espacial de 0,7m. Os dados planimétricos e altimétricos foram obtidos na Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Os softwares utilizados para a digitalização das imagens foram o AutoCad 2000 e o ESRI ArcView, já que ambos foram utilizados na digitalização dos dados obtidos.

A justificativa para a utilização do cadastro do sistema pluvial da sub-bacia A do arroio Areia, obtido no DEP, se deve pelo fato de revelar a direção do escoamento e o diâmetro das canalizações. Estes dados são importantes para explicar os pontos críticos dos alagamentos e áreas mais suscetíveis a este fenômeno.

A última etapa operacional da pesquisa é caracterizada pelo cruzamento das informações, buscando relacionar o processo de urbanização com os alagamentos ocorridos na área de trabalho.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Os alagamentos na área de estudo são reflexos do processo de urbanização, o qual implicou na alteração de diversas dinâmicas naturais na sub-bacia “A” do Arroio da Areia. Primeiramente, as modificações interferem na cobertura vegetal e uso da terra, através da retirada da cobertura vegetal. Depois, a interferência ocorre através da criação de nova morfologia, ligada ao meio urbano. Nesta fase são elaborados grandes cortes e/ou aterros no terreno para a instalação do sistema viário e posterior instalação das construções. Durante as construções, há a modificação dos materiais superficiais e na resistência dos agregados (FUJIMOTO, 2002).

Na área de estudo, podemos observar poucas manchas isoladas de vegetação caracterizando o que chamamos de ‘ilhas verdes’ no meio das construções e habitações. As praças, as calçadas, os jardins e os canteiros são os locais onde ainda encontramos algumas espécies da vegetação arbórea local. A substituição da cobertura vegetal pelos pavimentos utilizados nas construções promove uma grande redução na taxa de infiltração de água no solo e impermeabilizam a superfície do terreno. Conseqüentemente, observa-se um aumento do escoamento superficial das águas e uma maior vazão máxima da sub-bacia.

Assim, com o baixo grau de infiltração de água no solo devido à impermeabilização da superfície dos terrenos e o aumento do escoamento superficial, canalizado pelos arruamentos e pelo sistema de drenagem da sub-bacia, temos a ocorrência de grandes episódios de alagamentos nas áreas mais planas, de altitude menor do que 50m, onde a capacidade de escoamento das águas é menor.

Sendo assim, as áreas mais suscetíveis a alagamentos são as áreas planas à jusante, pois se encontram em situação topográfica relativamente inferior às unidades de vertente. Essas áreas recebem todo fluxo dos escoamentos superficiais das águas das chuvas. Nas áreas mais planas, a velocidade de escoamento é menor, proporcionando uma grande

concentração de água por ocasião de eventos de precipitação associados à impermeabilização da superfície das vertentes e das áreas planas.

Quanto aos loteamentos, em geral, constata-se uma série de pequenos impactos no ambiente devido às alterações impostas pela urbanização. Os degraus de corte realizados nas unidades de vertentes do morro Alto Petrópolis para a criação das superfícies planas são de grande dimensão. Observa-se, também, a impermeabilização destas áreas decorrente principalmente da compactação do material superficial para construção dos arruamentos e das moradias e posteriormente das edificações.

Boa parte da área de trabalho se encontra em áreas com uma declividade razoavelmente acentuada e isso implica, muitas vezes, no aterramento, nivelamento do terreno e/ou cortes numa determinada secção do relevo. Qualquer uma dessas ações implicam em alterações em dinâmicas erosivas e hidrológicas. Os impactos das construções e loteamentos são observados na figura a seguir, onde podemos observar um corte abrupto na superfície do terreno. Todas essas modificações acarretam em novas dinâmicas de escoamento pluvial.

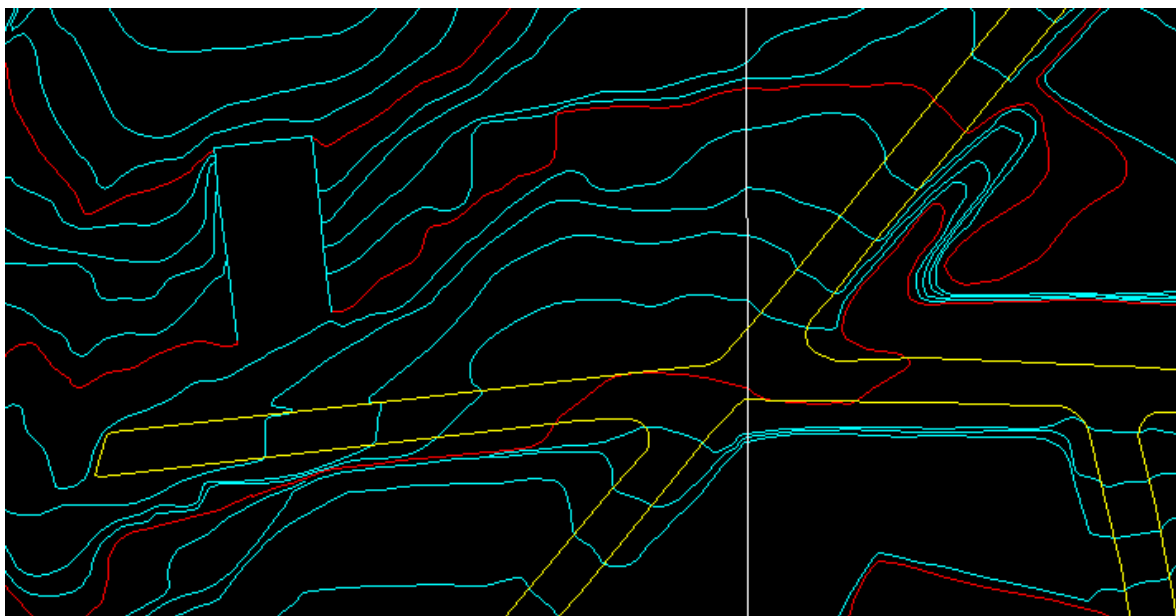


Figura 4: Cortes e arruamentos observados nas curvas de nível.

Digitalização no software AutoCad 2000.

Autor: Guilherme G. Oliveira

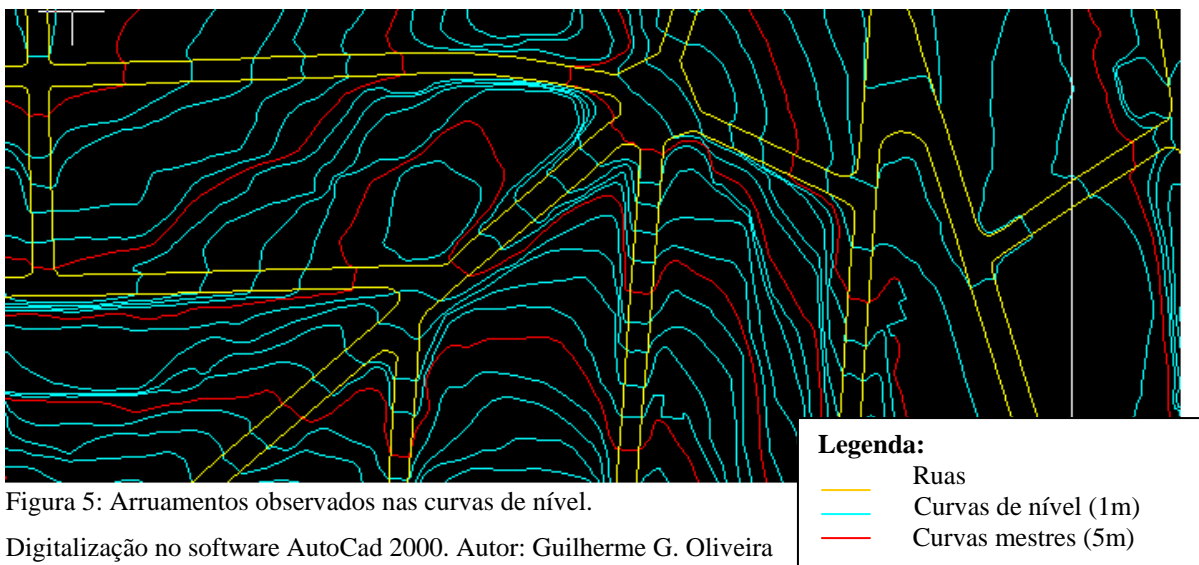
**Legenda:**

- Ruas
- Curvas de nível (1m)
- Curvas mestres (5m)

Outro aspecto importante e preocupante é o fato de que os residentes da sub-bacia estão, gradativamente, substituindo a grama pelos pisos de concreto, pavimentos graníticos

e/ou basálticos nos jardins. Assim, além das ruas, calçadas e residências, os jardins também estão impermeabilizando a superfície do terreno e contribuem com o escoamento superficial das águas.

O processo de urbanização compreende também os arruamentos, que interferem e alteram dinâmicas naturais. O desnível entre as ruas e avenidas em relação aos loteamentos promovem a concentração do fluxo do escoamento superficial, a que torna as ruas verdadeiros rios em dias de grandes eventos climatológicos. Observando as curvas de nível no mapa a baixo podemos constatar a concentração do escoamento, com características semelhantes a de um curso d'água.



Conforme o cadastro da rede pluvial, o diâmetro das tubulações não comporta todo o fluxo das águas de montante, ainda mais levando-se em conta que, quase toda água das chuvas, é direcionada aos locais destacados no mapa a seguir, os quais constantemente sofrem com alagamentos.



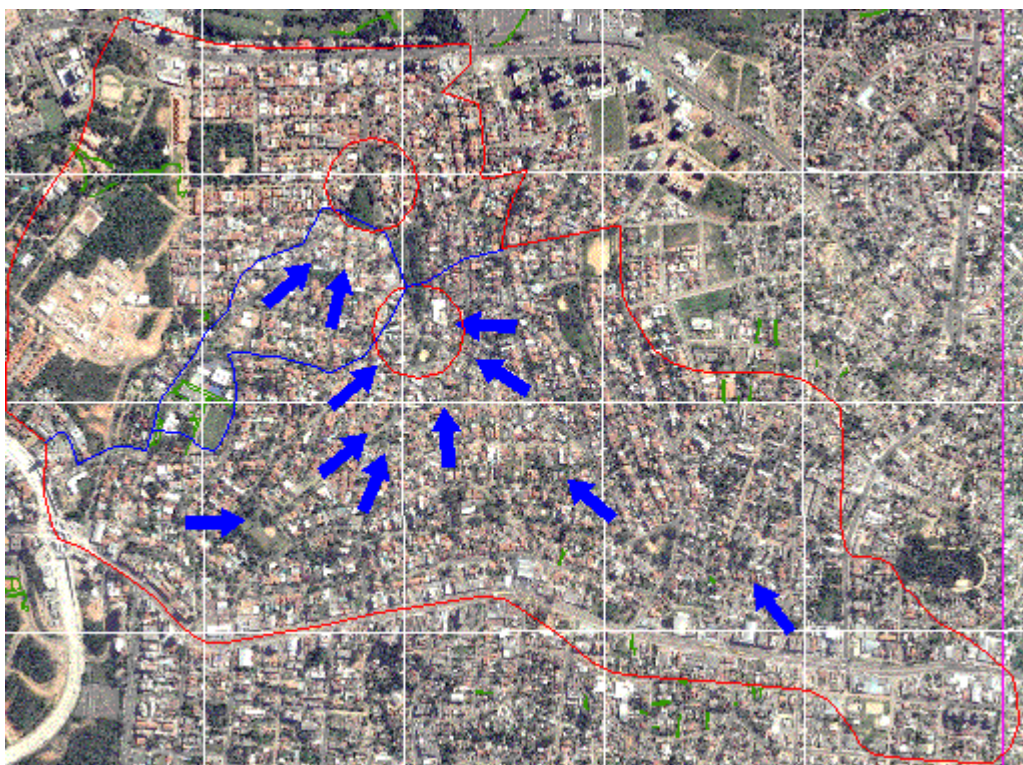


Figura 6: Direção do escoamento das águas na sub-bacia.

Digitalização no software AutoCad 2000. Autor: Guilherme G. Oliveira (Imagem Quickbird)

## CONCLUSÕES

O processo de urbanização promove muitas alterações sobre as formas de relevo e dinâmicas hidrológicas. Em linhas gerais, há uma diminuição do escoamento superficial difuso e a intensificação do escoamento superficial concentrado. Estes processos, aliados à impermeabilização dos solos, contextualizam a problemática dos alagamentos na sub-bacia do Arroio da Areia.

A Prefeitura Municipal de Porto Alegre, através do Plano Diretor de Drenagem Urbana, procura desenvolver projetos para atenuar tais processos. Uma das propostas seria a construção de reservatórios nas praças localizadas na encosta dos morros, visando a contenção de uma parte da água das chuvas.

Em última análise, os alagamentos constituem um grande caos no cotidiano dos habitantes porto-alegrenses e revelam a desordem política e social das grandes cidades brasileiras. Constituem um reflexo da falta de harmonia entre o natural e o urbano.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

BEAUJEU-GARNIER, J. **Geografia da população**. São Paulo: Editora Nacional e Editora da USP, 1971.

FUJIMOTO, N. S. V. M. Implicações ambientais na área metropolitana de Porto Alegre – RS: Um estudo geográfico com ênfase na geomorfologia urbana. In: GEOUSP – **Espaço e Tempo**. Revista da Pós-Graduação em Geografia. São Paulo: FFLCH/USP, 2002. p. 141-177.

GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. (Org.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

KADE, G. et al. **O homem e seu ambiente**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1975.

MACEDO, R. K. de. **Gestão ambiental: os instrumentos básicos para a gestão ambiental de territórios e de unidades produtivas**. Rio de Janeiro: ABES-AIDIS, 1994.

MASCARÓ, L. R. de. **Ambiência urbana = Urban environment**. Edição Bilíngüe: português-inglês. Porto Alegre: Sagra-DC Luzatto, 1996.

MENEGAT, R. (Coord.). **Atlas Ambiental de Porto Alegre**. 2. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1998.

PORTO ALEGRE. Prefeitura Municipal. Departamento de Esgotos Pluviais. **Plano Diretor de Drenagem Urbana**. Porto Alegre: UFRGS/IPH, 2000-2001.

PORTO ALEGRE. Prefeitura Municipal. Departamento de Esgotos Pluviais. **Plano Diretor de Drenagem Urbana: Bacia do Arroio Areia**. v. 4. Porto Alegre: UFRGS/IPH, 2002.

RABENO, R. (Org.). **Horizonte metropolitano: a gestão territorial na região metropolitana de Porto Alegre**. Porto Alegre: METROPLAN, 2002.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 7. ed. São Paulo: Contexto, 2003.

SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

SOUZA, C. F. de & MÜLLER, D. M. **Porto Alegre e sua evolução urbana**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 1997.

TUCCI, C. E. M. Plano Diretor de Drenagem Urbana: princípios e concepções. In: TUCCI, C. E. M.; GOLDENFUM, J. A.; DEPETTRIS, C. A.; PILAR, J. V. **Hidrologia urbana na bacia do Prata**. Porto Alegre: ABRH, 2000. p. 109-120.