

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP)
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS
HUMANAS (FFLCH)
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA (DG)

RENAN GUEDES DE PINHO

**A FRAGILIDADE AMBIENTAL NO CONTEXTO DAS INUNDAÇÕES
URBANAS: UM BREVE ESTUDO DE CASO PARA O BAIRRO
ROCHDALE, EM OSASCO.**

São Paulo, julho de 2016.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS
HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

RENAN GUEDES DE PINHO

**A FRAGILIDADE AMBIENTAL NO CONTEXTO DAS INUNDAÇÕES
URBANAS: UM BREVE ESTUDO DE CASO PARA O BAIRRO
ROCHDALE, EM OSASCO.**

Trabalho de Graduação Individual apresentado ao Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Geografia, sob orientação do Professor Dr. Jurandyr Luciano Sanches Ross.

São Paulo, julho de 2016.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Renan Guedes de Pinho

A FRAGILIDADE AMBIENTAL NO CONTEXTO DAS INUNDAÇÕES URBANAS: UM BREVE ESTUDO DE CASO PARA O BAIRRO ROCHDALE, EM OSASCO.

Trabalho de Graduação Individual apresentado ao Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Aprovado em: _____ de _____ de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Jurandyr Luciano Sanches Ross

Prof. Arguidor

Prof. Arguidor

RESUMO

Este trabalho visa elaborar uma análise integrada e focada em alguns aspectos da realidade sócio-ambiental do bairro do Rochdale em Osasco. O enfoque é a fragilidade potencial da localidade (sobretudo, sua propensão a inundações urbanas, uma triste realidade no referido distrito osasquense), de acordo com algumas de suas características físicas “naturais” e “antrópicas”. Assim, a pesquisa baseia-se na caracterização da ocupação e do uso do solo da área, associada às condições geomorfológicas e morfométricas do entorno, buscando uma interconexão entre os aspectos que, porventura, agravem os episódios de inundaçāo do bairro.

Palavras-chave: Bairro do Rochdale. Osasco. Inundações urbanas. Área de inundaçāo. Fragilidade ambiental. Geoprocessamento.

ABSTRACT

This paper aims to develop an integrated analysis and focused on some aspects of the socio-environmental reality of the Rochdale district in Osasco. The focus is the potential fragility of the locality (especially their propensity to urban flooding, a sad reality in that district), according to some of their physical characteristics "natural" and "anthropogenic". Thus, the research is based on the characterization of the occupation and use of land area, associated with geomorphological and morphometric conditions of the surroundings, seeking an interconnection between the aspects that perhaps worsen episodes of flooding in the district.

Keywords: Rochdale district. Osasco. Urban flooding. Flood area. Environmental fragility. Geoprocessing.

AGRADECIMENTOS

À força (ou mistério) vital presente na vida, seja isso chamado de Deus, energia ou o que quer que seja. Tenho certeza que contei em minha vida (a acadêmica inclusa) com provisões que, em alguma medida, transcendem à razão humana e que alguns aspectos de nossa vida são particularmente difíceis de serem explicados pela racionalidade. Agradeço a esse “ser”, “entidade” ou o que quer que o valha pela “força” em momentos importantes.

À minha família, em especial aos meus pais que me ajudaram, e muito, a seguir o curso até o fim; por mais difíceis que tenham sido alguns momentos de meu percurso geográfico e por mais que, por vezes, se tenham tornado árduos os diálogos (desafio que talvez a totalidade dos relacionamentos humanos enfrente); agradeço pela insistência em me incentivar a prosseguir com o caminho acadêmico escolhido. Ao meu irmão e ao meu primo Matheus pelo companheirismo de sempre e a toda a parte de minha família que me quer bem e que torce por mim.

À Marcella, pela trajetória incrível que trilhamos juntos, por me ajudar, por compartilhar comigo a pessoa maravilhosa que é; auxiliando-me muito a ser alguém melhor e mais feliz. Agradeço demais pela paciência comigo e todo o amor dividido em forma de momentos muito bonitos que guardo dentro de mim por toda a minha vida.

Ao professor Jurandyr por me abrir, desde o início do curso, um caminho de perspectivas dentro do ambiente acadêmico; pelas aulas; pelos momentos de orientação e cobrança. Por fazer parte, enfim, de meu percurso de graduação; em especial, de um dos momentos mais críticos: o de conclusão.

Aos amigos, companheiros e colegas de caminho universitário e profissional por me prestarem assistência em tantos e tantos momentos; pelas conversas; trabalhos de campo compartilhados; aulas. Por também contribuírem demais para meu crescimento pessoal. Sou uma pessoa bastante modificada (creio que para melhor) depois de passar pela Academia. Em especial, agradeço ao Patrick Martins, Teodósio, Donato, Alex Soria, Alex Souza (esperando sinceramente não esquecer-me de ninguém) pela paciência, conhecimento compartilhado e pela “assessoria” que me prestaram, em particular, no momento de confecção dos mapas para este trabalho. Agradeço ainda aos amigos Renata e Tarcísio, Rafael Schwab, Erivelton Brito por serem grandes pessoas e terem me brindado com sua amizade. Àqueles que estagiaram

comigo na Emplasa em momento tão único. Aos amigos que fiz na Geografia. Aos que fiz “fora” e/ou anteriormente a ela por, de alguma forma, fazerem parte desse momento.

Aos professores que conheci na Universidade, por toda imensa contribuição que me forneceram.

À minha segunda mãe, Denayr, por ter sido uma pessoa tão iluminada! Gostaria muito que você, assim como outros entes queridos que se foram, estivesse (m) ainda “por aqui” para compartilhar (em) esse momento comigo. Mas tenho certeza que os tenho dentro de mim e agradeço imensamente por terem convivido comigo. Ao Antônio por ser alguém realmente exemplar na minha vida. A esses queridos que se foram. Esse trabalho também é imensamente dedicado a vocês!

LISTA DE MAPAS

MAPA 1 – Carta topográfica histórica do bairro do Rochdale, com o traçado atual dos limites do distrito osasquense.....	14
MAPA 2 – Localização da área de estudo e desta em relação ao município de Osasco e deste em relação à RMSP.....	31
MAPA 3 – Limite da Bacia do Alto Tietê e delimitação de suas sub-bacias (ou sub-regiões).....	33
MAPA 4 – Mapa hipsométrico da área de estudo.....	45
MAPA 5 - Mapa clinográfico da área de estudo.....	46
MAPA 6 - Mapa geomorfológico da área de estudo.....	47
MAPA 7 - Mapa de uso e ocupação da terra do bairro do Rochdale em Osasco.....	53
MAPA 8 - Carta de fragilidade da área de estudo.....	58

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Esquema ilustrativo e explicativo abordando os conceitos de inundação e enchente descritos anteriormente, bem como o de alagamento.....	21
FIGURA 2 - Exemplo de classificação das ordens dos cursos d’água (destacando-se o rio principal) em um sistema hidrográfico segundo Strahler (1952).....	32
FIGURA 3 - Precipitação estimada para o bairro do Rochdale, em Osasco.....	34
FIGURA 4 - Esquema ilustrativo mostrando o “ciclo da água” e as condicionantes que influenciam o escoamento superficial.	42
FIGURA 5 - Esquema ilustrando algumas das características importantes da bacia de drenagem que influenciam no escoamento superficial.....	43

LISTA DE FOTOGRAFIAS

FOTO 1 - Rua Cuiabá, no bairro do Rochdale.....	20
FOTO 2 - Vista lateral do Parque Ecológico do Rochdale, um dos pouquíssimos refúgios de áreas menos urbanizadas no bairro osasquense.....	29
FOTO 3 - Inundação no bairro do Rochdale, em Osasco.....	37
FOTO 4 - Foto de solenidade de entrega de pacote de obras no Rochdale, com recursos federais.....	40
FOTO 5 - Curso d'água retificado e avenidas às suas margens.....	51

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Classes de fragilidades de acordo com a variável declividade das encostas.....44

TABELA 2 - Classes de fragilidades de acordo com a variável compartimentos
geomorfológicos.....44

TABELA 3 - Classes de fragilidades de acordo com a variável usos da terra..... 52

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	Justificativa.....	16
1.2	Problema.....	16
1.3	Hipótese.....	17
1.4	Objetivos gerais.....	17
1.5	Objetivos específicos.....	17
1.6	Bases conceituais e teóricas.....	18
1.7	Metodologia e procedimentos técnicos.....	24
1.8	Caracterização da área de estudo.....	28
2	ATIVIDADES E PRODUTOS.....	34
3	AS INUNDAÇÕES NO BAIRRO DO ROCHDALE NOTICIADAS PELA MÍDIA.....	36
4	INTERVENÇÕES GOVERNAMENTAIS NA ÁREA DO BAIRRO DO ROCHDALE.....	39
5	A GEOMORFOLOGIA E AS CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DO ENTORNO E SUA CONTRIBUIÇÃO NO ENTENDIMENTO DO PROBLEMA.....	40
6	A INFLUÊNCIA DA APROPRIAÇÃO DO SOLO NA OCORRÊNCIA DE INUNDAÇÕES URBANAS.....	49
7	ASPECTOS FÍSICOS, MORFOMÉTRICOS E RELATIVOS ÀS ATIVIDADES HUMANAS INTER-RELACIONADOS NA CARTA DE FRAGILIDADE.....	55
8	ANÁLISE INTEGRADA DAS INFORMAÇÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62

1 INTRODUÇÃO

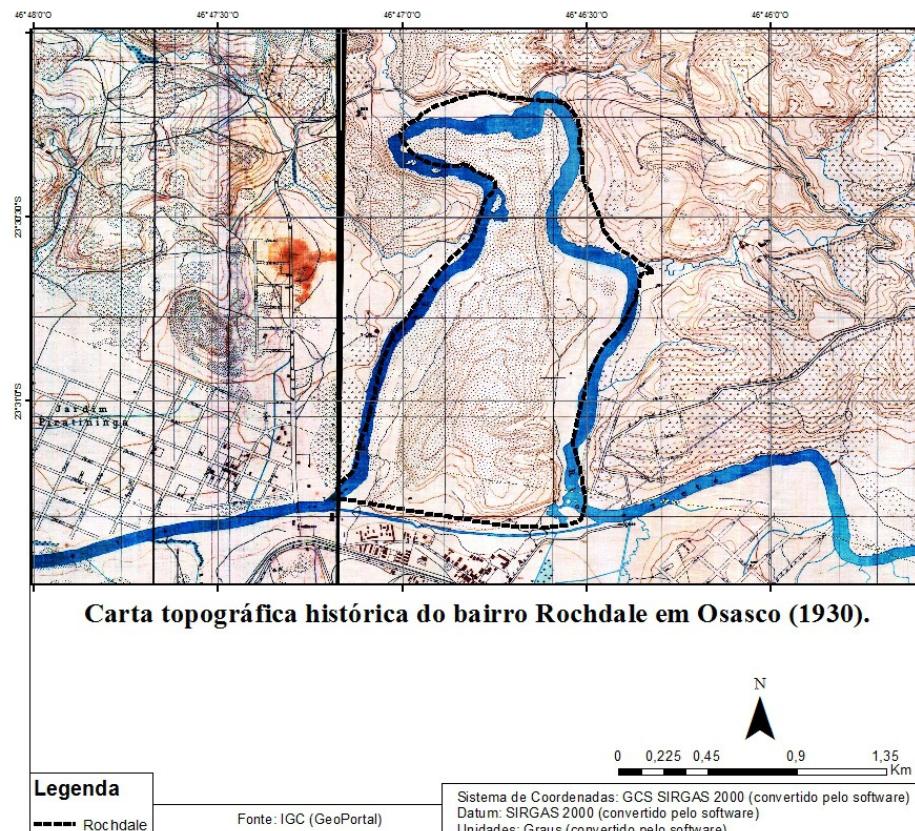
Historicamente, o bairro do Rochdale foi e vem sendo alvo de problemas relacionados às inundações urbanas. Esses acontecimentos marcam severamente a população local e representam prejuízos em diversos níveis (social, econômico, ambiental). No entanto, é bom que se lembre de que as inundações fluviais são resultados de processos **naturais** hidrológicos.

Assim como historicamente ocorreu em diversas áreas do estado paulista, em especial da Região Metropolitana de São Paulo (doravante denominada RMSP), a ocupação do bairro do Rochdale se deu de forma desordenada e não previamente planejada (esta questão é deveras complexa e resultado de muitas causas, como a valorização do solo urbano). O que intensifica o problema no distrito osasquense é que o povoamento se deu às margens do rio Tietê (inclusive, os limites do bairro praticamente coincidem com meandros “antigos” do referido rio e com retificações, canalizações e tamponamentos desses meandros, “transformados” em córregos. Vejam-se os mapas 1, 2 e 6). Como se não bastasse esses precedentes, o bairro localiza-se à jusante do encontro do rio Tietê com outro importante curso d’água, o Rio Pinheiros, o que potencializa o fluxo de água e de sedimentos sólidos nas proximidades do Rochdale.

Assim, os fatores relacionados à ocorrência de inundações podem ser encarados como resultantes de uma relação entre algumas variáveis de ordem morfométrica e natural; e outras, de ordem antrópica (todos esses aspectos caracterizam a bacia hidrográfica). Dentre essas variáveis, pode-se destacar: a climatologia e o regime de chuvas, a geomorfologia, os diferentes usos e ocupações do solo ao longo da área, a urbanização mais adensada em alguns locais, as declividades dos terrenos e; de maneira destacada neste trabalho, a localização do bairro no contexto da bacia hidrográfica e de seus “limites administrativos”, praticamente coincidentes com os de antigos meandros do caudaloso rio Tietê (já “fortalecido”, como supracitado, pelo rio Pinheiros).

Além desses fatores, também se deve ter em mente que a pedologia exerce papel de importância e destaque na análise (embora neste trabalho não se tenha atentado muito para este aspecto, em razão de condições que serão mais bem apontadas no capítulo relacionado à metodologia do estudo). Ainda, pontua-se que o regime de chuvas tem posição fundamental nas inundações, pois condiciona, por exemplo, o aumento do volume de água nos rios, o que

acarreta em dificuldades de escoamento e vazão, podendo potencializar e aumentar a frequência de inundações (porém, também por motivos que serão descritos na metodologia do estudo, esse aspecto não foi muito considerado no trabalho). Também os índices de dissecação do relevo e os aspectos geológicos não foram tratados de forma tão acentuada no estudo e o motivo dessa escolha estará igualmente descrito posteriormente.



Mapa 1. Elaborado por Renan Guedes de Pinho. Carta topográfica histórica do bairro do Rochdale, com o traçado atual dos limites do distrito osasquense. Nota-se a correspondência quase que total com margens até caudalosas de meandros do rio Tietê.

Tendo em mente o processo de urbanização da região do Rochdale, percebe-se que este seguiu algumas linhas. Até o final do século XIX, o povoamento não ia muito além das áreas próximas ao rio Tietê, até que a construção da Estrada de Ferro Sorocabana passou a atrair negócios e moradias nas laterais do seu traçado. Mais tarde, e com mais força, a ocupação seguiu a direção da Rodovia Castelo Branco. Nesse processo, o então distrito

paulistano de Osasco foi se estabelecendo. Nesse ínterim, o alto custo de moradia na capital paulista obrigava pessoas a cada vez mais se instalarem em áreas inadequadas a habitação.

Dentro desse cenário, um fator de preocupação na expansão urbana da região é a existência de muitas áreas onde o tipo de relevo e de solo desaconselham a ocupação; como as planícies fluviais, áreas que certamente serão alagadas pelos processos naturais das cheias dos cursos d'água, fruto da dinâmica hidrológica natural destes. Na verdade, para que fossem ocupados, esses terrenos precisariam de fortes investimentos em infraestrutura de modo a torná-los aptos para uso.

Dessa forma, percebe-se que, derivando-se de um processo de urbanização e de práticas sociais ditas “modernas”, existe uma relação nociva da população e do poder público com o ambiente no espaço urbano; o que coloca em risco a saúde e a segurança dos moradores da região. Esse cenário é atestado, sobretudo, em ações como a retificação e canalização de rios, a construção de avenidas de fundos de vale, a retirada parcial ou completa das matas ciliares, a falta de coleta e tratamento de esgoto, a ocupação extremamente adensada do solo, a abertura de ruas sem planejamento de cortes e a já citada ocupação indevida de áreas inundáveis. Por isso, a solução desses problemas deve ser alvo de legislação municipal e de políticas públicas adequadas à mitigação e resolução dessas vicissitudes, cada vez mais complexas, relacionadas à cidade.

No caso da região de estudo, além das ocupações já citadas ao longo do eixo da ferrovia (antiga Sorocabana) e da rodovia Castelo Branco; a urbanização de áreas vizinhas ao Trecho Oeste do Rodoanel Mário Covas também agrava a problemática (veja-se a evolução e expansão da chamada “mancha urbana” nos mapas 1, 2 e 6). Como complemento, outra grave consequência (não prevista para ser abordada no escopo desse trabalho) da impermeabilização do solo é o rebaixamento do nível dos lençóis freáticos, o que acarreta em queda da disponibilidade hídrica, sobretudo nas épocas de seca.

Assim, depois de tudo o que já foi explanado, dentro da realidade das inundações no bairro do Rochdale, procurar-se-á analisar essa conjuntura no âmbito da correlação entre os aspectos naturais e de ordem antrópica que culminarão por ajudar a entender melhor e explicar o problema da forma mais “holística” possível.

1.1 Justificativa

Os frequentes problemas de inundações urbanas no bairro do Rochdale jogam luz ante à necessidade de se formularem estudos (que são escassos para esta região e nesta escala de análise) que tentem explicar estes episódios. O presente trabalho se justifica e se enquadra dentro dessas perspectivas e possibilidades, podendo contribuir para um maior aprofundamento relativo aos estudos relacionados às inundações urbanas; sobretudo, os referentes ao bairro do Rochdale.

Intenciona-se ainda que o trabalho possa, na medida em que se apresente suficiente para tal, servir de base para projetos de planejamento ambiental territorial no distrito osasquense (que precisa cada vez mais de estudos que busquem compreender o problema e embasar tomadas de decisões, sobretudo do poder público, mais acertadas e de mitigação e combate aos tantos prejuízos que sofre, principalmente, a população local).

1.2 Problema

O problema, portanto, se localiza no fato de que tais episódios de inundações urbanas prejudicam enormemente a vida dos moradores do bairro, em diversos aspectos. Para citarem-se alguns, têm-se dificuldades na salubridade do distrito, com possibilidade de disseminação de doenças transmissíveis pela água (como a leptospirose, a esquistossomose - pelo contato com caramujos infectados, às vezes presentes em cursos de água - e a dengue - ainda que indiretamente, pela possibilidade de reprodução do mosquito *Aedes Aegypti* em água parada, principalmente nas áreas em que a retificação permite um acúmulo de água sem circulação); os prejuízos sociais são enormes (com perdas habitacionais e queda na qualidade de vida da população local); os danos econômicos também são intensificados (afetando o comércio, o estoque de produtos em loja, etc.); além dos ambientais (com a impermeabilização do solo, parte integrante da problemática das inundações urbanas, o nível dos lençóis freáticos acaba reduzido, por exemplo; diminuindo-se assim o estoque hidrológico disponível para a população local).

Dessa forma, o cerne do que se deseja responder com essa pesquisa, é a relação dos componentes antrópicos com os pertinentes à morfometria dos terrenos e os ligados às

questões de ordem natural numa tentativa de explicação dos fenômenos de inundações urbanas no Rochdale.

1.3 Hipótese

A hipótese que buscará ser testada é a de que as inundações urbanas ocorridas no bairro osasquense acontecem devido a uma intrínseca relação entre variáveis naturais ligadas, sobretudo, à morfometria do terreno e às chuvas e o incremento que ações humanas exercem sobre essa dinâmica hidrológica natural (principalmente no tocante à impermeabilização do solo).

1.4 Objetivos gerais

Objetiva-se, com este trabalho, estabelecer algumas das condicionantes das inundações, numa perspectiva correlativa entre alguns elementos que serão analisados dentro de uma metodologia específica.

1.5 Objetivos específicos

- Elaborar carta de fragilidade, de acordo com metodologia específica, para o bairro do Rochdale;
- Analisar a relação das formas de relevo e de morfometria do terreno com a ocorrência dos episódios de inundações urbanas;
- Estudar a influência do uso do solo urbano nessa problemática.

1.6 Bases conceituais e teóricas

O paradigma que busca consubstanciar o trabalho é o da análise integrada de elementos de ordem “natural” e “antrópica” para o entendimento das inundações urbanas no bairro do Rochdale. Assim, o foco da análise estará na inter-relação dos principais fatores que influenciam esta dinâmica (no presente estudo, principalmente, as variáveis morfométricas - hipsometria e clinografia da área -, a geomorfologia do terreno e o modelo de ocupação da área), buscando-se na Análise Ambiental Integrada os fundamentos essenciais; num esforço de pesquisa de Geomorfologia Aplicada.

É fundamental pontuar, desde o início, que uma das concepções que embasam este trabalho é o entendimento de que uma condição importante da fragilidade ambiental é a retirada de cobertura vegetal (sobretudo as de áreas já potencialmente frágeis - como veremos adiante em tabelas específicas - como as chamadas “planícies de inundaçāo ou de várzea” dos rios e aquelas de terreno altamente declivoso - principalmente os de declividade acima de 50% e os de vertente côncava).

Assim, o que se nota no distrito do Rochdale é que o seu grau de urbanização (assim como o de grande parte da RMSP) é elevadíssimo, inclusive em áreas de alto risco como nas planícies de inundaçāo. Esta ocupação inadequada resulta de práticas e dinâmicas sociais e urbanas complexas, que influenciam sobremaneira a composição (e “produção”) do espaço urbano; gerando alterações ambientais significativas como as exemplificadas na construção de avenidas em fundos de vales, na retificação de cursos d’água, na ocupação de áreas de várzea (ver foto 1), na retirada de mata ciliar dos cursos d’água, na densidade elevada de construções que intensifica o aumento da taxa de impermeabilização do solo, etc. Dessa forma, a presente análise também tem como enfoque a forma como a sociedade se relaciona com a natureza, numa perspectiva essencialmente geográfica (já que a Geografia como ciência aparece como a mais indicada para realizar esta análise de forma integrada, posto que possui aporte teórico tanto para as questões de ordem socioeconômica, por exemplo, quanto para aquelas de ordem essencialmente “natural” e física).

Devido a todos os problemas ambientais decorrentes de práticas econômicas predatórias, o Planejamento Físico Territorial se torna, cada vez mais, necessário (não só numa perspectiva econômica, mas principalmente, numa social e ambiental). Assim, a preocupação principal das pessoas que elaboram esses Planejamentos deve ser antes de tudo,

calcada em interesses que extrapolam os do benefício puramente econômico e tecnológico (embora, o desenvolvimento econômico e tecnológico também deva ser levado em consideração). Portanto, qualquer que seja a escala, o objetivo é que as intervenções humanas sejam planejadas com objetivos claros, bem definidos. Assim sendo, é essencial que as “inserções humanas” sejam compatíveis, de um lado, com o potencial de recursos e, de outro, com as fragilidades (potenciais) do ambiente. Infelizmente, a questão das águas, tão importantes na vida cotidiana, “vem merecendo atenção espacial, posto que transformada em problema, pelo modo como o processo de urbanização se realizou (...)" (CARLOS et OLIVEIRA, 2004; pág. 16 - 17).

É preciso que se diferencie e caracterizem-se bem alguns conceitos importantes a este trabalho. Um deles é o que trata da diferenciação entre fragilidade ambiental e fragilidade ambiental potencial.

Para que se entenda melhor, dar-se-á um exemplo. Uma unidade de relevo que é classificada como de fragilidade ambiental muito elevada, quando coberta por floresta primária, estará sob a condição de uma fragilidade ambiental potencial muito elevada. Se o mesmo relevo estiver ocupado por culturas de ciclo longo sem uma gestão adequada, também poderá ser classificado como de fragilidade ambiental emergente muito elevada. Já quando se tem uma área de planície de inundação, por exemplo, impermeabilizada por conta da penetração do modo de vida urbano; estamos diante de uma fragilidade ambiental muito elevada.



Foto 1. Rua Cuiabá, no bairro do Rochdale. É impressionante como a ocupação no distrito se dá (em especial nesta imagem) efetivamente à beira dos cursos d'água (no caso, o que aparece na imagem é parte do chamado “braço morto do rio Tietê”). Aqui, pode-se ter uma pequena amostra da problemática. Ocupações irregulares se amontoam no fundo da fotografia. O mau cheiro é extremamente forte. Fotografia tirada em 24/04/2016 pelo autor.

Também é preciso diferenciar outros dois conceitos bastante importantes e que são essenciais para o trabalho: o de inundação e enchente. As enchentes ou cheias são definidas como a elevação do nível de água do curso d'água devido ao aumento de vazão (geralmente após uma chuva), aumentando a cota do canal (por vezes até a cota máxima), porém, **sem ocorrer extravasamento**. A inundação representa o transbordamento das águas do curso d'água, atingindo a planície de inundação ou área de várzea. Pode-se afirmar ainda que a enchente “é fator condicionante para que haja inundação” (AMARAL et THOMAZ; 2008, p. 186). O esquema na figura 1 ilustra os conceitos apresentados.

Enchente, inundação e alagamento



Figura 1. Esquema ilustrativo e explicativo abordando os conceitos de inundação e enchente descritos anteriormente, bem como o de alagamento. Adaptado de Ministério das Cidades/IPT

Os autores citados no próximo tópico, “Metodologia”, foram os responsáveis pela definição dos principais procedimentos metodológicos presentes no trabalho, sobretudo os de ordem “prática”. Porém, é preciso lembrar que uma das correntes de geomorfologia aplicada moderna (na qual esse estudo se insere) está fundamentada no paradigma da teoria geral dos sistemas e em outros pensadores, como Tricart (em suas contribuições de 1977 e 1992), que versou sobre os processos ecodinâmicos e pressupostos ecogeográficos; Penck (principalmente em seu trabalho de 1953); Gerasimov e Mecerjakov (em suas análises de 1968); Ab’Saber (em seus estudos de 1969) e nas teorias do professor Ross (principalmente as de 1992, 1994, 2006). Deste último, depreende-se outra importante contribuição: a taxonomia do relevo (1990, 1992). Vejamos as ideias de alguns desses intelectuais um pouco mais de perto.

A fragilidade dos ambientes naturais pode ser aplicada com base no conceito de Unidades Ecodinâmicas de Tricart (1977), que defende que o ambiente natural¹ seja analisado

¹ “Ambiente natural” = “ecossistema” em um conceito “biológico” e “geossistema” em um conceito “geográfico”.

sob o paradigma da Teoria dos Sistemas; que assumiria que as trocas de energia e matéria na natureza ocorrem por uma relação de equilíbrio dinâmico². Esse equilíbrio inicial pode ser drasticamente alterado em função de intervenções humanas em alguns (ou vários) componentes do sistema, criando um estado geral (em pequena, média ou grande escala) de desequilíbrios temporários e/ou permanentes. Dessa forma, Tricart define que os ambientes em estado de equilíbrios dinâmicos são estáveis, enquanto os “desequilibrados” seriam instáveis.

Walter Penck teorizou a respeito das forças que impulsionam a modelagem das formas terrestres, diferenciando-as entre endógenas e exógenas. Esta diferenciação tem sua relevância no fato de que as primeiras seriam algo como o “substrato” das segundas. Ou seja, as forças endógenas seriam as de processo ativo, impulsionadas pela crosta da Terra e pela dinâmica oceânica. Ainda enquadra-se nestas forças a resistência litológica à erosão. O arranjo estrutural das forças endógenas influenciaria a ação e o efeito das exógenas (sobretudo o vento e a água da chuva, por exemplo) sobre a superfície terrestre. Estas últimas transformam minerais primários em secundários e esculpem as formas de relevo (através de processos como o intemperismo³, a erosão e o transporte de materiais).

A funcionalidade dos ambientes “naturais”, bem como a daqueles alterados por ações humanas é impulsionada pela energia solar através da atmosfera, hidrosfera e das energias da Terra que se propagam na litosfera (movimentações internas, formas de relevo, solos, rochas). As trocas constantes de energia e matéria que são processadas nestas grandes “massas”, combinadas com a presença de água em seus três estados físicos, permitem a existência de vida vegetal e animal do planeta. Grigoriev (1968) define o conjunto dessas interações como o “Estrato Geográfico da Terra”. Nessas abordagens, onde as relações de troca de energia são absolutamente interdependentes, não é possível compreender a dinâmica e gênese dos solos,

2 Um belo exemplo de relação sistêmica é a classificação dos domínios morfoclimáticos brasileiros de Aziz Ab'Saber (de 1965), segundo a qual, basicamente, a vegetação seria um elemento importantíssimo de integração que caracterizaria, da forma mais visível, os domínios; demonstrando a homogeneidade entre os elementos (relevo, clima) constituintes daquele domínio. Todos esses elementos (relevo, clima, vegetação) estariam, assim, inter-relacionados na natureza e, por conseguinte, em cada domínio.

3 Entendendo aqui, “intemperismo” como um “conjunto de processos que ocasionam a desintegração e a decomposição das rochas e dos minerais graças à ação dos agentes atmosféricos, climáticos e biológicos. Os fatores principais da desintegração são a variação de temperatura e os efeitos da umidade” (Schneeberger et Farago, 2003).

por exemplo, sem saber informações a respeito do clima, do relevo, da litologia e de seus arranjos estruturais; assim como a análise da fauna não pode ser feita sem associá-la com a investigação a respeito da flora que lhe dá suporte (que por sua vez, não pode ser entendida sem o conhecimento a respeito do clima, da dinâmica hídrica, dos tipos de solos constituintes, etc.) e assim por diante.

Assim, partindo das concepções de Penck, já num contexto de compartimentação geomorfológica; Gerasimov (1946) e Mecerjakov (1968) desenvolveram os conceitos de morfoescultura e morfoestrutura. As unidades morfoesculturais seriam produtos da ação da climatologia em tempos recentes e passados. Elas refletiriam ainda os diversos tipos de resistências litológicas das rochas componentes do relevo e o seu respectivo arranjo estrutural, em que foram esculpidas. Assim, para uma dada unidade morfoestrutural, que reflete a diversidade litológica, os tipos de clima de tempos passados e atuais podem modelar uma variedade de morfoesculturas. Como exemplo, pode-se citar uma grande bacia hidrográfica (morfoestrutura), onde se podem encontrar várias unidades morfoesculturais.

Baseado na interpretação genética, podemos elencar dois níveis de compreensão:

- a) O primeiro táxon, o da morfoestrutura, cujas características estruturais definem um padrão particular de formas de relevo grandes;
- b) O segundo táxon que está relacionado com as unidades morfoesculturais geradas pela ação climática ao longo do tempo geológico, no centro dessa morfoestrutura.

O terceiro táxon, de tamanho menor, refere-se às Unidades Padrão de Formas de Relevo, ou Tipos de Relevo, ou, ainda, Form; que são unidades onde os processos morfoclimáticos recentes podem ser mais bem notados. Estas Unidades Padrão são “coleções” de formas menores do relevo que apresentam aparência distinta entre si de acordo com a rugosidade topográfica ou índice de dissecação do relevo, e a forma dos topos, encostas e vales. Assim, é possível ter vários tipos de Unidades Padrão de Formas de Relevo em cada unidade morfoescultural.

As formas terrestres presentes em cada unidade de Tipo de Relevo correspondem ao quarto táxon em ordem decrescente. Estas formas são resultado da ação de degradação ou erosão das planícies fluviais, terraços marinhos, planícies marinhas ou lacustres; tais como montanhas, cumes, penhascos, etc. Da mesma forma, uma Unidade de Padrão de Forma de Relevo é composta por um grande número de formas de relevo do quarto táxon.

O quinto grupo taxonômico em ordem decrescente é o das vertentes ou de segmento de vertentes que pertencem a cada uma das formas individuais de relevo. As vertentes de cada tipo de forma têm origens genéticas distintas e a análise destas vertentes ajuda a definir suas características. Aqui está um táxon particularmente importante no trabalho já que auxiliará a compor a segmentação dos compartimentos geomorfológicos e, consequentemente, embasará o processo de elaboração da carta de fragilidade ambiental.

O sexto táxon corresponde às formas menores produzidas pelos processos de erosão ou depósitos atuais. Como exemplo, têm-se as ravinas, os deslizamentos de terra, os bancos recentes de sedimentação, o assoreamento, os terracetes de pisoteio animal, entre outros; que são produtos de processos geomorfológicos atuais (muitas vezes potencializados e até induzidos por ações antrópicas). Também cabe mencionar outras formas antropogênicas, como os cortes, os aterros, etc. A escala de trabalho do presente estudo engloba, em ordem “decrescente”, os táxons de 4 a 6.

Ross (1990), utilizando-se destes conceitos, tenta estabelecer novos critérios para definir Unidades Ecodinâmicas Estáveis e Unidades Ecodinâmicas Instáveis. As primeiras foram definidas como unidades em equilíbrio dinâmico, normalmente inalteradas ou pouco alteradas em sua composição original (ou “natural”), podendo “desfrutar” de aporte vegetacional que confere um maior suporte frente às fragilidades potenciais. Já as Unidades Instáveis, seriam aquelas cuja cobertura vegetal já foi alterada (uma das condições da fragilidade), por vezes, severamente; proporcionando uma margem menor de segurança quanto à estabilidade ambiental. Dessa forma, Ross expande o uso do conceito para estabelecer vários níveis de Instabilidade Emergencial (ou de Unidades Ecodinâmicas Instáveis): desde uma instabilidade muito fraca até uma muito forte. Da mesma forma as Unidades Estáveis que, apesar de encontrarem-se em equilíbrio dinâmico, apresentam fragilidade potencial; de acordo com suas características ambientais e com a possibilidade de intervenção humana, sobretudo no tocante à supressão da cobertura vegetal original. Assim, essas Unidades manifestam diversos graus de instabilidade potencial: desde as muito pouco instáveis até as muito instáveis. É basicamente esta a base teórica do estudo que se segue.

1.7 Metodologia e procedimentos técnicos

A metodologia utilizada no presente trabalho foi guiada pelas concepções de Ross, sobretudo as constantes no artigo “Land form sand environment AL planning: potentialities and fragilities” (2012). Também foram utilizadas contribuições teóricas de Spörl (2001), além das de Nowatskiet Oka-Fiori (2009) para elaboração de uma carta de fragilidade através do “cruzamento” (em software específico de geoprocessamento) de coleção de mapas da área de estudo (geomorfológico, hipsométrico, clinográfico e de uso do solo); buscando-se um melhor entendimento integrado da complexa situação-problema. O entrecruzamento desses mapeamentos temáticos gerará uma carta de fragilidade que, numa disposição gradativa, apontará as áreas menos potencialmente fragilizadas ambientalmente (e, portanto, com elevado potencial de usos diversos) e as de fragilidades potenciais altas (com baixos potenciais de usos produtivos, mas de elevado interesse ambiental/ecológico).

Intenciona-se assim, que, através da análise desse conjunto de mapeamentos, com auxílio de bibliografia específica, se busque verificar as hipóteses iniciais; bem como se tentem explicar, de maneira preliminar, as condicionantes das inundações urbanas.

Entende-se que outros aspectos seriam importantes de serem considerados (como as características pedológicas, geológicas e pluviométricas da área) no trabalho. Porém, uma das maiores dificuldades na etapa de levantamento de dados foi a disponibilidade de bases confiáveis. Por exemplo, para a pluviometria anual, só foram encontradas informações relativas ao ano de 2015; porém, com falta de dados para alguns meses⁴. Com relação à pedologia, por ser uma área quase que totalmente urbana, não foram encontrados dados de levantamentos pedológicos⁵ (a base descoberta no site GeoPortal, caracterizava toda a área como “urbana”). O que foi encontrado com relação à compartimentação geológica, estava em escala muito pequena e generalista (1:100.000), incompatível com o grau de detalhamento do presente estudo (embora o problema aqui fique minimizado em função do mapeamento geomorfológico realizado). Ainda, também por falta de dados adequados, não foram incluídas variáveis como o índice de dissecação do relevo. Neste particular, pontua-se que a não

⁴Os dados que se pôde obter eram relativos ao período de março de 2015 até dezembro do mesmo ano. Provavelmente a estação climatológica local só passou a funcionar na data de março de 2015 (já que também não existem dados de anos anteriores). Como o intervalo de tempo dos dados obtidos não contempla o período completo de um ano torna-se temerário utilizá-lo integralmente, por exemplo, na elaboração de carta de fragilidade; já que estes dados “maquiaram”, por assim dizer, a realidade (os meses de fevereiro e janeiro são, inclusive, tendencialmente os mais chuvosos). O gráfico relativo à pluviometria do período de março de 2015 a dezembro de 2015 será devidamente utilizado para compor a seção referente à caracterização da área de estudo.

inclusão do índice de dissecação do relevo explica-se pela escala de trabalho (grande) que não abarca a bacia hidrográfica inteira (escala esta que indicaria a utilização do índice e que facilitaria a obtenção de dados).

Assim sendo, o que foi possível obter da região, foi uma carta topográfica histórica (por meio do GeoPortal do Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo - IGC), através da qual foram vetorizadas as curvas de nível que serviram de base para os mapas clinográfico e hipsométrico; que, posteriormente, seriam substrato para compartimentação das unidades geomorfológicas representativas do relevo. O mapa de uso do solo foi desenvolvido mediante fotointerpretação de imagem de satélite IKONOS (de 2002, complementada por meio de trabalho de campo) obtida no DG da FFLCH/USP. Todos os mapeamentos foram realizados através do software ArcGIS, por meio de técnicas específicas de geoprocessamento.

Apesar dos problemas descritos na obtenção dos dados, entende-se que os levantamentos realizados dão conta do que se objetiva para o estudo (uma análise preliminar).

Durante a pesquisa, o autor teve contato com algumas técnicas que buscam compor um cenário prospectivo de dados de vazão, quando estes são escassos ou inexistem (uns, mais conhecidos, casos do SCS - Soil Conservation Service, desenvolvido pelo governo estadunidense -; da chamada curva Número - CN -; e do Hidrograma Unitário - HU. Ainda, outro menos conhecido, o da simulação hidrológica IPHS-1, aplicativo desenvolvido pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS). Porém, em razão de diversos “pontos fracos” desses métodos⁶, o autor decidiu não utilizá-los; já que o enfoque não era esse e os

5 Contudo, é bom esclarecer que, com relação aos levantamentos pedológicos, o desenvolvimento de pesquisas relacionadas ao solo urbano ainda é escasso. Segundo Manfredini et al (2004, pág. 234), ainda não há um consenso em relação ao assunto. A problemática dos solos urbanos ainda está longe de ser totalmente elucidada, embora os caminhos contemporâneos sejam animadores. No mesmo artigo, Manfredini ressalta que o Laboratório de Pedologia do Departamento de Geografia (DG) da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (FFLCH/USP) se enquadra nesse contexto promissor, com desenvolvimento de pesquisas e estudos relacionados ao tema dos solos urbanos e formação de pesquisadores. Assim sendo, como a quase totalidade da área de estudo se enquadra no meio urbano, é possível entender o porquê da falta de levantamento pedológico adequado.

6Apenas para citar alguns dos problemas relacionados a esses métodos: o SCS, por exemplo, foi desenvolvido de acordo com características morfométricas e naturais mais próximas à realidade dos Estados Unidos da América, inspirando dificuldades relacionadas à sua aplicabilidade nas bacias brasileiras. O HU apresenta limitações por ser baseado em conceitos lineares, ou seja, em suposições

problemas relativos aos métodos poderiam ser maximizados numa área como a relativa ao local de estudo (a escala de trabalho não é a da bacia hidrográfica mais ampla - o que diminuiria os erros nas inferências, por distribuição das estimativas em uma área maior -, e sim, foca-se na análise mais detalhada do local).

Ainda, deve-se destacar que, na análise que se segue, outros subsídios foram utilizados, a fim de dar suporte às investigações, quais sejam: gráficos, tabelas, sistematização e análise de dados primários e secundários de diversas fontes, etc. O levantamento bibliográfico relativo à temática de inundações urbanas também foi etapa bastante importante do projeto e consubstanciou inferências e premissas fundamentais ao desenvolvimento do texto.

Com relação aos procedimentos metodológicos que embasaram a carta de fragilidade (produto final do trabalho), deve-se destacar que a partir da lista de variáveis ambientais, morfométricas e antrópicas mapeadas (mapas de uso da terra, geomorfológico, hipsométrico e clinográfico); estabeleceu-se uma classificação (de acordo com parâmetros metodológicos específicos, de Spörl) de fragilidade potencial e emergente pela associação de cada variável a uma escala de números arábicos indo de 0,1 a 3; sendo o número mais próximo de zero, o referente ao valor de maior proteção e o mais próximo de 3, o mais frágil. Assim, compilou-se estas classificações temáticas, para se gerar uma média que seria a fragilidade final de dado recorte da área de estudo. Dessa forma, os valores de fragilidade média final variarão entre o próximo de zero (correspondente a uma Unidade Ecodinâmica estável ou de instabilidade potencial muito fraca) até o próximo de 3 (Unidades Ecodinâmicas com fortes instabilidades emergentes, onde, por exemplo, o uso da terra pode ser constituído por área desmatada com solo exposto). Portanto, as Unidades Ecodinâmicas podem ter diferentes graus de fragilidade ambiental potencial, mas esses graus variam em função, principalmente, da presença ou não de cobertura vegetal (original ou secundária), de acordo com as diferentes “gradações” ambientais.

A combinação das variáveis citadas anteriormente e suas respectivas graduações, tornam possível gerar um produto de síntese na forma de um mapa de polígonos que destaca e distribui geograficamente as diferentes fragilidades dos ambientes. Assim sendo, depois de análise desse material produzido, poder-se-á ter um melhor embasamento para o planejamento

simplificadoras de que abacia hidrográfica comporta-se como um sistema linear e invariante no tempo, inclusive não considerando precipitações anteriores em cada “modelagem”.

ambiental. Para cada uma dessas áreas ou unidades ambientais existirão usos, potencialidades de produção ou de conservação; sempre com as fragilidades ambientais limitando o apropriamento de determinadas áreas para algumas atividades humanas.

Complementando a caracterização dos procedimentos técnicos, foram selecionadas algumas notícias relativas aos episódios de inundações urbanas no bairro do Rochdale para que o interlocutor pudesse ter dimensão do tamanho e da frequência da problemática no distrito osasquense. Todo esse material irá compor as análises que se seguirão no presente estudo. Urge-se a necessidade de se desenvolver uma pesquisa que busque integrar de maneira adequada esses diferentes conhecimentos setorizados particularmente decisivos no entendimento da fragilidade ambiental. A pesquisa que se segue é uma tentativa de integração nesse sentido.

1.8 Caracterização da área de estudo

A área de estudo apresenta um altíssimo grau de intervenção humana em basicamente toda a sua extensão, com poucos e exíguos “refúgios”; materializados, sobretudo, na forma de parques urbanos (ver mapa 4 e foto 2). O bairro do Rochdale se localiza na chamada zona norte no município de Osasco, que por sua vez, se localiza na zona oeste da RMSP (ver mapa 2).

Estando abarcado pelo Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGRH), o Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (CBH-AT) é o que gerencia a região da bacia hidrográfica do Alto Tietê (que abarca boa parte da RMSP) e foi criado em 1991. Em 1997 foram criados cinco subcomitês, entre eles, o Pinheiros-Pirapora que é o órgão colegiado consultivo e deliberativo responsável pela administração das águas da área de estudo.

A área de estudo está situada na porção final da Bacia do Alto Tietê, à jusante da foz do rio Pinheiros, depois de seu “encontro” com o rio Tietê. Assim, numa perspectiva hidrológica baseada nas concepções de Strahler (1952), o curso d’água que atinge o bairro do Rochdale (no limite sul do distrito), seria de ordem maior (ver figura 2); atingindo o Rochdale com um potencial hídrico naturalmente mais expressivo⁷ (o que é, particularmente

⁷ Para que se entenda melhor, basta que tenhamos em mente que até os maiores rios, em suas nascentes, são semelhantes a pequenos córregos. À medida que avançam para a foz (ou “baixo curso”,

significativo quando se avalia a densa rede de drenagem composta por rios de planalto presente na RMSP). Mas essa situação inicial acaba sendo agravada pelo fato de que o rio Tietê chega até à região não somente com a água, mas também com todos os resíduos de outras sub-regiões da Bacia (como a de Cabeceiras, a Billings-Tamanduateí, a Juqueri-Cantareira, a Penha-Pinheiros; que contam com grandes municípios como Guarulhos, São Paulo e os da “Grande ABCD”). Isso faz com que a região Pinheiros-Pirapora além de ter que lidar com seus problemas hídricos, também seja contaminada por poluentes e sofra impactos originados nas outras sub-regiões (ver o mapa 3).



Foto 2. Vista lateral do Parque Ecológico do Rochdale, um dos pouquíssimos refúgios de áreas menos urbanizadas no bairro osasquense (o elemento hidrográfico é sempre notório no bairro, sobretudo em seus limites territoriais, como evidenciado na imagem - aqui, detalhe do ribeirão Vermelho). Fotografia tirada em 24/04/2016 pelo autor.

ou ainda, “jusante”), vão recebendo água de seus afluentes, o que acaba por intensificar o volume de água, aprofundando e alargando o rio.

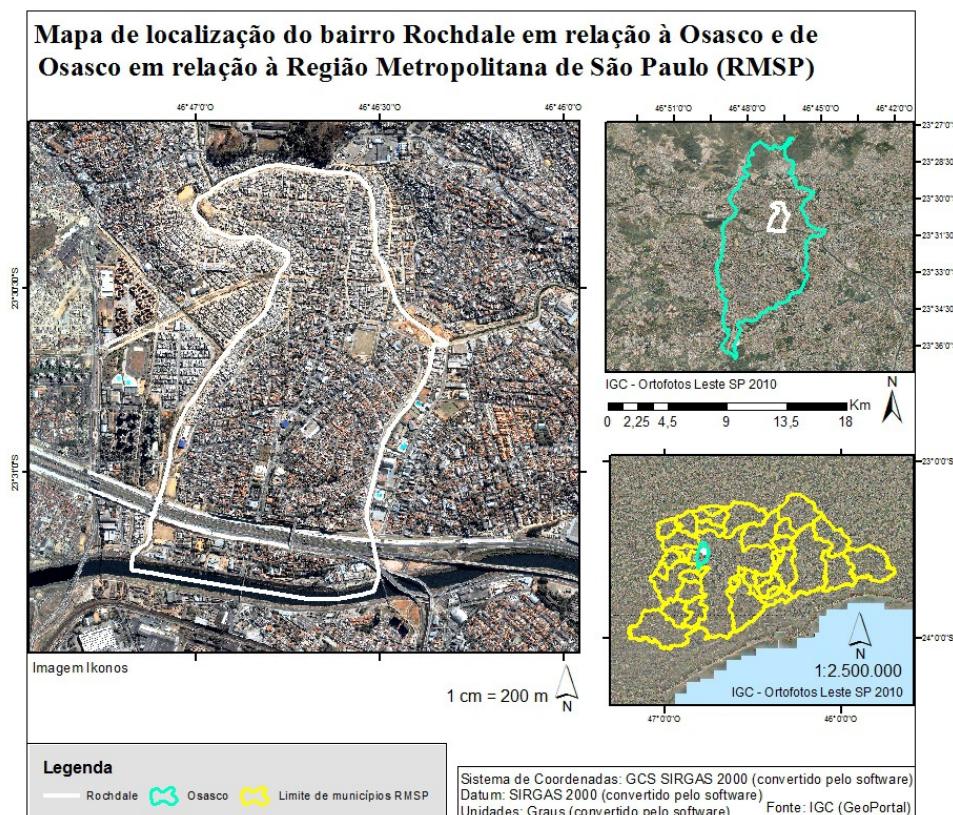
Infelizmente, nota-se um atraso (em relação à outras áreas da RMSP, notoriamente, ao município de São Paulo) e uma falta de obras adequadas para mitigação dos problemas de inundações urbanas no bairro do Rochdale. Numa escala menor, a RMSP já conta com 10 milhões de m³ em “volume de reservação” (termo usado pelo CBH-AT) de água por meio de 51 piscinões (reservatórios de detenção, dos quais, 20 só no município de São Paulo) em operação, além de outros 2 em construção (um pelo DAEE e outro pela prefeitura de Ferraz de Vasconcelos). Ainda podemos citar o aprofundamento da calha do rio Tietê e o desassoreamento quase que diário de seu leito⁸ como ações que contribuíram muito para a diminuição dos transbordamentos do Tietê nos últimos anos. Intervenções como estas ainda inexistem ou são insuficientes para a localidade do Rochdale em Osasco. No entanto, essas ações supracitadas (desenvolvidas na RMSP), contribuem para a infiltração e a retenção de água nos lugares de origem, diminuindo seu escoamento para áreas a jusante⁹; o que, indiretamente, beneficia o distrito osasquense. O próprio subcomitê Pinheiros-Pirapora já tem pré-estabelecidas algumas das causas das inundações urbanas. Segundo o órgão, as inundações em Osasco são ocasionadas “por assoreamento, confinamento do leito pela invasão das várzeas, remoção da cobertura vegetal e problemas de micro drenagem (bocas de lobo, tubulação de águas pluviais, etc.)”. Essas ideias já ajudam a entender a falta de obras adequadas de mitigação de impactos ambientais (em específico, as inundações urbanas) e a falta de planejamento apropriado para ocupação do solo.

Apesar de não ter sido possível encontrar mapeamentos geológicos em escala de detalhe adequada, é possível se ter uma ideia dos compartimentos geológicos da área de estudo. Sabe-se, por mapeamentos mais gerais, que o local de estudo provavelmente se insira no domínio das faixas de dobramentos e coberturas de plataforma (mais especificamente, do Domínio Atlântico), com predomínio de rochas cristalinas do pré-cambriano (portanto, de formação bastante antiga e de estabilidade elevada). Essas estruturas, por serem muito antigas, já sofreram intensos e prolongados processos de desgaste; razão pela qual os relevos se

8 Após a recente aprovação da terceira versão do Plano Diretor de Macrodrrenagem da Bacia do Alto Tietê (PDMAT 3), já existe projeto para se aprofundar a calha do rio Pinheiros e construir mais piscinões. O rio Pinheiros também tem seu leito quase que diariamente desassoreado.

9 O paliativo de se transferir o “problema” do gerenciamento das águas para jusante, escoando boa parte do acúmulo hídrico para áreas situadas mais próximas da foz dos cursos hídricos; foi largamente utilizado desde tempos pretéritos na metrópole paulistana.

apresentam arredondados pela ação do intemperismo (numa escala menor, poderíamos citar como exemplo os “mares de morros”). O Brasil não possui os chamados dobramentos modernos. Apesar de a estrutura e as rochas constituintes do escudo cristalino brasileiro (da qual a área de estudo faz parte) serem muito antigas, suas formas atuais resultam de processos mais recentes no tempo geológico (dos períodos Cretáceo e Terciário).



Mapa 2. Localização da área de estudo e desta em relação ao município de Osasco e deste em relação à RMSP. Elaborado pelo autor.

Com relação às características climáticas do bairro do Rochdale e do município de Osasco, estas são afeitas às de clima subtropical. Na classificação de Köppen-Geiger (ou simplesmente, “classificação de Köppen”), a área de estudo estaria abarcada pelo clima Cfb (“clima oceânico” ou “clima temperado marítimo”). De modo geral, pode-se caracterizar o local como de clima úmido, tendo precipitações ao longo de todo o ano com verão normalmente não tão quente e bastante úmido (com maior frequência de precipitações, o que

acentua o problema das inundações urbanas) e inverno também não tão rigoroso (ver esquema de chuvas para o distrito osasquense no gráfico 1).

De forma sucinta e geral (esse aspecto será mais bem aprofundado em capítulo sequente), podem-se caracterizar as formas de relevo da área de estudo como estando no domínio pertencente às estruturas cristalinas e dobradas antigas; mais especificamente, localizando-se na compartimentação dos Planaltos e Serra do Atlântico-Leste-Sudeste (ROSS, 2001).

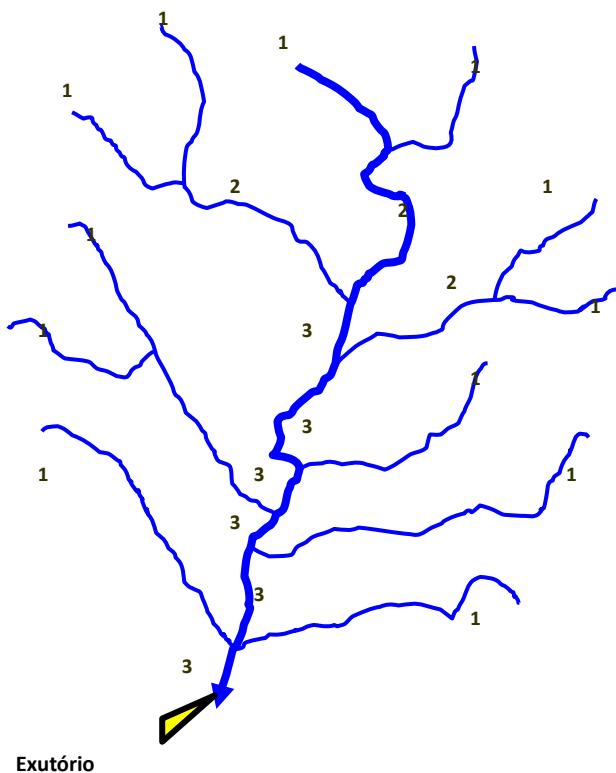
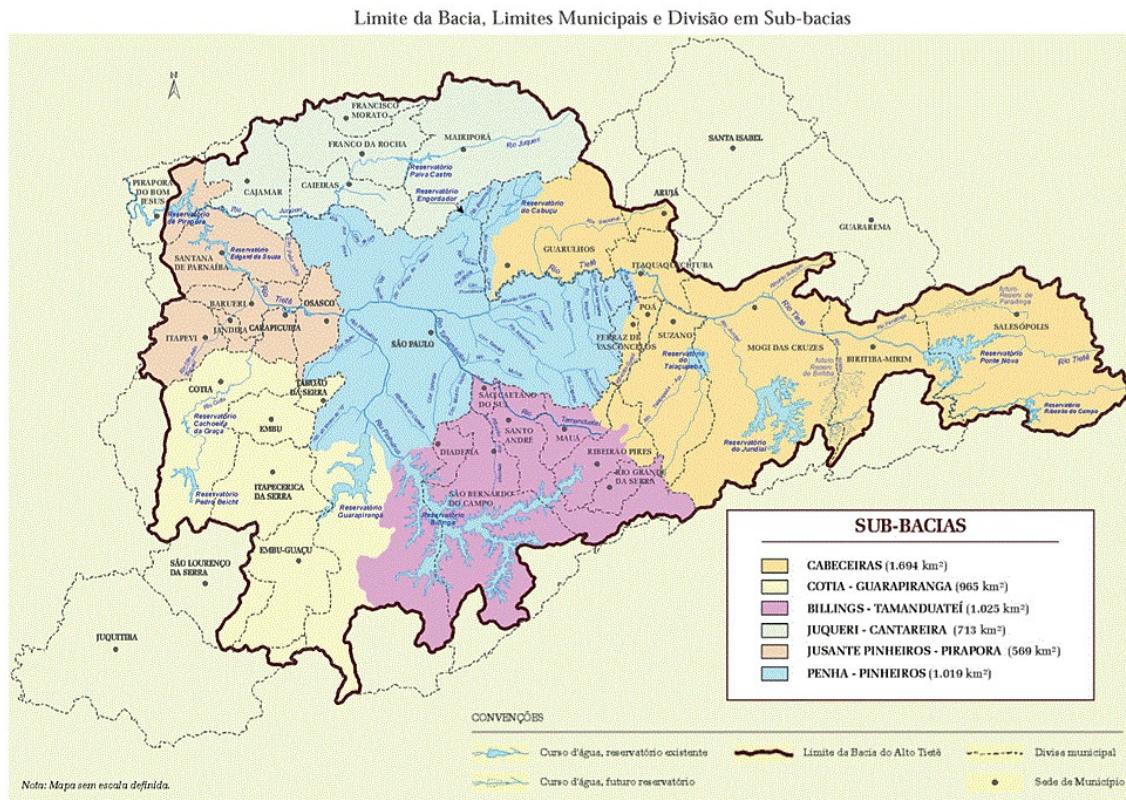


Figura. 2. Exemplo de classificação das ordens dos cursos d'água (destacando-se o rio principal) em um sistema hidrográfico segundo Strahler (1952).

Como se percebe no mapa 3 abaixo, a bacia do Alto Tietê abrange boa parte da área da RMSP. O que agrava os problemas da área de estudo são justamente questões que têm suas origens numa região distante. Entre essas questões, destaca-se a poluição das águas do rio Tietê e a deposição de sedimentos; ambos os problemas a montante da sub-região Pinheiros-Pirapora (na qual a área de estudo do presente trabalho está situada). Embora a SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) tenha melhorado a situação do

tratamento de esgotos, ainda há volumes significativos de efluentes sanitários e industriais que contaminam as águas do rio Tietê.



Mapa 3. Limite da Bacia do Alto Tietê e delimitação de suas sub-bacias (ou sub-regiões).

FONTE:

Tendo todos esses aspectos em mente, conclui-se esse tópico de caracterização da área de estudo pontuando-se que, pelo fato da referida área de estudo estar à jusante dos espaços mais intensamente povoados e urbanizados da RMSP, suas águas recebem a poluição proveniente destes lugares. Da mesma forma, boa parte dos sedimentos produzidos na metrópole acaba assoreando o rio Tietê na área de estudo, aumentando as possibilidades de inundações. Ainda que os espaços contidos na área de estudo participem da geração dos problemas, grande parte deles realmente é originada à montante.

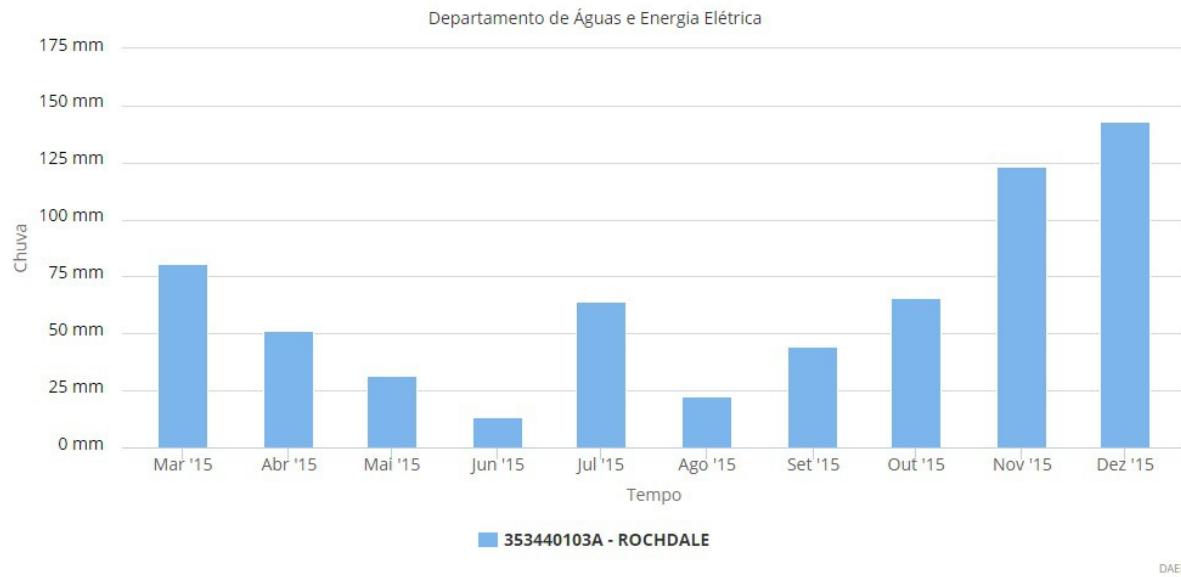


Figura 3. Precipitação estimada para o bairro do Rochdale, em Osasco. Fonte: DAEE. Acesso em: 05/05/2016. Como se percebe, a série não está completa no site do DAEE; prejudicando uma análise completa e sua utilização direta na carta de fragilidade. Mesmo assim, é possível discernir características pluviométricas e climáticas da imagem; percebendo-se que o verão tende a ser mais úmido e o inverno mais seco.

2 ATIVIDADES E PRODUTOS

O estudo contou com diversas etapas, a saber:

- Definição do escopo do trabalho e levantamento de cabedal bibliográfico.

Esse período foi de suma importância pois permitiu nortear e definir não só os objetivos do estudo como orientar sua execução através de metodologia científica embasada em teorias “mais consistentes”.

- Leitura de referências bibliográficas para iniciação do projeto inicial.
- Aquisição, junto ao LASERE (Laboratório de Aerofotogrametria e Sensoriamento Remoto) no DG/FFLCH/USP, de imagens de satélite IKONOS. Busca de bases confiáveis para início das atividades de mapeamento.

Essa etapa foi extremamente importante, pois constituiu a base dos mapeamentos desenvolvidos na pesquisa.

- Elaboração, através de software específico e técnicas próprias de mapeamento, de uma sequência de mapas temáticos da área, de acordo com intenções inerentes aos objetivos propostos.

Aqui está um dos fundamentos de uma pesquisa geográfica: localizar e espacializar os fenômenos que se está estudando. Desse conjunto de mapeamentos, decorreram inferências e deduções importantes.

- Desenvolvimento de carta hipsométrica. Na sequência, composição de mapa clinográfico.

Esses dois mapas buscaram mostrar características morfométricas do local para composição de análises integradas posteriores.

- Preparação de mapa geomorfológico da área, de acordo com o padrão e a distância entre si das curvas de nível, do seu “desenho”, do mapa hipsométrico e clinográfico.

Esse mapa geomorfológico é extremamente importante para o estudo, pois tem a propriedade de quase suprir a ausência de um mapeamento geológico; caracterizando a área de acordo com as suas formas de relevo (o que é primordial na análise de fragilidade já que existem formas mais frágeis e outras menos frágeis) e foi desenvolvido delimitando-se a compartimentação do relevo de forma manual.

- Elaboração de mapa de uso da terra.

Parte muito importante do trabalho já que esse mapeamento permite embasar a carta de fragilidade, possibilitando inferir características importantes do solo (como índice de percolação da água e escoamento superficial); além de pontuar a localização dos principais adensamentos urbanos (que têm a tendência de serem mais frágeis ambientalmente).

- Realização de matriz de riscos para direcionar a carta de fragilidade final.

Basicamente, o cerne do trabalho como um todo. A partir de metodologia, embasada nas ideias de Jurandyr e de Spörl e tabela de matriz específica (presente na tese da Spörl), elaborou-se uma matriz própria que classificava diversos recortes da área de estudo em vários níveis de fragilidade (desde a muito baixa até a muito alta). De posse desta matriz (tabela), “cruzou-se”, através de técnicas de geoprocessamento, os mapas citados acima para criação

de carta de fragilidade que espacializou os locais mais frágeis e os menos frágeis no bairro do Rochdale e seu entorno; permitindo uma leitura de contexto com relação à fragilidade local.

- Validação de informações através de ida a campo.

Etapa de extrema importância que permitiu a confirmação de alguns dados (como cobertura de solo) e aquisição de dados empíricos para a pesquisa. Assim, o trabalho também se baseará na observação e descrição direta da área de estudo; apoiando-se, ainda, na ilustração de locais importantes através de fotografias.

- Considerações, inferências e problematização dos resultados, através de bibliografia específica.

Aqui, realizou-se o desenvolvimento do texto e a argumentação relativa às descobertas e deduções que a pesquisa proporcionou.

- Coleta de notícias relacionadas às inundações urbanas no bairro.

Etapa “final” em que se buscou dar uma ideia melhor ao interlocutor da complexa situação-problema estudada no distrito osasquense do Rochdale.

3 AS INUNDAÇÕES NO BAIRRO DO ROCHDALE NOTICIADAS PELA MÍDIA

Basta que se faça uma busca simples na internet (como, por exemplo, ao se escrever as palavras “Rochdale Osasco” em um provedor de buscas) para que se encontre um “sem número” de notícias e imagens associadas, quase que exclusivamente, à problemática das inundações urbanas. Assim sendo, não foi tarefa difícil encontrar notícias que tangenciassem o tema. Realizou-se uma seleção destes conteúdos para que se pudesse dar uma ideia melhor ao interlocutor do objeto de estudo da presente pesquisa.

Uma quantidade bastante significativa de instituições midiáticas brasileiras noticiaram episódios (recentes, de, no máximo, cinco anos atrás) de inundações urbanas no bairro do Rochdale. Pode-se destacar os seguintes veículos: UOL, Diário de S. Paulo, portal R7 (da rede Record de televisão), Estadão, iG, portal G1 (da rede Globo de telecomunicações). Em

comum, todas as notícias foram localizadas no período compreendido entre o início de novembro (próximo, portanto, ao começo do verão e com aumento significativo de precipitações, como se pode ver no gráfico 1) e o meio do mês de abril (início do outono, em que as chuvas ainda são significativas e incidem sobre um solo mais “saturado” em razão do grande acúmulo de precipitações dos meses de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março).



Foto 3. Inundação no bairro do Rochdale, em Osasco. Foto por Rodrigo Coca/Fotoarena em 18/03/2011. Fonte: UOL Notícias.

Desta forma, pode-se perceber que as características pluviométricas gerais do bairro do Rochdale permitem-nos inferir que a distribuição irregular das chuvas durante o ano causa grandes problemas ao poder público e aos moradores do distrito osasquense. As dificuldades geradas pelo aumento significativo do índice pluviométrico no período mais chuvoso são enormes.

Assim sendo, a notícia que foi selecionada para problematizar o tema é a do portal G1, de 02/11/2015, que sintetiza bem a realidade dramática relacionada às inundações urbanas no bairro.

Alguns elementos se fazem presentes nessa narrativa jornalística. O primeiro deles é que a referência ao elemento histórico da frequência com a qual as inundações urbanas se multiplicam e se repetem no bairro é marca do relato (a repórter da matéria, inclusive, chega a afirmar que alguns moradores até já constroem suas casas de maneira que possam “perder pouca coisa” quando a chuva chegar).

“(...) Os moradores enfrentaram dificuldades para andar pelas vias do bairro, que foram tomadas pela água. Sacos de lixo ficaram espalhados e alguns carros boiavam na enchente. As pessoas tentavam usar o pouco espaço das calçadas disponível para andar pelo local.

A padaria do senhor Antônio de Santos Melo escapou, mas a água entrou em seu carro. “Eu estou com essa padaria há 15 anos e a situação se repete. Essa é a quarta vez que meu carro é alagado aqui. Em dezembro perdi 102 kg de ingredientes”, desabafou o comerciante. As águas invadiram pelo menos outros três carros da região.

A diarista Maria Janete mal conseguiu dormir. “Fui dormir às 2h da manhã, mas uma hora depois estava puxando água da laje”, contou”.

A descrição supracitada bem como os depoimentos acima permitem que se tenha a dimensão da problemática. Os prejuízos à população são enormes e os transtornos ao poder público também são significativos, ao danificar equipamentos, entupir bocas de lobo e alagar vias.

A frequência desses eventos é noticiada no trecho a seguir:

“O auxiliar de transportes Adeílson da Silva mora na região há 19 anos e afirma que enchentes são frequentes. “As autoridades não tomam providência. Com os bueiros entupidos, a água não tem para onde escoar e invade as casas”.

O Jardim Rochdale fica no limite entre Osasco e São Paulo. O problema das enchentes é antigo no bairro”.

A reportagem ainda afirma que já em arquivo da rede Globo, em reportagem ocorrida em 05/06/1998, os moradores contavam que sofriam com a dura realidade das inundações urbanas há 20 anos.

Sobretudo, o que as várias notícias trazem à tona é a gravidade, a alta frequência, a recorrência dos problemas de inundações urbanas no bairro osasquense. Ainda, a rua Cuiabá (foto 1) aparece em algumas reportagens como cenário propício para importantes prejuízos, com transporte de lixo pelas ruas e carros parcialmente submersos.

4 INTERVENÇÕES GOVERNAMENTAIS NA ÁREA DO BAIRRO DO ROCHDALE

É importante e até necessário que se teça, ainda, considerações a respeito das intervenções governamentais que, de alguma forma, impactam/impactaram/vão impactar o bairro do Rochdale e a problemática estudada. Assim, tendo em vista o alcance e importância dos problemas, o site Portal da Prefeitura de Osasco noticia uma das mais importantes obras (contemporâneas) de intervenção urbana que vivenciará o distrito: “Parceria com o Ministério das Cidades permitirá que região se desenvolva e nunca mais sofra com enchentes. Estimativa é de que cerca de 11 mil famílias sejam beneficiadas com obras de integração”.

Contando com importantes recursos federais advindos do PAC 2 (Programa de Aceleração do Crescimento), da ordem de R\$ 114,12 milhões, o “pacote” têm diversas demandas projetadas e representa esperança para a população local. As obras estão em andamento e a expectativa é que se realizem intervenções no esgotamento sanitário, a construção de 1500 apartamentos do programa Minha Casa Minha Vida (MCMV) para desapropriação de famílias que residem às margens dos cursos d’água do bairro, a canalização do chamado “Braço Morto do Rio Tietê”, obras de recuperação ambiental, a construção de equipamentos comunitários e áreas de lazer, obras de regularização fundiária. Também estão previstas obras para o transporte (abertura de avenidas e implantação de corredores de ônibus). Todo esse conjunto de intervenções começou a ser realizado (teoricamente) em agosto do ano passado (2015). Como já citado, estima-se que 11.000 famílias (aproximadamente 34.600 pessoas) sejam atingidas pelas mudanças.



Foto 4. Foto de solenidade de entrega de pacote de obras no Rochdale, com recursos federais. Na imagem, momento da apresentação de parte do projeto. Ao fundo, o primeiro homem da esquerda para a direita é Jorge Lapas (prefeito do município de Osasco). Na fotografia, ao lado direito dele está Gilberto Kassab, ministro das Cidades à época. Fonte: Prefeitura de Osasco.

Tendo por base o que foi apresentado neste tópico, conclui-se que a problemática das inundações urbanas vem sendo alvo de preocupações governamentais que (finalmente) parecem serem transformadas em ações práticas. O importante pacote aqui noticiado de intervenções é, basicamente, um dos primeiros em obras de grande importância com o objetivo de alívio dos problemas existentes no bairro do Rochdale.

5 A GEOMORFOLOGIA E AS CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DO ENTORNO E SUA CONTRIBUIÇÃO NO ENTENDIMENTO DO PROBLEMA

As formas de relevo são elementos centrais na análise sobre as condicionantes de fragilidade ambiental. Segundo o professor Jurandyr Ross (2012), “a compreensão sobre o relevo e sua dinâmica passa pelo entendimento do funcionamento e da inter-relação entre os

outros ingredientes naturais (água, solo, subsolo, clima e cobertura vegetal)”¹⁰. Portanto, o relevo como componente natural “congrega” outros importantes componentes do chamado meio físico; sendo de interesse vital o estudo adequado das formas de relevo no entendimento da fragilidade ambiental potencial (na perspectiva sistêmica que este estudo se propõe). Ainda segundo Ross, “este modo de entender as formas de relevo é de interesse significativo para o planejamento físico e territorial. Este planejamento com viés ambiental-territorial deve ter em conta as potencialidades de recursos e as fragilidades do meio ambiente natural, em combinação com as condições tecnológicas e socioculturais”¹¹.

Os mais diversos tamanhos de formas de relevo que compõem a Terra têm explicação genética e divergem muito em idades e processos de formação. Como dito anteriormente, também o processo de constituição do relevo é interdependente e inter-relacionado a outros componentes naturais; sendo bastante dinâmico.

É importante ter em mente que, a velocidade da dinâmica de (trans) formação do relevo, caracteriza, entre outras coisas, um aspecto importante: a estabilidade maior ou menor do terreno. Essa dinâmica está ligada aos componentes naturais, além da interferência humana. Portanto, relevos associados a estruturas geomorfológicas antigas e que sofreram processo de formação lento e estendido (este é o caso do Brasil como um todo) tendem a serem mais estáveis, ao contrário daquelas formações de relevo constituídas em tempo geológico recente e de maneira mais rápida.

Nessas abordagens, onde as relações de troca de energia são absolutamente interdependentes, não é possível entender a dinâmica e gênese dos solos (por exemplo) sem o conhecimento do clima, do relevo, da litologia e dos arranjos estruturais que compõem determinada área.

Dessa forma, temos que, entre outros fatores, o escoamento superficial aumenta em função da área de contribuição da bacia hidrográfica, da declividade das vertentes, do grau de

10 No texto original, em inglês, “The understanding about relief and its dynamics passes through the understanding of the functioning and interrelationship among the other natural ingredients (water, soil, sub-soil, climate and vegetation cover)”.

11 No texto original, em inglês, “This way of understanding the relief forms is a significant interest for the physical and territorial planning. This planning with environmental-territorial bias should take into account the resource potentialities and the fragilities of the natural environment, combining with the technological and socio-cultural conditions.”

impermeabilização e da falta de vegetação do terreno (OLIVEIRA, 1947). A Figura 4 ilustra e ajuda a entender um pouco melhor as variáveis que condicionam essa dinâmica.

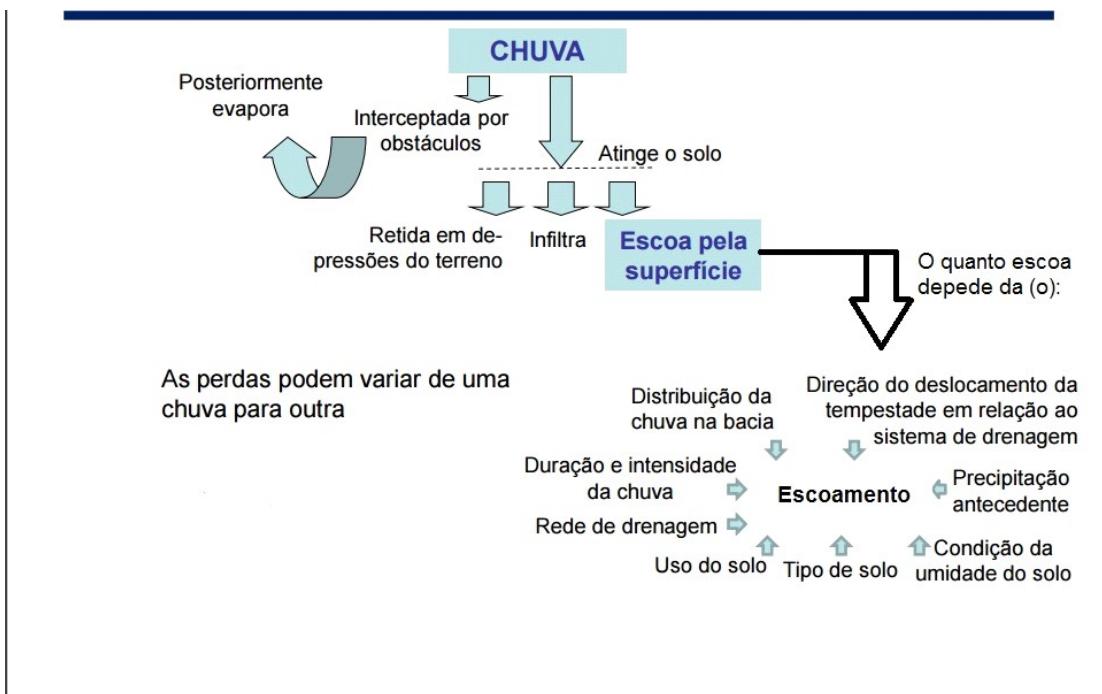


Figura 4. Esquema ilustrativo mostrando o “ciclo da água” e as condicionantes que influenciam o escoamento superficial. Adaptado de UFPR.

A seguir, apresentam-se, de maneira esquemática, mais alguns fatores que condicionam o escoamento superficial (e consequentemente, a erosão, o transporte de materiais e o acúmulo de água nas áreas mais baixas, favorecendo as inundações) e, portanto, estão intimamente relacionados à fragilidade ambiental. Todas essas variáveis são de ordem “física”, natural e morfométrica, o que denota a importância do estudo da geomorfologia na análise de fragilidade ambiental.

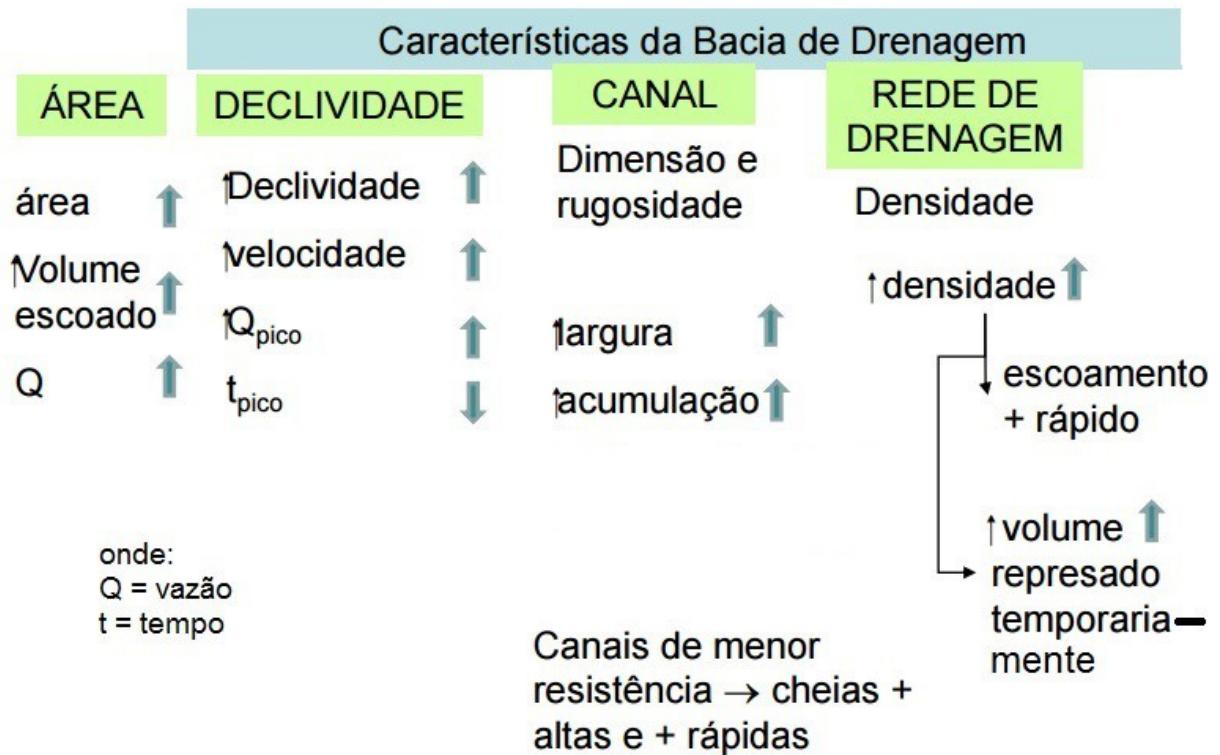


Figura 5. Esquema ilustrando algumas das características importantes da bacia de drenagem que influenciam no escoamento superficial. Adaptado de UFPR.

Assim sendo, procedeu-se à realização do mapa geomorfológico, para melhor caracterização do relevo da área de estudo; de acordo com procedimento de Ross (1990 e 1992). Para escalas de trabalho de maior detalhe, utilizam-se as formas de aspectos e classes de declive para elaboração do mapeamento.

Para a variável relevo, de acordo com a declividade das encostas, as fragilidades foram definidas por Ross de acordo com o seguinte¹²:

¹² É importante lembrar que, as duas tabelas que estão apresentadas neste capítulo são relativas à fragilidade ambiental potencial não só de casos de inundações como também de casos de deslizamentos/escorregamentos de encostas.

Classes de fragilidades de acordo com a variável declividade das encostas	
1 - Muito fraca	0 a 2 % - relevos altos e planos
2 - Fraca	3 % a 15 %
3 - Média	16 % a 30 %
4 - Forte	31 % a 50 %
5 - Muito forte	Acima de 50 %
5 - Muito forte	2 % ou menos - relevo de planícies de inundaçao

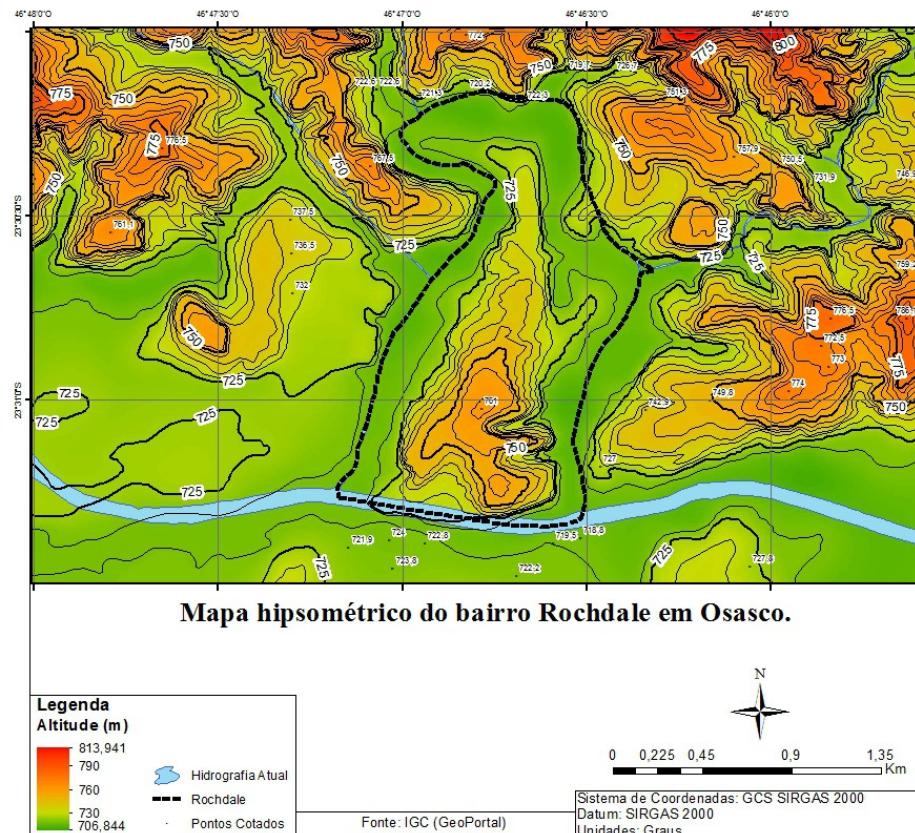
Tabela 1. Classes de fragilidades de acordo com a variável declividade das encostas. Fonte: ROSS (2012).

Já no tocante à fragilidade do terreno em função de suas características geomorfológicas (para encostas mapeadas em escalas grandes, como é o caso da presente pesquisa; e em escalas médias), o que se tem são as seguintes classes de fragilidade ranqueadas em:

1 - Muito fraca	Topos planos de colinas, terraços e morrosresiduais
2 - Fraca	Topos convexos de colinas e montanhas
3 - Média	Vertentes Convexas de colinas e montanhas
4 - Forte	Vertentes Retilíneas de colinas e montanhas
5 - Muito forte	Vertentes Côncavas em bacias de drenagem

Tabela 2. Classes de fragilidades de acordo com a variável compartimentos geomorfológicos. Fonte: ROSS (2012).

Assim sendo, as curvas de nível foram vetorizadas (através de carta topográfica histórica do IGC) e resultaram no mapa hipsométrico (de classes de altitude do relevo. “Hipsométrico” deriva de “hipsometria”, técnica que trata a respeito da medição de altitudes) da área de estudo. Este mapeamento serviu de base para outros do estudo e aparece a seguir:



Mapa 4. Mapa hipsométrico da área de estudo. Elaborado pelo autor.

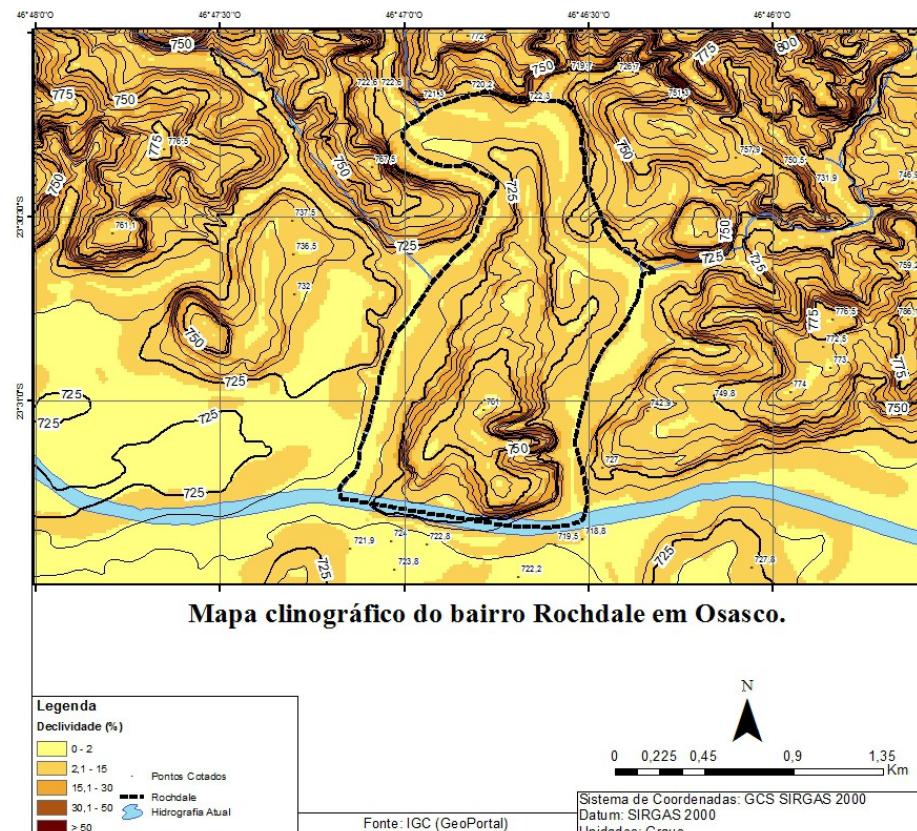
A área de estudo abrange uma área que possui um gradiente hipsométrico que varia aproximadamente de 706 metros de altitude no ponto mais baixo até 814 metros de altitude no ponto mais alto. O mapa hipsométrico foi dividido em quatro categorias de valores, a saber:

- Acima de 790 m.;
- Entre 761 e 790 m.;
- Entre 730 e 760 m.;
- Menor que 730 m.

A espacialidade das altitudes nos dá informações a respeito do relevo da bacia. A análise desse mapa hipsométrico permite confirmar algumas observações iniciais. A primeira é a de que o bairro realmente está inserido quase que numa “ilha” soerguida em meio a uma área de planície fluvial inundável (as porções mais avermelhadas representam os locais de altitude mais elevadas enquanto que as mais esverdeadas demonstram os locais mais baixos). O entorno norte e leste se mostra como sendo mais elevado em relação a boa parte da área que é mais baixa (à primeira impressão, parece tratar-se de pequenos “morros” nestas áreas mais

elevadas). O entorno sul, pela análise simples das altitudes, parece representar a continuação da área da planície de inundação.

O mapa hipsométrico embasou e permitiu a confecção de outro mapeamento muito importante para caracterização dos aspectos morfométricos da área de estudo. Trata-se do mapa clinográfico (relativo às declividades do terreno), mostrado a seguir.



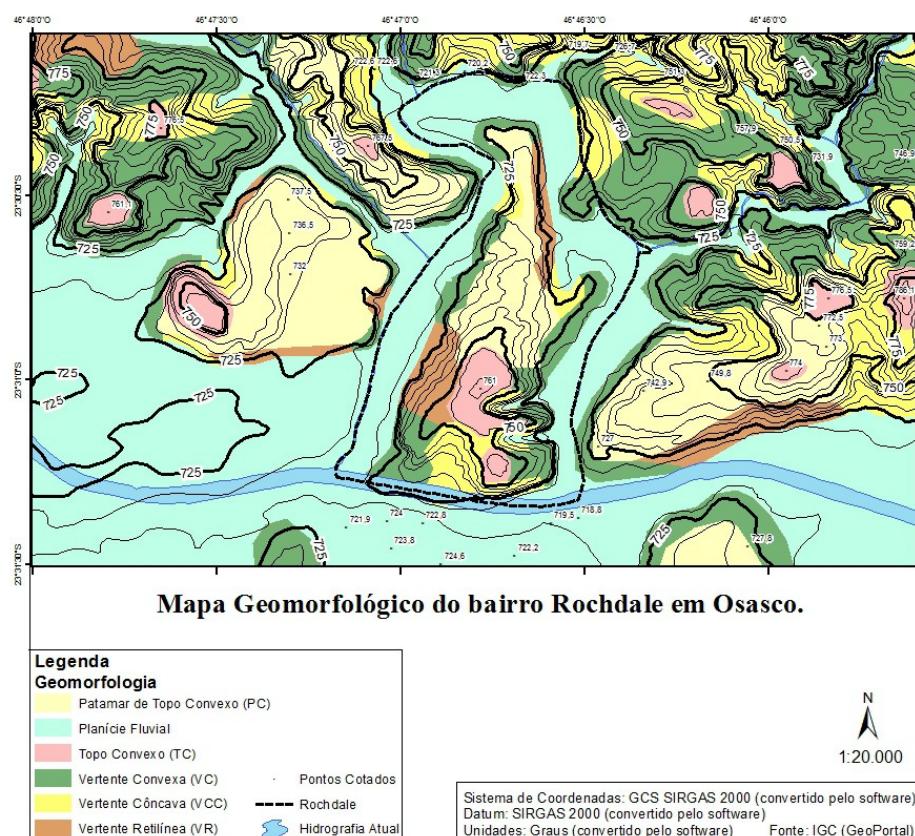
Mapa 5. Mapa clinográfico da área de estudo. Elaborado pelo autor.

Da mesma forma, no mapa clinográfico, as declividades foram divididas em categorias (cinco), a saber:

- De 0 a 2%;
- De 2,1 a 15%;
- De 15,1 a 30%;
- De 30,1 a 50%;
- Maiores que 50%.

Essas classes não são aleatórias e foram definidas segundo metodologia do professor Ross. Este mapeamento permite que já se estabeleça algumas inferências. Percebe-se que, mais ou menos nas mesmas áreas um pouco mais altas as declividades também acabaram sendo mais acentuadas, caracterizando um relevo mais acidentado nas direções norte e leste; além daqueles na porção mais ao sul do bairro osasquense ou “ilha” do Rochdale. A porção sul da área de estudo caracteriza-se como sendo mais aplainada (o que acaba por confirmar que essa área é mesmo parte da planície fluvial do local).

Essas considerações permitiram, de posse dos mapeamentos anteriores, desenvolver um material importantíssimo à pesquisa que buscou caracterizar o relevo da área. Este mapa geomorfológico aparece a seguir:



Mapa6. Mapa geomorfológico da área de estudo. Elaborado pelo autor.

O mapa geomorfológico é extremamente importante, pois permite a caracterização do relevo da área em estudo. Por meio dos mapas hipsométrico e clinográfico, temos as informações morfométricas e, de posse delas, pode-se caracterizar o relevo do local; com a elaboração do mapa geomorfológico. Assim, com todos esses mapeamentos, é possível tecerem-se algumas considerações preliminares a respeito das características físicas e morfométricas do bairro do Rochdale e entorno. A primeira é que existem alguns locais que, por terem um relevo mais suave, não tão declinoso; e uma altitude mais elevada em relação ao entorno, tendem a serem mais estáveis e com uma fragilidade ambiental potencial menor (essas considerações serão um pouco mais aprofundadas mais a frente, no capítulo relativo à carta de fragilidade). Esses locais são os patamares. Ainda, a junção dos mapas hipsométrico e clinográfico para elaboração do geomorfológico, permite notar que boa parte da área de estudo está em terreno de planície fluvial (ou de inundação). Esse cenário aliado ao uso do solo urbano pode resultar num local de fragilidade ambiental bastante elevada (as frequentes inundações não seriam, portanto, uma “coincidência” ou “obra do acaso”).

Assim, por tudo o que foi descrito, salienta-se a importância (principalmente social) do estudo geomorfológico, através de técnicas de mapeamento e levantamentos sistemáticos de campo.

6 A INFLUÊNCIA DA APROPRIAÇÃO DO SOLO NA OCORRÊNCIA DE INUNDAÇÕES URBANAS

Tendo em mente, numa perspectiva sistêmica, a ideia de que as ações humanas podem impactar outros elementos do sistema no entorno, analisa-se neste tópico a ocupação do solo com vistas, sobretudo, ao seu impacto na relação com a problemática das inundações no bairro do Rochdale.

A mancha urbana presente na RMSP é impressionante e apresenta uma alta densidade demográfica (de aproximadamente 12.000 hab/km² de média), se estendendo por

aproximadamente 1.500 km² (com 70 km no sentido leste - oeste e 50 km no sentido norte - sul) de um “continuum” urbano de municípios conurbados; além de 5 milhões de veículos (ROSS, 2004, pág. 204). O distrito do Rochdale e a área de estudo fazem parte desta realidade.

A especulação imobiliária que avançou fortemente sobre o município de São Paulo, aliada à urbanização sempre crescente (decorrente do modelo socioeconômico adotado no desenvolvimento brasileiro, com mudanças de atividades rurais para industriais - estas últimas presentes na cidade -; numa industrialização tardia que resultou em grande êxodo rural e superpovoamento das áreas urbanas); proporcionaram, desde os primórdios do seu desenvolvimento que um contingente expressivo de pessoas de classes socioeconômicas menos privilegiadas ocupassem áreas não recomendadas para habitação. Sem escolha, essas populações se viram obrigadas a se afastarem cada vez mais do centro histórico e econômico do município de São Paulo, rumo a lugares que tivessem condições de habitar. Nesse ínterim, ocorreu o apoderamento de regiões como as áreas de mananciais, as encostas e vertentes, além das várzeas de rios. O bairro do Rochdale se insere nesta realidade, sobretudo durante a ocupação que se deu já nas proximidades da metade do século XX.

Assim, constata-se que os problemas ambientais (notadamente as inundações urbanas e os escorregamentos/deslizamentos de terra) atingem de maneira generalizada a população metropolitana (lembrando que, tanto as inundações urbanas quanto os escorregamentos/deslizamentos de terra, são processos naturais); porém, com intensidade e gravidade muito maior entre as populações mais pobres (geralmente as que acabam ocupando as chamadas “áreas de risco”).

“Esses problemas (de inundações e deslizamentos de terra), entretanto, não podem ser atribuídos somente aos responsáveis pela administração pública ou ao clima ou ainda à sociedade que acaba por habitar essas áreas. Na realidade, é uma questão complexa que envolve tanto aspectos da natureza como aspectos da sociedade em diferentes níveis. (...) As condições climáticas, típicas de climas tropicais úmidos com distribuição anual predominantemente concentrada nos meses quentes de verão, completam o estado geral dos riscos naturais acentuados pelas inserções dos seres humanos, que são as principais vítimas delas mesmas. (ROSS, 2004 p. 203)”.

Assim sendo, é possível identificar no caso das inundações no bairro do Rochdale, uma relação conflituosa entre os aspectos físicos e sociais; já que parte da sociedade, sem

escolha, ocupou o espaço de forma questionável e acabou por sofrer as consequências disso (numa perspectiva sistêmica complexa de análise; em que as ações tomadas pela sociedade impactam decisivamente outros componentes do sistema como, por exemplo, as áreas de inundação fluvial). Assim, nota-se que, no Rochdale, a ocupação da sociedade transformou o espaço no contexto da urbanização, gerando uma relação desarmônica com os aspectos naturais locais (sobretudo nas áreas mais próximas aos cursos d'água)¹³. Tal cenário resulta num problema com a ocorrência das inundações urbanas, gerando transtornos à população local a cada novo evento. A ocupação de áreas naturalmente inundáveis significa, por exemplo, assumir esse risco: o de construir em um lugar sujeito a inundações periódicas. Como já foi dito, o que ocorreu no distrito osasquense (bem como no município de Osasco em seus primórdios) foi que ele se constituiu como um subúrbio paulistano, quiçá um bairro-dormitório.

Observando a área de estudo através de trabalho de campo, alguns exemplos dessa relação são as ocupações de áreas alagáveis com consequente impermeabilização do solo, a canalização e retilinização de cursos d'água, o lançamento de esgotos, a retirada das matas nativas (sobretudo as ciliares), a construção de avenidas em fundos de vale, etc. (um exemplo está presente na foto 5). Dessa forma, pode-se dizer que toda a grande alteração causada no ambiente natural da área de estudo (sobretudo no contexto do distrito osasquense, praticamente constituído sobre uma “ilha” fluvial), tenha intrínseca relação com as inundações urbanas e ajude a explicá-las.

13 O que acaba por revelar (mais) uma contradição do capitalismo. O trabalhador tem a necessidade de um lugar para morar para que possa oferecer sua força de trabalho e, com os baixos salários e a alta do preço da moradia, essa necessidade acaba não sendo suprida adequadamente.



Foto 5. Um exemplo de ação frequente em basicamente toda a extensão do bairro do Rochdale. Curso d'água retificado e avenidas às suas margens. Fotografia tirada em 24/04/2016.

Portanto, pode-se perceber que a realidade é complexa e resultante de diversos fatores de ordem social, econômica e urbana. Assim sendo, todo esse contexto de urbanização segregadora do município de São Paulo e da RMSP, sem um planejamento urbano eficiente, contribuiu para que problemas no arranjo dos espaços e decorrentes de infraestrutura ineficiente impactassem, inclusive, pontos como o bairro do Rochdale. No caso específico do distrito osasquense, a falta de planejamento é evidente e marcada pela ocupação excessiva e desordenada da área, pela construção de avenidas de fundo de vale, pela falta de tratamento de esgoto lançado nos cursos d'água, etc.

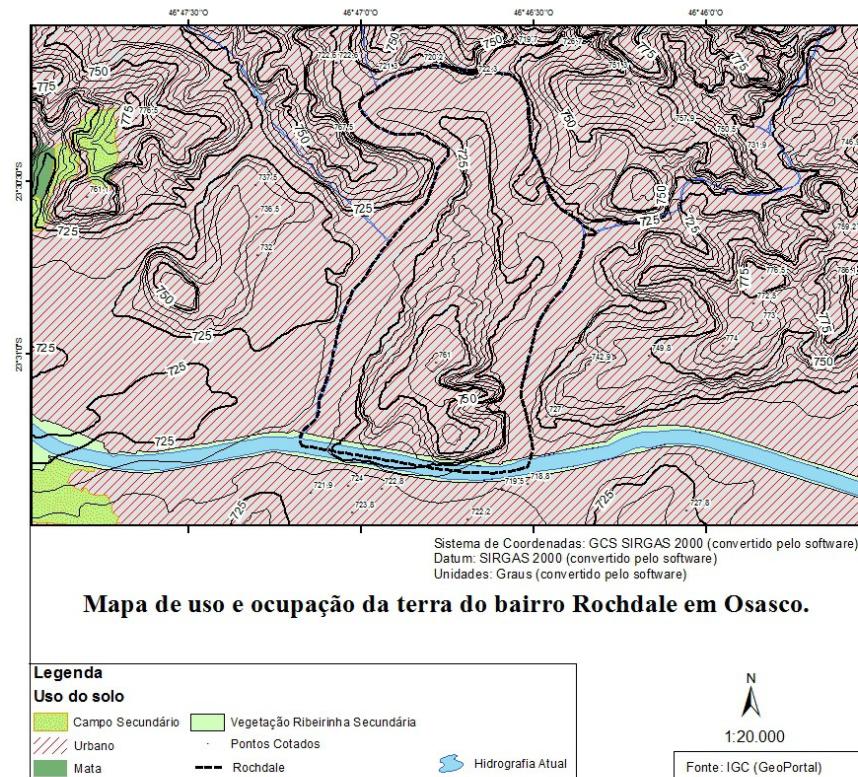
Dessa maneira, todo o contexto problematizado (do uso do solo) está intimamente relacionado ao problema das inundações no Rochdale. Assim, tem-se mais um parâmetro importante (talvez o mais importante) para o estudo de fragilidade do trabalho: a fragilidade de acordo com a cobertura vegetal da área. A análise com relação à proteção dos solos pela

cobertura vegetal envolve a construção do mapa de uso da terra e consequente avaliação da dimensão da cobertura vegetal. Esse trabalho, conforme metodologia do professor Jurandyr Ross, é centrado na interpretação de fotografias aéreas para escalas grandes (1:2000 a 1:25000; intervalo compreendido na escala de análise da presente pesquisa). Assim, identificam-se polígonos de acordo com os mais diferentes tipos de usos da terra. Dessa forma, pode-se elaborar também uma tabela de fragilidade que se ordena da seguinte maneira:

Classes de fragilidades de acordo com a variável usos da terra	
1 - Muito fraca	Proteção muito elevada dos solos, florestas primárias e secundárias em um alto estágio de regeneração.
2 - Fraca	Alta proteção dos solos, Florestas de savana densas, silvicultura com cobertura herbácea.
3 - Média	Média proteção do solo, culturas de longo ciclo com curvas e terraços de forragem entre “ruas” de café, frutas cítricas, mamões, silviculturas, pastagens de baixo pisoteio.
4 - Forte	Fraca proteção do solo, culturas de ciclo longo sem forragem entre as “ruas” e de ciclo curto com terraços e curvas.
5 - Muito forte	Proteção do solo muito fraca, terras desmatadas com práticas de queimadas, solos expostos para cultivo e terraplanagem, culturas de ciclo curto sem práticas de conservação

Tabela 3. Classes de fragilidades de acordo com a variável usos da terra. Fonte: ROSS (2012).

Tendo em vista toda a importância da problemática do uso do solo na dinâmica das inundações do bairro, elaborou-se, a partir de fotointerpretação de imagem de satélite, um mapeamento de uso da terra da área de estudo:



Mapa 7. Mapa de uso e ocupação da terra do bairro do Rochdale em Osasco. Elaborado pelo autor. Percebe-se a quase totalidade de urbanização na área de estudo, uma planície fluvial (ver mapa 1). No distrito osasquense, essa penetração urbana é total.

Como se pode perceber, a área de estudo é praticamente toda abarcada pelo uso do solo urbano. A grande concentração urbana e a densa impermeabilização da terra potencializam os efeitos das inundações, notadamente nas áreas mais próximas aos cursos d’água. Como já citado anteriormente, no Rochdale, a urbanização desordenada e o crescente processo de impermeabilização do solo favoreceram o aumento da frequência das inundações. A escassez de áreas verdes (ver foto 1), por onde se infiltraria a água da chuva, faz com que esta escoe superficialmente, chegando mais rapidamente aos cursos d’água, agravando o problema das inundações. Segundo o Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, os espaços antes destinados ao armazenamento natural das águas – as áreas permeáveis, várzeas e talvegues naturais – acabaram substituídos por áreas urbanizadas e inundáveis. Aliado a isso, a falta de uma visão integrada da bacia hidrográfica levou a resoluções pontuais e localizadas que resultaram na transferência dos problemas para jusante.

Além destes problemas socioambientais é bom que se lembre que o modo em que boa parte da RMSP está constituída, com estabelecimento de uma extensa “mancha urbana”, contribui para outros problemas que acabam por criar um “caos urbano” (evidenciado por exemplo, nos sistemas de transporte - coletivos, viários, etc. - sobrecarregados, às vezes de forma dramática em alguns locais e horários do dia; na falta de atendimento adequado de outros equipamentos públicos a uma quantidade significativa de pessoas - como saneamento básico, sistema de energia e distribuição de água, rede hospitalar, instituições de ensino e lazer, etc.). Para completar esse grave cenário, o adensamento urbano e a alta impermeabilização do solo ainda contribuem no agravamento de alguns problemas com o escoamento mais acelerado e intenso das águas pluviais.

A impermeabilização do solo afeta ainda o clima local. O solo é um importante equilibrador de entradas e saídas de água no solo (de acordo com suas características físicas como capacidade de infiltração, percolação, porosidade, permeabilidade), funcionando como um fator climático importante¹⁴; sobretudo no tocante à determinação dos meses secos e úmidos (Galvani, 2004, 228). Assim, o que ocorre é que, em períodos chuvosos, a água fica retida no solo, que a devolve à atmosfera em forma de vapor nos períodos secos. Infelizmente esse aspecto foi pouco considerado na urbanização da RMSP (incluindo-se a do Rochdale), em que, o que mais importavam eram as características físicas do solo que tivessem relação com a construção civil (sua estabilidade, resistência em suportar o peso de instalações, etc.). Os efeitos da alta impermeabilização do solo no clima local já são notórios e estudados por uma quantidade significativa de pesquisadores.

7 ASPECTOS FÍSICOS, MORFOMÉTRICOS E RELATIVOS ÀS ATIVIDADES HUMANAS INTER-RELACIONADOS NA CARTA DE FRAGILIDADE

¹⁴ Lembrando que o elemento água (ou vapor d’água) presente no ar influencia demais o clima, principalmente com relação às temperaturas e sensações térmicas (que tendem a serem mais amenas conforme exista uma maior quantidade de vapor d’água presente no ar). O gradiente térmico também é controlado pela variável água na atmosfera numa relação inversa (quanto mais vapor d’água no ar, menor o gradiente térmico, ou seja, a presença maior de água na atmosfera diminui a variação de temperatura ao longo do dia).

A carta de fragilidade se traduz como, basicamente, o produto mais importante do trabalho; bem como o seu principal objetivo. Essa carta pretende correlacionar e integrar os aspectos analisados até aqui e que, na visão do autor, têm importância central na análise dos potenciais riscos associados à área de estudo; além da localização destas áreas de riscos (que é um objetivo de estudo muito importante à Geografia: localizar os fenômenos).

Dessa maneira, a carta de fragilidade se materializa como uma tentativa de avaliação essencialmente sistêmica; na qual procura-se concatenar as características físicas e morfométricas do local com a influência das atividades humanas, altamente impactantes numa escala local.

Assim, de posse dos mapeamentos anteriores e com o auxílio de técnicas de geoprocessamento, foi estabelecido um “mosaico” de classes de polígonos diferenciados entre si por meio de cada uma das seguintes características: uso do solo, declividade e geomorfologia. Assim sendo, para que se explique melhor; um polígono, por exemplo, com as seguintes características: uso do solo urbano, declividade do terreno entre 3 e 15% e relevo de planície fluvial se diferenciou de outro com, por exemplo, uso do solo urbano, declividade do terreno entre 3 e 15%, mas com relevo de patamar de topo convexo. Desta forma, com auxílio de metodologia específica de Spörl (2001), foi estabelecida uma matriz de valores que categorizavam as triangulações realizadas pelo software. Essa matriz forneceu um número de fragilidade que foi utilizado na elaboração da carta de fragilidade. Os valores numéricos da matriz variaram entre 1 e 3 (os mais próximos de 1 seriam os menos frágeis e mais protegidos; os mais próximos de 3, os mais frágeis e menos protegidos). A matriz está apresentada a seguir (lembrando que combinações que não apareceram na triangulação do software de geoprocessamento foram omitidas da tabela):

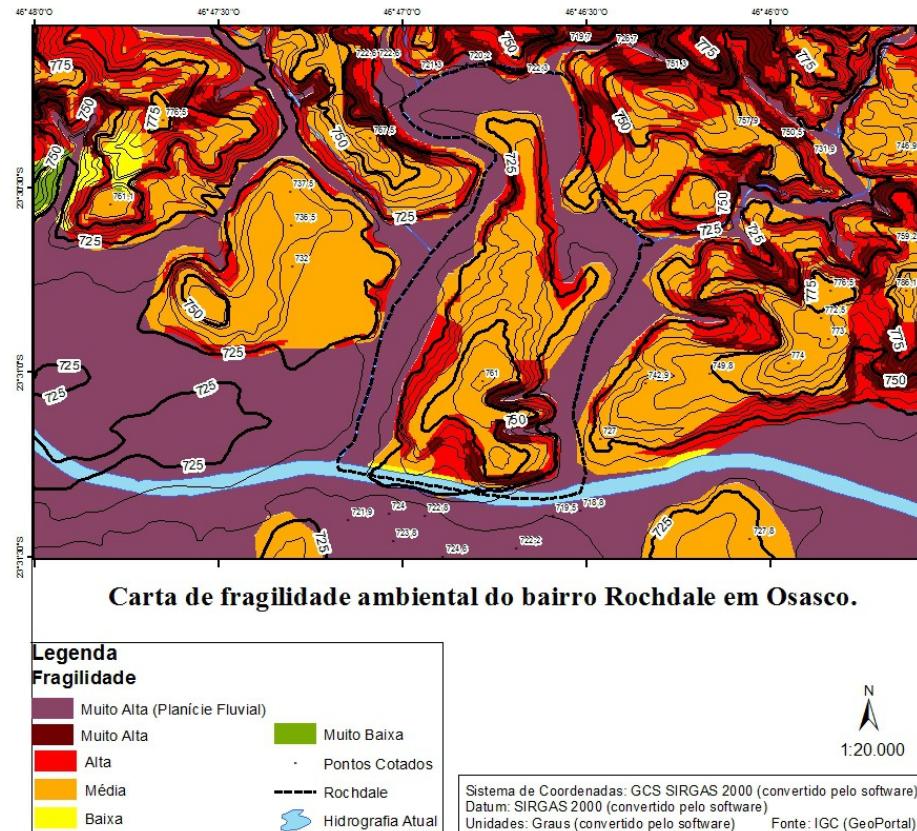
Declividade	Geomorfologia	Valor	Uso do Solo	Valor	Fragilidade Resultante
0 % - 2 %	Planície Fluvial	3	Todos	-	Muito Alta
> 50 %	Vertente Côncava (VCC)	3	Todos	-	Muito Alta
31 % - 50 %	Vertente Côncava (VCC)	2,7	Urbano/Solo Exposto	3	Muito Alta
31 % - 50 %	Vertente Côncava (VCC)	2,7	Campo Secundário/Vegetação Ribeirinha Secundária	1,5	Média
31 % - 50 %	Vertente Côncava (VCC)	2,7	Mata e Capoeira Secundária	0,7	Baixa
16 % - 30 %	Vertente Côncava (VCC)	2,4	Urbano/Solo Exposto	3	Muito Alta
16 % - 30 %	Vertente Côncava (VCC)	2,4	Campo Secundário/Vegetação Ribeirinha Secundária	1,5	Média
16 % - 30 %	Vertente Côncava (VCC)	2,4	Mata e Capoeira Secundária	0,7	Baixa
3 % - 15 %	Vertente Côncava (VCC)	2,1	Urbano/Solo Exposto	3	Alta
3 % - 15 %	Vertente Côncava (VCC)	2,1	Campo Secundário/Vegetação Ribeirinha Secundária	1,5	Média
3 % - 15 %	Vertente Côncava (VCC)	2,1	Mata e Capoeira Secundária	0,7	Baixa
0 % - 2 %	Vertente Côncava (VCC)	1,8	Urbano/Solo Exposto	3	Alta
0 % - 2 %	Vertente Côncava (VCC)	1,8	Campo Secundário/Vegetação Ribeirinha Secundária	1,5	Baixa
0 % - 2 %	Vertente Côncava (VCC)	1,8	Mata e Capoeira Secundária	0,7	Muito Baixa
31 % - 50 %	Vertente Retilínea (VR)	2,4	Urbano/Solo Exposto	3	Muito Alta
31 % - 50 %	Vertente Retilínea (VR)	2,4	Mata e Capoeira Secundária	0,7	Baixa
16 % - 30 %	Vertente Retilínea (VR)	2,1	Urbano/Solo Exposto	3	Alta
16 % - 30 %	Vertente Retilínea (VR)	2,1	Mata e Capoeira Secundária	0,7	Baixa
3 % - 15 %	Vertente Retilínea (VR)	1,8	Urbano/Solo Exposto	3	Alta
3 % - 15 %	Vertente Retilínea (VR)	1,8	Campo Secundário/Vegetação Ribeirinha Secundária	1,5	Baixa
3 % - 15 %	Vertente Retilínea (VR)	1,8	Mata e Capoeira Secundária	0,7	Muito Baixa
0 % - 2 %	Vertente Retilínea (VR)	1,5	Urbano/Solo Exposto	3	Média
0 % - 2 %	Vertente Retilínea (VR)	1,5	Campo Secundário/Vegetação Ribeirinha Secundária	1,5	Baixa
0 % - 2 %	Vertente Retilínea (VR)	1,5	Mata e Capoeira Secundária	0,7	Muito Baixa
> 50 %	Vertente Convexa (VC)	2,4	Urbano/Solo Exposto	3	Muito Alta
31 % - 50 %	Vertente Convexa (VC)	2,1	Urbano/Solo Exposto	3	Alta
31 % - 50 %	Vertente Convexa (VC)	2,1	Campo Secundário/Vegetação Ribeirinha Secundária	1,5	Média
31 % - 50 %	Vertente Convexa (VC)	2,1	Mata e Capoeira Secundária	0,7	Baixa
16 % - 30 %	Vertente Convexa (VC)	1,8	Urbano/Solo Exposto	3	Alta

16 % - 30 %	Vertente Convexa (VC)	1,8	Campo Secundário/Vegetação Ribeirinha Secundária	1,5	Baixa
16 % - 30 %	Vertente Convexa (VC)	1,8	Mata e Capoeira Secundária	0,7	Muito Baixa
3 % - 15 %	Vertente Convexa (VC)	1,5	Urbano/Solo Exposto	3	Média
3 % - 15 %	Vertente Convexa (VC)	1,5	Campo Secundário/Vegetação Ribeirinha Secundária	1,5	Baixa
3 % - 15 %	Vertente Convexa (VC)	1,5	Mata e Capoeira Secundária	0,7	Muito Baixa
0 % - 2 %	Vertente Convexa (VC)	1,2	Urbano/Solo Exposto	3	Média
0 % - 2 %	Vertente Convexa (VC)	1,2	Campo Secundário/Vegetação Ribeirinha Secundária	1,5	Baixa
0 % - 2 %	Vertente Convexa (VC)	1,2	Mata e Capoeira Secundária	0,7	Muito Baixa
31 % - 50 %	Topo Convexo (TC)	1,8	Urbano/Solo Exposto	3	Alta
31 % - 50 %	Topo Convexo (TC)	1,8	Campo Secundário/Vegetação Ribeirinha Secundária	1,5	Baixa
31 % - 50 %	Topo Convexo (TC)	1,8	Mata e Capoeira Secundária	0,7	Muito Baixa
16 % - 30 %	Topo Convexo (TC)	1,5	Urbano/Solo Exposto	3	Média
16 % - 30 %	Topo Convexo (TC)	1,5	Campo Secundário/Vegetação Ribeirinha Secundária	1,5	Baixa
16 % - 30 %	Topo Convexo (TC)	1,5	Mata e Capoeira Secundária	0,7	Muito Baixa
3 % - 15 %	Topo Convexo (TC)	1,2	Urbano/Solo Exposto	3	Média
3 % - 15 %	Topo Convexo (TC)	1,2	Demais usos	-	Muito Baixa
0 % - 2 %	Topo Convexo (TC)	0,9	Urbano/Solo Exposto	3	Média
0 % - 2 %	Topo Convexo (TC)	0,9	Demais usos	-	Muito Baixa
31 % - 50 %	Patamar de Topo Convexo (PC)	1,5	Urbano/Solo Exposto	3	Alta
16 % - 30 %	Patamar de Topo Convexo (PC)	1,2	Urbano/Solo Exposto	3	Média
16 % - 30 %	Patamar de Topo Convexo (PC)	1,2	Demais Usos	-	Muito Baixa
3 % - 15 %	Patamar de Topo Convexo (PC)	0,9	Urbano/Solo Exposto	3	Média
3 % - 15 %	Patamar de Topo Convexo (PC)	0,9	Demais usos	-	Muito Baixa
0 % - 2 %	Patamar de Topo Convexo (PC)	0,6	Urbano/Solo Exposto	3	Média
0 % - 2 %	Patamar de Topo Convexo (PC)	0,6	Demais usos	-	Muito Baixa

Por meio desta matriz, foi possível classificar a carta de fragilidade de acordo com as seguintes categorias (também conforme metodologia de Spörl, de 2001):

- De 2,7 a 3: fragilidade muito alta
- De 2,3 a 2,6: fragilidade alta
- De 1,8 a 2,2: fragilidade média
- De 1,4 a 1,7: fragilidade baixa
- De 1 a 1,3: fragilidade muito baixa

Assim, foi elaborada a carta de fragilidade que aparecerá abaixo:



Mapa 8. Carta de fragilidade da área de estudo. Elaborada pelo autor.

Para que se esclareça a carta, fica o registro de que a área de fragilidade ambiental muito alta foi dividida em duas: a relativa ao domínio da planície fluvial e a porção referente ao restante dos domínios geomorfológicos presentes na área de estudo. Essa divisão é importante e foi pensada porque a categoria dessas fragilidades é distinta. A primeira (a da

planície fluvial) contempla o domínio das terras baixas adjacentes aos cursos d'água e que, em períodos de intensa chuva tendem a se alagarem. Portanto, trata-se de uma fragilidade associada ao risco de inundações (urbanas no nosso caso), particularmente importante no presente estudo. A segunda categoria de fragilidade muito alta elenca as porções de acordo, principalmente, com suas feições geomorfológicas (distintas daquelas da planície fluvial); caracterizando uma fragilidade diferente. Aqui o risco está associado, sobretudo, aos deslizamentos e escorregamentos de terra.

Como se pode ver da leitura “intuitiva” do mapa, a maior parte da área em estudo é caracterizada por uma fragilidade ambiental potencial muito alta. Na verdade, a quase totalidade da área classificada como de fragilidade ambiental muito alta está na planície de inundaçāo do rio Tietê. Portanto, ainda que a canalização de cursos d'água os faça “desaparecer”, sua força hídrica nunca é totalmente esgotada. Além disso, a forma do relevo, suas características morfométricas acabam influenciando de maneira decisiva na fragilidade ambiental. Relevos mais baixos circundados por outros mais altos, acabam por funcionarem como uma “bacia de captação”, sobretudo quando estão impermeabilizados pelo uso do solo urbano.

A análise da carta permite ainda perceber que os pontos mais altos e menos declivosos são os que apresentam uma estabilidade um pouco maior. Ainda assim, a fragilidade é classificada como média. De maneira geral, praticamente toda a área de estudo está compreendida entre as fragilidades médias e altas, pelo fato de praticamente toda a área estar sob o domínio do contexto urbano. Associa-se a isso o fato de que algumas áreas estão em terrenos declivosos e acidentados ou em vertentes convexas e retilíneas, o que potencializa a fragilidade ambiental. A planície de inundaçāo representa o maior risco (o que já era esperado), sobretudo por estar intensamente impermeabilizada.

8 ANÁLISE INTEGRADA DAS INFORMAÇÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A solução para os problemas de inundações urbanas no bairro do Rochdale não é fácil e ainda está longe de ser conquistada. A realidade é bastante complexa e inspira cuidados. Os problemas ambientais do distrito osasquense são bastante graves; porém, o contexto urbano

que os sustentam são comuns a diversas localidades brasileiras e representam problemáticas que, infelizmente, estão presentes no cotidiano de parcelas significativas da população do Brasil.

A realidade do bairro do Rochdale, num contexto histórico, social e urbano mais amplo; é complexa e, conforme já foi problematizada no trabalho, está inserida numa dinâmica complicada de valorização do solo (sobretudo o paulistano central); políticas habitacionais muitas vezes não tão eficazes; demasiada intensificação do modo de vida urbano e consequente migração populacional para as cidades; aumento progressivo e continuado da população; etc.

Assim sendo, analisando-se todas as informações, dados, mapas que foram levantados na pesquisa, constata-se que as atividades antrópicas e suas derivadas alterações no meio, em conjunto com uma realidade morfométrica e geomorfológica própria, contribuíram para a ocorrência de inundações urbanas prejudiciais às populações locais. Na verdade, como já foi citado anteriormente, as inundações naturais são normais e causadas pelo aumento da vazão do rio em função, principalmente, de eventos pluviométricos significativos. No caso do Rochdale, a intensa ocupação de uma área considerável da planície fluvial de um importante braço do rio Tietê, pode ser interpretada como a principal causa de eventos de inundações urbanas no distrito.

Nesse ínterim, foi particularmente importante a utilização de carta topográfica histórica (que data de 1930) fornecida pelo GeoPortal, do IGC (mapa 1) que permitiu a verificação de que o bairro do Rochdale está inserido praticamente em uma antiga pequena “ilha” formada por meandro do rio Tietê. Essa descoberta foi essencial pois permitiu corroborar uma ideia de que a constituição do bairro da maneira como foi estabelecida (com os limites do distrito praticamente coincidindo com os contornos do meandro do rio Tietê), sinaliza uma clara explicação dos porquês de existirem tantos problemas ambientais de inundações urbanas no bairro. A “fórmula”: “canalização de cursos d’água + aterramentos de áreas naturalmente alagáveis + ocupação de áreas de várzea + construção de avenidas de fundos de vale e grande impermeabilização do solo” se apresenta como uma possibilidade quase que certa de problemas ambientais. O Rochdale seria mais um exemplo de má gestão do uso do solo urbano e falta de planejamento adequado no tocante às tomadas de decisão (realidade infelizmente bastante comum em muitas outras áreas do território brasileiro).

Avalia-se que, de acordo com o que foi proposto para o trabalho, foi possível elencar algumas variáveis de ordem natural e física que, combinadas com outras mais relativas às sociedades humanas, ajudam a explicar a dinâmica das inundações urbanas; num contexto de análise integrada (um princípio importante escolhido para guiar o estudo).

Foi possível ainda, por meio de uma seleção de notícias, problematizar o tamanho das dificuldades que o bairro do Rochdale enfrenta, bem como apresentar alguns projetos de intervenção estatal numa tentativa de mitigação de efeitos e de resolução dos problemas. O momento de trabalho de campo também foi importante para validação, confirmação de informações, descoberta de cenários que a pesquisa “de gabinete não dá”, etc.

Ainda, por meio dos mapeamentos, pôde-se estabelecer uma melhor análise da situação. Os mapas clinográfico e hipsométrico possibilitaram a elaboração do geomorfológico. Estes mapeamentos em conjunto, deram um importante aporte à pesquisa, qualificando o relevo e sua influência no problema. O mapa de uso do solo, por sua vez, possibilitou que se avaliassem as áreas mais densamente ocupadas pelo uso do solo urbano (e, portanto, bastante impermeabilizadas), o que poderia agravar a situação das inundações. De posse desses mapeamentos, a carta de fragilidade localizou os pontos mais críticos no tocante à fragilidade ambiental e simbolizou uma tentativa de análise integrada das informações.

Durante o trabalho, ainda foi possível levantar uma outra informação importante. A de que a área de estudo encontra-se à jusante do encontro do rio Tietê com o rio Pinheiros. Esses dois rios são bastante caudalosos na região e, por chegarem às margens do bairro do Rochdale com todo o tipo de dejetos e detritos de boa parte da RMSP (o que configura uma soma de grandíssima monta, já que a RMSP é uma das regiões metropolitanas mais populosas e urbanizadas do mundo), o problema se agrava de maneira importante. Esse fato também contribui para a explicação do problema, numa perspectiva também integrada, de relação do local com um contexto mais geral dos cursos d’água e da posição geográfica do bairro em relação à região metropolitana de São Paulo.

Finalizando, coloca-se que boa parte do local de estudo encontra-se em área de planície fluvial, naturalmente inundável; e que a ocupação desordenada e densa dessas áreas impermeabilizando o solo facilita a ocorrência de eventos dramáticos de inundações urbanas que trazem problemas bastante graves à população local. Assim sendo, o trabalho avaliou a complexa realidade do bairro do Rochdale e buscou relacionar de maneira integrada alguns

dos aspectos que ajudam a explicar os problemas pelos quais passa frequentemente o distrito osasquense.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, Adriano Araújo do; THOMAZ Edivaldo Lopez. **Identificação de áreas de alagamento na cidade de Guarapuava, Paraná: período de 1998-2006**. In: “Cidade, cultura e ambiente sob a perspectiva geográfica”, Guarapuava, Unicentro, 2008, p. 181-202.
- CARLOS, Ana Fani; OLIVEIRA, Ariovaldo Umbelino de (org.). **“Geografias” de São Paulo: uma introdução**, in Geografias de São Paulo: a metrópole do século XXI; pág. 11-17. São Paulo: Contexto, 2004.
- DANTAS, C. G. Análise ambiental integrada dos fatores condicionantes das inundações na bacia do Aricanduva. Trabalho de Graduação Individual. Departamento de Geografia, FFLCH-USP, 2014.
- MANFREDINI, S; DIAS, R; QUEIROZ, J de. **Reflexões sobre o solo urbano**, in: Geografias de São Paulo: A metrópole do século XXI; pág.231-240. CARLOS, A. F.; OLIVEIRA, A. U. de (org.). São Paulo: Contexto, 2004.
- MATTOS, C. A.; JÚNIOR A. A. O. Determinação do parâmetro CN: geoprocessamento na classificação de uso e ocupação do solo em bacias urbanas. II Congresso internacional de meio ambiente subterrâneo. 2011, São Paulo/SP. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28146/18270>. Acesso em: 15/01/2016.
- MECERJAKOV, J.P. **Lesconcepts de morphostructure et de morphosculture: un nouvel instrument de l'analyse geomorphologique**. Ann. Geographie, 77. N. 423, p. 538-552, Paris, 1968.
- MIRANDA, T. C. et al. Comparação de custos de estruturas de drenagem rodoviária: dimensionamento a partir do método racional e HUS-SCS. Estudo de caso: Rst 471. Disponível em: <http://rhama.net/download/artigos/artigo43.pdf>. Acesso em: 04/02/2016.

NAKAYAMA, P. T. Avaliação do parâmetro CN do método de Soil Conservation Service (SCS) nas bacias do ribeirão dos Marins e córrego Bussocaba – estado de São Paulo. XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2011, Maceió/AL. Disponível em: <http://docplayer.com.br/228557-Avaliacao-do-parametro-cn-do-metodo-de-soil-conservation-service-scs-nas-bacias-do-ribeirao-dos-marins-e-corrego-bussocaba-estado-de-sao-paulo.html>. Acesso em: 15/01/2016.

NOWATSKY, Alexei et OKA-FIORI Chisato. **Mapeamento da fragilidade ambiental da bacia do rio Capivarí (Tijucas do Sul e São José dos Pinhais/PR).** Anais de congressos, SBGFA, 2009

OLIVEIRA, F.M. (1947). **Drenagem de Estradas.** Associação Rodoviária do Brasil. Boletim Técnico no 5. 181p.

PICKBRENNER, Karine et al. Determinação do CN utilizando geoprocessamento: simulação hidrológica na Bacia do rio Criciúma. Disponível em: http://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/Comite%20Rio%20Ararangua/Geoprocessamento/Determinacao-do-CN-utilizando-geoprocessamento-simulacao-hidrologica-na-Bacia-do-rio-Criciuma.pdf. Acesso em: 15/01/2016.

ROSS, J. L. S. – **Geomorfologia Ambiente e planejamento**,- Editora Contexto- São Paulo. 1990.

ROSS, J. L. S. – **O registro Cartográfico dos fatos Geomórficos e a Questão da Taxonomia do Relevo**, in Revista do Depto. Geografia FFLCH-USP- São Paulo, 1992.

ROSS, J.L.S.- **Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados**, in Revista do DG-USP-nº8-São Paulo 1994.

ROSS, J. L. S. (Org.). **Geografia do Brasil.** São Paulo: Edusp, 2001. P. 53. (Didática 3).

ROSS, J.L.S.- **Ecogeografia do Brasil**, Editora Oficina de Textos-São Paulo 2006

ROSS, J. L. S. **Landforms and environmental planning: potentialities and fragilities**, in *Revista do Departamento de Geografia - USP*, Volume especial 30 anos, p. 38-51, 2012.

SCHNEEBERGER, Carlos Alberto; FARAGO Luiz Antonio. **Minimanual Compacto de Geografia do Brasil: teoria e prática.** 1ª edição. São Paulo: Rideel, 2003.

SPöRL, Christiane. **Análise da fragilidade ambiental relevo-solo com aplicação de três modelos alternativos nas altas bacias do Rio Jaguari-Mirim, Ribeirão do Quartel e Ribeirão da Prata.** Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-18012002-225147/>>. Acesso em: 2016-03-27.

STRAHLER, A.N. Hypsometric (area-altitude) analysis and erosional topography. Geological Society of America Bulletin, v. 63, p.1117-1142, 1952.

TASSI, Rutinéia et al. Determinação do parâmetro CN para sub-bacias urbanas do Arroio Dilúvio - Porto Alegre/RS. I Simpósio de Recursos Hídricos do Sul-Sudeste, 2006, Curitiba/PR. Disponível em: <http://www.rhama.net/download/artigos/artigo46.pdf>. Acesso em: 15/01/2016.

TOMAZ, Plínio. Método do SCS (Soil Conservation Service) para várias bacias. In: “Curso de manejo de águas pluviais”. 2012. Disponível em: http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/Novos_livros/livro_metodo_calculos_vazao/capitulo99.pdf. Acesso em: 17/12/2015.

TRICART, J. – **Ecodinamicas** – FIBGE/SUPREN, Rio de Janeiro, 1977.

TUCCI, Carlos E. M. Parâmetros do Hidrograma Unitário para bacias urbanas brasileiras. In: Revista Brasileira de Recursos Hídricos (RBRH), vol. 8, n. 2. Abr/Jun 2003, págs. 195-199.