



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
SECRETARIA DE BIODIVERSIDADE E FLORESTAS

Relatório de Inspeção

Área atingida pela tragédia das chuvas Região Serrana do Rio de Janeiro



**Áreas de Preservação Permanente e
Unidades de Conservação**

&

Áreas de Risco

O que uma coisa tem a ver com a outra?



Brasília – DF – Fevereiro de 2011

Relatório de Inspeção

Área atingida pela tragédia das chuvas Região Serrana do Rio de Janeiro

O presente Relatório de Inspeção é resultado dos levantamentos realizados em campo no período de 24 a 26 de janeiro de 2011, aproximadamente duas semanas após a tragédia.

Participantes

Pelo MMA – Responsáveis pelo Relatório

Wigold Bertoldo Schäffer – Núcleo Mata Atlântica (NAPMA), vinculado ao Departamento de Conservação da Biodiversidade da Secretaria de Biodiversidade e Florestas (SBF) – Ministério do Meio Ambiente (MMA).

Luiz Carlos Servulo de Aquino - Departamento de Florestas da Secretaria de Biodiversidade e Florestas – Ministério do Meio Ambiente.

Marcos Reis Rosa – Geógrafo. Arcplan-SP. Consultor do NAPMA/SBF/MMA. Responsável pela elaboração dos mapas das áreas afetadas.

João de Deus Medeiros – Diretor do Departamento de Florestas DFLOR/SBF/MMA.

Pelo ICMBio

Marcelo Pessanha – Coordenador Regional do ICMBio para os estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Sul de Minas Gerais.

Ernesto Viveiros de Castro – Chefe do Parque Nacional da Serra dos Órgãos. Teresópolis-RJ.

Ana Elisa Bacellar Schittini (Zuca) – Analista Ambiental do ICMBio - Parque Nacional da Serra dos Órgãos.

Walace da Silva – Motorista do ICMBio. Parque Nacional da Serra dos Órgãos.

Sérgio Bertoche – ICMBio - Chefe da Apa Petrópolis-RJ.

Apoio na realização de sobrevôo em helicóptero

Ministério da Aeronáutica - Esquadrão Pelicano – Campo Grande. Cedeu helicóptero para sobrevôo da área atingida (2 horas de voo).

Ten **Márcia Regina Laffatta Cardoso** - Piloto

Ten Brimo Olímpio de Moraes **Strafalli** – Co-piloto

1º Sgt **Ronaldo Edson de Brito**

3º Sgt André **Pitassi Sales**

Outros apoios e colaborações

GIZ – Cooperação Alemã para o Desenvolvimento. Viabilizou viagens de campo e impressão de relatório e mapas

Ricardo Gamen – Instituto Estadual do Ambiente - INEA

Paulo Estevão Graça Generoso – Biólogo, conselheiro da Apa Petrópolis

Luiz Eduardo Peixoto – Secretário da Setrac e Presidente do Comitê de Ações Emergenciais de Petrópolis

Yara Valverde de Pagani – Pesquisadora da UFRJ e Instituto Superior do Ministério Público

Fotos

Fotos da tragédia da região serrana do Rio de Janeiro: Luiz Carlos Servulo de Aquino, Marcos Reis Rosa, Paulo Estevão Graça Generoso e Wigold Bertoldo Schäffer. Fotos da tragédia de Blumenau-SC: Fabio Fáraco (cedidas pelo Comitê Itajaí)

Introdução

Este Relatório atende solicitação do Secretário de Biodiversidade e Florestas do Ministério do Meio Ambiente, em face de suas competências regimentais, para **analisar a relação entre as Áreas de Preservação Permanente (APPs), previstas no art. 2º da Lei nº 4.771, de 1965, e as áreas de risco, sujeitas a enchentes e deslizamento de terra e rochas, face à tragédia socioambiental que atingiu a região serrana do Rio de Janeiro, mais especificamente os municípios de Nova Friburgo, Petrópolis e Teresópolis e as implicações decorrentes das ocupações e usos inadequados destas áreas.**

Antes de analisar diretamente os efeitos da tragédia na região serrana do Rio de Janeiro, é importante fazer uma revisão dos dispositivos constitucionais e legais relacionados à administração da ocupação de áreas ou espaços ambientalmente frágeis e que podem oferecer riscos às atividades econômicas, infra-estrutura pública ou edificações de qualquer natureza, caso implantadas em tais áreas ou espaços.

A Constituição Federal assegura a todos o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, como condição essencial à sadia qualidade de vida, impondo ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. Para assegurar a efetividade desse direito, a CF determina ao Poder Público, entre outras obrigações, que crie espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos em todas as unidades da Federação (art. 225, § 1º, III).

*Art. 225. **Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.***

*§ 1º - Para assegurar a efetividade desse direito, **incumbe ao Poder Público:***

I - preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas;

II - preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do País e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético;

*III - definir, em todas as unidades da Federação, **espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos**, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção; (grifo nosso)*

(...)

VI - promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente;

VII - proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade.

§ 4º - A Floresta Amazônica brasileira, a Mata Atlântica, a Serra do Mar, o Pantanal Mato-Grossense e a Zona Costeira são patrimônio nacional, e sua utilização far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais. (grifo nosso)

Áreas de Preservação Permanente (APPs)

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) são espaços territoriais especialmente protegidos de acordo com o disposto no inciso III, § 1º, do art. 225 da Constituição Federal. O Código Florestal (Lei Federal nº 4.771, de 1965 – e alterações posteriores) traz um detalhamento preciso das Áreas de Preservação Permanente (aplicável a áreas rurais e urbanas), da Reserva Legal (aplicável às áreas rurais) além de outros espaços de uso limitado.

As Áreas de Preservação Permanente - APPs são aquelas áreas protegidas nos termos dos arts. 2º e 3º do Código Florestal (Lei Federal nº 4.771/1965). O conceito legal de APP relaciona tais áreas, independente da cobertura vegetal, **com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.**

Como se vê, as APPs não têm apenas a função de preservar a vegetação ou a biodiversidade, mas uma função ambiental muito mais abrangente, voltada, em última instância, a proteger espaços de relevante importância para a conservação da qualidade ambiental como a estabilidade geológica, a proteção do solo e assim **assegurar o bem estar das populações humanas.**

O Código Florestal prevê faixas e parâmetros diferenciados para as distintas tipologias de APPs, de acordo com a característica de cada área a ser protegida. No caso das faixas mínimas a serem mantidas e preservadas nas margens dos cursos d'água (rio, nascente, vereda, lago ou lagoa), a norma considera não apenas a conservação da vegetação, mas também a característica e a largura do curso d'água, independente da região de localização, em área rural ou urbana.

Para as nascentes (perenes ou intermitentes) a lei estabelece um raio mínimo de 50 metros no seu entorno independentemente da localização, seja no Estado do Amazonas ou em Santa Catarina, seja na pequena ou na grande propriedade, em área rural ou urbana. Tal faixa é o mínimo necessário para garantir a proteção e integridade do local onde nasce a água e para manter a sua quantidade e qualidade. As nascentes, ainda que intermitentes, são absolutamente essenciais para a garantia do sistema hídrico, e a manutenção de sua integridade mostra estreita relação com a proteção conferida pela cobertura vegetal nativa adjacente.

Da mesma forma há faixas diferenciadas para os rios de acordo com a sua largura, iniciando com uma faixa mínima de 30 metros em cada margem para rios com até 10 metros de largura, ampliando essa faixa à medida que aumenta a largura do rio.

O Código Florestal (art. 2º) também estabelece proteção permanente para as bordas de tabuleiros ou chapadas, os topos de morro, montes, montanhas e serras e para as encostas com alta declividade, entre outras áreas de grande relevância ambiental.

Art. 2º Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima será: (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

1 - de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

2 - de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura; (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

3 - de 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura; (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

4 - de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura; (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

5 - de 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros; (Incluído pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;

c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura; (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;

e) nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;

f) nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais; (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

h) em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação. (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

Parágrafo único. No caso de áreas urbanas, assim entendidas as compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido, observar-se-á o disposto nos respectivos planos diretores e leis de uso do solo, respeitados os princípios e limites a que se refere este artigo. (Incluído pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

É importante destacar que na década de 1980 houve uma ampliação das faixas de APPs, trazida pela Lei nº 7.803. A proposta de ampliação das faixas foi apresentada ao Congresso Nacional pelo então Deputado Artenir Werner, um empresário do setor madeireiro, natural de Rio do Sul, uma das cidades do Vale do Itajaí em Santa Catarina, atingidas pelas grandes enchentes de 1983 e 1984. Naquela época levantamentos realizados na região mostraram que as pessoas e infra-estruturas mais atingidas pelas cheias e deslizamentos de terra foram aquelas que ocupavam as áreas muito próximas aos rios, riachos e encostas com grande declividade. Cálculos da época apontaram que os prejuízos econômicos e perda de vidas humanas teriam sido significativamente menores se as faixas de APPs fossem maiores. Tais argumentos, entre outros, sensibilizaram o Congresso Nacional

(numa época que não havia ainda comissões de meio ambiente) a ponto de a Comissão de Agricultura ter aprovado por unanimidade a ampliação da faixa de 5 para 30 metros, da APP nos rios com largura inferior a 10 metros, assim como a ampliação de outros parâmetros. Ou seja, a ampliação das faixas das APPs de cursos d'água na década de 80 do século passado, considerou, além dos aspectos ambientais, a garantia do bem estar das populações humanas.

O art. 3º do Código Florestal estabelece diferentes situações, onde condições peculiares locais demonstram grau de fragilidade ambiental maior, nas quais é remetida ao Poder Público (federal, estadual e municipal) a competência para, além das áreas protegidas pelo só efeito da Lei (art. 2º), prescrever outras normas de proteção para áreas que atendam requisitos ambientais ou representem risco à população. A não observância desse preceito tem gerado inúmeras perdas, por exemplo, em áreas de encostas que, mesmo com inclinação inferior aos limites protegidos pelo Código Florestal, por peculiaridades geológicas configuram áreas de grande fragilidade e instabilidade (como é o caso de parte das encostas atingidas pela recente catástrofe da região serrana do Rio de Janeiro e também das áreas atingidas em Angra dos Reis, ou aquelas atingidas na região de Blumenau em Santa Catarina), onde normas mais restritivas de uso e ocupação já deveriam ter sido estabelecidas e implementadas pelo Poder Público estadual ou municipal. No entanto, a regra por parte do Poder Público, infelizmente, tem sido a remediação, com custos sociais, econômicos e ambientais cada vez maiores.

Art. 3º Consideram-se, ainda, de preservação permanente, quando assim declaradas por ato do Poder Público, as florestas e demais formas de vegetação natural destinadas:

- a) a atenuar a erosão das terras;*
- b) a fixar as dunas;*
- c) a formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias;*
- d) a auxiliar a defesa do território nacional a critério das autoridades militares;*
- e) a proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico ou histórico;*
- f) a asilar exemplares da fauna ou flora ameaçados de extinção;*
- g) a manter o ambiente necessário à vida das populações silvícolas;*
- h) a assegurar condições de bem-estar público. (grifos nossos)*

Além do art. 3º, o Código Florestal em seu art. 14 reforça a possibilidade do Poder Público Federal ou Estadual prescrever outras normas que atendam às peculiaridades locais:

Art. 14. Além dos preceitos gerais a que está sujeita a utilização das florestas, o Poder Público Federal ou Estadual poderá:

- a) prescrever outras normas que atendam às peculiaridades locais; (grifo nosso)*

O Código Florestal (art. 10) também determina que **nas áreas com inclinação entre 25 e 45º é vedada a derrubada de florestas, permitida apenas a exploração seletiva em regime de manejo sustentável**. Em outras palavras, mesmo não considerando essas áreas como de preservação permanente, o Código evita que nela se desenvolvam quaisquer atividades ou ocupações, inclusive de moradias, que possam colocar em risco a estabilidade do solo e o bem-estar das populações humanas.

Art. 10. Não é permitida a derrubada de florestas, situadas em áreas de inclinação entre 25 a 45 graus, só sendo nelas tolerada a extração de toros, quando em regime de utilização racional, que vise a rendimentos permanentes.

Cabe aqui destacar que a preocupação com o bem-estar das populações humanas já estava presente quando da elaboração e aprovação do Código Florestal (Lei nº 4.771) em 1965. Para ilustrar, apresentamos abaixo alguns dos argumentos utilizados em 1962, por Armando Monteiro Filho¹, Ministro da Agricultura do Brasil, justificando a apreciação e aprovação pelo Congresso Nacional, do anteprojeto de lei que daria origem ao atual Código Florestal.

A história do Código Florestal (Lei nº 4.771, de 1965)

“Há um clamor nacional contra o descaso em que se encontra o problema florestal no Brasil, gerando calamidades cada vez mais graves e mais nocivas à economia do país.

Urge, pois, a elaboração de uma lei objetiva, fácil de ser entendida e mais fácil ainda de ser aplicada, capaz de mobilizar a opinião pública nacional para encarar corretamente o tratamento da floresta. Tendo em conta este quadro, surgiu a compreensão da necessidade de atualizar-se e de dar, ao Código Florestal, as características de lei adequada exigida por panorama tão dramático. (...)

O Anteprojeto indica minuciosamente as formas de vegetação que não poderão ser removidas, não necessitando de nenhum decreto posterior para declarar sua imprescindibilidade, onde se encontrem. (...)

Assim como certas matas seguram pedras que ameaçam rolar, outras protegem fontes que poderiam secar, outras conservam o calado de um rio que poderia deixar de ser navegável etc. São restrições impostas pela própria natureza ao uso da terra, ditas pelo bem-estar social.(...)

A lei que considera de preservação permanente as matas nas margens de um rio está apenas dizendo, mutatis mutandi, que um pantanal não é terreno adequado para plantar café. (...)

Nas áreas de inclinação entre 25° e 45° só será permitida a utilização racional. Como medida contra a erosão, exclui o corte raso e as devastações. (...)

Entretanto, os limites mínimos de preservação permanente fixados na norma legal não excluirão medidas mais drásticas quando o Poder Público Federal ou o Estadual considerarem insuficientes, na região, os preceitos comuns. (...)

Encaminhando este Anteprojeto ao Congresso Nacional, estou certo que merecerá a devida atenção pelos benefícios que irá trazer ao Povo Brasileiro em geral e sobretudo às gerações vindouras que tanto menos pagarão pelos nossos crimes contra a floresta, quanto melhor cuidarmos desse bem indispensável à vida.”

¹ Texto do Folheto PROJETO DE LEI FRLRESTAL, editado na SÉRIE DOCUMENTÁRIA n. 23, publicada pelo Serviço de Informação Agrícola do Ministério da Agricultura. Rio de Janeiro, em 1962.

As funções ambientais das Áreas de Preservação Permanente – APPs

O conceito de APP está no art. 1º, § 2º, inciso II da Lei 4.771, de 1965 (Código Florestal):

Área de Preservação Permanente: área protegida nos termos dos arts. 2º e 3º desta Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

A seguir é apresentada uma abordagem técnica sobre a importância de cada uma das funções ambientais (atributos) das APPs:

a) Função ambiental de preservar os recursos hídricos: As APPs, juntamente com as Reservas Legais (no caso dos imóveis rurais), com a sua cobertura vegetal protegida exercem um efeito-tampão reduzindo a drenagem e carreamento de substâncias e elementos para os corpos d'água. (Tundisi et al, 2008). Por sua vez as florestas ripárias oferecem o sombreamento da água controlando a temperatura e melhorando o habitat para as comunidades aquáticas, funcionam como fonte de fornecimento adequado de nutrientes para as populações de organismos aquáticos e silvestres e agem como filtros de sedimentos, material orgânico, fertilizantes, pesticidas e outros poluentes que podem afetar de forma adversa os corpos de água e as águas subterrâneas. Cada uma destas funções exercida pelas florestas ripárias está associada a uma zona da floresta e às características próprias da floresta (USDA, Natural Resources Conservation Service, 2008).

As áreas alagadas que também podem ter um efeito-tampão importante na bacia hidrográfica (Tundisi *et al.* 2008) ficam comprometidas pelo avanço do desmatamento das APPs a elas associadas.

A ocupação das margens de nascentes e rios, também chamadas de áreas ciliares ou ripárias, por atividades agropecuárias exerce efeito negativo sobre a qualidade e quantidade de água disponível para consumo conforme demonstra estudo de caso realizado na Microbacia do Córrego Oriçanguinha em São Paulo, pelos pesquisadores da Unicamp Oscar Sarcinelli, João F. Marques e Ademar R. Romeiro²:

(...)

“A invasão das áreas de preservação da vegetação ripária por sistemas agrícolas é uma das principais causas da perda dos serviços ambientais prestados por este ecossistema. A proximidade extrema das áreas de cultivo junto aos corpos d'água potencializa os efeitos negativos da erosão sobre a hidrologia do córrego, ao mesmo tempo em que reduz sua capacidade de vazão, a qualidade e a quantidade de água disponível para consumo”.

(...)



Figura 1: Área rural no distrito de Vieira em Teresópolis. Observa-se que as margens do rio ocupadas por atividades agrícolas e edificações sofreram forte erosão com a subida das águas. Além das plantações, o solo fértil das margens foi perdido e carreado pelas águas, causando assoreamento a jusante.

b) **A função ambiental de preservar a paisagem:** A proteção das APPs garante harmonia e equilíbrio à paisagem, permitindo a formação de corredores de vegetação entre remanescentes de vegetação nativa a exemplo das Unidades de Conservação, mosaicos ou outras áreas protegidas, públicas ou privadas (arts. 2º e 26 da Lei Federal nº 9.985/2000).

A manutenção das Áreas de Preservação Permanente garante também a **preservação e a integridade dos processos ecológicos** (inciso I, § 1º, art. 225 CF) nestes **espaços territoriais especialmente protegidos** (inciso III, § 1º, art. 225 CF) e mantém os serviços ambientais³ essenciais à saúde, à segurança, ao bem-estar e à melhoria da qualidade de vida das populações rurais e urbanas.

Nas áreas urbanas a recuperação e preservação das APPs garantem a manutenção de áreas verdes, requisito essencial para proporcionar uma maior qualidade de vida e conforto ambiental à população, amenizando a temperatura e mantendo a umidade do ar. Além disso, é essencial para inserir os elementos naturais capazes de amenizar a poluição visual das cidades que, via de regra, se caracterizam por um meio ambiente excessivamente adensado. A manutenção da vegetação das APPs das áreas urbanas transforma as cidades em um ambiente aprazível, com a inserção de elementos naturais no cenário urbano, garantindo o direito da população a cidades sustentáveis, aclamado pelo Estatuto da Cidade.

c) **A função ambiental de preservar a estabilidade geológica:** Trata-se de uma das atribuições mais importantes das APPs de encostas com declividade superior a 45º e topos de morro, montes, montanhas e serras. Tais áreas, além de importantes para a

3

Serviços ambientais ou ecossistêmicos: são funções imprescindíveis prestadas pelos ecossistemas naturais para a melhoria das condições ambientais adequadas à vida, que podem ser restabelecidas, recuperadas, mantidas e melhoradas Fonte: Millennium Ecosystem Assessment (2005) Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis (Island Press, Washington, DC)

biodiversidade e para manutenção e recarga de aquíferos que vão abastecer as nascentes, são em geral áreas frágeis e sujeitas a desbarrancamentos e deslizamentos de solo ou rochas, principalmente quando desmatadas e degradadas ambientalmente. O mesmo ocorre com as APPs de margens de rios, que uma vez desmatadas, degradadas e/ou indevidamente ocupadas, perdem a proteção conferida pela vegetação ciliar, ficando sujeitas aos efeitos de desbarrancamentos e deslizamentos de solo ou rochas e o consequente carreamento de sedimentos para o leito dos rios, promovendo seu assoreamento. Com isso os rios tornam-se mais rasos, e nas situações de precipitações mais volumosas, não conseguem conter o volume adicional de água, potencializando cheias e enchentes.

Desse modo, **a proteção das APPs destinadas a proteger a estabilidade geológica e o solo também previne o assoreamento dos corpos d'água e a ocorrência de enxurradas e deslizamentos de terra, contribuindo para a garantia da segurança das populações residentes. A recente catástrofe que atingiu a região serrana do Rio de Janeiro com mais de 800 mortos e centenas de desaparecidos, assim como aquela que se abateu sobre a região do Vale do Itajaí em Santa Catarina no final do ano de 2008 (com mais de 130 mortos) são exemplos contundentes desses problemas, incluindo prejuízos econômicos e perdas de vidas humanas, que decorrem ou são potencializadas pela ocupação de tais áreas com agricultura, edificações ou obras de infra-estrutura, como estradas.**

No caso de Santa Catarina, estudos do Centro de Informações de Recursos Ambientais e Hidrometeorologia de Santa Catarina (Epagri-Ciram)⁴, órgão do Governo do Estado de Santa Catarina, **apontaram que 84,38% das áreas atingidas por deslizamentos no mês de novembro na região do Morro do Baú, que compreende os municípios de Ilhota, Gaspar e Luís Alves, alguns dos municípios mais atingidos e com maior número de perda de vidas humanas, haviam sido desmatadas ou alteradas pelo ser humano**, sendo áreas onde predominavam reflorestamentos com eucaliptos (23,44%), lavouras de banana (18,75%), capoeirinha (17,19%) e solo exposto (10,94%). Por outro lado, **apenas 15,65% dos desbarrancamentos ou deslizamentos ocorreram em áreas com cobertura florestal densa ou pouco alterada** e, ainda segundo estes estudos, mesmo nessas áreas foram observadas algumas influências de ações humanas no entorno. Observa-se também que a maioria dos desbarrancamentos e deslizamentos que ocorreram em Santa Catarina se deu em áreas com declividade acentuada ou margens de rios, locais estes onde houve intervenção humana para construção de estradas, moradias, agricultura ou silvicultura de espécies exóticas.

A título de ilustração, fazemos referência que a região do Morro do Baú no município de Ilhota, duramente castigada pelas chuvas em novembro de 2008, foi novamente atingida pela forte chuva que caiu na noite de 21.01.2011, resultando no alagamento de casas, destruição de pontes, danos a residências e perdas nas lavouras de arroz às margens dos cursos d'água. Cerca de 70% das obras de infra-estrutura que haviam sido refeitas após a tragédia de 2008 foram novamente destruídas segundo a prefeitura, que estima que R\$ 12 milhões dos R\$ 17 milhões investidos desde então foram pelo ralo. Os moradores da região reclamam que as obras de reconstrução foram mal planejadas e mal feitas. Adriano Tolardo, 35, lembra de sua discussão com o engenheiro responsável pela reconstrução de uma ponte: "*Quando eu falei para o engenheiro que a água passaria mais alto que a ponte, ele riu. Foi dinheiro jogado fora*". Seu vizinho, Hélio Schultz, 35, conta que a ponte foi construída sem estacas e sobre

⁴ Relatório sobre o levantamento dos deslizamentos ocasionados pelas chuvas de novembro de 2008 no complexo do Morro do Baú município de Ilhota, Gaspar e Luiz Alves. Disponível em: http://www.ciram.com.br/areas_risco/Relatorio_Morro_Bau.pdf e http://www.ciram.com.br/areas_risco/

areia⁵. Isso evidencia mais uma face das tragédias, mostrando que muitas vezes os recursos públicos liberados para a reconstrução são aplicados sem o devido planejamento e sem levar em conta que as águas poderão subir novamente no futuro. Para o engenheiro civil Ademar Cordero, da Universidade Regional de Blumenau, as obras deveriam ter sido planejadas para permitir a passagem de mais água, e as pontes teriam que ser mais altas. "*Quando chove, a água não passa e vai procurar o caminho normal dela.*"⁶

Segundo pesquisadores do Comitê Itajaí⁷, "*a cobertura florestal natural das encostas, dos topos de morros, das margens de rios e córregos existe para proteger o solo da erosão provocada por chuvas, permite a alimentação dos lençóis d'água e a manutenção de nascentes e rios, e evita que a água da chuva provoque inundações rápidas (enxurradas). A construção de habitações e estradas sem respeitar a distância de segurança dos cursos d'água acaba se voltando contra essas construções como um bumerangue, levando consigo outras infra-estruturas, como foi o caso do gasoduto. Esse é um dos componentes da tragédia*". Por outro lado, "*o grande problema de ocupar encostas é fazer cortes e morar embaixo ou acima deles. Há certas encostas que não podem ser ocupadas por moradias, principalmente as do Vale do Itajaí, onde o manto de intemperismo, pouco resistente, se apresenta muito profundo e com vários planos de possíveis rupturas (deslizamento), além da grande inclinação das encostas*".

Aumond e Sevegnani, 2009⁸, analisando os escorregamentos de encosta ocorridos no Vale do Itajaí por ocasião do desastre de 2008, afirmam que "*os movimentos de massa acontecem naturalmente, no entanto, o uso e a ocupação do solo, realizada de forma desordenada e inadequada, aumenta a sua frequência bem como a extensão da área mobilizada e da área atingida*", e concluem que "*os cortes nos morros, efetuados na sua base, no seu meio ou no topo, foram os fragilizadores das encostas, e as chuvas intensas e prolongada foram as desencadeadoras dos escorregamentos. Eles bloquearam rodovias, destruíram casas, mataram pessoas e animais domésticos, e arrasaram os cultivos agrícolas que se estavam em seus caminhos. Consideramos que os cortes nas encostas dos morros efetuados ao longo de décadas no Vale do Itajaí, sem critérios técnicos e em grandes quantidades, foram armadilhas que ceifaram vidas, patrimônios e destruíram grande parte da economia da região. Portanto, o poder público deve orientar, fiscalizar e proibir esses cortes e, quando forem imprescindíveis, devem seguir rigorosos critérios técnicos. Constatase, infelizmente, que essa não é a regra: o poder público não orienta, não fiscaliza e não proíbe esses cortes, pelo contrário, também os faz*", destacam os pesquisadores.

⁵ <http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/869311-cidade-simbolo-das-chuvas-em-sc-em-2008-e-redestruida.shtml>

⁶ <http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/869311-cidade-simbolo-das-chuvas-em-sc-em-2008-e-redestruida.shtml>

⁷ Criação do código ambiental catarinense: uma reflexão sobre as enchentes e deslizamentos – publicado em 29.11.2008 – Disponível em: http://www.comiteitajai.org.br/hp/index.php?secao=43&id_not=75

⁸ Desastre de 2008 no Vale do Itajaí - Água, Gente e Política - Org. Beate Frank e Lucia Seveganani - Agência de Água do Vale do Itajaí, 2009, pg. 86.



Figura 2: Vista do Morro do Baú em Ilhota-SC. Observa-se que os escorregamentos e corrida de lama estão associados a áreas antropizadas e atingiram severamente as moradias edificadas em APP de margens de cursos d'água. (Foto de Fabio Fáraco - 30.11.2008).



Figura 3: Deslizamento em área de risco ocupada (APP de margem de rio e encosta com mais de 45°) no Bairro Progresso em Blumenau-SC. Nota-se no lado esquerdo da foto que a área com vegetação nativa bem preservada não foi afetada. Observa-se também a associação dos deslizamentos com os cortes feitos no morro para construção de estradas e moradias. (Foto: Eraldo Schnaider – 30.11.2008)



Figura 4: Deslizamento em área de risco ocupada (APP de encosta com mais de 45°) em Blumenau-SC. Observa-se a associação de ocupação de encosta com alta declividade e cortes feitos para construção de estradas e moradias. (Foto: Fabio Fáraco – 30.11.2008)



Figura 5: Casas e outras edificações construídas em APP de margem de curso d'água, atingidas por corrida de lama na região do Morro do Baú-Ilhota-SC. (Foto: Fabio Fáraco – 30.11.2008)

No caso de áreas como a região serrana do Rio de Janeiro, de acordo com o geólogo do laboratório de sedimentologia da USP, Vinícius Mendes, sabe-se que o deslizamento ocorre e quais são os fatores que o determina: *“O absurdo é que pessoas*

morram com isso, porque são fatores que a gente conhece. Não é um terremoto, não é um furacão, não é uma coisa difícil de prever. O ideal é não ocupar. Se já está ocupado, remanejar, se não consegue remanejar, monitorar. Choveu a partir de um limite que eles sabem que começa a ficar perigoso, dá um alarme: ‘Vamos evacuar’”⁹.



Figura 6: Vista das montanhas da região serrana do Rio de Janeiro. Observa-se, pela forma das rochas e do relevo, que historicamente ocorrem escorregamentos e rolamento de rochas. Foto aérea de 26.01.2011.

O geólogo Álvaro Rodrigues dos Santos esclarece que *“os escorregamentos da Serra do Mar acontecem há 60 milhões de anos, e vão continuar acontecendo. Para o geólogo, a alternativa mais viável e econômica é retirar as famílias que vivem em áreas de risco. Pelo menos em tese, até seria possível fazer grandes obras de contenção. Mas por um preço astronômico e sem garantia de dar certo. Em se tratando de Serra do Mar nem isso pode lhe assegurar a segurança desejada pra comportar a presença da população”*. *“As vertentes e encostas são de alta inclinação e já, em si, trazem uma instabilidade muito grande. Os escorregamentos são parte integrante e natural da Serra do Mar. A Serra do Mar não precisa do homem para ter escorregamento. A ação do homem mexendo com essas áreas tão instáveis - desmatando, cortando, fazendo aterros, lixões, fossas de infiltração - potencializa toda essa instabilidade e pela presença humana torna essa instabilidade trágica, porque o escorregamento ou vários escorregamentos têm, infelizmente, a propriedade de soterrar pessoas”¹⁰.*

⁹ Fantástico simula em laboratório deslizamento de terra, disponível: <http://fantastico.globo.com/Jornalismo/FANT/0,,MUL1641934-15605.00.html>

¹⁰ Fantástico simula em laboratório deslizamento de terra, disponível: <http://fantastico.globo.com/Jornalismo/FANT/0,,MUL1641934-15605.00.html>



Figura 7: Detalhe de topo de montanha em Nova Friburgo, evidenciando risco natural de deslizamentos de terra e rolamento de rochas.



Figura 8: Nova Friburgo. Foto aérea (26.1.2011). A foto mostra topo de morro com afloramento do granito e ocupação de parte da área próxima ao sopé da montanha, considerada área de risco.



Figura 9: A foto (26.01.2011) mostra que não apenas as ocupações situadas nas encostas, mas também aquelas situadas ao sopé de morros ou montanhas com encostas de alta declividade correm o risco de serem atingidas pelos deslizamentos e rolamento de rochas.

A constatação de que áreas situadas ao sopé de morros ou montanhas com encostas de alta declividade são atingidas por deslizamentos, corrobora o disposto nos arts. 3º e 14 do Código Florestal de que o Poder Público (Federal, Estadual ou Municipal) deve prescrever outras normas protetoras além daquelas já preconizadas nos arts. 2º (APPs) e 10 (áreas com inclinação entre 25 e 45 graus), as quais não deveriam ser ocupadas por edificações ou por atividades agropecuárias.

d) A função ambiental de preservar a biodiversidade: Algumas pessoas tentam simplificar a função das APPs como sendo áreas que servem apenas para proteger “bichos e plantas” numa alusão de que os ambientalistas dão mais importância a “bichos e plantas” do que às pessoas. Sem dúvida as APPs têm importância fundamental para a sobrevivência e reprodução da fauna e flora, mas sua importância vai além. A biodiversidade forma a base dos bens e serviços proporcionados pelos ecossistemas, essenciais à sobrevivência e ao bem-estar da humanidade, sendo que bens e serviços têm valor econômico significativo, mesmo quando alguns destes bens e a maioria dos serviços não são comercializados pelo mercado (MMA, 2007)¹¹. A manutenção da biodiversidade proporciona benefícios locais diretos, como o estoque de material genético de plantas e animais necessários para a adaptação ao manejo florestal e aos sistemas agrícolas.

Outra contribuição das APPs, juntamente com as Reservas Legais (no caso dos imóveis rurais) e outros espaços territoriais especialmente protegidos, de extrema relevância, principalmente para a agricultura e fruticultura, é a manutenção de espécies responsáveis pela polinização, processo este também definido como um serviço ambiental do qual depende grande parte das espécies vegetais, inclusive as agrícolas. Sem os polinizadores, que encontram ambientes favoráveis à sua sobrevivência e reprodução nestas faixas de vegetação

¹¹MMA. 2007. Metas Nacionais de biodiversidade para 2010.

nativa preservada nas APPs e em outros espaços territoriais especialmente protegidos, as culturas agrícolas ou frutíferas presentes nas áreas adjacentes teriam sua produtividade afetada. A título de exemplo, os cafezais próximos aos fragmentos florestais de Mata Atlântica da região da Zona da Mata Mineira apresentam um aumento de aproximadamente 5% (0 a 15%) na produtividade devido à polinização, representando um ganho R\$ 2.156,00 por hectare para uma cultura não dependente de polinização (Ferreira, 2008).

A destruição da vegetação em APPs de margens de cursos d'água não afeta somente a biodiversidade terrestre. Segundo Sá e Verani (2003), nos pequenos riachos das cabeceiras, folhas mortas e galhos são as fontes primárias de carbono orgânico para as cadeias alimentares aquáticas, chegando a representar 70% do fluxo de energia anual desses ecossistemas. A destruição da mata ciliar eliminará essa fonte de nutrientes e de energia alterando a cadeia alimentar e aumentando o aporte de sedimentos decorrentes da erosão (areia e argila). Esses sedimentos ocasionam a morte de algas e bactérias por impossibilitar a passagem de luz e conseqüentemente reduzem a fotossíntese, levando ao desaparecimento de espécies de peixes que delas se alimentam ¹².

O Art. 225 da CF determina que “*todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações*”. **Necessário, portanto destacar que a CF considera o meio ambiente ecologicamente equilibrado como algo essencial à qualidade de vida.** Não há meio ambiente equilibrado sem a disponibilização de espaços que garantam uma mínima representatividade de espécies, *habitats* e ecossistemas. O Estado brasileiro ao aderir formalmente a Convenção sobre Diversidade Biológica – CDB, promulgada através do Decreto Federal nº 2.519/1998, assumiu o compromisso de propiciar condições adequadas para a conservação *in situ* da biodiversidade. Isso significa garantir espaços onde ecossistemas e *habitats* naturais são mantidos para abrigar sua biodiversidade.

e) **A função ambiental de preservar o fluxo gênico de fauna e flora:** As APPs, principalmente aquelas das margens dos cursos d'água, são “corredores ecológicos” por excelência, visto que os rios em geral percorrem médias ou grandes distâncias, inclusive ultrapassando fronteiras de municípios, estados da federação ou de países, antes de desembocarem em lagos ou no mar. Ao se manter preservada a vegetação nativa das faixas marginais dos rios se está objetivamente possibilitando a interligação destas com outros espaços territoriais especialmente protegidos como no caso das áreas de Reserva Legal, Unidades de Conservação e outros remanescentes de vegetação nativa.

Importante destacar que **corredores ecológicos são porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando áreas remanescentes de vegetação nativa entre si ou com unidades de conservação, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que aquela das unidades individuais.** Essas áreas, quando preservadas, propiciam *habitat* ou servem de área de trânsito para a fauna e área

¹² TUCCI, C. E. ; SEMMELMANN, F. R.; ALMEIDA, L. E. ; SILVEIRA, A. L.; CAICEDO, N. O. L.; HAERTEL, V.. *Impacto da Urbanização Nas Cheias Urbanas e Na Produção de Sedimentos: Bacia do Arroio Dilúvio. PORTO ALEGRE: IPH/UFRGS, 1993. 73 p*

de dispersão de sementes das espécies residentes nos remanescentes. Essa ocupação ou transito, permite o fluxo gênico, ou seja, a troca de genes entre populações através da migração de indivíduos ou transferência de gametas. Quando o fluxo gênico é interrompido ou diminuído drasticamente as populações naturais ficam isoladas sofrendo uma diminuição da sua variabilidade genética, tornando-as menos adaptáveis às mudanças do ambiente. Portanto a inexistência de fluxo gênico aumenta a vulnerabilidade das espécies à extinção.

f) Sobre a função ambiental de proteger o solo: Este é um dos atributos da maior relevância para todos os tipos de APPs. As APPs de margens de cursos d'água, conhecidas como matas ciliares, quando a vegetação está preservada, servem como filtro, evitando que impurezas cheguem aos corpos d'água e, ao mesmo tempo, protegem as margens contra a erosão, evitando o assoreamento dos rios e o agravamento das enchentes. Nas encostas e topos de morro a manutenção da vegetação nativa evita que em períodos de chuvas torrenciais as camadas superficiais do solo sejam carregadas e levadas para o leito dos rios e nascentes, o que afeta negativamente a fertilidade dos solos e também provoca o assoreamento dos cursos d'água. Além disso, a erosão causada pela falta de preservação das APPs elimina as camadas mais superficiais do solo, conhecidas como as que contêm uma maior concentração de nutrientes, essenciais para a sobrevivência da flora daquelas áreas. O aumento de vulnerabilidade da Bacia, pela presença de extensas áreas de ocupação do solo com culturas, produz grandes quantidades de matéria em suspensão, o que causa perda de 20 ton x hectare-1 x ano-1 do solo, colmatando rios e represas e comprometendo a qualidade da água, bem como aumenta a vulnerabilidade dos corpos de água a estes contaminantes e os custos do tratamento das águas (Tundisi *et al.* 2008).

De modo geral, todas as APPs contribuem para a minimização dos processos erosivos e dos seus efeitos negativos, dentre os quais a perda de solo fértil. O prejuízo financeiro associado à perda anual de solo agrícola assume cifras astronômicas, e contribui decisivamente para a insustentabilidade não apenas ambiental, mas também financeira de muitas propriedades rurais.

Segundo Bertoni (1982), em áreas com mata nativa tem-se em média uma perda de apenas 4 kg de solo por hectare/ano, enquanto que em áreas de plantio de soja e algodão a perda ultrapassa mais de 20 toneladas por hectare/ano conforme mostra a tabela abaixo¹³. Ou seja, o problema do assoreamento dos cursos d'água se agrava quando a vegetação nativa das APPs é retirada e em seu lugar são implantadas pastagens ou culturas agrícolas.

Tipo de Cobertura	Perda de solo por erosão em Kg/hectare/ano
Mata nativa	4
Reflorestamento	40
Pastagem	400
Café	900
Soja	20100
Algodão	26600

¹³ Fonte: Mata Ciliar – Importância, Conservação e Recuperação – Marcos Gamberine – 2006 – Instituto Socioambiental – ISA



Figura 10: Distrito de Bonsucesso – Teresópolis-RJ. A foto (24.01.2011) mostra a erosão das margens e a perda do solo na área de APP ocupada por agricultura. O solo perdido contribui com o assoreamento dos rios e potencializa os efeitos das enchentes a jusante.



Figura 11: A foto de 22.02.2011 mostra destruição de lavoura de milho plantada em APP de margem de curso d'água em Mirim Doce-SC. Evidencia-se mais uma vez o prejuízo econômico da ocupação irregular de APP. (Foto: Edinho P. Schaffer)



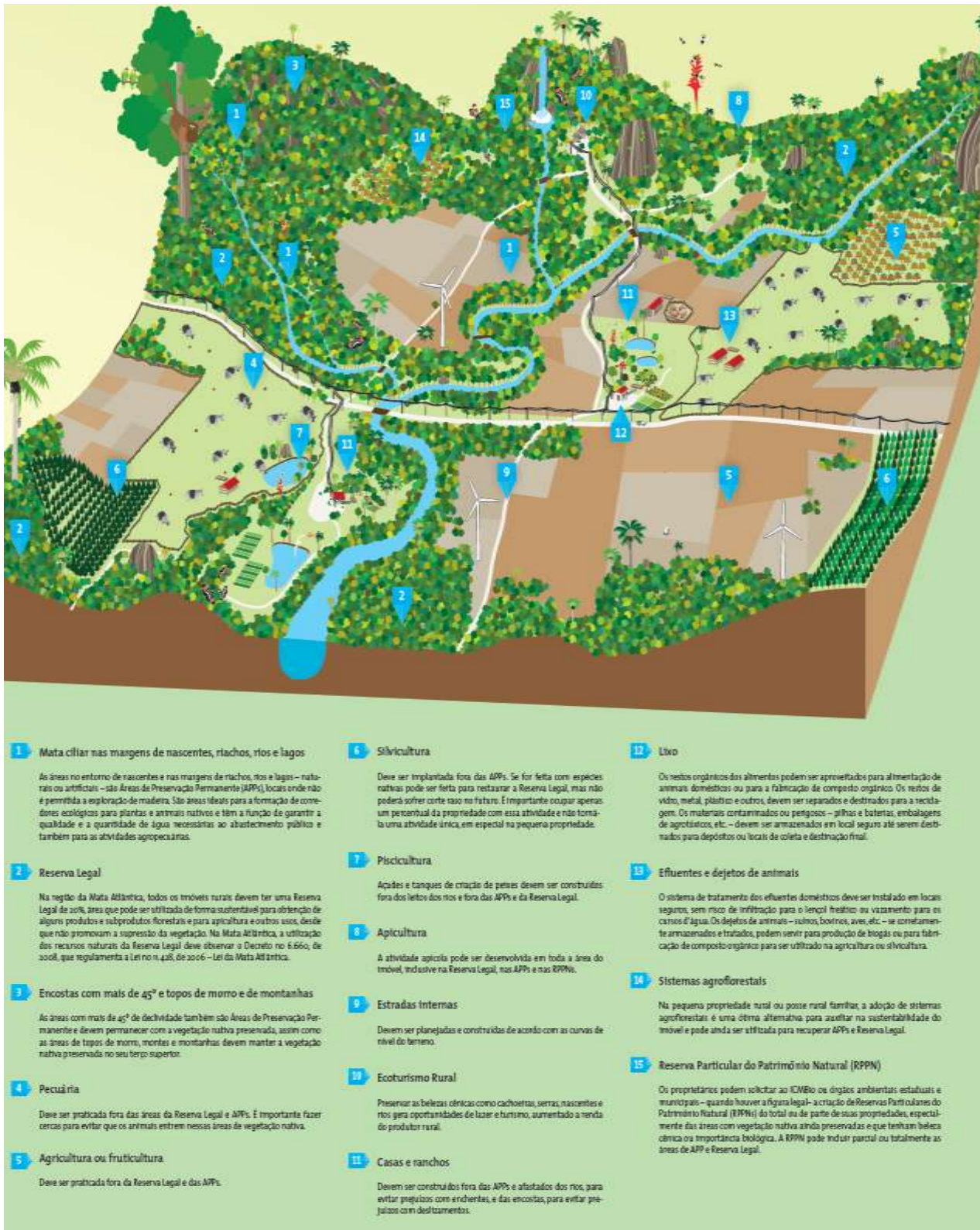
Figura 12: Casas e outras edificações construídas em APP de margem de cursos d'água, atingidas por enchente em Mirim Doce-SC Em todas as tragédias o cenário é semelhante e mostra que as áreas mais severamente atingidas são aquelas consideradas de preservação permanente pelo Código Florestal. (Foto: Lucia Sevegnani - 22.02.2011).

A vegetação nativa preservada nas APPs de margens de cursos d'água protege não somente o solo da própria APP, mas evita também que o solo e outros detritos provenientes da erosão de áreas agrícolas ou pastagens do seu entorno sejam carregadas para os cursos d'água. De acordo com Schäffer e Prochnow (2002) a vegetação nativa protege as nascentes e margens de cursos d'água da mesma maneira que os cílios protegem os olhos.

*“O nome mata ciliar vem de cílios. Assim como os cílios protegem os olhos, a mata ciliar protege os rios, lagos e nascentes. A mata ciliar cobre e protege o solo, deixando-o fofo, fazendo com que funcione como uma espécie de esponja, absorvendo a água das chuvas. Quando chove, ao invés da água ir direto para o rio, acaba penetrando na terra, evitando as enxurradas e regulando o ciclo da água. Com suas raízes a mata ciliar evita a erosão e retém partículas de solo e materiais diversos, que com a chuva iriam acabar assoreando o leito dos rios”.*¹⁴

¹⁴ Schaffer e Prochnow, org. *A Mata Atlântica e Você – Como preservar, recuperar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileira* – APREMAVI (2002) – Rio do Sul: p.26

Abaixo modelo esquemático¹⁵ demonstrando que nos imóveis rurais é perfeitamente possível desenvolver as atividades agropecuárias, silviculturais, construir a infra-estrutura e, ao mesmo tempo, conservar as áreas de APPs e Reserva Legal, bastando para isso planejar adequadamente tais atividades.



¹⁵ Mata Atlântica – Manual de Adequação Ambiental – MMA(2010)

Abaixo modelo esquemático¹⁶ demonstrando a forma adequada e legal de ocupar os espaços nas cidades e áreas urbanas, conservando as áreas de APPs e as áreas sujeitas a riscos de enchentes e deslizamentos de terra e rochas.



¹⁶ Mata Atlântica – Manual de Adequação Ambiental – MMA(2010)

g) **A função ambiental de assegurar o bem-estar das populações humanas:** Uma das atribuições fundamentais e até vital das APPs é a de assegurar o bem-estar das populações humanas, algo que só é possível se estas áreas não estiverem ocupadas com edificações ou atividades agropecuárias, e ao mesmo tempo, estiverem com a vegetação nativa devidamente preservada e protegida. As APPs, especialmente aquelas às margens dos cursos d'água e nas encostas e topos de morro, montes, montanhas e serras, geralmente são coincidentes com áreas ambientalmente vulneráveis e de risco, em que a ocupação com atividades agropecuárias ou com quaisquer tipo de edificações compromete a segurança da população residente.

Neste sentido, os parâmetros estabelecidos para as APPs de margens de cursos d'água, especialmente as margens de nascentes e rios e para as encostas com declividade acentuada, visam proteger diretamente o bem-estar das populações humanas tanto no campo quanto nas cidades, especialmente contra os prejuízos econômicos e socioambientais causados por enchentes e deslizamentos. Está fartamente comprovado que **mesmo os pequenos riachos, principalmente aqueles desprovidos da proteção da vegetação ciliar protetora, transbordam por ocasião de chuvas torrenciais e, da mesma forma os morros e encostas antropizadas (ocupadas por atividades agropecuárias, obras de infra-estrutura ou cidades) são as mais suscetíveis a desbarrancamentos e deslizamentos, atingindo as pessoas que eventualmente moram ou ocupam APPs**, especialmente nos casos de catástrofes como a que se abateu sobre a região serrana do Rio de Janeiro no início deste ano ou sobre o Vale do Itajaí em Santa Catarina no final de 2008.

Com a frequência cada vez maior dos eventos climáticos extremos, atingindo inclusive regiões que se julgava livres de tais fenômenos da natureza, as APPs adquirem uma importância ainda maior na função de assegurar o bem-estar das populações humanas. Um exemplo de como a ocupação de tais espaços afeta o bem-estar das populações humanas pode ser verificado na tragédia provocada pelas fortes chuvas ocorridas nos Estados de Alagoas e Pernambuco em junho de 2010, causando o transbordamento de rios e a morte de mais de 50 pessoas, além de outras 50 mil que ficaram desabrigadas ou desalojadas, resultando também em prejuízos socioeconômicos de elevada monta.

Segundo o consultor Álvaro Figueiredo Maia de Mendonça, as principais causas que levaram à tragédia em Alagoas *“foram o assoreamento dos rios pelo uso indevido das suas margens, o estreitamento das calhas dos estuários por conta da expansão imobiliária, o aterro dos ‘braços de marés’ e a ausência de saneamento básico - que permite que os detritos sejam lançados diretamente nos rios e canais”*. Ele afirma que ***“não adianta gastar os recursos públicos com propaganda de limpeza de canais, construções de muros de arrimo e colocação de lonas plásticas nas encostas se não existe um programa específico de educação ambiental e de fiscalização para evitar a ocupação de áreas proibidas e outras consideradas de risco, como as encostas de barreiras”***¹⁷.

Portanto, é necessário frisar que **o bem-estar das populações humanas somente estará assegurado se estas populações não estiverem sujeitas aos riscos de enchentes, desbarrancamentos, falta d'água, poluição ou outros desequilíbrios ambientais e puderem desfrutar de uma paisagem harmônica e equilibrada.**

¹⁷ <http://sobrisso.com/2010/07/01/enchentes-em-alagoas-e-pernambuco-poderia-ter-sido-evitada-diz-consultor/>



Figura 13 - União dos Palmares, a 80 km de Maceió-AL. A foto mostra que a área mais duramente afetada é a faixa de APP (50 m em cada lado do rio) Foto: *Thiago Sampaio/Agência Alagoas*¹⁸.



Figura 14 – Município de União dos Palmares-AL. Destruição de edificações em APP às margens do rio com prejuízos econômicos elevados. Foto: *Beto Macário/UOL*¹⁹.

¹⁸ http://noticias.uol.com.br/album/100620_chuvasalagoas_album.jhtm#fotoNav=3

¹⁹ http://noticias.uol.com.br/album/100620_chuvasalagoas_album.jhtm#fotoNav=3



Figura 15 – Cidade de Quebrangulo-AL. A foto mostra a destruição de edificações e infra-estrutura urbana na faixa marginal do rio (APP). Foto: Futura Pres.²⁰.

Exemplos não faltam. O Vale do Ribeira em São Paulo é outra região frequentemente atingida por enchentes. As cheias registradas no Vale do Ribeira do Iguape são fenômenos físico-naturais caracterizados pela ocorrência de extravasamento das águas em direção às várzeas, onde se situam as sedes dos municípios, bairros rurais e áreas ocupadas com atividades agrícolas, gerando impactos. Dentre estes, se destacam: perda de vidas humanas, prejuízos com a inundação de habita oes e estabelecimentos comerciais, prejuízos com a perda da produ o agrícola e interrup o do tráfego de estradas, inclusive com isolamento de cidades. O problema dos desabrigados, em razão das inunda oes,   um dos mais sérios, pelo número de habita oes atingidas, pelos transtornos causados aos moradores e pelas dificuldades enfrentadas no atendimento e assistência às popula oes atingidas. Nas cheias de janeiro de 2010 mais de 1000 pessoas ficaram desabrigadas e os prejuízos com os cultivos de banana ultrapassaram a cifra de R\$ 25.000.000,00, resultado do comprometimento de 6.500 hectares da área ocupada com a cultura. Assim como as edifica oes, os plantios de banana mais severamente atingidos foram aqueles plantados em APPs de cursos d'água, que naquela região variam de 30 a 200 metros em cada margem, dependendo da largura do rio.

O jurista e atual Ministro do Superior Tribunal de Justiça, Dr. Antonio Hermann Benjamim (2010)²¹ nos ensina que a melhor forma de prevenir os riscos   não ocupar essas áreas. **“A ocorrência de chuvas torrenciais e a conseqüente eleva o do nível de água dos riachos e rios   natural, sempre existiu e sempre existirá. Ou seja, onde houve enchente uma vez, mais cedo ou mais tarde, haverá novamente. Para prevenir as enchentes e evitar os prejuízos, a a o mais efetiva   não ocupar as áreas de risco, que via de regra são APPs, ou se a área alagável estiver ocupada, o melhor “remédio”   desocup -la o mais rápido possível. Quanto a isso, os planejadores urbanos e a sociedade em geral devem ainda observar os alertas dos cientistas a respeito das mudanças climáticas, que afirmam que os fen menos ou eventos climáticos extremos aumentarão em frequência e intensidade, o que pode fazer com que enchentes no futuro atinjam áreas não alagadas no passado”.**

²⁰ <http://ultimosegundo.ig.com.br/brasil/forte+enxurrada+varreu+alagoas+e+pernambuco/n1237675236767.html>

²¹ “Mata Atlântica – Patrim nio Nacional dos Brasileiros, (MMA, 2010). Prefácio.

Áreas “consolidadas” de ocupação urbana e agropecuária

Ouve-se com certa frequência argumentos de que a legislação ambiental, especialmente no que concerne aos parâmetros e metragens mínimas das APPs, deveria ser modificada para atender aos “direitos adquiridos” ou “interesses” de moradores urbanos e rurais, permitindo a manutenção de moradias ou atividades agropecuárias nas margens de rios, encostas com alta declividade ou topos de morro, montes, montanhas e serras.

Benjamim (2010)²² diz que há pessoas que ignoram o histórico de desastres ambientais e seus prejuízos econômicos e sociais que ainda fazem *“reclamações de que é impossível para os agropecuaristas ou moradores urbanos cumprir as determinações da legislação, que as leis são feitas nos gabinetes de Brasília sem levar em consideração a realidade das diferentes regiões do Brasil, que a legislação vai inviabilizar a agricultura brasileira, que as pessoas precisam dos espaços das margens de rios e encostas para construir suas moradias, entre outras alegações”*.

Diante das inúmeras tragédias relacionadas a enchentes, deslizamentos de terra e rochas que vem ocorrendo cada vez com maior frequência e intensidade, atingindo centenas de cidades, milhões de brasileiros e deixando um rastro de milhares de vítimas fatais, além de prejuízos econômicos imensuráveis, é necessário fazer uma análise isenta e responsável sobre as ações a serem tomadas e que podem minimizar ou agravar a situação em caso de eventos climáticos extremos, seja no futuro imediato e no longo prazo.

Inicialmente, não se pode ignorar que o Brasil é o quinto maior país do mundo em extensão territorial com 5,7% da superfície emersa do planeta e 47,3% da área da América do Sul e é também detentor de uma biodiversidade extraordinária e um patrimônio natural imenso, que o torna campeão entre os países megadiversos, aqueles que têm o maior número de espécies de plantas e animais. De acordo com Benjamin (2010) *“isso tudo aumenta a responsabilidade das instituições governamentais e da sociedade brasileira na defesa e preservação e também na promoção da adequada gestão e utilização sustentável desse imenso patrimônio natural”*.

Num país com tamanha extensão territorial não há dúvida de que existe espaço suficiente para todos os cidadãos (pobres e ricos), nas áreas rurais e urbanas, morarem em locais seguros e implantarem suas atividades industriais e agropecuárias fora dos locais sujeitos a riscos de enchentes e deslizamentos. A pergunta é, porque a realidade então aponta inúmeras situações inversas, onde pessoas moram e implantam atividades agropecuárias e industriais em áreas ambientalmente frágeis e de risco?

Benjamim (2010) nos dá uma resposta contundente ao afirmar que **“a única maneira de evitar os prejuízos socioeconômicos, inclusive a perda de vidas humanas, provocadas por enchentes e deslizamentos, é não ocupar ou morar em encostas com declividade acentuada e nas margens de riachos e rios. Isso, que parece óbvio, infelizmente é ignorado por significativa parcela da população (e não se trata apenas da população pobre), por grande parte das autoridades e também por meios de comunicação que cobrem**

²² “Mata Atlântica – Patrimônio Nacional dos Brasileiros, (MMA, 2010). Prefácio.

tais tragédias. Ainda há gente que acredita que canalizar rios previne e evita enchentes, quando na realidade arma verdadeiras bombas relógio que vão explodir mais adiante”.

Benjamim (2010) completa dizendo que **o simples cumprimento do Código Florestal é a melhor e mais efetiva ação para prevenir os prejuízos causados por enchentes e deslizamentos de terra e rochas**, pois o Código consagrou as figuras da Área de Preservação Permanente (APP), reconhecendo a proteção legal a espaços territoriais que representam bens ambientais de grande fragilidade e importância como as nascentes e os cursos d'água em geral, as encostas, os topos de morros, os manguezais, as restingas, entre outros, e da Reserva Legal (RL), um percentual de cada imóvel rural que deve ser mantido com vegetação nativa. A Área de Preservação Permanente (APP) *“como sua própria denominação demonstra - é área de "preservação" e não de "conservação" -, não permite exploração econômica direta (madeira, agricultura ou pecuária), mesmo que com manejo”*²³. Já a Reserva Legal admite o uso econômico sustentável, através do regime de manejo sustentável, sem permitir a supressão total da vegetação. Ou seja, trata-se de dois instrumentos complementares (APP e RL) os quais são de fundamental importância, sendo, portanto, de interesse público e estratégico para as políticas nacionais de proteção dos recursos hídricos, da biodiversidade, da mitigação dos efeitos das mudanças climáticas e para a garantia do bem-estar das populações humanas.

Eventos climáticos extremos, a exemplo das enchentes, sempre ocorreram. A ciência tem comprovado que os eventos extremos estão se tornando mais intensos e com menor intervalo entre si. Conforme relatório apresentado pelo IPCC em 2007, o Grupo de Trabalho “Impactos, Vulnerabilidades e Adaptação”, reconheceu que houve um aumento de **eventos extremos** que vem afetando de forma imprevisível a América Latina, nos últimos anos. No caso do Brasil, o Quarto Relatório cita a seca na Amazônia, no ano de 2005, e o Furacão Catarina, primeira ocorrência desse fenômeno no Atlântico Sul, que deixou milhares de pessoas desabrigadas em Santa Catarina.

Entre os Princípios da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (Convenção sobre Mudança do Clima), o Princípio da Precaução rege que as “Partes devem adotar medidas de precaução para prever, evitar ou minimizar as causas da mudança do clima e mitigar seus efeitos negativos”.

Reforçando essa idéia, dentre as obrigações das Partes perante a Convenção sobre Mudança do Clima, estão: investir em medidas de adaptação aos impactos, desenvolver e elaborar planos integrados e adequados para a gestão de zonas costeiras, recursos hídricos e agricultura, e para a proteção e recuperação de regiões afetadas pela seca e desertificação, bem como por inundações.

Os efeitos nefastos decorrentes das mudanças climáticas já se fazem sentir nos mais diferentes rincões do país. Em Santa Catarina sua expressão tem se mostrado de forma dramática, antecipando situações que tendem a se generalizar em outras regiões. Em 1974, chuvas fortes na região sul do Estado provocaram uma tragédia na cidade de Tubarão, contabilizando-se a época, 199 mortos e 65.000 desabrigados. Em 1983, dessa vez na cidade de Blumenau, as cheias provocaram 8 mortes e 197.000 desabrigados. O mesmo fenômeno

²³ “Desapropriação, reserva florestal legal e áreas de preservação permanente” - Antônio Herman V. Benjamin. Disponível em: <http://daleth.cjf.jus.br/revista/numero3/artigo04.htm>

voltou a assolar a cidade no ano seguinte, 1984, dessa vez deixando um saldo de 16 mortes e 155.000 desabrigados. Florianópolis e outras cidades da região sul, em 1995 contabilizaram 69 mortes em decorrência das cheias. Em 2004 o inédito furacão Catarina deixou um rastro de destruição na região sul do Estado, com saldo de 11 mortes e 35.000 desabrigados. A tragédia mais recente, com as cheias de 2008, afetou mais de 1.500.000 pessoas, causando a morte de 135 catarinenses e deixando mais de 33.000 desabrigados. **Só nesse último caso o Governo Federal precisou, emergencialmente, repassar ao Estado 2 bilhões de reais para o atendimento às vítimas e auxílio na reconstrução. Somente o reparo na infra-estrutura de distribuição elétrica exigiu o repasse de 60 milhões de reais da Eletrobrás para a CELESC, a agência de eletricidade do Estado de Santa Catarina.**

O Rio de Janeiro é outro estado que vem sendo afetado de forma implacável pelos eventos climáticos extremos. Dados históricos mostram que somente na região serrana nas últimas décadas ocorreram diversos eventos.

Em 1987 deslizamentos em Petrópolis e Teresópolis mataram 282. Um ano após, Petrópolis teve sua pior enchente, com 277 mortos e 2 mil desabrigados. Em 2000, Friburgo, Petrópolis e Teresópolis foram devastados pela chuva, resultando em 5 óbitos. No ano seguinte, Petrópolis voltou a sofrer, registrando 48 mortes e 793 desabrigados. Em 2003, foram 33 mortos. Em 2007, 10 morreram em Friburgo, 8 em Sumidouro, 3 em Petrópolis e 2 em Teresópolis. Petrópolis registra mais 9 mortes em 2008²⁴.

Segundo o Departamento Geral de Defesa Civil do Rio de Janeiro²⁵ A tragédia de janeiro de 2011 aponta 910 mortos e 662 desaparecidos até o dia 18 de fevereiro. Nova Friburgo com 426 mortos, Teresópolis 382, Petrópolis 74, Sumidouro 22, São José do Vale do Rio Preto, Santo Antonio de Pádua e Bom Jardim 2 mortos em cada município. Segundo a Defesa Civil estadual, as chuvas deixaram 23.315 desalojados (momentaneamente impedidos de voltar para casa) e 12.768 desabrigados (quem perdeu suas casas) em 15 cidades²⁶.

²⁴ Portal Terra: <http://noticias.terra.com.br/brasil/noticias/0,,OI4892619-EI17544,00.html>

²⁵ <http://www.dgdec.defesacivil.rj.gov.br/modules.php?name=News&file=print&sid=260>

²⁶ <http://noticias.bol.uol.com.br/brasil/2011/02/02/sobe-para-872-o-numero-de-mortos-na-regiao-serrana-do-rio-jhtm>

Efeito das chuvas na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro

Áreas Rurais afetadas

As fortes chuvas que atingiram a região serrana do Rio de Janeiro afetaram bairros urbanos e também áreas rurais. As enchentes e deslizamentos atingiram com muito mais intensidade as áreas às margens dos cursos d'água e nas encostas com alta declividade.

Tudo o que se encontrava nas áreas afetadas foi igualmente atingido e destruído: agricultura, infra-estrutura pública (estradas, pontes, rede elétrica), edificações (residenciais, piscinas, indústrias, estufas agrícolas). A força da natureza não fez distinção entre áreas ocupadas por moradores de baixa renda ou por moradores de alta renda, nem entre ocupação recente e mais antiga, a dita “área rural ou urbana consolidada”, tudo foi igualmente atingido e destruído.

Na zona rural do município de Teresópolis, os distritos de Bonsucesso (40 mortos) e Vieira (segundo os Bombeiros 40 pessoas desaparecidas), foram severamente afetados, com dezenas de casas destruídas e grandes prejuízos econômicos. Segundo a Secretaria estadual de Agricultura do Rio de Janeiro, os prejuízos na agricultura da região serrana contabilizam R\$ 269 milhões.

Localidade de Bonsucesso – Teresópolis (RJ)

A **Figura 16** mostra a forma de ocupação agrícola da região de Bonsucesso numa imagem de satélite (Google Earth de 14.04.2004). É possível verificar casas e outras estruturas agrícolas construídas junto às margens do rio, bem como, a plantação de culturas agrícolas até os limites da água do rio e seus afluentes secundários.

Pelas determinações do Código Florestal, em todos os riachos e rios com até 10 metros de largura (que é o caso em tela) deve ser preservada uma faixa de 30 metros em cada margem a título de Área de Preservação Permanente (APP). Nessas faixas de APP deve ser preservada ou recuperada (quando houver sido retirada no passado) a vegetação nativa. Nas APPs é vedada a edificação de casas ou outras edificações e também a realização de atividades agropecuárias diretas. Nota-se claramente que na área demonstrada na imagem, a integralidade das APPs de margem de cursos d'água estava ocupada com agricultura ou construções, portanto, em desacordo com a lei.

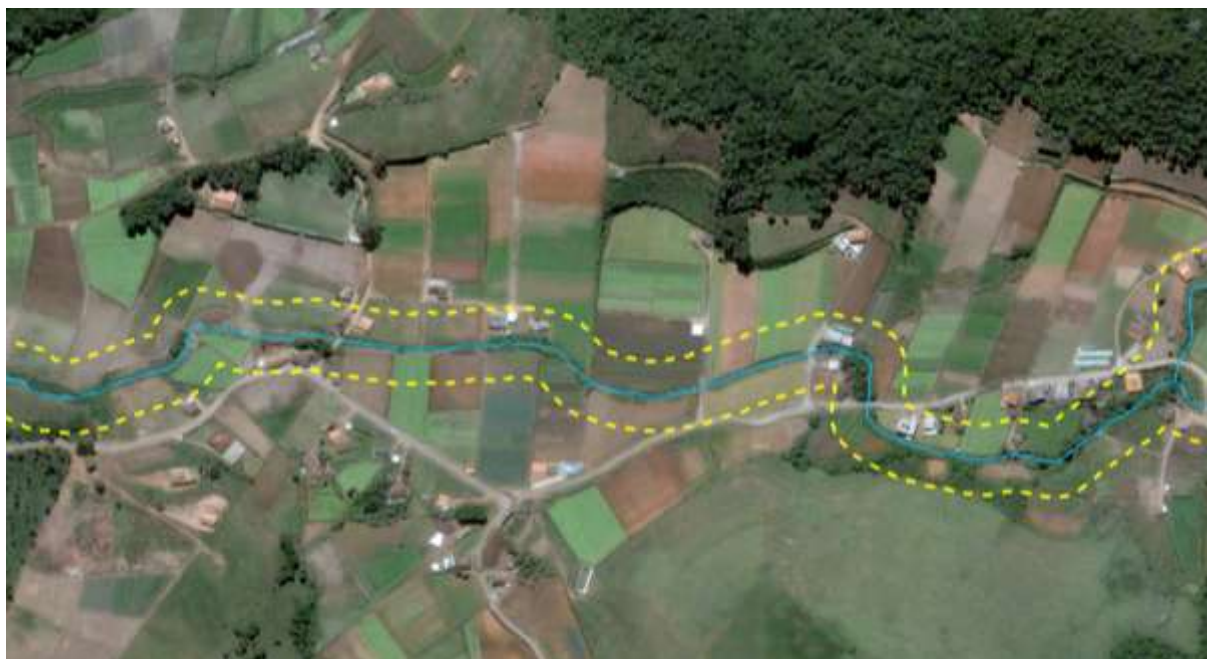


Figura 16: Localidade de Bonsucesso – Teresópolis-RJ. Área rural com ocupação de APPs de margem de cursos d’água (delimitadas pela linha amarela pontilhada) por atividade agrícola e edificações diversas. Imagem do Google Earth – março de 2004.

Na **Figura 17**, (Foto aérea da mesma área, obtida em 26.01.2011) vê-se a situação após a tragédia. O distrito de Bonsucesso, localizado na zona rural do município de Teresópolis, foi severamente afetado. Ocorreram 40 mortes, pontes, estradas, casas e outras construções utilizadas na agropecuária foram destruídas, resultando também em grandes prejuízos econômicos.



Figura 17: Localidade de Bonsucesso – Teresópolis-RJ. A foto mostra que as áreas mais severamente atingidas são aquelas situadas às margens dos cursos d’água, com grandes danos às construções, perda das lavouras e intensa erosão do solo.

A análise demonstra que grande parte das áreas mais severamente atingidas situa-se dentro da faixa de APP (30 metros em cada margem dos cursos d'água), demonstrando a importância da preservação dessa área e a sua não ocupação com atividades agropecuárias ou construções de casas, estufas, ranchos ou outras edificações.

Na **Figura 18**, tem-se uma visão geral do vale mostrando a destruição ao lado do curso d'água. À esquerda da foto são vistos **morros desmatados** usados para pastagem, onde aparecem sulcos e trilhas do gado favorecendo a erosão do solo. Isso demonstra a fragilidade do solo nas encostas com alta declividade e reforça a previsão legal (Código Florestal) de que nas áreas entre 25 e 45° deve ser mantida a cobertura vegetal.



Figura 18: Localidade de Bonsucesso – Teresópolis-RJ. Vista geral do vale. À esquerda da foto são vistos morros desmatados usados para pastagem, onde aparecem indícios de erosão (sulcos e trilhas do gado). Foto aérea de 26.01.2011.

Na **Figura 19**, um detalhe da ponte e do rio. Logo a montante da ponte observa-se as edificações (destruídas), que estavam localizadas em ambas as margens. Vê-se também que o rio era parcialmente canalizado, sendo que as plantações eram realizadas até o muro de canalização. Observa-se ainda, que as pontes geralmente são estreitas (**Figuras 19 e 20**), fato que as transforma, nos casos de enchurradas, em obstáculo à passagem da água, formando pequenas represas e ampliando a faixa marginal inundada, ou, potencializando a velocidade da água em caso de rompimento (o que não é raro).



Figura 19: Localidade de Bonsucesso – Teresópolis-RJ. Na foto aparece em detalhe o tamanho do rio, mostrando sua pequena largura (menos de 5 metros). Além de edificações, logo a montante da ponte, literalmente em cima de ambas as margens. Observa também que o rio era parcialmente canalizado a montante. Foto de 24.01.2011.



Figura 20: Pequenas pontes com vão reduzido que se tornam represas, intensificando localmente os efeitos e extensão das inundações. Vale do Cuiabá – Petrópolis. Foto de 25.01.2011.

Localidade de Vieira – Teresópolis

Vieira localiza-se na zona rural do município de Teresópolis e também foi severamente atingida, tanto na área essencialmente agrícola quanto na vila urbana. Destaca-se que o rio Vieira passa pela vila e muitas edificações que estavam rente às suas margens, foram total ou parcialmente destruídas ou inundadas. Na área agrícola houve sérios danos às plantações localizadas às margens dos cursos d'água. No caso das plantações agrícolas em regiões montanhosas, onde o rio forma corredeiras, houve forte erosão das margens. Já nas áreas mais planas (pequenas baixadas) houve acúmulo dos sedimentos provenientes da erosão das áreas mais montanhosas e dos deslizamentos de encostas.



Figura 21: Vista da Vila de Vieira às margens do rio (Google Earth de 2006), e a ocupação do fundo de vale e das margens dos cursos d'água com edificações e plantações agrícolas.



Figura 22: Vista da Vila de Vieira (Foto aérea de 26.01.2011), mostrando a inundação e corrida de lama que afetou o fundo do vale ocupado com habitações e agricultura. Observa-se que a faixa de APP (delimitada por linha amarela pontilhada) foi severamente atingida.



Figura 23: Vista da área rural do Alto Vieira, alguns quilômetros a montante da Vila de Vieira (Foto aérea de 26.01.2011), mostrando o comprometimento de lavouras, destruição de edificações, erosão e desestabilização das margens do rio.



Figura 24: Vista da área rural do Alto Vieira, logo a montante da Vila de Vieira (Foto aérea de 26.01.2011), mostrando que mesmo pequenos riachos transbordam, destruindo lavouras e edificações, principalmente dentro da faixa de APP ocupada indevidamente.



Figura 25: Vista da frente do Hotel St. Moritz, logo a montante da Vila de Vieira. O rio transbordou e deixou resíduos e entulhos acumulados, mas não afetou as edificações construídas fora da faixa de APP. Foto de 24.01.2011.



Figura 26: Vista do rio obtida da ponte a montante da Vila de Vieira. Área afetada pela corrida de lama e inundação com destruição de residências localizadas na margem do rio. Foto de 24.01.2011.



Figura 27: Vista do vale à margem do rio a jusante da Vila de Vieira. Efeitos da inundação e deposição de lama proveniente da erosão das áreas agrícolas a montante sobre as áreas agrícolas e habitações ao longo da parte mais plana do rio. Foto de 24.01.2011.



Figura 28: Vista aérea do vale em área mais plana do rio a jusante da Vila de Vieira. Efeitos da inundação e corrida de lama sobre as áreas agrícolas e habitadas ao longo do rio. Foto de 26.01.2011.

Campo Grande – Teresópolis

Em Teresópolis um dos bairros mais afetados foi Campo Grande. Das cerca de mil casas somente cerca de 300 não foram atingidas e houve dezenas de mortes.

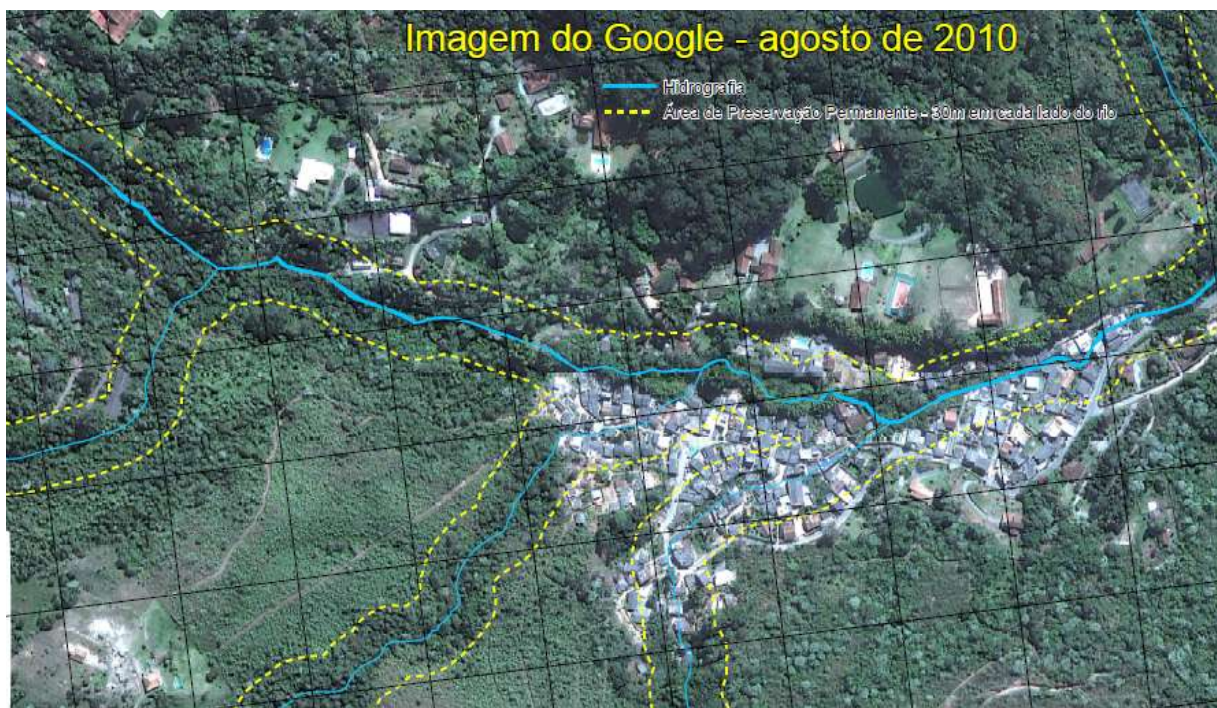


Figura 29: Vista da vila do Bairro Campo Grande em Teresópolis (Google Earth de 2006), e a ocupação do fundo de vale e das margens dos cursos d'água com moradias e outras edificações.



Figura 30: Vista aérea da vila do Bairro Campo Grande após a tragédia, mostrando os efeitos da inundação e corrida de lama e rochas sobre as casas e outras edificações ao longo do rio. Nota-se claramente que as áreas mais afetadas são aquelas situadas dentro da faixa de APP (delimitadas pela linha pontilhada amarela). Foto de 24.01.2011



Figura 31: Vista da destruição provocada pela força da água às margens do afluente do rio na vila do Bairro Campo Grande em Teresópolis. Nota-se a destruição completa de casas às margens do riacho, situadas dentro da faixa de APP. Foto de 25.01.2011.



Figura 32: Pequenas pontes com vão reduzido que se tornam represas, intensificando localmente os efeitos e extensão das inundações. Vila do Bairro Campo Grande - Teresópolis. Foto de 25.01.2011.



Figura 33: Vista geral da destruição provocada pela força da água às margens do afluente do rio na vila do Bairro Campo Grande em Teresópolis. Foto de 25.01.2011.



Figura 34: Vista geral da vila do Bairro Campo Grande após a tragédia. Local mostra encontro do rio principal com afluente e toda a destruição provocada pela força da água, corrimento de lama e pedras, atingindo severamente todas as construções edificadas em área de APP. Foto de 25.01.2011.



Figura 35: Vista de igreja afetada no Bairro Campo Grande após a tragédia. Igrejas edificadas em área de APP foram igualmente afetadas pelas enchentes. Foto de 25.01.2011.



Figura 36: Vista de área afetada às margens de curso d'água no Bairro Campo Grande. Percebe-se que as edificações atingidas estavam dentro da faixa de APP, praticamente em cima do rio. Foto de 25.01.2011.



Figura 37: Vista da Escola Estadual Cascata do Imbuí – Teresópolis, após a tragédia. A foto mostra a escola, casas e prédios, edificados em APP, severamente atingidos pela subida das águas. Observa-se também que a canalização do rio não conteve a força das águas. Foto de 25.01.2011.

Cascata do Imbuí – Teresópolis

Nas proximidades da Cascata do Imbuí (**Figura 38**: Google Earth de 2006) pode-se observar a ocupação irregular numa área de encosta com alta declividade (superior a 45°). Observa-se a abertura de arruamentos em curvas de nível tanto na margem esquerda do rio quanto na encosta frontal. Observa-se ainda a existência de casas e outras edificações e o topo do morro totalmente desmatado, com arruamentos na linha limítrofe da encosta. Observa-se também que grande parte da margem direita, e parte da margem esquerda do rio, ainda estão com a vegetação preservada.



Figura 38: Vista da região da Cascata do Imbuí em Teresópolis (Google Earth de 2006).



Figura 39: Detalhe de casas atingidas por desmoronamento, localizadas em APP de margem de rio e inclinação superior a 45°. Na margem oposta do rio, a vegetação permaneceu intacta (Foto: 25.01.11).



Figura 40: Vista da Cascata do Imbui em, Teresópolis, com desbarrancamentos que atingiram casas na margem direita da estrada, localizadas em declividade acima de 45° Foto: 25.02.2011.



Figura 41: Vista da ocupação de encosta próximo a Cascata do Imbui em Teresópolis, com desbarrancamentos que atingiram casas e ruas, localizadas em declividade acima de 45°. Foto: 25.02.2011.

Bairro Granja Florestal - Teresópolis



Figura 42: Bairro Granja Florestal, Teresópolis. Imagem Google Earth de 2006/2010. Imagem mostra ocupação de área de alta declividade (~entre 30 e 70°). Nota-se uma série de arruamentos construídos em curva de nível, bem como ligações entre estes arruamentos. Há também cortes (terraplanagem) no morro para construção das edificações.



Figura 43: Bairro Granja Florestal, Teresópolis. Foto aérea (26.01.2011). Notam-se diversos deslizamentos associados às estradas ou intervenções para edificações.



Figura 44: Bairro Granja Florestal, Teresópolis. Foto (25.01.2011). Notam-se diversos deslizamentos e destruição de casas edificadas em áreas com inclinação acima de 45° (APPs).



Figura 45: Bairro Granja Florestal, Teresópolis. Foto (25.01.2011). Notam-se deslizamentos em áreas com declividade superior a 60° (APPs).

Petrópolis – Vale do Cuiabá

Em Petrópolis, a região mais afetada pela tragédia foi o Vale do Cuiabá. O município registra 74 mortos e 80 desaparecidos (Dados da Defesa Civil RJ de 18.02.2011).



Figura 46: Imagem Google Earth de 2009. Nota-se a ocupação adensada às margens de um trecho rio, em APP.



Figura 47: Foto aérea (26.01.2011) onde podem ser observados os efeitos da inundação sobre as habitações localizadas na margem do rio. A maioria das edificações afetadas encontra-se total ou parcialmente dentro da faixa de APP de 30 metros. Nota-se também que na margem oposta, no trecho onde a vegetação estava preservada os efeitos da inundação são menores, e, o que é mais importante, não houve prejuízos socioeconômicos e perda de vidas.

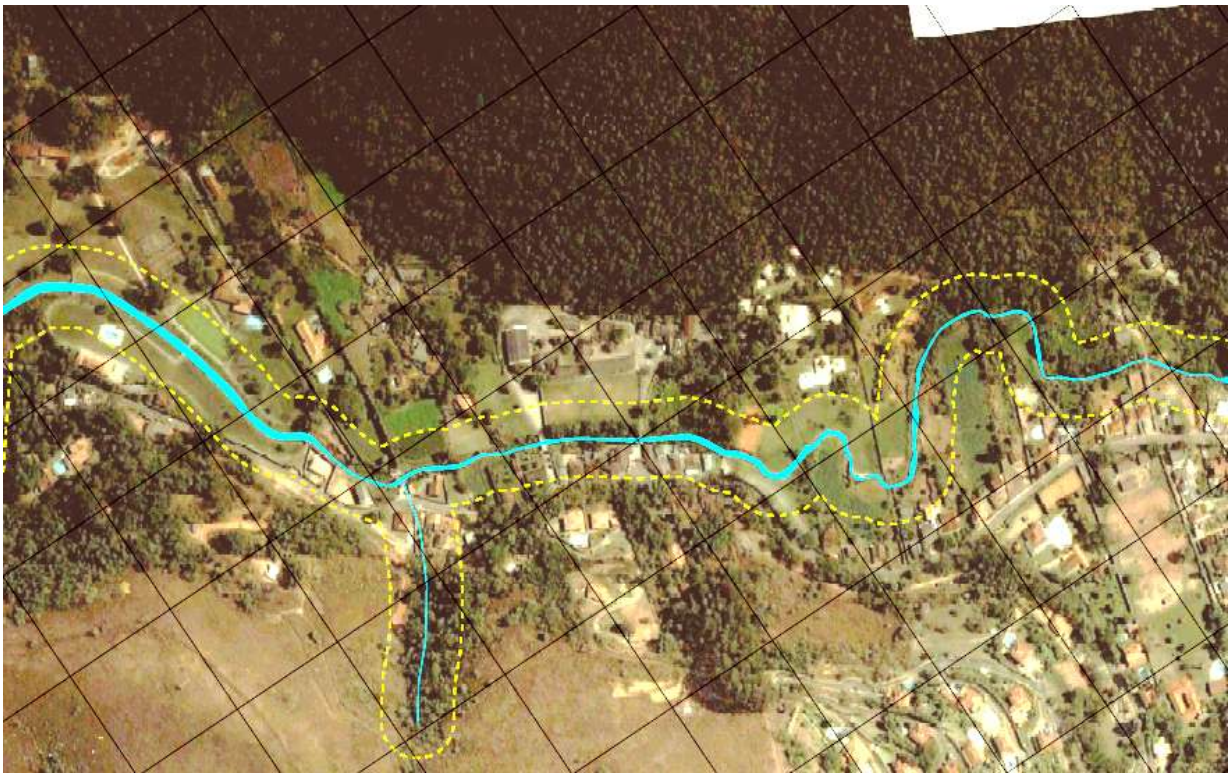


Figura 48: Imagem Google Earth de 2006. Outro trecho do Vale do Cuiabá. Observa-se a ocupação do vale com edificações diversas e atividades de lazer e esporte, inclusive em áreas dentro da faixa de APP de 30 metros em cada lado da margem dos cursos d'água.



Figura 49: Foto aérea da mesma área (26.01.2011). Observa-se que a área mais severamente afetada abrange a faixa de APP de 30 metros em cada lado da margem dos cursos d'água.



Figura 50: Imagem Google Earth de 2006. Num trecho do Vale do Cuiabá onde se observa diversas construções junto ao encontro de dois rios e nas suas margens.



Figura 51: Foto aérea da mesma área (26.01.2011). Observa-se que a área mais severamente afetada abrange a faixa de APP de 30 metros em cada lado da margem dos cursos d'água.



Figura 52: Foto da área do encontro dos rios (25.01.2011). Observa-se a destruição das casas localizadas próximo às margens dos cursos d'água.



Figura 53: Vale do Cuiabá. Foto (25.01.2011) mostra casas construídas à margem do rio (na faixa de APP) totalmente soterradas por lama e detritos.



Figura 54: Vale do Cuiabá. Foto (25.01.2011) mostra casas construídas à margem do rio (na faixa de APP) severamente afetadas pela força das águas. Na margem oposta, onde não havia ocupação humana, o rio também transbordou.



Figura 55: Vale do Cuiabá. Foto (25.01.2011) mostra ponte estreita, obstruída por detritos e canalização do rio a jusante da ponte. Destaca-se que nos casos de grandes enxurradas as canalizações, feitas para retificar o curso d'água e acelerar seu escoamento, acabam potencializando os efeitos das enchentes.



Figura 56: Vale do Cuiabá. Foto (25.01.2011) mostra casa destruída pela força das águas. Nesta casa, construída à margem do rio (parcialmente dentro de APP) e localizada a aproximadamente 200 metros a jusante da ponte representada na **Figura 55**, morreram 9 pessoas.



Figura 57: Vale do Cuiabá. Foto (25.01.2011) mostra que mesmo minúsculos riachos transbordam muito além de suas margens regulares, podendo gerar destruição e prejuízos socioeconômicos a eventuais ocupantes das margens. Isso demonstra o acerto da legislação que prevê proteção mínima para todos os cursos d'água, inclusive aqueles provenientes de nascentes intermitentes.



Figura 58: Vale do Cuiabá. Imagem Google Earth de 2009. Observa-se uma margem do rio e morro com a vegetação conservada. Na outra margem, observa-se a rodovia e pouca ocupação com edificações.



Figura 59: Vale do Cuiabá. Foto (25.01.2011). Área afetada pela enchente em local sem edificações.



Figura 60: Vale do Cuiabá. Foto (25.01.2011). Galpões edificadas em APP, destruídos pela força das águas.

Nova Friburgo

O município de Nova Friburgo foi o mais afetado pela tragédia ocorrida em janeiro de 2011. As enchentes e milhares de pontos de deslizamentos provocaram 420 mortos (até 02.02.11), além de grande número de desabrigados e desalojados.



Figura 61: Vista de região com parcelamento de solo com construções na base de encosta íngreme e margem de riacho. BR 492 em Nova Friburgo. (Google Earth de 13.10.2010).



Figura 62: Foto aérea obtida em 26.02.2011, da mesma região às margens da BR 492, mostrando deslizamentos na encosta que atingiram diversas casas localizadas às margens do riacho e no sopé de morro com inclinação superior a 45°. Nota-se também que entre as casas e a encosta há uma estrada pavimentada, a qual não aparece na imagem de 2006(**Figura 61**), mostrando que houve intervenção na base do morro.



Figura 63: Foto terrestre obtida em 26.02.2011, da mesma região às margens da BR 492, mostrando casa edificada no sopé do morro, soterrada pelo deslizamento ocorrido na encosta. Na foto é possível perceber a fina camada de solo sobre a rocha de granito (uma característica natural da região serrana do Rio de Janeiro). Essa camada de solo é mais fina no topo (chegando, em muitos casos a ser nula, mantendo o granito aparente) e um pouco maior na base dos morros.

Escavações para construção de casas ou estradas na base de morro ou montanhas com solo instável potencializam de forma significativa o risco de deslizamentos, visto que se retira total ou parcialmente a sustentação que ajuda a segurar o solo no restante da elevação. O Geólogo Álvaro Rodrigues dos Santos explica que mesmo em relevo de topografia mais suave junto ao sopé de regiões serranas tropicais há situações típicas de áreas que oferecem risco:

“...áreas imediatamente situadas ao final das encostas de alta declividade, iniciando-se a partir da ruptura de declive negativa da encosta. Essas áreas estão sujeitas a serem atingidas pelos escorregamentos da encosta contígua. Isso define que nessas condições a ocupação urbana deverá observar uma “faixa de segurança geotécnica” de em torno de 40 metros, contados a partir da base da encosta. Faixa idêntica deverá ser observada pela ocupação dos platôs mais planos superiores das encostas”²⁷.

Não só em Nova Friburgo, mas em toda a região observa-se que grande parte das áreas afetadas por deslizamentos, são áreas que sofreram algum tipo de intervenção humana como a construção de estradas, edificações diversas, desmatamento ou queimadas. O geólogo Álvaro Rodrigues dos Santos esclarece que “a ação do homem mexendo com essas áreas tão instáveis - desmatando, cortando, fazendo aterros, lixões, fossas de infiltração - potencializa toda essa instabilidade e pela presença humana torna essa instabilidade trágica, porque o escorregamento ou vários escorregamentos têm, infelizmente, a propriedade de soterrar pessoas”²⁸.

²⁷ Fantástico simula em laboratório deslizamento de terra, disponível: <http://fantastico.globo.com/Jornalismo/FANT/0.,MUL1641934-15605.00.html>

²⁸ Fantástico simula em laboratório deslizamento de terra, disponível: <http://fantastico.globo.com/Jornalismo/FANT/0.,MUL1641934-15605.00.html>



Figura 64: Vista de região com parcelamento do solo com construções na meia encosta de morro com inclinação superior a 45° e com topo do morro desmatado. Observa-se construções também na margem dos cursos d'água. BR 492 em Nova Friburgo. (Google Earth de 26.05.2010).



Figura 65: Imagem Google Earth de 20.01.2011 da mesma região mostrando deslizamentos e corrida de lama e rochas que atingiram casas na encosta e na margem dos cursos d'água. Notam-se os topos de morros desmatados e intervenções diversas nas encostas: construção de estradas e edificações. Nota-se também que as casas e outras edificações nas margens dos cursos d'água foram severamente afetadas.



Figura 66: Foto (24.01.2011) mostrando detalhe de casa soterrada na encosta e área atingida na margem do rio. Nota-se o topo do morro desmatado.



Figura 67: Foto aérea (26.01.2011) mostrando trecho do Córrego Dantas às margens da BR 492 em Nova Friburgo. Observa-se que as edificações nas margens dos cursos d'água (principal e afluentes) foram severamente afetadas. Observam-se também as construções de estradas e edificações no sopé do morro e na meia encosta, em área com declividade acima de 45°. É possível verificar ainda que na área coberta por floresta bem conservada (lado direito no alto), onde não há intervenção humana próxima, não ocorreram deslizamentos.



Figura 68: Imagem Google Earth 12.10.2010. Região do Córrego Dantas às margens da rodovia BR 492. Nova Friburgo.



Figura 69: Imagem Google Earth 19.01.2011. Mesma região do Córrego Dantas às margens da rodovia BR 492. Nova Friburgo. As edificações nas margens dos cursos d'água (principal e afluentes) foram severamente afetadas. Observa-se também topos de morros desmatados e construção de estradas no sopé do morro e na meia encosta, em área com declividade acima de 45°.

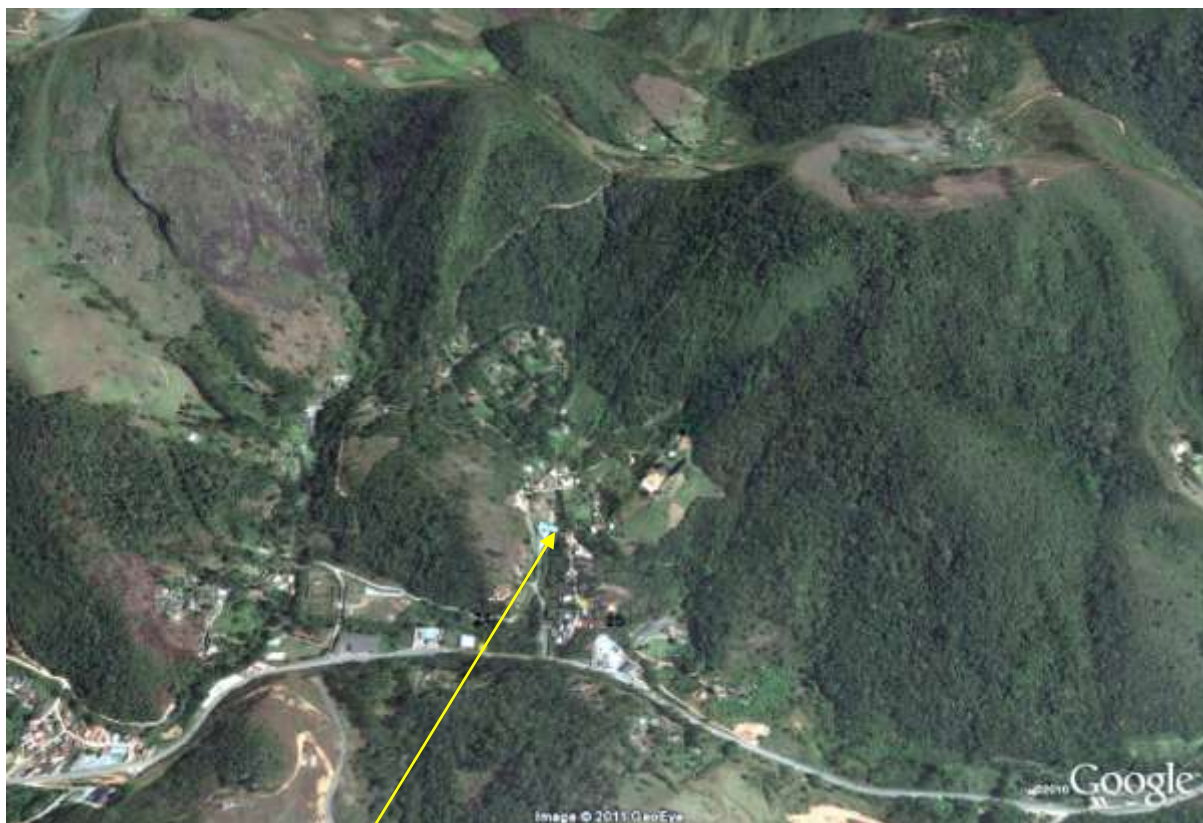


Figura 70: Imagem Google Earth 12.10.2010. Região do Córrego Dantas, localidade denominada Sítio dos Esquilos. Nova Friburgo.

Esta é uma área situada em fundo de vale onde o Córrego Dantas faz uma curva de aproximadamente 140°. Nota-se que há uma pequena área plana entre a curva do rio e a montanha do fundo do vale. Segundo o Geólogo Álvaro Rodrigues dos Santos estas “*áreas situadas à frente da “boca” de vales que demandam do alto da serra, são áreas de topografia suave, mas que estão sobre leques de deposição de detritos (solo, blocos de rocha, restos vegetais) formados e originados de pretéritas corridas de lama e detritos. Ou não se ocupa essas áreas, reservando-as para parques florestados, ou se libera a ocupação mediante a execução de vantajadas obras (diques de impacto e desvio) de contenção e proteção. Dado o fantástico poder destrutivo de uma corrida de lama e detritos essa última opção deve ser vista com enorme cuidado.*”²⁹

Observa-se também a construção de casas e outras edificações às margens dos cursos d’água e em áreas inclinadas e no sopé da montanha. Há estradas que cruzam lateralmente os morros e alguns topos estão desmatados, sendo ocupados por pastagens até a linha de ruptura.

Conforme pode ser observado na **Figura 71**, esta foi uma região fortemente atingida pelos deslizamentos, corrida de lama e enchente. Houve 8 mortes e enormes prejuízos econômicos.

É também possível verificar que todos os deslizamentos tiveram origem em áreas com inclinação acentuada, e a maioria dos deslizamentos está associada a alguma intervenção humana, especialmente os cortes feitos para construção de estradas e para edificações.

²⁹ Todas as áreas de topografia suave podem ser consideradas seguras? Disponível no site do IBDA – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=9&Cod=834>



Figura 71: Imagem Google Earth 19.01.2011. Região do Córrego Dantas, localidade denominada Sítio dos Esquilos. Nova Friburgo. Dimensão dos deslizamentos.



Figura 72: Foto (24.01.2011) da Região do Córrego Dantas, localidade denominada Sítio dos Esquilos. Nova Friburgo. Observam-se edificações construídas às margens do rio (APP) e encostas com mais de 45° (APP), destruídas pelos deslizamentos e enchentes.



Figura 73: Ao lado, detalhe de placa de junho de 2006, com os dizeres: “Reconstrução de Ponte sobre o Córrego Dantas e construção de muros ciclópicos”. Isso demonstra que a região já foi atingida por enchentes outras vezes. Acima, foto obtida da ponte, mostrando construções atingidas na margem do rio e em área com inclinação superior a 45°.



Figura 74: Imagem Google Earth 25.05.2010. Condomínio do Lago, BR 492. Nova Friburgo. Observa-se que o condomínio foi instalado numa área plana com habitações construídas junto a base de morro com topo desmatado e estrada cortando seu vértice.



Figura 75: Imagem Google Earth 19.01.2011. Condomínio do Lago, BR 492. Nova Friburgo. Observa-se deslizamento associado à intervenção humana (construção de estradas e topo de morro desmatado). No condomínio morreram 9 pessoas.



Figura 76: Imagem Google Earth 05.05.2010. Loteamento em encosta às margens da BR 492. Nova Friburgo.



Figura 77: Imagem Google Earth 19.01.2011, do mesmo Loteamento severamente atingido por deslizamento. Observa-se deslizamento associado à intervenção humana (construção de estradas e topo de morro desmatado e vegetação remanescente, recentemente atingida por queimada).



Figura 78: Foto (24.01.2011) do mesmo Loteamento (**Figuras 76 e 77**). Observa-se a alta declividade e a vegetação remanescente, recentemente atingida por queimada. As queimadas em encostas e topos de morro destroem a vegetação nativa e contribuem na desestabilização do solo.



Figura 79 – Imagem Google Earth (30.08.2010) mostrando queimada de vegetação nativa em região montanhosa. Vale do Cuiabá – Petrópolis.



Figura 80: A Foto (24.01.2011) mostra desbarrancamento em pastagem com estrada cortando a lateral do morro, afetando plantação agrícola. Observa-se também que o desbarrancamento não afetou a área de floresta.

Nova Friburgo – Cidade

A Cidade de Nova Friburgo foi a mais afetada da região. Parte da área central sofreu inundações e ocorreram também deslizamentos de terra e rochas dos morros e montanhas adjacentes.



Figura 81: Cidade de Nova Friburgo. Imagem Google Earth de 2010. Pode-se observar a canalização do rio em toda a extensão da cidade. Mesmo rios canalizados exigem a manutenção das faixas marginais de APP. No caso em tela 30 metros em cada margem não deveriam estar ocupados.



Figura 82: Cidade de Nova Friburgo. Foto aérea (26.01.2011). Observam-se vestígios do transbordamento do rio canalizado, inundando todas as edificações nas laterais ao canal.



Figura 83: Detalhe da cidade de Nova Friburgo. Imagem Google Earth de 2010. Destaque para a ocupação de encostas com alta declividade, construções no sopé dos morros e o rio canalizado.



Figura 84: Nova Friburgo. Foto aérea (26.01.2011) da mesma área. Podem-se observar deslizamentos na encosta ocupada, e a lateral do rio (canalizado) totalmente ocupada por edificações, as quais foram afetadas pela inundação.



Figura 85: Em primeiro plano parte, da cidade de Nova Friburgo. Ao fundo as montanhas adjacentes. Imagem Google Earth de 26.05.2010. Destaque para a ocupação e construção de vias de acesso em encostas com alta declividade e construções no sopé dos morros.



Figura 86: Nova Friburgo. Foto aérea (26.01.2011) da mesma área. Podem-se observar deslizamentos na encosta ocupada, e a lateral do rio (canalizado) totalmente ocupada por edificações, as quais foram afetadas pela inundação. Foram também afetadas as edificações construídas próximo ao sopé da montanha. Mais ao fundo observa-se deslizamentos de rochas e terra provenientes do topo dos morros e montanhas, evidenciando o grau de risco para as ocupações das encostas e aquelas localizadas no sopé dos respectivos morros e montanhas.



Figura 87: Canalização de rio na cidade de Nova Friburgo. Imagem Google Earth de 2005. Destaque para os ângulos de 90 graus no encontro dos dois canais.



Figura 88: Mesma área em foto aérea de 26.01.2011.

Análise dos Deslizamentos na Região Serrana do Rio de Janeiro

A tragédia da Região Serrana atingiu áreas rurais e urbanas e observou-se que em muitos casos os deslizamentos de terra estavam associados a algum tipo de ocupação antrópica. Para quantificar a relação ou não da ocupação antrópica com a ocorrência dos deslizamentos foi selecionada uma área representativa dos escorregamentos da região. Foi escolhida uma área do município de Nova Friburgo por ter sido o mais atingido por deslizamentos de terra e rochas em consequência das chuvas. Outro critério da escolha foi a existência de imagens de satélite de alta resolução anteriores à tragédia e imagens obtidas imediatamente depois da tragédia. Foi delimitada uma área de 5.678 ha, abrangendo as bacias mais afetadas pelos escorregamentos, o limite estabelecido para esta área foi definido utilizando-se os topos de morros e o próprio limite municipal, conforme figura 89.



Figura 89: Região escolhida com a área de estudo para análise dos escorregamentos demarcada em amarelo. Google Earth, imagem GeoEye de 20.01.2011.

Foram utilizadas para as análises duas Imagens GeoEye disponíveis no Google Earth, uma de maio/outubro de 2010 (antes da tragédia) e outra 20 de janeiro de 2011 (depois da tragédia). A comparação das duas imagens de alta resolução antes e depois das chuvas permite identificar se no local de cada escorregamento ocorrido havia interferência antrópica e também as características da vertente onde ele ocorreu. Além das informações das imagens foram utilizados os apontamentos do levantamento de campo realizado na região nos dias 24 a 26 de janeiro de 2011.

As vertentes onde ocorreram os deslizamentos foram analisadas para identificar se o ambiente estava com a vegetação nativa bem conservada (vegetação primária ou em estágio avançado de regeneração) e sem intervenção antrópica próxima, como estradas, caminhos, trilhas, terraplanagens, desmatamento ou queimada de encostas e topos de morro, degradação da vegetação nativa e áreas de pastagens degradadas que apresentam processos erosivos que com o tempo contribuem para a desestabilização da encosta.

Os locais dos deslizamentos foram identificados por um ponto (Figuras 90 e 91) representando sua localização e as alterações antrópicas foram assim classificadas: a) alteração no sopé; b) alteração na vertente; c) alteração no topo; d) alteração no topo/sopé; e) alteração no topo/vertente; f) alteração no topo/vertente/sopé; g) alteração na vertente/sopé; e, h) área natural bem conservada. Observa-se que em muitas ocasiões há mais de um tipo de intervenção antrópica na mesma área afetada pelo deslizamento.



Figura 90: Imagem Google Earth 26.05.2010. Na imagem foram assinalados os locais onde houve deslizamentos, os quais podem ser comparados com a Figura 91, imagem obtida depois da tragédia.



Figura 91: Imagem Google Earth 20.01.2011. Mostra as áreas onde houve deslizamentos.

As figuras 90 e 91 exemplificam a metodologia adotada para este levantamento e a título de ilustração serão analisados os pontos 1 a 7, assinalados na **Figura 91**.

- a) Ponto 1- representa um deslizamento ocorrido em área com vegetação nativa bem conservada. Não se observa nenhuma intervenção antrópica próxima ao deslizamento.
- b) Ponto 2 - representa um deslizamento ocorrido em área com vegetação nativa bem preservada, porém, neste caso, observa-se uma estrada e desmatamento na base morro, próximo ao ponto de início do deslizamento.
- c) Ponto 3 - representa um deslizamento ocorrido em área com vegetação nativa bem preservada, porém, neste caso, observa-se dois tipos de intervenção, sendo uma no início do deslizamento onde o topo de morro está desprovido da vegetação original e outra na base cortada por uma estrada.
- d) Ponto 4 – representa um deslizamento em área desprovida de vegetação original tanto na encosta quanto no topo, além de estrada na meia encosta e terraplanagens para edificações.
- e) Ponto 5 – representa um deslizamento ocorrido em encosta com vegetação nativa conservada, porém com o topo desprovido de vegetação e estrada na encosta.
- f) Ponto 6 – representa um deslizamento ocorrido em encosta com pastagem e estrada no topo do morro, local de início do deslizamento.
- g) Ponto 7 – representa um deslizamento ocorrido em encosta em área de vegetação degradada, com ocupação por atividade agrícola na base do morro e estrada na encosta próxima ao topo.

Nessa área estudada foram mapeados e identificados 657 deslizamentos. O resultado consolidado da análise está na tabela abaixo:

Tipo de alteração	Quantidade	% do total
Alteração no sopé	76	12%
Alteração na vertente	206	31%
Alteração no topo	106	16%
Alteração no topo/sopé	48	7%
Alteração no topo/vertente	53	8%
Alteração no topo/vertente/sopé	67	10%
Alteração na vertente/sopé	51	8%
Área com vegetação nativa bem conservada	50	8%
TOTAL	657	

O resultado mostra que do total de deslizamentos ocorridos na área analisada, 92% ocorreram em áreas com algum tipo de alteração antrópica e apenas 8% ocorreram em áreas com vegetação nativa bem conservada, sem alteração próxima. O resultado também mostra que em cerca de 33% dos casos de deslizamentos existe mais de um tipo de intervenção.

A análise evidencia que o número de deslizamentos ocorridos em áreas com vegetação nativa bem conservada é significativamente menor do que nas áreas antropizadas (áreas

agrícolas, pastagens, áreas povoadas). Por outro lado, a maioria dos deslizamentos em áreas com vegetação nativa bem conservada ocorreu em locais onde havia algum tipo de intervenção antrópica muito próxima, a exemplo de estradas ou áreas alteradas no topo ou base do morro. Estes dados são muito semelhantes aos apurados pelo Centro de Informações de Recursos Ambientais e Hidrometeorologia de Santa Catarina (Epagri-Ciram)³⁰, órgão do Governo do Estado de Santa Catarina, que apontaram que 84,38% das áreas atingidas pelos deslizamentos ocorridos em 2008 na região do Morro do Baú em Santa Catarina, haviam sido desmatadas ou alteradas pelo ser humano, e apenas 15,65% dos desbarrancamentos ou deslizamentos ocorreram em áreas com cobertura florestal densa ou pouco alterada e, ainda segundo estes estudos, mesmo nessas áreas foram observadas algumas influências de ações humanas no entorno.

Dentre as intervenções antrópicas associadas a deslizamentos destacaram-se as estradas e terraplanagens feitas em encostas. Cortes realizados nas encostas para construção de estradas ou edificações, notadamente em áreas de solo raso, onde apenas finas camadas de solo recobrem a rocha de granito, agravam os riscos e facilitam os deslizamentos em caso de chuvas fortes.

Observou-se também que a maioria dos deslizamentos ocorreu em áreas declividade acentuada e topos de morro, consideradas pelo Código Florestal como áreas de preservação permanente (no caso das áreas com mais de 45° de declividade e topos de morro) ou áreas com utilização limitada (no caso das áreas entre 25 e 45° de declividade).

³⁰ Relatório sobre o levantamento dos deslizamentos ocasionados pelas chuvas de novembro de 2008 no complexo do Morro do Baú município de Ilhota, Gaspar e Luiz Alves. Disponível em: http://www.ciram.com.br/areas_risco/Relatorio_Morro_Bau.pdf e http://www.ciram.com.br/areas_risco/

O Papel das Unidades de Conservação

As Unidades de Conservação são criadas para garantir a sobrevivência de todas as espécies de animais e plantas (biodiversidade), os recursos genéticos e também para proteger os processos ecológicos essenciais e locais de grande beleza cênica, como montanhas, serras, cachoeiras, cânions, rios e lagos (MMA, 2010).

Além de permitir a sobrevivência dos animais e plantas, essas áreas contribuem para regular o clima, abastecer os mananciais de água e proporcionar qualidade de vida às populações humanas. Entre seus objetivos, destacam-se: a manutenção da diversidade biológica e dos recursos genéticos; a proteção das espécies ameaçadas de extinção; a preservação e restauração da diversidade de ecossistemas naturais e degradados; a promoção do desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais; a valorização econômica e social da diversidade biológica; a proteção de paisagens naturais pouco alteradas e de notável beleza cênica; a proteção e recuperação dos recursos hídricos; a promoção da educação ambiental e do ecoturismo; o incentivo à pesquisa científica; e a proteção dos recursos naturais necessários à sobrevivência das populações tradicionais (MMA, 2010).

No Brasil, a Lei nº 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) prevê dois tipos de áreas protegidas: as públicas e as privadas ou particulares. As Unidades de Conservação (UCs) são também divididas em dois grupos e 12 categorias: **Proteção Integral** – São voltadas para a manutenção dos ecossistemas livres de alterações causadas por interferência humana, admitindo apenas o uso indireto dos seus atributos naturais. Nesse grupo, incluem-se Estações Ecológicas, Reservas Biológicas, Parques, Monumentos Naturais e Refúgios de Vida Silvestres. **Uso Sustentável** - São unidades de conservação onde é permitida a exploração do ambiente de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável. Nesse grupo estão Áreas de Proteção Ambiental, Áreas de Relevante Interesse Ecológico, Florestas Nacionais, Reservas Extrativistas, Reservas de Fauna, Reservas de Desenvolvimento Sustentável e Reservas Particulares do Patrimônio Natural.

Além das UCs, existem no Brasil, por força de lei, outras áreas que devem ser protegidas sempre, independentemente de sua localização no território, como as margens de rios, nascentes e topos de morro, entre outras. Essas áreas são consideradas Áreas de Preservação Permanente (APPs), independentemente de estarem em áreas rurais ou urbanas, em terras particulares ou públicas.

Como já demonstrado neste estudo, as APPs são áreas que tem um papel crucial na prevenção de riscos de enchentes e desbarrancamentos. Da mesma forma, as UCs, além de proteger a biodiversidade também assumem uma importância muito grande na proteção dos recursos hídricos, no controle da erosão e na proteção de ecossistemas frágeis como encostas, topos de morro e mananciais hídricos, atributos essenciais para garantir o bem estar das populações humanas.

Na região serrana do Rio de Janeiro existem diversas unidades de conservação federais a exemplo do Parque Nacional da Serra dos Órgãos (UC de Proteção Integral) e da Área de Proteção Ambiental Petrópolis (UC de Uso Sustentável). Além das UCs federais,

existem também UCs estaduais, municipais e particulares. Os municípios de Teresópolis (inserido parcialmente no Parna Serra dos Órgãos) e Petrópolis (inserido parcialmente na APA Petrópolis) estão entre os mais atingidos pela tragédia provocada pelas chuvas de janeiro de 2011.

O Parque Nacional da Serra dos Órgãos (Parna Serra dos Órgãos) é uma unidade de conservação de proteção integral, criada em 1939 para proteger a excepcional paisagem e a biodiversidade da Serra do Mar na Região Serrana do Rio de Janeiro. Com 20.024 hectares, abrange parte dos municípios de Teresópolis, Petrópolis, Magé e Guapimirim. No interior do parque a vegetação nativa é bem conservada e a intervenção antrópica é mínima.



Figura 92: Vista da cidade de Teresópolis (primeiro plano) e Parna Serra dos Órgãos (ao fundo). Foto aérea: 26.01.2011

A Área de Proteção Ambiental de Petrópolis (APA Petrópolis) é uma unidade de conservação de uso sustentável, que permite a ocupação humana. Possui 59.618 hectares e foi criada em 1982, abrangendo parte dos municípios de Petrópolis, Magé, Duque de Caxias e Guapimirim. A APA Petrópolis tem entre os seus objetivos disciplinar a ocupação e impedir a degradação dos recursos naturais. Aproximadamente 50% de sua área ainda está coberta por vegetação nativa de Mata Atlântica. Na região da APA Petrópolis existem cerca de 280 mil habitantes e são exercidas diversas atividades econômicas nos ramos de comércio, indústria, agropecuária, turismo, além de instituições de ensino e residências. Dentro da APA são permitidos quase todos os tipos de atividades e usos econômicos desde que respeitados os limites legais como a manutenção da vegetação nativa nas Áreas de Preservação Permanente. O uso e ocupação do solo na APA guarda semelhanças com outras áreas ocupadas fora dela. Um dos problemas relacionados ao uso do solo na APA é que historicamente também houve ocupação de algumas APPs com moradias e atividades industriais e agropecuárias. As APPs ocupadas foram as áreas atingidas de forma mais intensa pela tragédia.



Figura 93: Vale do Cuiabá, Petrópolis (RJ). Ao centro observa-se o rio Cuiabá e a margens afetadas pela enchente. Em primeiro plano até a margem do rio, área inserida na APA Petrópolis. Na margem oposta do rio, área fora da APA. Observa-se que a ocupação do solo dentro e fora da APA segue os mesmos padrões e que ambas as margens do rio (APP) ocupadas foram igualmente afetadas pela enchente.



Figura 94: Vale do Cuiabá, Petrópolis (RJ). Área não afetada pela tragédia. Observa-se que as áreas de encosta com alta declividade não estão ocupadas por moradias e que a vegetação nativa está preservada nas áreas de maior declividade.

Constatou-se neste estudo que mais de 90% dos deslizamentos de terra e rolamento de rochas estão associados a algum tipo de intervenção antrópica, como estradas, caminhos, trilhas, terraplanagens, desmatamento de encostas e topos de morro, degradação da vegetação nativa e áreas de pastagens degradadas que apresentam processos erosivos que com o tempo contribuem para a desestabilização da encosta. Constatou-se também que as áreas que foram mais intensamente afetadas pela tragédia são aquelas consideradas APPs (margens de cursos d'água, encostas com alta declividade e topos de morro ou montanhas). Verificou-se, por outro lado, que nas áreas com a vegetação nativa bem conservada, mesmo quando localizadas em áreas com alta declividade ou topos de morro ou montanhas, a quantidade de deslizamentos e rolamento de rochas foi inferior a 10% do total desses eventos.

As Unidades de Conservação analisadas foram atingidas de forma diferenciada pela catástrofe. Na APA Petrópolis (UC de Uso Sustentável), a enchente e os deslizamentos de terra e rochas seguem o padrão de outras áreas atingidas, ou seja, estão, na maioria dos casos, associados a intervenções antrópicas e ocupação de APPs de margens de cursos d'água. Já no Parna Serra dos Órgãos (UC de Proteção Integral sem ocupação humana), a quantidade de deslizamentos e rolamento de rochas foi próximo do zero³¹. O fato é que áreas muito próximas ao parque foram severamente atingidas por deslizamentos e rolamento de rochas enquanto que no interior do Parna Serra dos Órgãos, onde a vegetação nativa está bem conservada e onde a intervenção antrópica é mínima, a quantidade de deslizamentos e rolamento de rochas também foi mínima. Esse dado está em sintonia com o apurado para as áreas fora de UCs, nos casos em que os remanescentes de vegetação nativa estavam bem conservada. Isto leva à conclusão de que preservar a vegetação nativa e não ocupar as margens de cursos d'água e as áreas de alta declividade e topos de morros, montes, montanhas e serras, é sem dúvida, a melhor maneira de evitar prejuízos com enchentes e desbarrancamentos, inclusive a perda de vidas humanas.

Observou-se que o Parna Serra dos Órgãos, uma UC de Proteção Integral, além de proteger e preservar a biodiversidade e os recursos genéticos, cumpre importante papel na conservação do solo, proteção de encostas com alta declividade, proteção dos mananciais hídricos e minimização de impactos de chuvas torrenciais, permitindo uma maior infiltração da água da chuva e evitando o seus escoamento superficial acelerado.

No caso da APA Petrópolis, uma UC de Uso Sustentável, constatou-se que a mesma tem importante papel na conservação dos recursos naturais. No entanto, as APPs e outras áreas de risco ocupadas indevidamente ao longo do tempo, por atividades industriais, agropecuárias ou por residências, foram igualmente afetadas pela tragédia. Neste sentido sugere-se que o planejamento da APA contemple ações para disciplinar rigorosamente o processo de ocupação do solo, assegurando a sustentabilidade do uso dos recursos naturais e evitando toda e qualquer ocupação de APPs e outras áreas de risco. Só assim será possível prevenir e minimizar os prejuízos socioambientais dos eventos climáticos extremos e garantir qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, como está expresso no art. 15 da Lei nº 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.

³¹ Não foi possível confirmar se a quantidade de chuvas que caiu no interior do Parna Serra dos Órgãos foi a mesma que caiu nas áreas adjacentes, inclusive na APA Petrópolis.

Canalização de Rios

A cidade de Nova Friburgo é um exemplo clássico do que se fez em muitas outras cidades brasileiras. Em toda a extensão da cidade os cursos d'água estão canalizados, com suas margens próximas ocupadas por infra-estrutura urbana de estradas, pontes, calçadas e por edificações. Os defensores da canalização dos rios geralmente justificam a medida para retificar os cursos e acelerar a velocidade do escoamento da água e com isso evitar ou minimizar os impactos de enchentes. Outra justificativa utilizada é permitir maior ocupação urbana. Na canalização de cursos d'água, invariavelmente são desconsiderados alguns fatores que acabam transformando tais canais em bombas relógio. Um destes fatores é o próprio crescimento das cidades, gerando mais e mais áreas impermeabilizadas, fato que, em caso de chuvas torrenciais aumenta o volume de água e acelera a sua chegada ao canal, fazendo-o transbordar, com as consequências conhecidas.

No caso de Nova Friburgo observa-se ainda a existência de curvas em ângulo de 90° no canal, representando um verdadeiro barramento, em caso de aumento do nível do rio. Da mesma forma que um carro precisa frear nas curvas, a água dos rios também teria que diminuir a velocidade nas curvas, não o fazendo projeta-se sobre as “áreas de escape”, gerando transbordamentos maiores nestes pontos. Num canal com ângulos de 90 graus, associados a pontes, como é o caso em tela, potencializa-se os efeitos das enchentes, pois um grande volume de água, ao chegar nestes pontos de estrangulamento, tende a se espalhar e procurar outros caminhos de escoamento, alagando áreas adjacentes muito maiores.

Para resolver estes problemas (anteriormente criados), muitas vezes as novas soluções de engenharia apontam no sentido de ampliar e acelerar a vazão (alargando – quando ainda possível – ou aprofundando o canal). Acelerar a passagem da água em uma cidade pode trazer consequências catastróficas para as comunidades ou cidades a jusante, que terão que arcar com um volume maior de água chegando com maior velocidade, potencializando as inundações em áreas anteriormente não atingidas. Ou seja, obras de engenharia devem ser muito bem planejadas, considerando todos os aspectos da questão e não apenas a solução do problema localizado.

O Código Florestal é a principal norma geral federal para prevenir ocupação de áreas de risco

O Código Florestal (art. 2º) é a única norma legal federal, aplicável em todo o território nacional, nos espaços rural e urbano, que estabelece parâmetros claros e objetivos para coibir a ocupação de áreas ambientalmente sensíveis sujeitas a risco de enchentes ou deslizamentos:

- a) **Margens de rios** (Área de Preservação Permanente – APP - proteção mínima de 30 metros em cada margem para rios com até 10 metros de largura, variando até 500 metros em cada margem no caso de grandes rios).
- b) **Entorno de Nascentes** (Área de Preservação Permanente – APP – raio de 50 metros, inclusive para nascentes temporárias).
- c) **Encostas com declividade superior a 45 graus** (Área de Preservação Permanente – APP).
- d) **Topos de morro, montes, montanhas e serras** (Área de Preservação Permanente – APP – no terço superior da elevação).
- e) **Bordas de tabuleiro** (Área de Preservação Permanente – APP. 100 metros da borda a partir da linha de ruptura).
- f) **Encostas entre 25 e 45 graus** (Área de uso limitado, onde se permite apenas manejo florestal seletivo e sustentável).

O Código Florestal (arts. 3º e 14) determina ainda que o Poder Público (Federal, Estadual ou Municipal) deve estabelecer outras restrições nos casos em que peculiaridades locais assim o exigirem. Dentre essas peculiaridades elenca a necessidade de proteção dos locais para *atenuar a erosão das terras e assegurar condições de bem-estar público*.

No caso da região serrana atingida, a maior parte dos cursos d'água tem largura inferior a 10 metros. Neste caso a faixa marginal de preservação, em cada lado do curso d'água, é de 30 metros, somando uma faixa total de 60 metros, que não deveria estar ocupada com edificações (a não ser obras de utilidade pública que não tenham alternativa locacional, como pontes, redes elétricas) ou atividades agropecuárias diretas (com exceção de acesso à água para abastecimento, irrigação ou travessia de cursos d'água).

Não são raros os casos em regiões rurais e urbanas, em que retificações e canalizações de cursos d'água, por menores que sejam, associados a edificações nas laterais do canal, impedem a passagem da água em caso de subida dos rios, formando verdadeiros labirintos e “barramentos temporários”. Observou-se que em diversos casos, tais situações formaram barramentos e forçaram a água a procurar outros caminhos, atingindo áreas marginais maiores e ampliando a velocidade da água e o potencial de destruição a jusante nos casos de rompimento desses barramentos temporários.

Conclusões

O Desastre natural ocorrido na região serrana do Rio de Janeiro assume contorno catastrófico por conta da conjugação de fatores sabidamente associados à geração de risco de acidentes naturais. A topografia, geologia, hidrografia e regime pluviométrico da região determinam a previsibilidade da ocorrência de acidentes naturais na área, fenômenos diretamente associados com a evolução e moldagem da paisagem. Nessas condições a suscetibilidade a escorregamentos associados à instabilidade de encostas é bastante evidente, e a ocupação destas encostas e áreas adjacentes torna os desastres naturais em eventos catastróficos devido a proporção de vítimas e danos socioeconômicos de elevada monta.

O presente estudo demonstra que a faixa de 30 metros em cada margem (60 metros no total) considerada Área de Preservação Permanente ao longo dos cursos d'água estivesse livre para a passagem da água, bem como, se as áreas com elevada inclinação e os topos de morros, montes, montanhas e serras estivessem livres da ocupação e intervenções inadequadas, como determina o Código Florestal, os efeitos da chuva teriam sido significativamente menores.

O presente estudo constatou que tanto nas regiões urbanas, quanto nas rurais, as áreas mais severamente afetadas pelos efeitos das chuvas foram:

- a) as margens de rios (incluindo os pequenos córregos e margens de nascentes). As áreas diretamente mais afetadas são aquelas definidas pelo Código Florestal como Áreas de Preservação Permanente – APPs.**
- b) as encostas com alta declividade (geralmente acima de 30 graus. No casos dos deslizamentos observou-se que a grande maioria está associada a áreas antropizadas, onde já não existe a vegetação original bem conservada ou houve intervenção para construção de estradas ou terraplanagem para construção de edificações diversas.**
- c) Áreas no sopé dos morros, montanhas ou serras. Observou-se que as rochas e terra resultantes dos deslizamentos das encostas e topos de morro atingiram também edificações diversas construídas muito próximas da base.**
- d) Fundos de vale. Observou-se também que áreas em fundos de vale, especialmente aquelas áreas planas associadas a curvas de rio foram atingidas pela elevação das águas e pelo corrimento e deposição de lama e detritos.**

Registrou-se também que em áreas com florestas bem conservadas, livres de intervenções como estradas, edificações ou queimadas, o número de deslizamentos é muito menor do que nas áreas com intervenções e, obviamente, as consequências em termos de perdas materiais e humanas são nulas.

Considerando o razoável conhecimento das características naturais da região, dos níveis e intensidade das intervenções antrópicas, dos indícios de instabilidade das encostas e dos dados de pluviosidade disponíveis, e da existência de metodologias para determinação, classificação, e monitoramento das áreas de risco, relativamente simples e disponíveis, é razoável destacar que a utilização adequada destas informações pode efetivamente reduzir o caráter catastrófico de eventos como o que ocorreu na região serrana do Rio de Janeiro em 2011, e tantos outros que assistimos em diferentes localidades do país.

Conclui-se, por último, que os parâmetros de preservação permanente estabelecidos no Código Florestal devem ser mantidos e rigorosamente fiscalizados e implementados, tanto nas áreas rurais quanto urbanas. Além disso, a legislação federal deveria ser mais incisiva no sentido de exigir do Poder Público (Federal, Estadual e Municipal) medidas complementares de proteção a áreas que apresentem localmente características ambientais relevantes ou áreas que estejam sujeitas a riscos de enchentes, erosão ou deslizamento de terra e rolamento de rochas.

Brasília, 28 de março de 2011

Wigold Bertoldo Schäffer

Luiz Carlos Servulo de Aquino

Marcos Reis Rosa

João de Deus Medeiros

Metodologia

O trabalho de campo e preparação dos mapas que analisam a tragédia que ocorreu na Região Serrana do Rio de Janeiro em Janeiro/2011 envolveu as seguintes etapas:

1ª etapa: Identificação em campo das principais áreas afetadas.

No dia 24 à tarde os trabalhos começaram com uma reunião com representantes do ICMBio na sede do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, na qual foram definidos o roteiro e os pontos a serem visitados por terra. No mesmo dia após a reunião e no dia 25 de janeiro de 2011, a equipe do Ministério do Meio Ambiente percorreu, num veículo 4X4 do ICMBio, as principais áreas afetadas pelas chuvas e deslizamentos. Foi realizado um levantamento fotográfico, a identificação de coordenadas UTM e entrevistas nos principais bairros e comunidades afetadas nos municípios de Teresópolis, Petrópolis e Nova Friburgo.



Figura 1. Em amarelo os pontos de GPS do levantamento de campo sobrepostos a imagens de satélite landsat com os limites dos municípios de Petrópolis, Teresópolis e Nova Friburgo em preto.

2ª etapa: Sobrevôo nas áreas atingidas

No dia 26 de janeiro de 2011 foi realizado um sobrevôo nas áreas identificadas, tirando fotografias verticais das áreas afetadas. O sobrevôo foi realizado a uma altura média de 300m do solo. As fotografias foram tiradas com uma sobreposição de mais de 60% com uma câmera convencional de 12 megapixels.

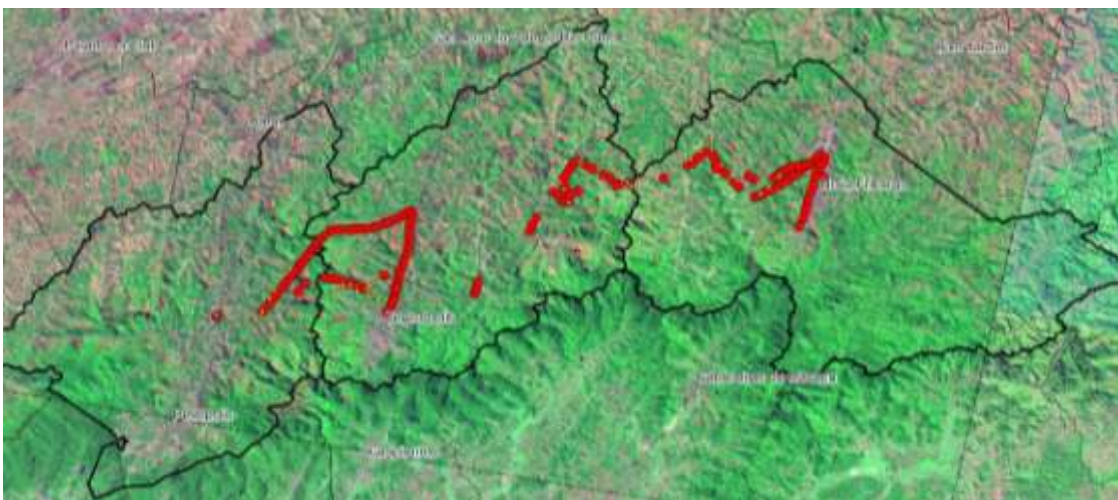


Figura 2. Em vermelho os pontos de GPS do sobrevôo sobrepostos a imagens de satélite landsat com os limites dos municípios de Petrópolis, Teresópolis e Nova Friburgo em preto.

3ª etapa: Preparação do Mapa com a situação anterior a janeiro/2011

A referência principal para os mapas da situação anterior foram ortofotos de 2006 cedidas pelo ICMBio com resolução espacial de 1 metro.

Para realizar um mapeamento de maior detalhe, foram gerados mosaicos a partir das imagens do Google Earth. As imagens originais do Google Earth são do satélite Geoeye, Quickbird ou Ikonos, com resolução espacial original de 0,7m a 1m de resolução e datas variando entre 2006 e dezembro de 2010. As imagens foram salvas em formato JPG com resolução de 0,3m e georeferenciadas com polinômio de segundo grau com base nas ortofotos de 2006.



Figura 3. Imagem do Google Earth de 2010 sobreposta a ortofoto de 2006

4ª etapa: Interpretação da hidrografia e delimitação das Áreas de Preservação Permanente

A imagem georeferenciada do Google permite uma boa visualização na escala 1:2.500. Essa escala foi utilizada como referência para interpretação e delimitação da hidrografia. A interpretação foi realizada ainda baseada nas informações levantadas em campo e na visualização tridimensional do Google Earth. Existem alguns rios de pequeno porte e nascentes que não puderam ser mapeados, mas que não afetam a análise e comparação do mapeamento. As áreas de preservação permanente foram delimitadas utilizando funções do sistema de informação geográfica, e seguindo os parâmetros do código florestal vigente.



Figura 4. Imagem do Google Earth de 2010 com hidrografia interpretada em azul e APP de 30m delimitada em amarelo tracejado.

5ª etapa: Preparação do Mapa com situação pré e pós catástrofe

Para preparar o mapeamento pós catástrofe foi utilizada apenas a área central de cada fotografia tirada com o helicóptero. Cada fotografia foi georeferenciada com base nas imagens do Google Earth, utilizando ao menos 60 pontos de controle e o polinômio SPLINE. Esse polinômio, associado a essa quantidade de pontos, permite reduzir as distorções da fotografia, adequando-as as imagens de satélite.

Essas fotografias foram então sobrepostas sobre as imagens do Google Earth (pré catástrofe) e a interpretação da hidrografia e das áreas de preservação permanente para permitir a análise visual das áreas afetadas.



Figura 5. Fotografia aérea de 26 de janeiro 2010 com hidrografia interpretada em azul e APP de 30m delimitada em amarelo tracejado.

6ª etapa: Preparação de mapas temáticos com a comparação

Para permitir a comparação visual do impacto das chuvas foram preparados mapas na escala 1:2.500 de regiões afetadas. Para facilitar a comparação das imagens antes da tragédia e pós-tragédia foi adicionada uma malha com linhas pretas a cada 100m. Nos mapas foram acrescentadas fotografias tiradas em campo, identificando e exemplificando os impactos em uma perspectiva diferente.

Foram produzidos os mapas das seguintes regiões:

Vale do Cuiabá - Petrópolis

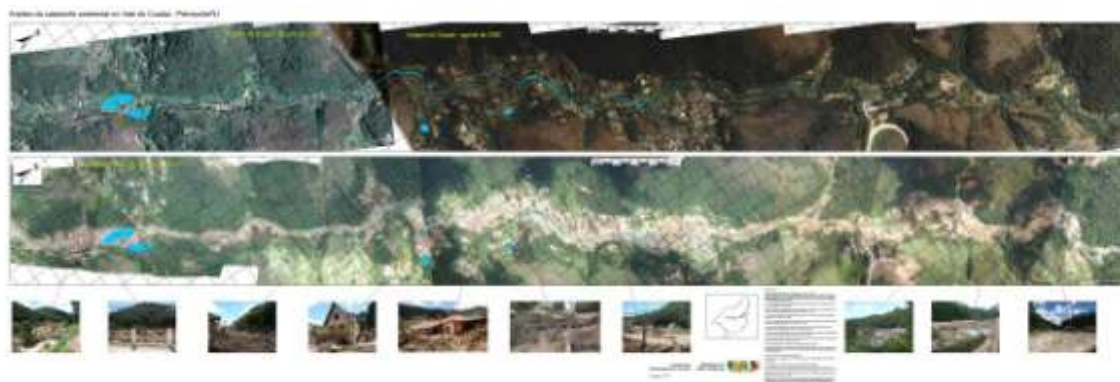


Figura 6: Mapa do Vale do Cuiabá, com 2,5m de comprimento. A imagem de cima apresenta a situação antes da catástrofe e a sequência de imagens de baixo, na mesma escala e posição é a comparação após a catástrofe. A terceira linha apresenta as fotografias do levantamento de campo, exemplificando os impactos.

Bairro de Campo Grande - Teresópolis



Figura 7: Mapa do Bairro de Campo Grande em A0, apresentando a comparação dos impactos em Área de Preservação Permanente em um bairro urbano de ocupação mais intensa. A imagem de cima apresenta a situação antes da catástrofe (2006) e a sequência de imagens de baixo, na mesma escala e posição é a comparação após a catástrofe. Abaixo estão as fotografias do levantamento de campo, exemplificando os impactos sobre edificações e infra-estrutura.

Bairro Vieira - Teresópolis



Figura 8: Mapa do Bairro de Vieira em A0, apresentando a comparação dos impactos em Área de Preservação Permanente em um bairro rural de ocupação mais intensa. A imagem de cima apresenta a situação antes da catástrofe (2006) e a sequência de imagens de baixo, na mesma escala e posição é a comparação após a catástrofe. Abaixo estão as fotografias do levantamento de campo, exemplificando os impactos sobre edificações e áreas agrícolas.

Bairro de Bonsucesso - Teresópolis



Figura 9: Mapa do Bairro de Bonsucesso em A0, apresentando a comparação dos impactos em Área de Preservação Permanente em área rural. A imagem de cima apresenta a situação antes da catástrofe (2004) e a sequência de imagens de baixo, na mesma escala e posição é a comparação após a catástrofe. Abaixo estão as fotografias do levantamento de campo, exemplificando os impactos.

Bibliografia:

BREN, L. J. *Aspects of the geometry of riparian buffer strips and its significance to forestry operations*. Forest Ecology and Management. v. 75. p. 1 – 10. 1995.

BREN, L. J. *Effects of increasing riparian buffer widths on timber resource availability: A case study*. Australian Forestry. v. 60. p. 260 – 263. 1997.

BREN, L. J. *The geometry of a constant buffer-loading design method for humid watersheds*. Forest Ecology and Management. v. 110. p. 113 – 125. 1998.

BREN, L. J. *A case study in the use of threshold measures of hydrologic loading in the design of stream buffer strips*. Forest Ecology and Management. v. 132. p. 243 – 257. 2000.

BURBRINK, F. T.; PHILLIPS, C. A.; HESKE, E. J. A riparian zone in southern Illinois as a potential dispersal corridor for reptiles and amphibians. Biological Conservation. v. 86. p. 107 – 115. 1998.

CAMPANILI, Maura. SCHAFFER, Wigold Bertoldo (org). *Mata Atlântica – Patrimônio Nacional dos Brasileiros*. Ministério do Meio Ambiente, 2010.

CAMPANILI, Maura. SCHAFFER, Wigold Bertoldo (org). *Mata Atlântica – Manual de Adequação Ambiental*. Ministério do Meio Ambiente, 2010.

CAMPOS, C.G.C; BRAGA, H.J; ALVES, R. *Mudanças climáticas atuais e seus impactos no estado de Santa Catarina*. Agropec, vol 19, n.3, 2006.

CHAVES, H. M. L.; ROSA, J. W. C.; SANTOS, M. V. *Evaluation of the sediment trapping efficiency of gallery forests through sedimentation modeling*. In: *International Symposium on Assessment and Monitoring of Forests in Tropical Dry Regions with Special Reference to Gallery Forests*. Anais. Brasília. University of Brasilia. [1996]. 378 p. p. 323 – 327.

COCKLE, K. L.; RICHARDSON, J. S. *Do riparian buffer strips mitigate the impacts of clearcutting on small mammals? Biological Conservation*. v. 113. p. 133 – 140. 2003.

CORBETT, E. S.; LYNCH, J. A.; SOPPER, W. E. *Timber harvesting practices and water quality in the eastern United States*. *Journal of Forestry*. v. p. 484 – 488. 1978. *CRJC - Connecticut River Joint Commissions. River Banks and Buffers. Introduction to Riparian Buffers*. Disponível em: <http://www.crjc.org/riparianbuffers>. Acesso: 20/08/2003 I Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas Ripárias – Alfredo Wagner/SC – 22/09/2003 84

DARBY, S. E. *Effect of riparian vegetation on flow resistance and flood potential*. *Journal of Hydraulic Engineering*. v. 125. p. 443 – 454. 1999.

DELGADO, A. N.; PERIAGO, E. L.; VIQUEIRA, F. D. *Vegetated filter strips for wastewater purification: A review*. *Bioresource Technology*. Great Britain. v. 94. p. 13 – 22. 1995.

DICKEY, E. C.; VANDERHOLM, D. H. *Performance and design of vegetative filters for feedlot runoff treatment*. In: *Livestock Waste: A Renewable Resource*. American Society of Agricultural Engineers. St. Joseph. EUA. p. 257 – 260. 1981.

DILLAHA, T. A. et al. *Evaluation of vegetative filter strips as a best management practice for feed lots*. *J. WPCF*. v. 60. p. 1231 – 1238. 1988.

DILLAHA, T. A.; SHERRARD, J. H.; LEE, D. *Long-term effectiveness of vegetative filter strips*. *Water Environ. Technol.* v. 1. p. 419 - 421. 1989.

- DOYLE, R. C.; WOLF, D. C.; BEZDICEK, D. F. *Effectiveness of forest buffer strips in improving the water quality of manure polluted runoff*. In: *Management Livestock Wastes*. American Society of Agricultural Engineers. St. Joseph. EUA. p. 299 – 302. 1974.
- DOYLE, R. C.; STANTON, G. C.; WOLF, D. C. *Effectiveness of forest and grass buffer strips in improving the water quality of manure polluted runoff*. ASAE Paper. no. 77. p. 2501. 1977.
- FRANK, Beate. SEVEGANANI, Lucia (org). *Desastre de 2008 no Vale do Itajaí - Água, Gente e Política* - Agência de Água do Vale do Itajaí, 2009.
- FRY, J. F.; STEINER, F. R.; GREEN, D. M. *Riparian evaluation and site assessment in Arizona*. *Landscape and Urban Planning*. Amsterdam. v. 28. p. 179 – 199. 1994.
- GILLESPIE, A. R.; MILLER, B. K.; JOHNSON, K. D. *Effects of ground cover on tree survival and growth in filter strips of the Cornbelt Region of the midwestern US*. *Agriculture Ecosystems & Environment*. v. 53. p. 263 – 270. 1995.
- GUERRA, A. T. *Novo dicionário geológico-geomorfológico*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 652p.
- HAUPT, H. F.; KIDD JR., W. J. *Good logging practices reduce sedimentation*. *Journal of Forestry*. v.rr. p. 664 - 670. 1965.
- KLÖPPEL, H.; KÖRDEL, W.; STEIN, B. *Herbicide transport by surface runoff and herbicide retention in a filter strip – rainfall and runoff simulation studies*. *Chemosphere*. Great Britain. v. 35. p. 129 – 141. 1997.
- KOBIYAMA, M. *Conceitos de zona ripária e seus aspectos geobiohidrológicos*. Nesta edição. 2003.
- LIN, C. Y.; CHOU, W. C.; LIN, W. T. *Modeling the width and placement of riparian vegetated buffer strips: a case study on the Chi-Jia-Wang stream, Taiwan*. *Journal of Environmental Management*. v. 66. p. 269 – 280. 2002.
- LOWRANCE, L. S. et al. *REMM: The riparian ecosystem management model*. *Journal of Soil and Water Conservation*. v. 55. p. 27 – 34. 2000.
- MAGETTE, W. et al. *Vegetated filter strips for nonpoint source pollution control*. ASAE Paper. n. 86. p. 2024. 1986. I Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas Ripárias – Alfredo Wagner/SC – 22/09/2003 85
- MAGETTE, W. L. et al. *Nutrient and sediment removal by vegetated filter strips*. *Trans. ASAE Paper*. n. 32. p. 663 - 667. 1989.
- MANDER, U.; KUUSEMETS, V.; LÕHMUS, K.; MAURING, TÕNU. *Efficiency and dimensioning of riparian buffer zones in agricultural catchments*. *Ecological Engineering*. v. 8. p. 299 – 324. 1997.
- MIZUYAMA, T.; AMADA, T.; KURIHARA, J.; KOBAYASHI, M. *Resistance and sedimentation by trees*. *J. Jap. Soc. Erosion Control Eng.*, Tokyo, v.42, n.4, p.18-22, 1989.
- MORAES, L. C. S. 2000. *Código Florestal Comentado: com alterações da lei de crimes ambientais, Lei n 9.605/98*. 2 ed. São Paulo: Atlas. 274 pag.
- MUÑOZ-CARPENA, R.; PARSONS, J. E.; GILLIAM, J. W. *Modeling hydrology and sediment transport in vegetative filter strips*. *Journal of Hydrology*. Amsterdam. v. 214. p. 111 – 129. 1999.
- MURCIA, C. 1995. *Edge effects in fragmented forests: implications for conservation*. *Trends in Ecology and Evolution* 10: 58-62.

- NÚÑEZ, A.; LÓPEZ, E.; DIAZ-FIERROS, F. *Contaminación das Augas por Escorremento Superficial en Pradeiras en Pendente Tratadas con Purín de Vacuno*. Cuadernos da Area de Ciencias Agrarias do Seminario de Estudos Galegos. v. 11. p. 163 – 182. 1991.
- OLIVEIRA, L. M.; DANIEL, L. A. *Metodologia para cálculo de largura de faixa de mata ciliar para controle de poluição dispersa: Estudo de casos com amônia e fósforo*. In: 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais. [1999]. v. 22. p.2183 – 2190.
- ORBORNE, L. L.; KOVACIC, D. A. *Riparian vegetated buffer strips in water-quality restoration and stream management*. Freshwater Biology. v. 29. p. 243 – 258. 1993.
- PHILLIPS, J. D. 1989. *Evaluation of north caroline's estuarine shoreline area of environmental concern from water quality perspective*. Coastal management, V. 17, P. 103-117.
- RICCOMINI, C. et al. *Rios e processos aluviais*. In: TEIXEIRA, W. et al. Decifrando a Terra. São Paulo: Oficina de Textos, 2001. 557 p.
- RUEL, J.; PIN, D.; COOPER, K. *Windthrow in riparian buffer strips: effect of wind exposure, thinning and strip width*. Forest Ecology and Management. v. 143. p. 105 – 113. 2001.
- SCHÄFFER, Wigold. PROCHNOW, Miriam (orgs.). *A Mata Atlântica e Você – Como preservar, recuperar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileira*. Brasília: Apremavi, 2002.
- SCHWER, C. B.; CLAUSEN, J. C. *Vegetative filter treatment of dairy milkhouse wastewater*. Environ. Qual. v. 18. p. 446 – 451. 1989.
- SILVA, R. V. *Estimativa de largura de faixa vegetativa para zonas ripárias: uma revisão*. I Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas Ripárias – Alfredo Wagner/SC – 22/09/2003 p. 74 – 86.
- SPAROVEK, G.; RANIERI, S. B. L.; GASSNER, A.; MARIA, I. C.; SCHNUG, E.; SANTOS, R. F.; JOUBERT, A. *A conceptual framework for the definition of the optimal width of riparian forests*. Agriculture, Ecosystems and Environment. v. 90. p. 169 – 175. 2002.
- SUGUIO, K. *Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. 1222p.
- TOMAZELLI, L.J.; VILLWOCK, J.A. *Geologia do sistema lagunar holocênico do Litoral Norte do Rio Grande do Sul*. Pesquisas (18). Porto Alegre: UFRGS. 1991. p.13-24.
- TUCCI, C. E. ; SEMMELMANN, F. R. ; ALMEIDA, L. E. ; SILVEIRA, A. L. ; CAICEDO, N. O. L. ; HAERTEL, V. *Impacto da Urbanização Nas Cheias Urbanas e Na Produção de Sedimentos: Bacia do Arroio Dilúvio*. PORTO ALEGRE: IPH/UFRGS, 1993. 73 p
- TUNDISI, J. G. et al. (Ed.) *Eutrofização na América do Sul: causas, tecnologias de gerenciamento e controle*. IIE, Iiega, IAP, Ianas, ABC, 2006. 531p.
- TSUKAMOTO, Y.; KUSAKABE, O. *Vegetative influences on debris slide occurrences on steep slopes in Japan*. Proc. Sump. Effects of Forest Land Use on Erosion and Slope Stability. Environment and Policy Institute, Honolulu, Hawaii. 1984.
- URBAN, Teresa. *Saudade do Matão: Relembrando a História da Conservação da Natureza no Brasil*. Curitiba: Editora da UFPR, 1998.
- WAGATSUMA, L. S. *Avaliação de influências da mata ciliar e agricultura sobre temperatura e umidade do solo através do monitoramento em campo, no município da Lapa – Paraná*. 2002. 91. Mestrado – Universidade Federal do Paraná, Paraná. I Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas Ripárias – Alfredo Wagner/SC – 22/09/2003 86

XIANG, W-N. 1996. *Gis-based riparian buffer analysis: injecting geographic information into landscape planning*. *landscape and urban planning*, V. 34: 1-10.

Bibliografia Eletrônica

“*Criação do código ambiental catarinense: uma reflexão sobre as enchentes e deslizamentos*” – publicado em 29.11.2008 – Disponível em:

http://www.comiteitajai.org.br/hp/index.php?secao=43&id_not=75

“*Desapropriação, reserva florestal legal e áreas de preservação permanente*” - Antônio Herman V. Benjamin. Disponível em: <http://daleth.cjf.jus.br/revista/numero3/artigo04.htm>

“*Panorama do Meio Ambiente Global: Meio Ambiente para o Desenvolvimento (GEO 4)*”. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma), 2007 – www.unep.org/geo/geo

“*Relatório sobre o levantamento dos deslizamentos ocasionados pelas chuvas de novembro de 2008 no complexo do Morro do Baú município de Ilhota, Gaspar e Luiz Alves*”.

Disponível em: http://www.ciram.com.br/areas_risco/Relatorio_Morro_Bau.pdf e

http://www.ciram.com.br/areas_risco/

“*Todas as áreas de topografia suave podem ser consideradas seguras?*”

Disponível no site do IBDA – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura:

<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=9&Cod=834>

“*Parecer nº 005/SBF/MMA/2009 Código Estadual do Meio Ambiente Santa Catarina: Lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009*” - Ministério do Meio Ambiente. Disponível em:

http://www.mma.gov.br/estruturas/202/arquivos/parecer_lei_14675_cdigo_ambiental_sc.pdf