

Instituto de Ciencias del Seguro

**Mudanças Climáticas e  
Análise de Risco da Indústria de  
Petróleo no Litoral Brasileiro**

Eurídice Soares Mamede Andrade  
Gleide Borges Moraes Lacerda

FUNDACIÓN **MAPFRE**

FUNDAÇÃO MAPFRE não se faz responsável do conteúdo desta obra, nem o fato de publicá-la implica conformidade ou identificação com a opinião do autor ou autores

É proibida a reprodução total ou parcial desta obra sem a autorização expressa do autor ou do editor

© 2009, FUNDACIÓN MAPFRE  
Paseo de Recoletos 23  
28004 Madrid (Espanha)

[www.fundacionmapfre.com/cienciasdelseguro](http://www.fundacionmapfre.com/cienciasdelseguro)  
[publicaciones.ics@mapfre.com](mailto:publicaciones.ics@mapfre.com)

ISBN: 978-84-9844-164-2  
Depósito Legal:  
Printed by Publidisa SE-7245-2009

## APRESENTAÇÃO

Desde 1992 a FUNDAÇÃO MAPFRE realiza anualmente uma seleção para conceder bolsas de pesquisa destinadas a promover estudos monográficos em matéria de Risco e Seguro, incluindo áreas temáticas relacionadas especificamente com o seguro ibero-americano.

O objetivo é prover apoio econômico para a realização de trabalhos de pesquisa nas áreas antes mencionadas, dirigido a universitários titulados e profissionais do mundo do seguro, de qualquer nacionalidade, que desejam desenvolver programas de pesquisa.

Para a realização deste trabalho, a FUNDAÇÃO MAPFRE concedeu à suas autoras uma Bolsa de Pesquisa Risco e Seguro.

### **Gleide Borges Moraes Lacerda**

Doutoranda em Planejamento Ambiental pelo PPE/COPPE/UFRJ, Mestre em Engenharia Ambiental pelo PEA/UERJ, Especialista em Gestão Ambiental Executiva e Gestão de Recursos Hídricos pela COPPE/UFRJ, Especialista em Gestão de Resíduos Sólidos pelo IBAM/ENSUR/SNSA/MC, Especialista em Liderança Avançada para o Terceiro Mundo pelo Haggai Institute/Singapore, Pesquisadora do IVIG/COPPE/UFRJ, Membro do NIPA (Núcleo Interdisciplinar de perícia Ambiental), Consultora de Empresas.

### **Eurídice S. Mamede de Andrade**

Doutoranda em Planejamento Ambiental pelo PPE/COPPE/UFRJ, Mestre em Ciências Contábeis pela FAF/UERJ, Professora de Contabilidade de Seguros da FACC/UFRJ, Professora do Curso de Responsabilidade Socioambiental do IE/UFRJ, Membro do NIPA (Núcleo Interdisciplinar de Perícia Ambiental), Pesquisadora do IVIG/COPPE/UFRJ, Consultora de Empresas.



## **AGRADECIMENTOS**

*Agradecemos o apoio e a colaboração fornecidos pelas seguintes pessoas e instituições: Profº Paulo Pereira Ferreira (UFRJ), Profº Marcos Freitas (PPE/COPPE/UFRJ), Profº Cláudio Neves (COPPE/UFRJ), Profº Rosmann (COPPE/UFRJ), Profº Luiz Legey (PPE/COPPE/UFRJ), FUNENSEG, IPP, FACC/UFRJ, FORUM DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS, IVIG/COPPE/UFRJ.*



# SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
CAPÍTULO 1. CONTRIBUIÇÃO PARA A REGULAÇÃO DA GESTÃO DE RISCOS DE ÁLEAS DE INUNDAÇÕES E PARA A MITIGAÇÃO E REDUÇÃO DAS VULNERABILIDADES CLIMÁTICAS .....	5
1. Considerações Preliminares .....	5
2. A incorporação da álea das inundações na gestão de riscos naturais extremos, no regime de seguros-vulnerabilidades e adaptações.....	6
3. A percepção social dos riscos ambientais, a gestão dos riscos naturais-a álea dos recursos hídricos .....	17
4. Pesquisas, marcos regulatórios e proposta para regulação da gestão de riscos da álea de inundações no Brasil .....	20
CAPÍTULO 2. ELABORAÇÃO DE CENÁRIOS DE ÁLEAS DE INUNDAÇÕES NA BAÍA DE GUANABARA, A PARTIR DE ELEVAÇÃO DO NÍVEL DO MAR E SEUS EFEITOS, NA PLANTA INDUSTRIAL DA ILHA QUADRADA.....	27
1. Introdução .....	27
1.1. Definição da área de estudo.....	27
1.2. Justificativa .....	28
2. Materiais e Métodos .....	28
2.1. Descrição dos dados .....	28
2.2. Base conceitual .....	29

3. Potencialidades e Limitações do Geoprocessamento em Estudos Climáticos de Elevação do Nível do Mar.....	32
4. Metodologia e Principais Etapas Realizadas .....	34
5. Produtos Gerados .....	37
5.1. Cenário I: Elevação do nível do mar, considerando os relatórios do IPCC (2007) e Relatório Stern (2006).....	38
5.2. Cenário II: Elevação do nível do mar, considerando a maré de sizígia e os relatórios do IPCC (2007) e Relatório Stern (2006) .....	38
5.3. Cenário III: Eventos naturais extremos - O caso da ressaca na Baía de Guanabara.....	39
CAPÍTULO 3. O SEGURO ADICIONAL DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS PARA A ÁLEA DE INUNDAÇÕES, NAS PLANTAS DE PETRÓLEO NO LITORAL BRASILEIRO.....	43
1. Dados relacionados à magnitude dos possíveis danos da área de inundação e estimativa de valoração dos bens patrimoniais afetados na Ilha Quadrada.	43
2. Estimativa teórica do risco adicional da elevação do nível do mar a partir das mudanças climáticas. ....	47
2.1. Valor esperado do risco e análise das alterações no perfil dos investimentos da companhia seguradora e no seu fluxo de caixa.....	47
3. Possibilidade de criação de um seguro adicional para área de inundações, a partir da elevação do nível do mar e dos eventos naturais extremos em consequência das mudanças climáticas, em plantas brasileiras de petróleo	61
3.1. Seguros Ambientais: fundamentos teóricos para precificação do risco	61
3.2. Metodologias para Precificação dos Riscos Naturais .....	63
3.3. Provisões Técnicas e Mecanismos de Pulverização para riscos não expirados .....	81
3.4. Limitação da Exposição às Perdas e a Solvência das Seguradoras: um equilíbrio que não deve ser perturbado.....	85
CAPÍTULO 4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	91
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	95
ANEXOS.....	101
Colección “Cuadernos de la Fundación” Instituto de Ciencias del Seguro.....	105

## INTRODUÇÃO

O Capítulo 1 tem como objetivos fornecer informações pertinentes e disponíveis que se possam alcançar através da literatura, e, os dados coletados e análises preliminares concernentes ao tema pesquisado, focalizando os riscos de inundações a partir da análise e gestão dos riscos naturais extremos advindos das mudanças climática em curso, e a decorrente necessidade de adaptação às vulnerabilidades enfrentadas pelas sociedades e seus segmentos. Ressalta a percepção social dos riscos, bem como analisa alguns instrumentos técnicos de gestão e propostas de seguro contra inundações. Apresenta resumidamente a vanguarda dos estudos sobre vulnerabilidade e das regulações dos Estados Unidos e União Européia para as regiões suscetíveis a inundações. Propõe uma regulação para a gestão compartilhada de riscos de cheias e inundações no Brasil. Contribui para que seja assegurado aos sistemas sociais o desenvolvimento de ações preventivas e de respostas, capazes de suportar previamente decisões de planejamento e de mitigação;

O Capítulo 2 objetiva fornecer informações pertinentes e disponíveis sobre os dados coletados na região e análises preliminares concernentes ao tema pesquisado, focalizando a confecção de simulações da possível elevação do nível do mar na área de estudo, a partir da utilização das ferramentas de Geoprocessamento relacionadas à utilização da Modelagem Digital de Elevação (MDE). Desta forma, procurar-se-á chamar a atenção para a questão de eventos extremos, tão importantes nos dias atuais.

O Capítulo 3 objetiva apresentar a quantificação estimada da área afetada em percentual, para os Cenários I, II e III; a possibilidade de obtenção de dados relacionados à magnitude do dano e estimativa de valoração dos bens patrimoniais afetados; a estimativa teórica (por inexistência de dados de frequência) do risco adicional da elevação do nível do mar a partir das mudanças climáticas, estudando a possibilidade de criação de um seguro adicional para áreas de inundação, a partir da elevação do nível do mar e dos eventos naturais extremos em consequência das mudanças climáticas.

O Capítulo 4 tem por objetivos apresentar as conclusões e recomendações para estudos complementares.

Os estudos desenvolvidos para as Fases 1, 2, 3 e 4 da proposta de pesquisa aprovada, acham-se revisados e compilados neste único volume, e ora são disponibilizados como entrega final da pesquisa contratada.

A indústria de petróleo proprietária da Ilha, objeto dos estudos de elevação do nível do mar, embora tenha disponibilizado os dados existentes no início das pesquisas, exigiu das pesquisadoras no período de conclusão das mesmas, que o nome da empresa proprietária e o nome da Ilha fossem suprimidos do texto, por questões de confidencialidade e segurança industrial. Isto posto, para a elaboração das planilhas de custos estimados, e conseqüente valoração dos danos advindos dos riscos naturais extremos a partir da provável elevação do nível do mar sobre a Ilha e sua planta industrial, não foi possível captar os dados primários de custos de obras e instalações praticadas pela indústria de petróleo na Ilha.

Sendo assim, para a versão final dos resultados da pesquisa, coube às pesquisadoras considerar:

- 1º) Para menção ao nome da empresa de petróleo, arbitrou-se o nome fictício de GUANABRÁS.
- 2º) Para menção ao nome da Ilha de propriedade da empresa de petróleo, arbitrou-se o nome fictício de ILHA QUADRADA.
- 3º) Para estimativa de custos das obras e instalações praticados pela indústria de petróleo na Ilha, e conseqüente valoração dos possíveis danos, foram arbitrados valores, tomando-se como referência financeira uma moeda também fictícia denominada neste trabalho como TUPI.
- 4º) Percentual do dano foi calculado por estimativa visual pela impossibilidade da realização de medições de campo, bem como devido as plantas não serem georeferenciadas.

Para o planejamento do espaço de riscos de inundações, Tucci (2001) recomenda como objetivo analisar as condicionantes de riscos produzidos pelas séries hidrológicas, ao que acrescentamos o conhecimento das marés meteorológicas, marés astronômicas e alterações climáticas com a ocupação do espaço urbano ou rural.

Os impactos das inundações sobre ilhas e plantas industriais de petróleo normalmente ocorrem por desconhecimentos sobre a ocorrência dos níveis de inundações e suas freqüências, e também pela falta de planejamento da ocupação do espaço em função dos riscos de inundações.

As medidas de adaptação e controle de inundações podem ser, no caso de plantas industriais, medidas estruturais (modificações da paisagem da bacia hidrográfica através da modificação de rios e controle de marés, através de construções de diques, barragens, canalizações novas ou intervenções e mudanças das existentes, muros de arrimo ou gabião, dentre outras), e medidas não-estruturais que propiciem a convivência da população da área com os fatores de riscos (implantação de sistemas de alerta, zoneamento de áreas de inundações, modificações de rotinas, processos e turnos, ações de educação ambiental, medidas de planejamento, dentre outras).

Para continuidade dos trabalhos e adequada mensuração para valoração dos danos possíveis (perdas físicas e financeiras de todas as ordens), recomenda-se:

- a) Atualização em AUTOCAD dos dados de plantas e instalações, tais como levantamentos topográficos e “as built” atualizados.
- b) Plantas georreferenciadas e com referenciais cartográficos claros (exº datum, cota zero do IBGE, referências de nível das edificações e instalações em relação ao nível médio do mar, dados das estações maregráficas, conhecimentos das tábuas de marés meteorológicas e conhecimentos das marés astronômicas, dentre outras).
- c) Levantamentos de campo para consolidação dos dados de plantas.
- d) Fornecimento do inventário de bens móveis, bens imóveis e de estoques de produção.
- e) Fornecimento de preços de custos dos estoques de produção, e dos preços dos bens móveis e imóveis.
- f) Fornecimento das apólices de seguros dos bens patrimoniais.
- g) Fornecimento do balanço patrimonial contábil da planta industrial.

Como recomendações para futuros trabalhos no tema e evolução da atual proposta acadêmica até aqui desenvolvida sob tutela da Fundação Mapfre, e para torná-la uma proposta de serviços de interesse empresarial com vistas a uma acurada sensibilidade aos problemas advindos das mudanças climáticas acarretando em prejuízos, torna-se relevante considerar:

- Os sinais precursores (LLORY, 1999) de eventos naturais extremos, vinculados a fatores de riscos estimados com precisão nos mapas de cenários para a área de inundações a partir das mudanças climáticas, são dados graves e que deverão ser considerados nos mapas de análise de riscos das empresas de petróleo em suas plantas industriais.
- As empresas seguradoras deverão então, exigir de seus clientes os instrumentos técnicos desenvolvidos na presente pesquisa, para que, conhecendo os danos estimados e o percentual de fatores de riscos, preparem seus portfólios de investimentos, com maior segurança financeira, frente aos riscos adicionais impostos pelos novos tempos.
- Como redução da probabilidade de ocorrência do risco e conseqüente redução do valor do risco/prêmio do seguro, as empresas seguradoras deverão exigir que as medidas de adaptações às vulnerabilidades citadas acima, sejam executadas pelo cliente sob risco potencial.

Nos demais trabalhos a serem desenvolvidos sobre o tema, sugere-se atentar para outros fatores que poderão também impactar fortemente a tomada de decisão na gestão de riscos de eventos naturais extremos:

- 1º) O “custo do silêncio empresarial” e o choque psicossocial dos acidentes graves, que são avaliados de forma objetiva pelos especialistas, mas a vivência subjetiva dos atores pode ser incerta nas situações de acidentes de grande incerteza (L-LORY, 1999).
- 2º) O “arco de sobrevivência” que se têm que percorrer para passar do perigo à segurança, e que envolveriam três fases: em primeiro lugar a fase da negação, em segundo lugar a fase da deliberação, e em terceiro lugar a fase da ação. Também é relevante considerar que a “sorte não é de confiança”, que “a humanidade evoluiu para sobreviver a predadores, mas não a catástrofes”, cabendo ainda a pergunta “Será que a tecnologia simplesmente ultrapassou nossos mecanismos de sobrevivência?” (RIPLEY, 2008).
- 3º) O estudo sistemático de um grande número de acidentes industriais revela que a maior parte dos acidentes é causada por falhas humanas e de equipamentos, e, portanto, tais acidentes afiguram-se como evitáveis. A maioria dos acidentes que podem ser considerados inevitáveis está relacionada a fenômenos naturais catastróficos. No tocante às atividades industriais, boa parte destes eventos naturais extremos podem ser evitados (DUARTE, 2002).
- 4º) Devem-se considerar os custos e benefícios envolvidos nas ações previstas de adaptação e planejamento, comparar as relações de custos x benefícios obtidas com outras possíveis atuações em várias áreas da planta industrial, priorizando e ordenando os investimentos para adaptação, visto que as possíveis mudanças climáticas, simuladas com um aumento do nível médio dos mares são capazes de agravar significativamente (AZEVEDO, CANEDO, MIGUEZ apud IPP, 2008).
- 5º) É necessária e urgente a implementação de ações de sustentabilidade em que as empresas e as cidades, tomadas como habitat do ser humano, se insiram de forma não agressiva, bem como se comportem de forma proativa em consequência à tomada de consciência do risco ambiental, tecnológico, social e financeiro. Tais iniciativas podem iniciar um processo permanente de avaliação ambiental estratégica, que indiquem as vias de desenvolvimento sustentável (EGLER apud IPP, 2008), sendo este tema também considerado como sustentável: a condição de saúde financeira das empresas e a permanência dos empregos de seus colaboradores.
- 6º) O elevado nível de desconhecimento sobre os aspectos físicos da zona costeira adjacente constitui inequivocamente, a maior vulnerabilidade para o enfrentamento das mudanças climáticas esperadas. O monitoramento ambiental permanente e integrado, a cartografia da zona costeira, emersa e submersa, e ações de educação ambiental são as principais ações, estas sim, a serem iniciadas em caráter de urgência (NEVES e MUEHE, 2008 apud IPP, 2008).

# **CAPÍTULO 1**

## **CONTRIBUIÇÃO PARA A REGULAÇÃO DA GESTÃO DE RISCOS DE ÁLEAS DE INUNDAÇÕES E PARA A MITIGAÇÃO E REDUÇÃO DAS VULNERABILIDADES CLIMÁTICAS**

### **1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES**

O fenômeno do aquecimento global constitui-se como um problema global que apresenta efeitos já visíveis da grande modificação que o planeta está sofrendo: mudanças climáticas, acentuação do efeito do El Niño, catástrofes de grandes proporções, ondas de calor com milhares de mortos na Europa, desequilíbrio das chuvas, grandes enchentes, e frio intenso em regiões onde o clima era mais ameno.

Suas conseqüências, agravadas pela intensa antropização dos espaços urbanos, trazem uma série de situações que caracterizam vulnerabilidades e adaptações para as populações e instalações, principalmente àquelas próximas à costa litorânea.

Pela primeira vez, desde o início da civilização, o nível do mar começou a se elevar numa escala mensurável. Assim, tornou-se um indicador a ser observado e uma tendência que poderá forçar grandes mudanças na ocupação das regiões litorâneas em todo o mundo. Durante o Século XX, o nível do mar subiu entre 20 e 30 centímetros. O Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática-IPCC (2001) projeta uma elevação de até 1,00 metro durante este século. O mar está subindo devido ao derretimento das geleiras e à expansão térmica do oceano, em conseqüência da mudança climática. Indicadores de tais elevações têm sido considerados por diversos pesquisadores e instituições de pesquisas que investigam o assunto.

Dentre os principais sintomas que apontam tais elevações, destacam-se: o avanço da linha de costa, a erosão costeira, o desaparecimento de ilhas, a destruição de ecossistemas costeiros, a destruição de edificações, dentre outros.

Os sistemas naturais e a sociedade estão expostos diretamente às vulnerabilidades decorrentes da mudança do clima. A maneira eficaz para mitigar o problema é aprender a lidar com tais vulnerabilidades e com a capacidade de adaptação.

As inundações ou cheias poderão salinizar os recursos de água doce ou potável e causar prejuízos nas áreas que fazem parte do ambiente em questão, e, em particular, no litoral brasileiro.

Segundo Muehe *et al.* (2006), a percepção de que o litoral é um ambiente sujeito a mudanças se estabelece à medida que aumenta a ocupação da orla costeira de modo que efeitos erosivos que antes da ocupação eram ignorados por não causarem prejuízos, passam a ser vistos como fatores de risco, implicando em questões econômicas e sociais.

O estudo alerta para o fato de que as obras costeiras podem causar interferências no balanço sedimentar da orla e se por um lado, por si só, não causarem erosão, a presença de edificações na faixa de resposta da dinâmica da praia, poderá provocar a retomada pelo mar da área construída.

Depreende-se que existe a necessidade de elaborar legislação que regule a ocupação da linha costeira, reservando área desocupada que reduza os prejuízos sociais e econômicos que a elevação do nível do mar pode provocar.

Cabe lembrar que, relativamente ao nível do mar, tem sido considerada uma elevação de pouco mais de 100 m em um período de 11.000 anos. Esta elevação resultou numa migração da linha de costa a uma taxa de 7 a 14 m/ano, correspondente a toda a largura da atual plataforma continental. Esta, no caso brasileiro, apresenta em geral baixa declividade, principalmente nas regiões Norte e Nordeste, implicando em uma resposta à elevação do nível do mar muito ampliada, quando comparado com plataformas de maior declividade. (MUEHE *et al.*, 2006)

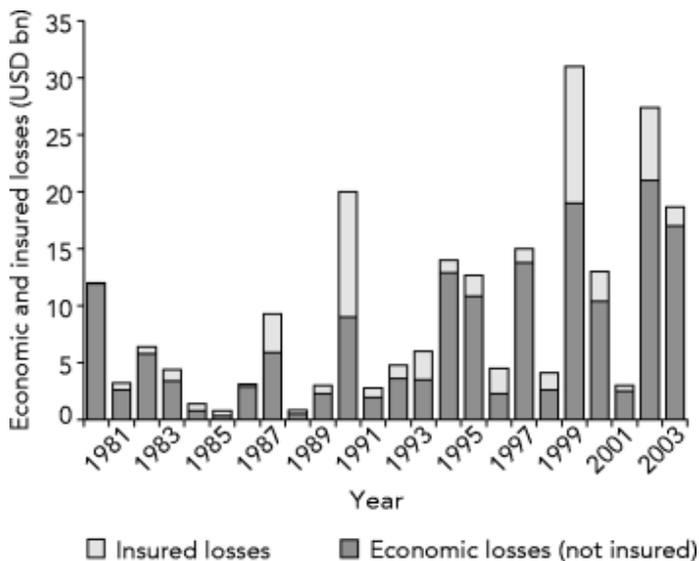
A expansão desordenada da população para áreas de risco nas linhas de costa tem aumentado o grau de exposição e de vulnerabilidade aos riscos, assim como tem influenciado decisivamente na frequência e na magnitude da ocorrência dos episódios de cheia, principalmente devido à impermeabilização dos solos (devido à ocupação urbanística e alterações importantes no uso dos terrenos) e do escoamento (pela intervenção, erosão e assoreamento dos rios e/ou através da drenagem inadequada das águas pluviais).

## **2. A INCORPORAÇÃO DA ÁLEA DAS INUNDAÇÕES NA GESTÃO DOS RISCOS NATURAIS EXTREMOS E NO REGIME DE SEGUROS: VULNERABILIDADES E ADAPTAÇÕES**

Um dos primeiros setores que sofrem mudanças estruturais a partir da evolução e frequência dos eventos climáticos extremos é o setor de seguros, e estes eventos, para as seguradoras, além de apresentarem-se como riscos econômicos, trazem ao segmento novos desafios relacionados a seguros sobre propriedade, saúde, incêndios, dentre outros.

Já duplicou a probabilidade de ocorrência de ondas de calor na Europa (como foi o caso do verão de 2003), sendo que por volta de 2040 prevêem-se que mais da metade dos verões europeus serão mais quentes do que o verão de 2003. Nesse ano verificou-se, entre outras ocorrências, um elevadíssimo número de incêndios em Portugal, Espanha e França que afetaram tanto florestas como propriedade o que resultou numa perda econômica por volta dos 15 bilhões de dólares. As perdas resultantes do aquecimento global são incalculáveis ao detalhe, contudo, a Comissão Européia estima um valor de 74 trilhões de euros no caso de não serem tomadas medidas.

A Agência Européia de Ambiente ([www.eea.europa.eu](http://www.eea.europa.eu)) apresenta conforme o gráfico n.1 abaixo, as perdas econômicas de seguro por eventos climáticos relacionadas com catástrofes na Europa. O Relatório do Grupo II do IPCC (2001) relata que no período de 1985 a 1999, o fator de perdas econômicas no setor de seguros aumentou de 2,9 para 5,2.



**Gráfico 1. Perdas econômicas de seguros**

Source: NatCat Service, Munich Re, 2004. Fonte: NatCat Service, Munich Re, 2004

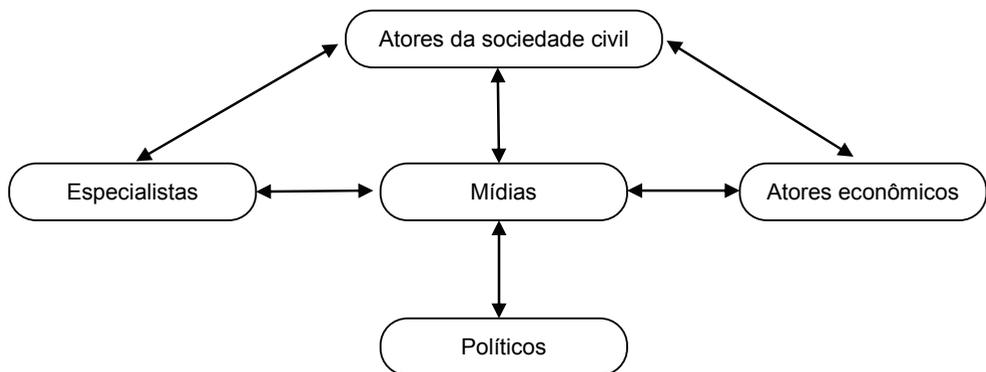
A tendência no setor é que os possíveis danos causados por eventos de baixa probabilidade e altos impactos e/ou múltiplos e sucessivos eventos aumentarão o risco de elevados prejuízos econômicos, elevando assim a vulnerabilidade do setor.

Torna-se, então, imprescindível para a sociedade, incorporar em suas avaliações a gestão dos riscos naturais extremos, seus efeitos, bem como incorporar a álea

das inundações nos planejamentos técnicos e financeiros (inclusive de seguros), para mitigá-los.

Veyret (2007) entende superadas, quanto aos riscos naturais extremos, a fase da abordagem determinista —que repousa sobre a avaliação quantitativa das conseqüências previsíveis de um acidente ou de uma crise, e privilegia a gravidade potencial das conseqüências do acontecimento, qualquer que seja a probabilidade de sua ocorrência; a autora também considera superada a fase da abordagem probabilística— que fundamenta-se na avaliação quantitativa da possibilidade de uma crise ultrapassar certo limite.

Do ponto de vista metodológico, quando se trata de examinar o tempo de retorno dos acontecimentos raros de grande intensidade, de calcular o tempo de retorno de um acontecimento cujas características superam um valor dado em um tempo dado, a situação é complexa. A abordagem adequada, recomendada pela autora é calculada na interação, sinergia e intervenção entre diferentes atores da sociedade civil, conforme mostra a Figura 1. Vai também além da cartografia das áreas, concentrando-se mais em arbitragens políticas, econômicas e sociais, do que da área propriamente dita.



**Figura 1. A intervenção dos atores da sociedade civil**

*Fonte: Veyret, 2007*

A “conversão em risco” —uma concepção do risco como um sistema que articula práticas de gestão, atores e espaços segundo lógicas diversas para “construir o risco”, Veyret (2004) concebe três aspectos, conforme a Tabela 1 seguinte:

**Tabela 1. Conversão em risco**

<b>Aspectos</b>	<b>Atores</b>
1º) Identificar e calcular os danos eventuais considerados controláveis graças à articulação entre especialistas e tomadores de decisão	Especialistas e políticos
2º) Desencadear alertas, denunciar os perigos para fazer nascer os debates públicos, estabelecer responsabilidades, fazer emergir negócios.	Sociedade civil, gestores e mídia
3º) Definir dados técnicos, em função da fonte de informação: séries estatísticas, probabilidades, mapas, pesquisas de opinião pública, relatório de seguradoras, programas de rádio e TV.	Especialistas interagindo com demais atores.

Fonte: Elaboração própria.

Segundo Veyret (2007), os três tipos de “conversão/construção de risco” citados na tabela acima, marcam três períodos da história recente e suas práticas são: 1º período (mais antigo): refere-se exclusivamente ao saber técnico; 2º período (mais recente): integra numerosos elementos de análise para explicar a confrontação entre sociedade civil e Estado; e o 3º período (atual): rompem-se as práticas dos períodos anteriores e insiste-se na complexidade do jogo de atores. Para Dake (1992) também, “os riscos são socialmente construídos”

Os riscos naturais —classificados no grupo dos riscos ambientais— impõem o reconhecimento da álea (ou seja, do acontecimento possível e sua probabilidade de realização, da probabilidade de perda concomitante à probabilidade de lucro), da dinâmica da natureza, da epiderme da terra, como fatores geradores de perigos percebidos pela sociedade como riscos (VEYRET, 2007).

Os perigos, alguns percebidos em escala planetária, levam a pensar na destruição da humanidade. Os usos e efeitos da ciência moderna fogem ao controle, e certos riscos são tão ameaçadores como globalizados. Estes superam as competências dos Estados ou decorrem de efeitos difusos em longo prazo, anteriormente ignorados, mas que hoje são mensuráveis, graças ao progresso técnico: passa-se então, de uma análise orientada no passado, voltada apenas à eliminação do risco (poluição, epidemia, dentre outros), para novas concepções fundadas em seu caráter irredutível e em sua necessidade de integração às diferentes práticas de gestão.

O Relatório de 2006 da World Disasters apresenta, conforme tabela 2 abaixo, no período de 1996 a 2005, que do número total de desastres por tipo de fenômeno, o total de desastres naturais soma 3416. Em 2005 os desastres hidrometeorológicos foram 27% acima da média da década, por eventos extremos das temperaturas (61% acima da média), inundações (47% acima da média) e furacões (35% acima da média). O número de acidentes industriais foi o segundo pior da década, enquanto os acidentes de transporte decresceram desde 2002.

Tabela 2. Total number of reported disasters, by type of phenomenon and by year (1996 to 2005)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Total
Avanlanches/landslides	24	13	21	15	29	21	19	21	16	12	191
Droughts/famines	8	18	34	30	48	48	43	27	20	24	300
Earthquakes/tsunamis	13	22	30	33	31	25	36	40	43	24	297
Extreme temperatures	5	13	13	8	31	23	15	18	15	27	168
Floods	71	78	88	111	154	158	172	158	128	1921	1,310
Forest/scrub fires	5	15	16	22	30	14	22	14	8	12	158
Volcanic eruptions	5	4	4	5	5	6	7	2	5	7	50
Windstorms	61	67	72	86	101	97	112	76	121	124	917
Other natural disasters	1	3	1	2	4	2	0	0	12	0	25
Subtotal hydrometeorological disasters	175	207	245	274	397	363	383	314	320	391	3,069
Subtotal geophysical disasters	18	26	34	38	36	31	43	42	48	31	347
<b>Total natural disasters</b>	<b>193</b>	<b>233</b>	<b>279</b>	<b>312</b>	<b>433</b>	<b>394</b>	<b>426</b>	<b>356</b>	<b>368</b>	<b>422</b>	<b>3,416</b>
Industrial accidents	35	35	43	37	51	54	48	52	81	69	505
Miscellaneous accidents	39	30	29	52	58	50	52	44	62	45	461
Transport accidents	136	136	148	214	259	221	260	237	216	208	2,035
<b>Total technological disasters</b>	<b>210</b>	<b>201</b>	<b>220</b>	<b>303</b>	<b>368</b>	<b>325</b>	<b>360</b>	<b>333</b>	<b>359</b>	<b>322</b>	<b>3,001</b>
<b>Total</b>	<b>403</b>	<b>434</b>	<b>499</b>	<b>615</b>	<b>801</b>	<b>719</b>	<b>786</b>	<b>689</b>	<b>727</b>	<b>744</b>	<b>6,417</b>

Fonte: EM-DAT, CRED, University of Louvain, Belgium, in World Disasters Report 2006. Disasters data.

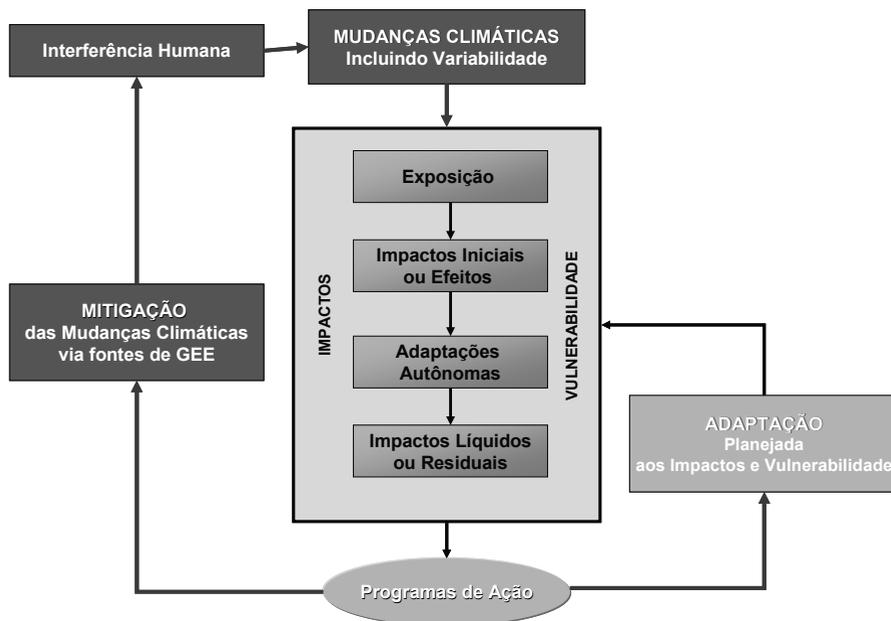
Segundo Veyret e Richemond (2007), designam-se riscos naturais aqueles que são pressentidos, percebidos e suportados por um grupo social ou um indivíduo sujeito à ação possível de um progresso físico (que está na origem da “construção do risco” por um grupo social), de uma álea.

Os riscos ligados as áleas da epiderme do planeta (litosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera) têm causas físicas que escapam largamente à intervenção humana. A única maneira de levá-los em conta por seus altos níveis de incerteza, no que concerne à detecção dos ciclones, das fortes chuvas, das tempestades, depende hoje da previsão efetuada pela meteorologia mundial ou nacional. A álea pode ser de origem litosférica: terremotos, desmoronamento do solo e erupções vulcânicas. Pode ser hidroclimática e resultado da ação dos ciclones, das tempestades, de chuvas fortes, de grandes nevascas, de chuvas de granizo ou da seca.

Segundo o IPCC (FREITAS, 2007 apud IPCC, 2007), a vulnerabilidade climática pode ser definida como “o grau de suscetibilidade de indivíduos ou sistemas, de incapacidade de resposta aos efeitos adversos da mudança climática, incluindo a variabilidade climática e os eventos extremos” .

O IPCC (TAR, 2001 apud FREITAS, 2007), define que a adaptação no contexto das mudanças climáticas é “o ajustamento dos sistemas naturais, sociais e econômicos em resposta para o atual ou futuro estímulo climático e/ou seus impactos, nos quais podem ser adversos (danos) ou benefícios (oportunidades)”. A adaptação, nesse contexto, essencial para uma avaliação do impacto das vulnerabilidades e para estimar riscos e custos das consequências das perturbações climáticas em curso, é também considerada uma importante estratégia de mitigação; refere-se, por conseguinte, a alterações em processos, práticas e infra-estrutura para compensar potenciais danos ou, até mesmo, tirar vantagem de oportunidades associadas.

Para se avaliar o risco das mudanças climáticas, passíveis de intensificação, a avaliação de impacto e vulnerabilidades deve dirigir-se à probabilidade de ocorrência de adaptação autônoma (Figura 2).



**Figura 2. A posição das ações de mitigação e adaptação dentro do contexto das mudanças climáticas**  
 (Fonte: FREITAS, 2007 apud IPCC (2001))

A adaptação é uma importante questão dentro das mudanças climáticas em dois sentidos: primeiro em relação a avaliação dos impactos e vulnerabilidades, e em segundo para o desenvolvimento e evolução de estratégias.

A adaptação foi classificada por Bergkamp *et al.* (2003) como adaptação planejada e espontânea, a saber:

*Adaptação planejada:* Processo de criação de políticas públicas, baseado numa consciência das vulnerabilidades e condições existentes. Os atributos que irão mudar e as ações requeridas servirão para minimizar as perdas e/ou otimizar benefícios. Referem-se mais às ações pró-ativas governamentais;

*Adaptação espontânea:* Frequentemente referente a um contexto de adaptação de negócios, enfatizando o papel do setor privado, dentro de uma postura reativa. É causada, em geral, por mudanças de mercado, alterações na assistência social governamental e nas preferências da sociedade.

Com base no documento do IPCC (2007), a pesquisa do IVIG focada na área de inundações, selecionou, alguns dos setores que necessitarão de estratégias de gestão de riscos, que sofrerão os principais impactos e as respectivas capacidades de adaptação.

**Quadro 1. Principais impactos projetados e capacidades de adaptação**

Setores	Principais Impactos projetados	Capacidade de Adaptação
<b>Recursos Hídricos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Provável aumento freqüência de eventos de precipitação extrema, elevando o risco de inundações e de efeitos adversos da qualidade da água superficial e subterrânea.</li> <li>• Provável aumento da extensão das áreas afetadas por secas, gerando escassez generalizada de água.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedimentos de adaptação e práticas de gerenciamento de risco para o setor hídrico estão sendo desenvolvidos em alguns países e regiões que reconheceram as mudanças hidrológicas projetadas.</li> </ul>
<b>Indústria e Assentamentos Humanos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• As indústrias, assentamentos humanos e sociedades mais vulneráveis são, em geral, os localizados em planícies de inundação costeiras e de rios, aqueles cujas economias estejam intimamente relacionadas com recursos sensíveis ao clima e aqueles em áreas propensas a eventos climáticos extremos, especialmente onde esteja ocorrendo uma rápida urbanização.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• As comunidades pobres podem ser especialmente vulneráveis, em particular aquelas concentradas em áreas de alto risco. Elas costumam ter capacidade de adaptação mais limitada e são mais dependentes dos recursos sensíveis ao clima, como a oferta local de água e alimento.</li> <li>• As indústrias podem ser vulneráveis a partir da inundação de suas plantas, bem como com a intrusão salina de água salobra em instalações podendo haver paralisações, contaminações e danos, dentre outras</li> </ul>

Fonte: Adaptado de IVIG (2007) apud IPCC-WG2 (2007).

Os Quadros 2 e 3 a seguir resumem os principais efeitos climáticos e sinérgicos que deverão ser observados com mais freqüência e intensidade, especificamente nas áreas urbanas severamente antropizadas nos países em desenvolvimento e que apresentam os efeitos que deverão ser mais persistentes a partir da provável elevação do nível do mar e dos fenômenos hidrometeorológicos.

**Quadro 2. Principais efeitos sinérgicos do aquecimento global que afetam zonas costeiras**

Itens	Efeitos
1.	Elevação do nível do mar (NMM)
2.	Aumento de extremos climáticos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Secas mais prolongadas → mais <u>Intrusão Salina</u> em estuários (manguezais);</li> <li>• Intensidade de tempestades → <u>Ondas</u> e <u>Marés Meteorológicas</u> mais altas e freqüentes, <u>chuvas</u> mais intensas.</li> </ul>
3.	Possível mudança nas direções de propagação das ondas devido a alterações na circulação atmosférica, semelhante ao que já acontece em eventos de El Nino

*Fonte:* Adaptado de Rosman (2007) em Audiência Pública de 13/09/07 na ALERJ. Assembléia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro.

**Quadro 3. Principais efeitos persistentes da elevação do nível do mar (NMM)**

Itens	Efeitos
a.	Tendência de translação das praias e cordões de dunas em direção à terra;
b.	Onde houver ruas e avenidas na retro-praia → diminuição das faixas de areia nas praias;
c.	Recuo das linhas de orla em regiões de baixadas de lagoas costeiras e baías;
d.	Problemas de macrodrenagem em águas interiores, especialmente em zonas urbanas situadas em baixadas de baías e lagoas costeiras → alagamentos;
e.	Aumento da profundidade média de lagoas costeiras e baías (efeito de rejuvenescimento!);
f.	Aumento da intrusão salina em zonas estuarinas → potencial problema de captação de água salobra em locais que hoje captam água doce.

*Fonte:* Adaptado de Rosman (2007) em Audiência Pública de 13/09/07 na ALERJ. Assembléia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro.

Percebe-se, a partir dos Quadros 2 e 3 que maiores e mais intensos serão os impactos no setor dos recursos hídricos, e mais significativos deverão ser os procedimentos de adaptação e de gerenciamento de riscos naturais extremos nas regiões e países.

Bergkamp *et al.* (2003), apresenta um check-list das opções do potencial de adaptação que consideram: 1º) Divisão de perdas; 2º) Manutenção das perdas; 3º) Modificação do evento; 4º) Prevenção do evento; 5º) Alteração no uso; 6º) Alteração da localização; e 7º) Divisão de informação e conhecimento. No mesmo estu-

do apresentam estratégias prioritárias de adaptação no setor de Recursos Hídricos (Quadro 4).

**Quadro 4. Estratégias prioritárias de adaptação no setor dos recursos hídricos**

Estratégias Prioritárias de Adaptação	Políticas e Planejamento	Capacidade de construção e de conscientização	Medidas e intervenções diretas
Redução das vulnerabilidades das comunidades para mudança nas tendências hidrometeorológicas	<p>Aperfeiçoar o uso da terra e o planejamento dos recursos hídricos, critérios de segurança e infraestrutura</p> <p>Reforçar ou introduzir programas de contingência para secas e enchentes</p> <p>Assegurar a conformidade com a legislação vigente</p> <p>Desenvolver produtos de segurança para cobrir os impactos do clima, riscos e desastres</p>	Divisão da informação entre governantes, setor privado e sociedade civil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolver sistemas de Alerta e recuperação de desastres</li> <li>• Modificar as operações e infra-estrutura existente;</li> <li>• Reforçar ou introduzir medidas de gestão das bacias hidrográficas;</li> <li>• Construção e melhoria do sistema de infra-estrutura urbana para temporais;</li> </ul>
Proteção e recuperação dos ecossistemas que tem uso do solo e dos recursos hídricos críticos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolvimento de leis e regulações para permitir a distribuição da água para recuperação à jusante do rio, nas áreas de armazenamento</li> <li>• Desenvolvimento de planos de recuperação e proteção do lençol freático para manter o armazenamento de água nos períodos de seca.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolvimento de uma Campanha de Conscientização</li> <li>• Aumentar a consciência e segurança pública para aceitação e para medidas de adaptação do solo e recursos hídricos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuperação ou preservação de montanhas e florestas para reduzir a erosão do solo e a vazão de pico;</li> <li>• Manter a vazão ecológica e redução da água necessária para preservação das planícies alagadiças e ecossistemas costeiros.</li> </ul>
Reduzir o desequilíbrio entre oferta e demanda hídrica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otimizar a regulação e gestão da água;</li> <li>• Introdução de mais flexibilidade para equilibrar qualidade e demanda da água.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criação de consciência para necessidade do balanço da oferta;</li> <li>• Treinamento de fazendeiros e demais usuários da água para aplicação de técnicas de uso eficiente da água.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementação de medida do lado da demanda para reciclagem, conservação e tecnologias de uso final da água;</li> <li>• Desenvolvimento de medidas para oferta de água, de fontes convencionais e não-convencionais.</li> </ul>

Fonte: Bergkamp et al. (2003)

A governança dos riscos fundamenta-se em três elementos: a precaução, a prevenção e a indenização, considerando o dano reparável, compensável em termos financeiros, o que faz com que, às vezes, o risco se torne aceitável na medida em que pode ser segurado, em lugar de empenhar-se em prevenir a crise (VEYRET, 2007).

Para Veyret, a viabilidade do cálculo do risco é o próprio fundamento da realização do seguro, e que é preciso poder calcular a probabilidade de ocorrência de uma álea ou de um risco para determinar o prêmio do seguro.

O cálculo implica ainda que sejam definidos os alvos e a vulnerabilidade dos bens e das pessoas envolvidas. Para as propriedades e populações situadas nas regiões da costa brasileira, consideradas mais vulneráveis a riscos naturais extremos, os cálculos do risco então deverão ser previstos/revistos, bem como os prêmios de seguros poderão sofrer alterações em seu regime.

O conhecimento da álea e a consideração do risco podem variar em função do grupo social, sendo conhecidas diferentes metodologias para gestão técnica e financeira de risco das áleas.

O Quadro 5 a seguir, apresenta um resumo de três estudos sobre seguro para inundações: um do Fundo Monetário Internacional e dois de autores nacionais.

**Quadro 5. Resumo dos estudos sobre seguro para inundações**

Autor(es)	Data	Resumo de Objeto	Resultados
Hofman (FMI)	2007	Inovação no setor de seguros pode ajudar países a gerir os impactos fiscais das catástrofes naturais.	A transferência dos riscos para seguradoras e resseguradoras reduz a pressão orçamentária dos governos frente às catástrofes naturais. Há potenciais benefícios na mudança de financiamento do pós-desastre para o pré-desastre, especialmente <u>redução</u> dos efeitos fiscais decorrentes da mitigação com recursos públicos e da dependência da mobilização de doadores.
Righeto e Mendiondo	2004	Avaliação da percepção pública de riscos de enchentes e proposta de seguro contra enchentes em várzeas urbanizadas	Pesquisa recomenda que seguro forneça cobertura para sinistros hidrológicos aos comerciantes da cidade de São Carlos. No entanto, a alta frequência de sinistros é fato impeditivo, pois compromete o equilíbrio financeiro da seguradora.
Graciosa e Mendiondo	2007	Procedimento para obter prêmio ótimo partindo de um prêmio inicial e da simulação de um fundo que promova a solvência financeira e de critérios de vazões de alerta.	A integração do modelo de seguros com vazões de alerta incorporada depende de estudos que determinem o processo de transbordamento e o volume de vazão que será tolerável para fins de indenização.

Fonte: Elaboração própria.

### 3. A PERCEPÇÃO SOCIAL DOS RISCOS AMBIENTAIS, DE RISCOS NATURAIS: A ÁLEA DOS RECURSOS HÍDRICOS

A maior parte deste estudo está voltada ao planejamento e gestão ambiental de riscos naturais extremos —no caso as áleas de inundações, cuja principal consequência é a formulação de políticas e definições de instrumentos de regulação e mitigação. Estas políticas, por sua vez, não levam em conta, em sua maioria, como as populações vivenciam os riscos da modernidade, se os percebem, como reagem às suas inexorabilidades, às suas implicações ambientais, e as consequências destes em sua qualidade de vida urbana.

Marandola Jr. e Hogan (2005) mostram que por consequência, há o fracasso das ações mitigadoras de riscos, e que ocorre o predomínio de uma postura pragmática e funcionalista nos estudos do risco, sem uma ligação mais evidente com as macro-estruturas sociais ou culturais.

Figueredo *et al.* (2004) afirmam que na determinação dos riscos, os decisores recorrem a pareceres técnico-científicos de quantificação dos riscos, através da avaliação das probabilidades de ocorrência dos fatores associados e da previsão das consequências dos mesmos, enquanto a percepção social do risco obedece essencialmente a uma avaliação intuitiva do mesmo.

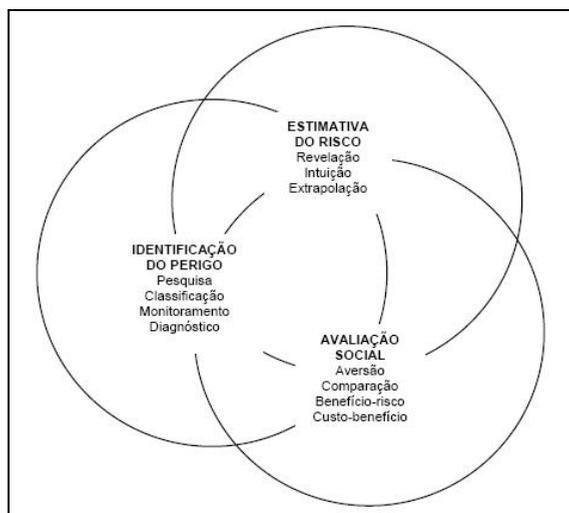
Dependendo dos contextos sociais, do modo como o processo de gestão é conduzido e da própria natureza do risco, a percepção social do mesmo pode variar desde o conhecimento e posterior intolerância e indignação, até a aceitação e ao conhecimento do perigo sem atuação, ou até à total ignorância (Almeida, 2003 apud Figueredo *et al.*, 2004). Estas percepções nem sempre são mensuráveis (Flynn e Slovia, 2000).

Beck (1992) refere-se a esta contemporaneidade pós-moderna como uma “sociedade de risco”, o que Theys (1987) entende como “sociedade vulnerável”.

A ausência de sistemas de conhecimento claros e inequívocos sobre os problemas ambientais como os principais aspectos subjacentes às crescentes percepções sociais dos riscos, torna-os socialmente mais problemáticos e intoleráveis (Beck, 1992).

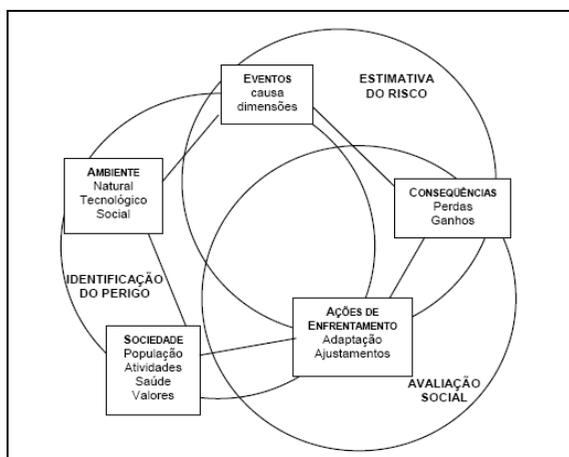
Segundo Hogan e Marandola Jr. (2005), a complexidade das decisões individuais e a multiplicidade dos eventos e das situações de vida (trabalho, habitação) complexificam o conjunto de informações que os cientistas precisam para elaborar modelos e perspectivas de compreensão dos comportamentos diversos diante do perigo.

Neste sentido, Kates (1978) elaborou alguns modelos que foram utilizados em diversas medidas, na avaliação do risco de perigos ambientais. Neste livro clássico, o autor elabora uma metodologia que passa pela identificação do perigo, a estimativa do risco e a avaliação social. Incorpora-se, portanto, um espectro maior, colocando a percepção do perigo nos ajustamentos e respostas humanas (Figuras 03 e 04).



**Figura 3. Avaliação do risco**  
(Fonte: Kates (1978))

A partir destes procedimentos, Kates define os caminhos para a avaliação e a capacidade de respostas social e individual, que passam por estes processos e têm implicações e conseqüências em diversas escalas, conforme explorado por Burton, Kates & White (1978). A Figura 04 acrescenta os elementos constitutivos destes procedimentos, mostrando a importância da causa e a dimensão dos eventos, suas conseqüências (perdas e ganhos) e ações de enfrentamento (adaptação e ajustamentos) em face ao ambiente (natural, tecnológico e social) e à própria natureza da sociedade (população, atividades, saúde e valores).



**Figura 4. Avaliação do Risco e Perigo ambiental**  
(Fonte: Kates (1978))

No Quadro 6 a seguir, são apresentadas resumidamente algumas propostas metodológicas de gestão na linha de riscos naturais na área dos recursos hídricos, inclusive de cheias e inundações, de origem atmosférica com componentes geomorfológicos e antrópicos, enfocando mais a vulnerabilidade das áreas em relação ao fenômeno.

**Quadro 6. Propostas metodológicas de gestão de riscos naturais. área de recursos hídricos**

Autor(es)	Data	Resumo do Objeto	Resultado	Ênfase
Souza	2003	Avaliação ambiental prognóstica, através do cruzamento de mapas de aspectos físicos com o uso do solo no âmbito da cidade, identificando conflitos entre uso do solo e degradação ambiental.	Cartas de vulnerabilidade	Análise sistêmica
Foster e Hirata	1993	Identificação do risco e da vulnerabilidade e a determinação do grau de risco Foco: Contaminação de águas subterrâneas.	Estratégias de política de administração das águas: recuperação, monitoramento e proteção de aquíferos.	Os fatores antrópicos entram de forma marginal Ficam de fora a discussão das razões ou estruturas que levaram à degradação
Hadlich	1997	Elaboração das cartas de vulnerabilidade de diversas variáveis, antrópicas e físicas. Foco: Contaminação com agrotóxicos.	Cartas de unidades de risco e mapas de risco.	Inter-relação dos eventos e dinâmicas físicas com a ação antrópica.
Hogan <i>et al</i>	2001	Avaliação e gestão de riscos ambientais urbanos	—	Considerações gerais de riscos naturais (enchentes, deslizamentos, contaminação)
Ribeiro <i>et al</i>	2007	Estratégia de gestão de risco de inundação junto à população.	Sinaleira ambiental: relógio, temperatura, som, alertas sonoros, alertas visuais e informações gerais.	Ações preventivas de inundações.
Alcântara <i>et al</i>	2006	Avaliação de enchentes pluviais com técnicas de geoprocessamento.	Mapas temáticos de áreas de riscos de enchentes por classes de eventos.	Software SPRING (INPE).

**Quadro 6. Propostas metodológicas de gestão de riscos naturais.  
área de recursos hídricos (Cont.)**

<b>Autor(es)</b>	<b>Data</b>	<b>Resumo do Objeto</b>	<b>Resultado</b>	<b>Ênfase</b>
Pontelli <i>et al</i>	2005	Identificação de áreas suscetíveis à inundações de diferentes magnitudes no ambiente de leques aluviais.	Mapa de enxurrada catastrófica.	Comportamento diferenciado do fluxo torrencial ao longo do ambiente de leques aluviais.
Castilho <i>et al</i>	2006	Identificação da área de risco de inundações sobre a zona urbana quando das cheias de rio para delimitação e quantificação de áreas que podem ocasionar conflitos de uso e ocupação urbana.	Mapas temáticos	Software SPRING 4.0 (INPE)
Oliveira <i>et al</i>	2003	Estudo da evolução da linha da costa para definir valores de taxas médias de recuo.	Mapas temáticos	Aplicação de técnicas aerofotogramétricas e ambientais SIG.
Instituto Pereira Passos – Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro	2007	Documento indicativo de áreas da cidade que podem ser atingidas pela elevação do nível do mar devido às mudanças climáticas.	Documento geográfico e mapas temáticos georeferenciados	Cenários de elevação do nível do mar em 0,40, 0,60 e 1.50metros

Fonte: Elaboração própria.

#### **4. PESQUISAS, MARCOS REGULATÓRIOS E PROPOSTA PARA REGULAÇÃO DA GESTÃO DE RISCOS DE INUNDAÇÕES NO BRASIL**

Em 26 de novembro de 2007 foi aprovada pelo Parlamento Europeu e pelo Conselho da União Européia a DE (Diretiva Européia) 2007/60/CE, passando os 27 Estados Membros a dispor, a partir de então, de uma regulação para gestão de riscos de inundações: um instrumento de informação e base para estabelecimento de prioridades e de tomada de decisões técnicas, financeiras e políticas.

Os Estados Membros tem, até 2015, para cumprir as três fases da Diretiva, conforme o Quadro 7, a saber:

### Quadro 7. Fases da Diretiva Européia de 2007/60/CE

Fase 1	Identificar zonas de risco de inundação que devem ser avaliadas periodicamente, nas bacias hidrográficas e zonas costeiras.
Fase 2	Estabelecer mapas das zonas de risco de inundação com identificação dos níveis de risco (baixo, médio ou elevado), com nº. de habitantes que podem ser afetados e as atividades econômicas que podem sofrer consequências.
Fase 3	Elaborar planos de gestão de riscos de inundação, incluindo metas para reduzir a probabilidade de cheias e diminuir as suas potenciais consequências.

Fonte: Elaboração própria, adaptado de 2007/60/CE

A Diretiva prevê que a gestão desses riscos transcende as fronteiras nacionais e contempla compromissos importantes, destinados a aumentar a transparência e a incentivar a participação dos cidadãos no processo de planeamento de gestão de risco de inundações.

Em agosto de 2005 foi aprovado nos Estados Unidos, pela Divisão de Mitigação da FEMA Headquarters and Regional Offices, o Memorando de Procedimentos nº. 37-FY05. Trata-se de um protocolo para seguros de inundações costeiras no Atlântico e na Costa do Golfo, baseado em ferramentas de estatísticas de elevação do nível da água, e métodos de análise de longo prazo, que consideram diferentes cenários: elevações estacionárias, estruturas costeiras, transformações de ondas, erosão por tempestades, espraiamento, ondas de galgamento, ondas pesadas, mapas de zonas de riscos e duna frontal primária.

No Brasil, a abordagem da álea de inundações apesar de ser tema de diversos e importantes estudos, não é contemplada na Política Nacional de Recursos Hídricos – Lei 9433/97 e prescinde de uma regulação própria para posicionar os tomadores de decisões na gestão de risco desta álea em todas em suas etapas: (1) ações pré-evento, de prevenção e proteção; (2) ações durante o evento, de proteção e socorro; (3) ações pós-evento, de recuperação das áreas e reabilitação das atividades; (4) mitigação, paralela às demais, consiste em políticas de gestão dos riscos e redução de perdas (Mediondo *et al*, 2007).

Propõe-se neste estudo uma regulação nacional elaborada em uma perspectiva de integração das percepções sociais, do conhecimento técnico e das decisões políticas sobre os riscos das cheias e inundações como fenômenos naturais. A regulação deve abranger questões relacionadas com o suporte financeiro que as seguradoras podem oferecer como cobertura dos prejuízos econômicos e deve prever a constituição de fundos e regular as aplicações de mercado financeiro que garantam sua solvência e liquidez.

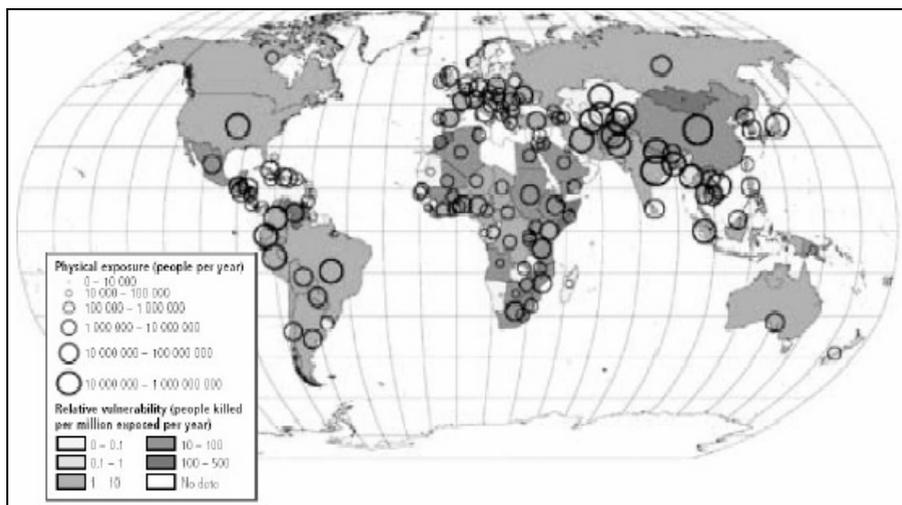
As respostas aos eventos catastróficos devem ser reguladas através da implementação de planos de gestão de risco de inundações, planos de emergência públicos e privados para inundações, e fundos de gestão de inundações, que deveriam ser precedidos de identificação e mapeamento das zonas de riscos, incluindo metas para redução das vulnerabilidades e mitigação das perdas físicas, sociais, ambientais e econômicas.

Estudos sobre mapeamento dos riscos decorrentes das mudanças climáticas indicam que há uma lacuna nos modelos preditivos de vulnerabilidade, pouco vigorosos nos indicadores sociodemográficos.

Braga, Oliveira e Givisiez (2006), desenvolveram um estudo comparativo entre diversas metodologias que buscam mapear os riscos e evidenciar as vulnerabilidades climáticas das regiões, cujos resultados podem servir de base para a formulação das políticas públicas brasileiras frente às mudanças climáticas.

Em resumo, Braga, Oliveira e Givisiez (2006), discorrem sobre três iniciativas que vêm contribuindo com a construção da agenda de políticas para vulnerabilidade e adaptações frente aos riscos climáticos, inclusive ressaltando os riscos hidrológicos. A primeira delas, desenvolvida pelo Programa das Nações Unidas para a o Desenvolvimento, tem como principal produto um índice sintético por países de risco a desastres naturais (UNDP, 2004). A segunda metodologia, desenvolvida pelo Banco Mundial e Universidade de Columbia NY, mapeia em escala subnacional áreas críticas de risco em todo o planeta (Dilley *et al*, 2005). A terceira, desenvolvida pelo Tyndall Centre for Climate Change Research, Inglaterra, tem por produto índices preditivos de vulnerabilidade social a tais desastres em escala global (Adger *et al*, 2004).

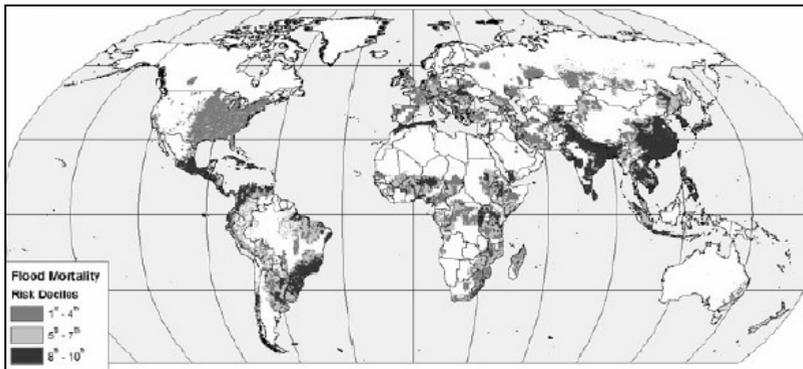
Para o cálculo dos indicadores de vulnerabilidade, o DRI (Disasters Registers Information) testa um conjunto de 26 variáveis sociais, econômicas e ambientais, selecionadas por um painel de especialistas, por meio de modelos de regressão múltipla logarítmica. A modelagem de indicadores de vulnerabilidade para enchentes indicou como parâmetros mais significativos: exposição, densidade populacional e PNB per capita (Braga, Oliveira e Givisiez ,2006)



**Figura 5. Vulnerabilidade a Enchentes-DRI**  
(Fonte: UNPD em Braga, Oliveira e Givisiez ,2006)

Na figura anterior aparece o mapa das vulnerabilidades às enchentes do DRI, cuja metodologia poderia servir de base para o estabelecimento de regras legais para a ocupação racional do solo. Certamente estudos locais devem ser desenvolvidos para permitir a criação de um Código de Zoneamento Socioambiental Brasileiro de Vulnerabilidades Relativas às Inundações, por micro-regiões geográficas.

A outra iniciativa é o projeto “Natural Disaster Hotspots: a Global Risk Analysis”, aqui denominado Hotspots, concluído em 2005. O projeto Hotspots mapeia áreas críticas de risco a múltiplos desastres naturais em escala subnacional com cobertura global. A abordagem utilizada é a indutiva. São mapeados riscos associados a dois tipos de resultantes de desastres, a saber, mortalidade e perdas econômicas. O foco se dá sobre seis tipos de desastres naturais, dos quais quatro estão relacionados à mudança climática – enchentes, deslizamentos, secas e ciclones tropicais. (Braga, Oliveira e Givisiez, 2006)



**Figura 6. Risco de Enchente – Projeto Hotspots**  
(Fonte: Dilley *et. al.* (2005) em Braga, Oliveira e Givisiez, 2006)

O resultado do Projeto Hotspots evidencia uma forte vulnerabilidade da linha de costa brasileira, o que por si só já justificaria a imediata regulação do zoneamento costeiro e de um planejamento orçamentário para as ações de adaptações.

A terceira e última iniciativa destacada por Braga, Oliveira e Givisiez (2006), foi o projeto “New indicators of vulnerability and adaptive capacity” foi desenvolvido no Tyndall Centre for Climate Change da Universidade de East Anglia. O projeto compara níveis de risco e vulnerabilidade de populações e regiões a desastres associados a mudanças climáticas. Os principais aspectos da metodologia com base em Adger *et al.* (2004): adota a escala nacional, possui cobertura global, a abordagem utilizada é a dedutiva e o principal esforço efetuado foi o de desenvolver e avaliar uma base de dados de indicadores de vulnerabilidade a mudanças climáticas.

Segundo Braga, Oliveira e Givisiez (2006), a construção de indicadores de vulnerabilidade teve por objetivo identificar pontos fracos onde é necessária intervenção para reduzir a possibilidade e intensidade da ocorrência de efeitos adversos resultantes de desastres futuros associados a variações e mudanças climáticas. O foco recai sobre dez tipos de desastres associados à mudança climática, a saber: secas, enchentes, epidemias, temperaturas extremas, fomes, infestação por insetos, deslizamentos, incêndio florestal, tempestades de vento e *wave and surge*. Cabe ressaltar que foram removidos da base de dados eventos específicos não relacionados a mudanças climáticas.

Para permitir a melhor comparação das metodologias, Braga, Oliveira e Givisiez (2006), prepararam um quadro resumo com as principais características de cada uma das iniciativas, conforme Quadro nº 8 abaixo.

**Quadro 8. Resumo dos Estudos sobre riscos decorrentes das mudanças climáticas**

Comparação das metodologias			
	DRI	Hotspots	Tyndall Centre
Abordagem	dedutiva	indutiva	dedutiva
Escala	nacional	subnacional	nacional
Cobertura	global	global	global
Elemento em risco	população	população e Produto Doméstico Bruto	população
Eventos perigosos relacionados a mudanças climáticas	enchentes, seca, ciclones tropicais	enchentes, secas, deslizamentos e ciclones tropicais	secas, enchentes, epidemias, fomes temperaturas extremas, infestação por insetos, deslizamentos, incêndio florestal, tempestades de vento e <i>wave and surge</i>
Variáveis demográficas incorporadas	crescimento populacional, crescimento da população urbana, densidade populacional, razão de dependência	densidade populacional	densidade populacional
<i>Proxy</i> de risco	mortalidade	mortalidade e perdas econômicas	mortalidade e afetados

Fonte: Elaboração própria a partir de informações de Adger et al (2005), Dilley et al (2005) e UNDP (2004).

Percebe-se que os aspectos sociais passam a ter relevância nos estudos pois além dos aspectos físicos e ambientais, a mortalidade foi um importante viés para a análise do risco. As políticas públicas devem considerar que a capacidade de adaptação a estes riscos é dada pela riqueza, tecnologia, educação, informação, habilidades, infraestrutura, acesso a recursos e capacidade de gestão (IPCC, 2001). Melhorar os indicadores destes aspectos deveria compor as metas dos governos locais e nacionais, que deveriam considerar, também, alguns fatores que

umentam a vulnerabilidade a catástrofes climáticas como a combinação de crescimento populacional, pobreza e degradação ambiental, especialmente onde é muito comum a presença de populações em lugares de alto risco, como áreas ribeirinhas ou de encostas.

Uma legislação mais eficaz sobre zoneamento e ordenamento territorial, poderia contribuir para a redução da vulnerabilidade das populações. O marco regulatório atual é composto por normas e doutrinas, dentre as quais destacam-se as que aparecem no Quadro 9 a seguir.

**Quadro 9. Marco regulatório do ordenamento territorial**

<b>Marco Regulatório</b>	<b>Ênfase</b>
Carta Européia de Ordenamento do Território - 1984	O ordenamento territorial é, simultaneamente, uma disciplina científica ou técnica administrativa e uma política que se desenvolve numa perspectiva interdisciplinar e integrada tendente ao desenvolvimento equilibrado das regiões e à organização física do espaço segundo uma estratégia de conjunto
Declaração do Meio Ambiente (ONU- 1972) – Princípios 13 a 17	Enfoque estatal integrado e coordenado da planificação de seu território
Constituição Federal	Art. 21 (Competência da União): “elaborar e executar planos nacionais e regionais de ordenação do território e de desenvolvimento econômico e social”. Art. 25 § 3º (Competência dos Estados): instituir regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões. Art. 182 – Desenvolvimento urbano e funções sociais da cidade
Lei 6.803/80	Diretrizes para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição
Lei nº 8.171/91 (Política Agrícola)	Art. 19- zoneamentos agro-ecológicos - critérios para o disciplinamento e o ordenamento da ocupação espacial pelas diversas atividades produtivas, bem como para a instalação de novas hidroelétricas
Decreto nº 4.297/2002	Regulamenta o ZEE como instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente

Fonte: Elaboração própria, adaptado de Teodoro, 2004.

Cabe a administração pública garantir que o zoneamento ambiental atinja suas finalidades que, segundo Teodoro (2004), consistem no seguinte:

- 1º) Delimitar geograficamente áreas territoriais, com o objetivo de estabelecer regimes especiais de uso da propriedade e dos recursos naturais nela existentes;
- 2º) Contribuir para a realização da função social da propriedade –zoneamento agroecológico;
- 3º) Impedir a ocupação anárquica dos espaços territoriais, fazendo com que os mesmos se enquadrem em determinado padrão de racionalidade;
- 4º) Propiciar melhor gestão dos recursos ambientais;
- 5º) Propiciar o planejamento e gestão de áreas protegidas.

O marco regulatório hoje disponível parece não ser suficiente para atender aos eventos extremos decorrentes das mudanças climáticas e necessita ser aperfeiçoado para dar ao gestor público local as ferramentas necessárias para executar o ordenamento territorial levando em consideração os aspectos socioambientais e econômicos. A questão das inundações então seria suportada pelo Plano de Gestão de Riscos de Inundações, Planos de Emergência Públicos e Privados de Inundações e Fundos de Gestão de Inundações, que se transformariam em ações concretas e urgentes para superar os obstáculos da gestão por legislatura, descompromissada com as políticas públicas de longo prazo.

Com o objetivo de reduzir as vulnerabilidades climáticas e os consequentes riscos às populações e atividades, uma legislação local mais eficaz deve considerar que o zoneamento pode ser empregado na área urbanística para ordenar o uso do solo, definindo de áreas de expansão, regiões metropolitanas e micro-regiões (Planos Diretores), devem estar integrados as propostas metodológicas contidas nos Planos de Gestão de Riscos de Inundações.

Nas áreas zoneadas não podem ser admitidas atividades que contrariem as normas de zoneamento e deve fazer prevalecer o não reconhecimento do direito à pré-ocupação, ou seja, direito adquirido a permanecer no local em que se encontra a área construída (TEODORO, 2004), principalmente nas costas litorâneas, visto que nas orlas “fixadas pela urbanização”, onde as edificações foram assentadas dentro da faixa de resposta dinâmica da praias às temperaturas, tais construções tendem à retomada pelo mar (Muehe, 2006).

## **CAPÍTULO 2**

# **ELABORAÇÃO DE CENÁRIOS DE ÁLEAS DE INUNDAÇÕES NA BAÍA DE GUANABARA, A PARTIR DE ELEVAÇÃO DO NÍVEL DO MAR E SEUS EFEITOS, NA PLANTA INDUSTRIAL DA ILHA QUADRADA**

### **1. INTRODUÇÃO**

Levando-se em consideração os objetivos da pesquisa e a crescente importância do Geoprocessamento e suas ferramentas como instrumentos que permitem a realização de análises espaciais, procurou-se utilizar como suporte ao trabalho esse conjunto de tecnologias a fim de se obter simulações acerca da elevação do nível do mar na área de estudo determinada.

A partir da compreensão da distribuição espacial de fenômenos climáticos pelas diversas áreas, como a Geografia, a Geologia, a Engenharia Ambiental, dentre outras, o Geoprocessamento atuará na associação de dados geográficos e análises diversas, sejam essas de cunho sócio-ambiental ou sócio-econômico.

Dessa maneira, neste capítulo, realizar-se-á uma breve discussão das técnicas de Geoprocessamento, com o intuito de, a partir de superfícies contínuas, reconstruírem as mesmas em modelos tridimensionais, através da Modelagem Numérica de Terreno (MNT) ou Modelagem Digital de Elevação (MDE), a fim de se observar e calcular as possíveis complicações que a elevação do nível do mar poderá causar para a região objeto da análise.

#### **1.1. Definição da área de estudo**

Inicialmente, houve a tentativa de se realizar as simulações em duas ilhas com instalações de petróleo, localizadas na Baía de Guanabara, mas apenas uma delas, cuja imagem aparece abaixo, foi selecionada para o estudo de caso.



Devido à escassez de documentação cartográfica confiável, a metodologia desenvolvida somente pôde ser aplicada a “Ilha Quadrada”, mas com a grande possibilidade de ser estendida, mediante a apresentação de informações mais precisas em termos de altimetria, inclusive para outras áreas de interesse de estudo de elevação do nível do mar.

## **1.2. Justificativa**

A utilização da Modelagem Digital de Terreno em estudos de elevação do nível do mar se mostra de grande pertinência, uma vez que esta ferramenta de Geoprocessamento permite a construção das simulações possíveis e de boa qualidade de apresentação, referentes a essa temática.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1. Descrição dos dados**

As informações utilizadas para este estudo foram adquiridas junto à GUANABRÁS, e trata-se de planta industrial de instalação de petróleo implantada na Ilha Quadrada e localizada no interior da Baía de Quadrada.

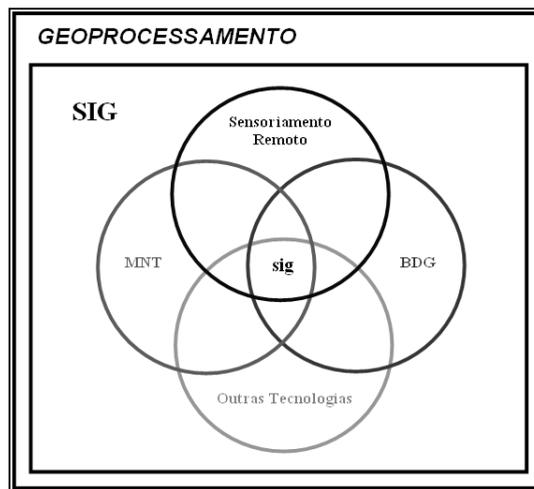
Os dados foram disponibilizados em formato vetorial (DWG) e em formato raster (JPEG) em que este último apresenta informações detalhadas das instalações existentes na ilha.

## 2.2. Base conceitual

### 2.2.1. Questões Gerais

A fim de elucidar a temática em tela, é necessária a compreensão conceitual de Geoprocessamento e Sistema de Informações Geográficas (SIG).

Na literatura especializada existem diversas definições sobre Geoprocessamento. Para este trabalho utilizamos o enfoque apresentado por FERNANDES (2004) que entende como um “conjunto de tecnologias que se complementam na busca da aquisição, tratamento, manejo (manipulação), análise e por fim, exibição (apresentação) de informações espaciais, podendo ser executada de forma convencional (analógica) ou digital (computacional)”. De acordo com CÂMARA & DAVIS (1999), o termo geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica. XAVIER DA SILVA (2000) define como um conjunto de técnicas computacionais que opera sobre bases de dados georreferenciados, para transformá-los em informações relevantes, através de análises, sínteses e reformulações desses dados, tornando-os utilizáveis em um sistema de processamento automático. De uma maneira mais ampla, CRUZ (2000) avalia que essas tecnologias objetivam a localização, delimitação, quantificação, equacionamento e monitoramento da evolução de fenômenos ambientais.



**Figura 7. Inter-relacionamento das tecnologias envolvidas no geoprocessamento**  
(Fonte: FERNANDES (2004)).

Das tecnologias que englobam o geoprocessamento, ressaltam-se como as mais comuns a Modelagem Digital de Elevação (MDE) ou Modelagem Numérica de Terreno (MNT), o Sensoriamento Remoto, o Banco de Dados Geográficos (BDG) e os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) como verificamos na figura 7.

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) são sistemas computacionais, usados para o entendimento dos fatos e fenômenos que ocorrem no espaço geográfico. A sua capacidade de reunir uma grande quantidade de dados convencionais de expressão espacial, estruturando-os e integrando-os adequadamente, torna-os ferramentas essenciais para a manipulação das informações geográficas (Pina, 1994 apud Carvalho *et al.*, 2000).

Observa-se dessa maneira que o SIG encontra-se como uma das técnicas de geoprocessamento, a mais ampla delas e que engloba todas as demais, por isso nem todo o geoprocessamento é um SIG como ocorre na percepção de muitos outros trabalhos que não aprofundam a questão.

### *2.2.2. Modelagem Digital de Elevação*

A Modelagem Digital de Elevação ou Modelagem Numérica de Terreno tem por objetivo extrair informações quantitativas e qualitativas de fenômenos reais, a partir de uma amostragem desse fenômeno e o posterior agrupamento dessas amostras em modelo numérico (ROSIM *et al.*, 1993).

Os fenômenos reais possuem diversas variações, mas que possuem em comum, características de possuírem distribuição espacial (x e y) e um valor z para cada amostra. Um Modelo Digital de Elevação (MDE) pode ser obtido, basicamente, através de grades retangulares ou triangulares geradas a partir de pontos 3D (x, y, z). Dentre as aplicações mais conhecidas dos MDE destacam-se o traçado de isolinhas, o cálculo de declividade, de orientação das encostas (aspecto) e volumes, geração de perfis, determinação de visibilidade de pontos, visualização tridimensional.

Entretanto, as representações dos MDE não ficam restritas a fenômenos de ordem natural apenas, pois os de origem econômica e social, bem como, densidade populacional, distribuição de renda, taxas de alfabetização e outros, também podem ser representados em MDE (FERNANDES, 2004).

### *2.2.3. Conceitos de SIGs aplicados aos estudos da elevação do nível do mar e seus efeitos*

Segundo ROCHA (1999), o confronto de mapas de uso com mapas de riscos ambientais, o que denominamos nesta pesquisa de Mapas de Áreas de Inundação para a Ilha Quadrada, permitirá a definição de áreas com diferentes níveis de criticidade. Os efeitos definidos por esse confronto são importantes para a tomada de decisão quanto à ocupação dessas áreas, bem como para avaliar e quantificar seus danos e suas compensações financeiras.

Existem diferentes métodos para delimitação de áreas de riscos e são baseadas nas características fisiográficas da região, incluindo a identificação e cartografia das áreas planas e baixas situadas ao redor dos cursos d'água (lâmina d'água) e nos dados históricos de inundações, determinados por medidas, ou até mesmo por pessoas ou técnicos que conhecem as áreas (WOLMAN, 1978 *apud* CEOT-MA, 1984).

A aplicação de técnicas de geoprocessamento é extremamente útil para o planejamento municipal, pois reúne aplicativos que permitem coletar, armazenar, recuperar transformar, interferir e representar visualmente dados espaciais e também estatísticos ou textuais a eles relacionados, a partir de uma base de dados georreferenciados (XAVIER, 2000).

Aliado aos estudos geomorfológicos costeiros, o geoprocessamento apresenta-se como ferramenta importante. Definido o conjunto de técnicas voltadas para o estudo específico através da coleta e tratamento de dados espaciais, o geoprocessamento auxilia na análise de ocorrências reais e no estabelecimento de propostas para a prevenção de eventos futuros. Como principal tecnologia associada ao geoprocessamento, os Sistema de Informações Geográficas (SIG) são, como já mencionado, segundo Câmara e Davis (1999), ferramentas computacionais que permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Al-Sabham et. al. (2003) apresentaram uma proposta metodológica para o acoplamento de um modelo hidrológico com um ambiente SIGs para a previsão de enchentes. Em referência ao seu uso, pode-se citar o trabalho de Reny e Nan (2002), que desenvolveram um SIG para o mapeamento de áreas inundadas e na estimativa dos danos causados por enchentes em Zhejiang, China.

Ao se trabalhar a questão dos possíveis efeitos das mudanças climáticas na elevação do nível do mar nas áreas litorâneas deve-se agregar o máximo possível de informações relevantes para uma análise conjunta. Essas informações se referem a parâmetros cartográficos, geológicos, geomorfológicos, oceanográficas e se constituem insumos indispensáveis para a avaliação dos efeitos do aquecimento global e para o monitoramento constante das áreas litorâneas.

De acordo com metodologias que estão sendo utilizadas por algumas Prefeituras nos municípios litorâneos brasileiros, entre elas o Rio de Janeiro, são utilizadas diferentes camadas ou *layers* de informações existentes no mapeamento digital do município, que representam as diferentes feições e áreas da cidade. Permanentemente, novas informações, denominadas geográficas, podem ser acrescentadas ao mapeamento, como o posicionamento dos principais equipamentos urbanos, as camadas temáticas, entre outros.

Neste estudo, para simular os cenários, foram acrescentados novos layers ou camadas compatíveis com as questões pertinentes a elevação do nível do mar, no mapeamento da Ilha Quadrada, numa tentativa de viabilizar a avaliação e quantifi-

cação dos riscos de eventos naturais e de inundação, seus danos e suas compensações financeiras.

### **3. POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES DO GEOPROCESSAMENTO EM ESTUDOS CLIMÁTICOS DE ELEVAÇÃO DO NÍVEL DO MAR**

A partir do princípio que se faz uso de tecnologias que necessitam da aquisição e sobreposição de um número elevado de informações, como o caso do Geoprocessamento, é necessário haver atenção acerca das possíveis potencialidades e limitações de projetos deste cunho, a fim de ter conhecimento da metodologia a ser abordada para o presente estudo.

Assim sendo, a primeira limitação encontrada refere-se à disponibilidade de dados cartográficos em meio digital. Essa preocupação inicial é importante pelas implicações existentes pela observação de fatores imprescindíveis no que tange a Cartografia Digital.

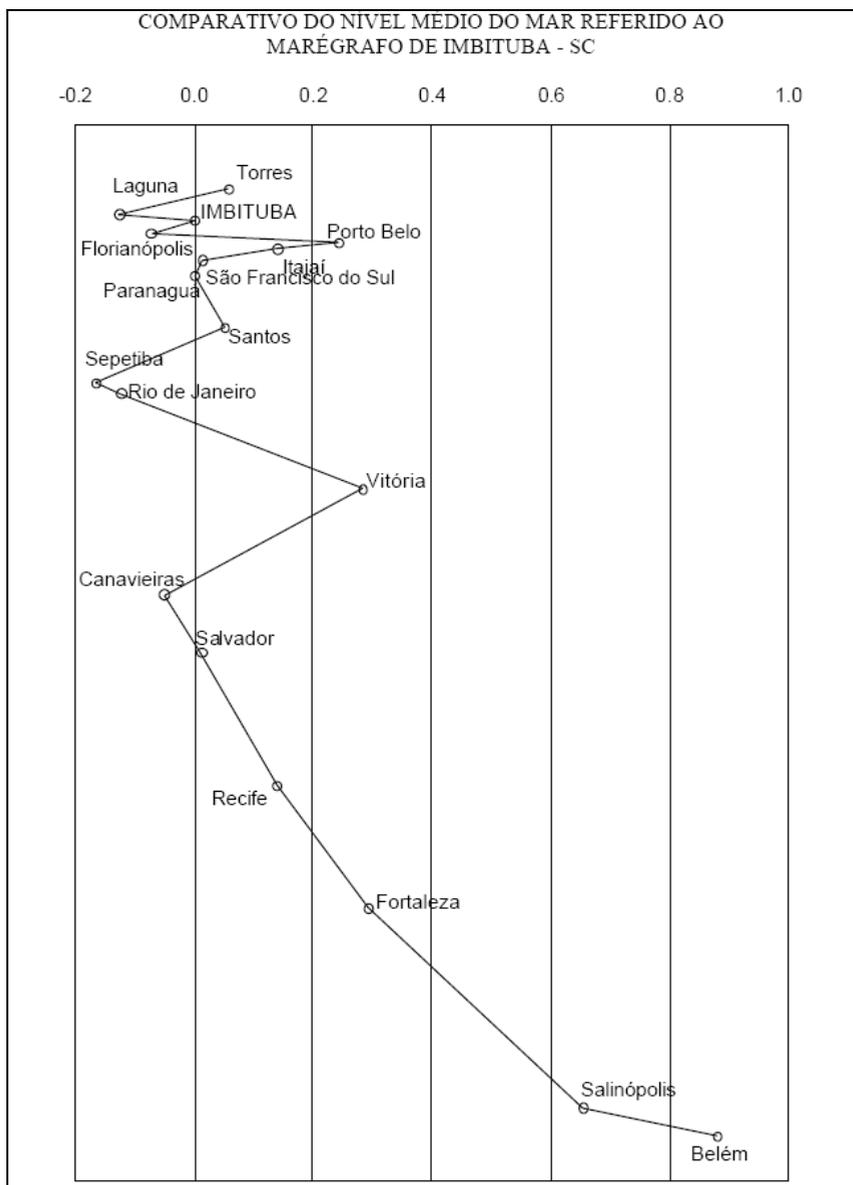
Em relação a esse problema temos o de “georreferenciamento” que segundo Menezes (1997) é uma referência espacial para a representação do fenômeno. As bases cartográficas ficam sem a sobreposição necessária que possibilitam a construção dos mapas temáticos e analíticos do projeto do SIG.

A preocupação e conferência desses elementos cartográficos são extremamente necessárias para que a precisão dos mapas seja feita dentro do rigor cartográfico e para também possibilitar a manutenção e o acréscimo de novas informações ambientais principalmente quando falamos de uma pesquisa em que se pode obter continuidade.

À princípio, observou-se uma escassez de documentação a respeito da área de estudo, o que leva a uma segunda limitação referente a questão da pouca diferenciação no fornecimento desses dados, que pode levar a geração de produtos parciais e finais baseados em estudos limitados, gerando, conseqüentemente, a conclusões pouco divergentes.

Uma das questões mais importantes referem-se à confiabilidade do Datum Altimétrico adotado pelo IBGE e por instituições públicas e privadas como a Petrobrás. Essas informações por serem divergentes no âmbito temporal (o datum Imbituba foi instituído em 1958 pelo IBGE com previsão de valor médio pelo período de 9 anos) e na compatibilização entre os marégrafos como apresentado no gráfico 1

No anexo 1 são apresentadas as principais características na utilização do Datum Aratu como referencial geodésico, além da atual tendência a adoção de sistemas de referência modernos, que utilizam como parâmetro um elipsóide geocêntrico.



(Fonte: Alencar (1990))

Outra questão que merece ser ressaltada diz respeito à existência de poucos estudos relacionados à temática apresentada, que ofereceram à pesquisa limitações significativas. Os desafios, em um futuro próximo, serão de fomentar novos estudos e metodologias acerca da temática dos mapas de áreas de inundação a partir

das mudanças climáticas, assim como estender esta pesquisa para o levantamento de dados primários nas regiões de vulnerabilidade.

#### 4. METODOLOGIA E PRINCIPAIS ETAPAS REALIZADAS

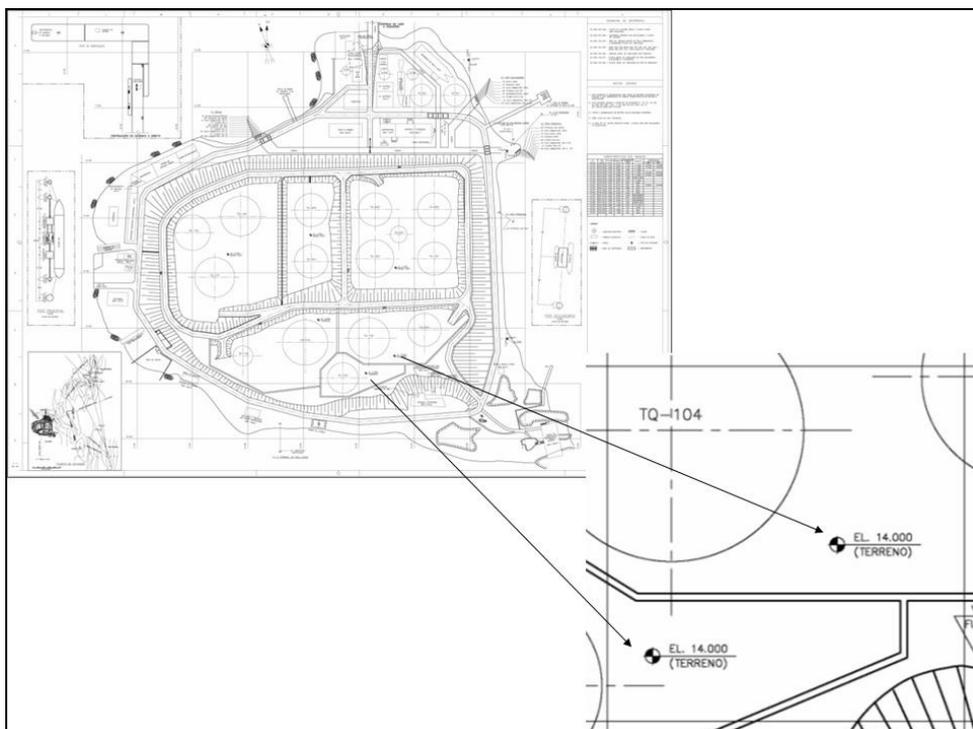
Os dados adquiridos foram manipulados com a intenção de se elaborar produtos a partir da utilização do software ArcGis 9.2 da ESRI (Environmental Systems Research Institute, Inc.), que funciona como uma plataforma de produtos de software GIS (Geographic Information System ou SIG—Sistema de Informações Geográficas) integrados para a construção de um GIS completo que seja adequado à toda a organização. A arquitetura fundamental do ArcGIS 9.2 capacita seus usuários a dispor de funcionalidades e lógica de negócios do GIS, onde for necessário: em desktops, em servidores, na web ou no campo. Esta arquitetura associada a um banco de dados geográficos, forma uma infra-estrutura abrangente para a implementação de Sistemas de Informações Geográficas Inteligentes.

Desta forma, utilizando o ArcMap, um dos módulos deste software que permite além da visualização de mapas, a edição de suas características espaciais, foi necessário inicialmente, a realização da conversão e edição dos dados obtidos, ou seja os arquivos em AUTOCAD, para que se discriminassem os quesitos importantes para a realização dos modelos. Estes representam à delimitação da linha de costa e a distribuição dos pontos altimétricos.

Em etapa posterior, esses dados foram convertidos para o formato shape (.shp), que formato de trabalho do ArcGis.

É importante salientar que essas informações não apresentaram o posicionamento necessário (georreferenciamento) para que seja possível a sobreposição das informações em formato vetorial, somente em formato matricial (raster), que compreende um conjunto de celas localizadas em coordenadas contíguas, implementadas como uma matriz 2D, e que não permite a confecção de MDEs.

Foi verificado que as cartas possuem referências de elevação (figura 4), que se encontram em forma de pequenos círculos preenchidos por linhas que tornou necessária a conversão destes para um único ponto central formado pelo centróide que corresponde ao ponto central da entidade construída seja em ponto, polígono ou linha, ou ainda que *“pode ser visto como o centro geométrico (ou seja, diferindo dos Centros de Massa e de Gravidade, depende apenas da geometria) associado à média da localização dos vértices que definem o seu contorno”* (Bonham Carter apud Correia et al. (1996)), Geographical Information Systems for Geosciences, Geological Survey of Canada).



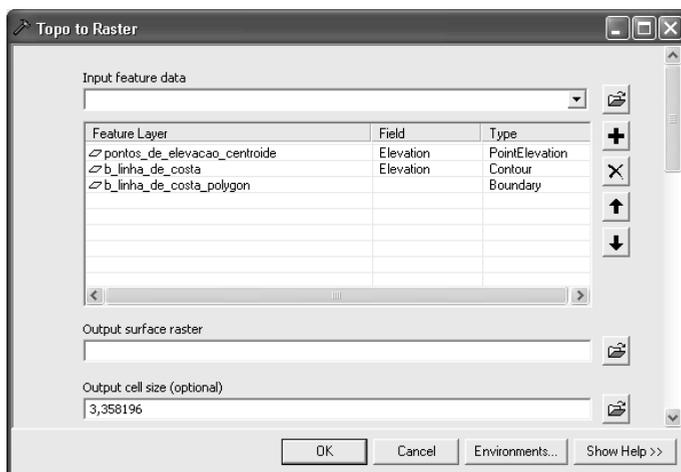
**Figura 8. Exemplos dos marcos altimétricos verificados nas planta utilizadas na pesquisa**

(Fonte: Adaptado de GUANABRÁS por SOUSA, MICELI e NASCIMENTO (2008))

Essa conversão possibilitou a interpolação dessas informações utilizando o método TOPOGRID (grade regular retangular - GRID) do ArcMap possibilitando a construção do modelo digital de elevação (MDE) para realização das simulações propostas neste trabalho.

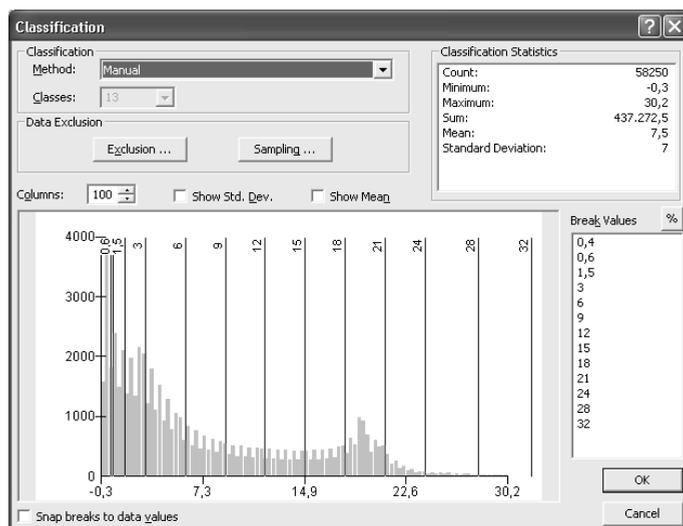
Os outros elementos das plantas que foram extraídos são as linhas referentes às áreas das ilhas foram transformadas para shapefile e, posteriormente editadas e convertidas para polígono com o objetivo de delimitar a área dos modelos digitais de elevação. A conversão foi realizada no ArcGis através da extensão X-Tools Pro/Feature Conversions/Make One Polygon from Polylines.

Para geração do MDE foram utilizados os shapes referentes ao limite da Ilha Quadrada (linha e polígono) e as elevações informadas na planta (pontos). A geração do MDE foi feita no ArcToolBox do ArcGis 9.2 utilizando o procedimento ArcToolBox/3D Analyst/Raster Interpolation/Topo to Raster, como pode ser observado na figura 5. A linha de costa foi considerada como ponto inicial do MDE (altitude zero) e auxiliou na geração do mesmo.



**Figura 9. Procedimentos para a realização do MDE**  
(Elaborado por SOUSA, MICELI e NASCIMENTO (2008))

Em etapa posterior, a fim de se determinar os valores de classificação do Modelo Digital de Elevação, na opção de propriedades da nova camada criada (Layer Properties), referente ao MDE, no item “Symbology”, optou-se por um método de classificação Manual em 13 classes, na qual puderam ser aplicados os valores de quebra (Break Values), que podem ser observados na figura 10:



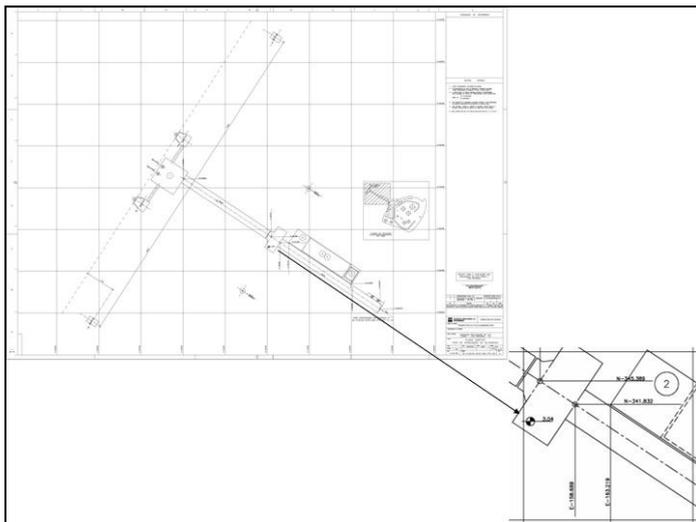
**Figura 10. Procedimento para a determinação dos valores de classificação do Modelo Digital de Elevação**  
(Elaborado por SOUSA, MICELI e NASCIMENTO (2008))

O resultado dessa interpolação é verificado nos mapas que apresentam altitudes e conseqüentemente simulam o aumento do nível do mar em diferentes cenários na Ilha Quadrada que possibilitam o cálculo dos danos e medidas que deverão ser tomadas para evitar que estes ocorram. Os três diferentes cenários apresentados nos mapas com base nos relatórios do IPCC e Stern (Cenário I), na maré de Sizígia baseada na tábua de marés da DHN (Cenário II) e na possível ocorrência de evento natural extremo (Cenário III), tomando como exemplo a ressaca ocorrida na Baía de Guanabara. No item a seguir, esses cenários serão descritos em maiores detalhes.

## 5. PRODUTOS GERADOS

Os resultados dessa interpolação geraram três Mapas com Cenários de Áreas de Inundação, que procuram apresentar uma simulação do aumento do nível do mar na Ilha Quadrada, baseadas num Modelo Digital de Elevação (MDE), que apresenta as áreas de riscos de diferentes criticidades, o que possibilitará calcular quais são os prováveis danos, suas compensações financeiras e quais medidas as companhias seguradoras poderão adotar para inserir esta variável no modelo de decisões para cobertura de riscos ambientais.

As informações sobre o cais da Ilha Quadrada, extremamente importantes em termos da presença de equipamentos e instalações, não puderam ser acrescentadas ao modelo, uma vez que a insuficiência de dados não permitiram o georreferenciamento dos arquivos, além de apresentar somente um ponto de elevação que poderia ser utilizado, como mostra a figura 11:

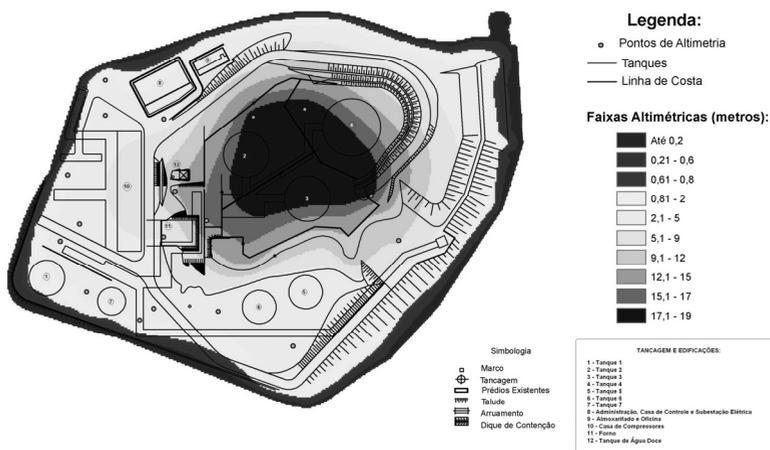


**Figura 11. Planta referente ao cais da Ilha Quadrada e, em destaque, o único ponto de altimetria encontrado**  
(Fonte: Adaptado de GUANABRÁS por SOUSA, MICELI e NASCIMENTO(2008))

### 5.1. Cenário I: Elevação do nível do mar, considerando os relatórios do IPCC (2007) e Relatório Stern (2006)

No primeiro cenário, procurou-se utilizar os níveis mais baixos referentes aos valores de maré da região (baixamar). Em relação a essa questão, observando-se a Tabua de Marés da DHN (Divisão de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil), percebe-se que os valores do marégrafo da Ilha Fiscal apontam valores próximos a 0 (zero). Desta forma, optou-se por usar como referência esta altitude, a fim de simular o aumento do nível do mar com base nas informações fornecidas pelos Relatórios do IPCC e Stern, que apontam valores de até 80 cm.

As estimativas do IPCC e Stern prevêem que a elevação do nível do mar será gradativa, por isto para permitir a futura quantificação dos riscos nas áreas de inundação, adotou-se a premissa de estabelecer três faixas altimétricas de elevação: até 0,2 metros; de 0,3 à 0,6 metros; e de 0,7 à 0,8 metros.



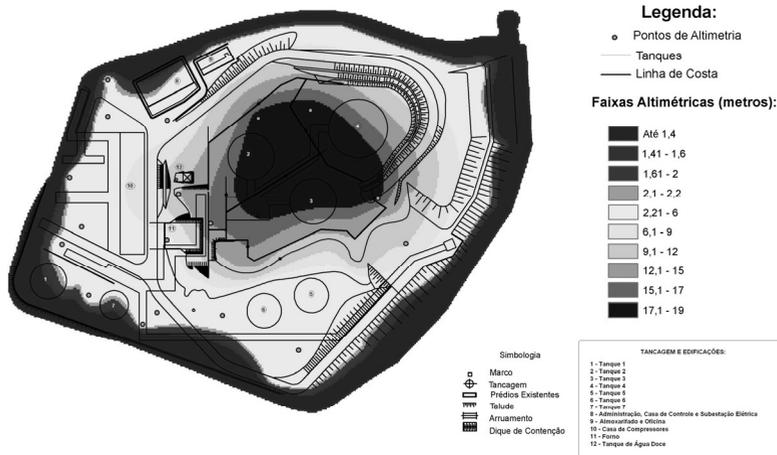
**Cenário I: Simulação de elevação do nível do mar na Ilha Quadrada considerando os Relatórios do IPCC e Stern (Elaborado por SOUSA, MICELI e NASCIMENTO (2008))**

### 5.2. Cenário II: Elevação do nível do mar, considerando a maré de sizígia e os relatórios do IPCC (2007) e Relatório Stern (2006)

No segundo cenário, a fim de apresentar mais uma possibilidade de elevação do nível do mar na região de interesse, buscou-se associar aos dados já obtidos dos relatórios Stern e IPCC (que juntos já representavam uma altimetria de 80 cm) aos dados da Tábua de Marés, referentes às previsões feitas pela DHN para os anos de 2007 e 2008, com informações da maré de sizígia, que compreende a maré mais alta em relação ao nível médio dos mares, resultante do fato das forças gra-

vitacionais do Sol estarem na mesma direção das da Lua, ocorrendo em períodos de luas nova e cheia.

Com base nessa informação, percebeu-se que a elevação mais crítica encontrada neste período havia atingido 1,4 metros. A partir daí, o segundo cenário compreende uma simulação, que se baseia no somatório do primeiro cenário com essa nova informação, resultando, dessa maneira, numa elevação de 2,20 metros de altitude, distribuídas em quatro faixas.



**Cenário II: Simulação de elevação do nível do mar na Ilha Quadrada considerando a maré de sizígia e os relatórios analisados**  
(Elaborado por SOUSA, MICELI e NASCIMENTO (2008))

**5.3. Cenário III: Eventos naturais extremos - O caso da ressaca na Baía de Guanabara**

Além desses cenários anteriormente analisados, é de importante chamar a atenção para a possível ocorrência de outros eventos naturais extremos na região de estudo, os quais podem ou não estar relacionados à temática das mudanças climáticas, mas que de alguma forma poderão contribuir para um aumento da susceptibilidade da área.

Um desses eventos foi observado no mês de abril de 2008, quando uma ressaca ocorrida na Baía de Guanabara, que acabou gerando ondas imensas (de até 3 metros de altura) que vieram a atingir embarcações e deixar alguns feridos no local. O acontecimento, considerado raro, porém de extrema periculosidade, levou a Capitania dos Portos, responsável pela avaliação da segurança das operações no mar do Rio de Janeiro, a suspender totalmente o tráfego de embarcações na Baía de Guanabara por uma hora, entre 9h30 e 10h30 do dia 25.

Segundo avaliação da diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha (DHN), além de outros órgãos e estudiosos do assunto, o fenômeno foi considerado natural, decorrente da passagem de uma frente fria no oceano. Segundo a Marinha, a ressaca foi provocada por ventos originados a pelo menos 1.500 quilômetros da costa do Rio de Janeiro, no Oceano Atlântico.

O oceanógrafo Vitor D'Ávila, da UERJ, afirmou em entrevista ao telejornal "RJTV" 1ª edição, que apesar de serem raras (segundo o próprio, em 30 anos pelo menos, é a única ocorrência de que há registro), estas podem ter sido causadas por ventos localizados e que geraram ondas que vieram provavelmente do Rio Grande do Sul, a milhares de quilômetros de distância e que foram canalizadas ao longo da costa brasileira, por esta funcionar como guia de ondas, vindo a desembocar na Baía de Guanabara, cuja barra é voltada para o Rio Grande do Sul.

No entanto, o que merece destaque é a questão da imprevisibilidade desses eventos, como afirma o Comandante da Capitania dos Portos, o Capitão de Mar e Guerra Wilson Lima Filho: "Uma onda de três metros de altura na Baía de Guanabara é um fato inédito. Mas no mar surgem ondas repentinas. É imprevisível" (Macaé News - [www.macaenews.com.br](http://www.macaenews.com.br)).

Assim, apesar de ser um evento estatístico, atípico, de uma probabilidade muito baixa de ocorrência, da ordem de décadas, ainda é bastante difícil de prever, podendo não somente afetar embarcações e pessoas, mas também instalações que se localizem em seu entorno imediato.

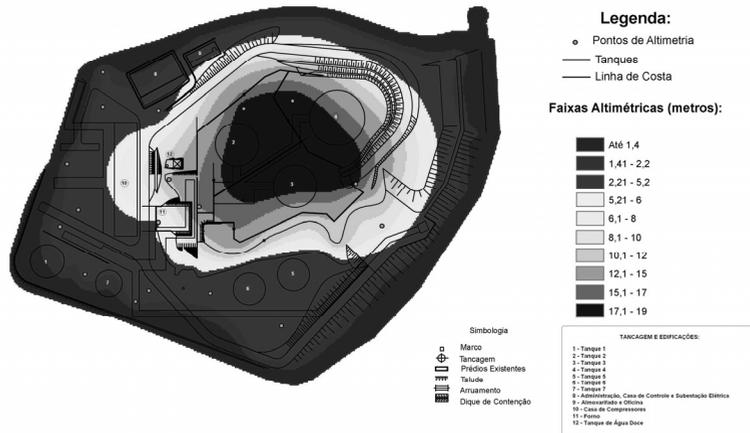
No âmbito das análises propostas neste trabalho, apesar de não haver possibilidade de mensuração e mapeamento deste evento, procura-se mostrar que, além dos cenários já construídos de vulnerabilidade da região em termos das instalações presentes, deve-se chamar a atenção ainda mais para essa área devido à possibilidade de ocorrência de episódios atípicos e imprevisíveis, como o acima relatado.

O que de fato motivou a construção do Cenário III é que no local da embarcação de passageiros de médio porte que foi atingida pelas ondas da ressaca, poderia estar situada a Ilha Quadrada ou outra instalação industrial. Se houvesse uma estação maregráfica instalada neste local, teríamos a medição da elevação no momento da álea, o que permitiria mapear e quantificar o dano local, advindo da elevação do nível do mar a partir das mudanças climáticas, incluindo o evento natural extremo - a ressaca.

Assim, foi confeccionado este terceiro cenário, que procura apresentar uma simulação do que poderia ocorrer na Ilha Quadrada caso esse evento natural extremo (ressaca) ocorresse de fato sobre ela.

É importante ressaltar que a representação cartográfica de um evento aleatório de baixa probabilidade de ocorrência, é um modelo esquemático preliminar, que, no âmbito da proposta apresentada, é válido no sentido de visualização deste evento,

não podendo, no entanto, ser quantificado ou mensurado cartograficamente com o rigor científico desejado.



**Cenário III: Simulação de elevação do nível do mar na Ilha Quadrada considerando a maré de sizígia, os relatórios analisados e a ocorrência de evento natural extremo**  
(Elaborado por SOUSA, MICELI e NASCIMENTO (2008))



### **CAPÍTULO 3**

## **O SEGURO ADICIONAL DE MUDANÇA CLIMÁTICAS PARA A ÁLEA DE INUNDAÇÕES, NAS PLANTAS DE PETRÓLEO NO LITORAL BRASILEIRO**

#### **1. DADOS RELACIONADOS À MAGNITUDE DOS POSSÍVEIS DANOS DA ÁLEA DE INUNDAÇÃO E ESTIMATIVA DE VALORAÇÃO DOS BENS PATRIMONIAIS AFETADOS NA ILHA QUADRADA**

Apesar das limitações técnicas citadas no item 2.3 e a falta de dados primários na região de vulnerabilidade da Baía de Guanabara, o presente trabalho apresenta uma referência espacial para representação de mudanças climáticas, obtendo para Ilha Quadrada, instrumentos de planejamento prévio de riscos da área de inundações.

Para a estimativa de valoração dos bens patrimoniais afetados na Ilha Quadrada, faz-se necessário estimar o cálculo dos prováveis danos, das compensações financeiras e das medidas que as companhias seguradoras poderão adotar para inserir esta variável aleatória de inundações a partir de eventos naturais extremos e de variabilidade a partir da elevação do nível do mar como conseqüências das mudanças climáticas.

Nas planilhas X, Y e Z a partir das limitadas informações dos citados Mapas, foi realizado um esforço de quantificações visuais, estimativa do percentual do dano, bem como a valoração estimada do dano nas instalações prediais (administração, casa de controle e subestação elétrica, casa de bombas, torre de água de resfriamento, almoxarifado e oficina, casa dos compressores e forno), instalações industriais (tanques 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7) e instalações de infra-estrutura (taludes, arruamentos, dique de contenção, rede de drenagem externa, rede de drenagem underground, tubulação aérea e tubulação underground).

Entende-se por quantificação visual, a mensuração do percentual de área atingida para cada cenário, através da observação da extensão territorial do dano dentro das faixas altimétricas de cada simulação de elevação do nível do mar.

Devido às restrições de acesso, às informações da empresa, restrições de recursos financeiros e humanos, tornou-se inviável efetuar o levantamento dos dados primários relacionados aos índices de construção, de instalações e do valor em risco das apólices de seguros patrimoniais da indústria de petróleo GUANABRÁS.

**Planilha X do percentual estimado do dano - Cenário I**

	Localização na Planta (RN em m)	Volume/Área	Quantidade	Conteúdo	% Estimado do Dano	Valor Estimado do Bem (T\$)	Valor Estimado do Dano (T\$)
<b>Tancagem</b>							
Tanque 1 + ESTOQUE	3	3200 m³	1	GLP	-	3.500.000,00	-
Tanque 2 + ESTOQUE	19	5000 ton	1	GLP	-	5.468.750,00	-
Tanque 3 + ESTOQUE	19	5000 ton	1	GLP	-	5.468.750,00	-
Tanque 4 + ESTOQUE	19	10000 ton	1	GLP	-	10.937.500,00	-
Tanque 5 + ESTOQUE	3	4000 m³	1	PROPANO	-	4.375.000,00	-
Tanque 6 + ESTOQUE	3	4000 m³	1	GLP	-	4.375.000,00	-
Tanque 7 + ESTOQUE	3	1600 m³	1	GLP	-	1.750.000,00	-
<b>TOTAL</b>	-	-	7	GLP/PROPANO	-	-	-
<b>Prédios</b>							
Administração, Casa de Controle e Subestação Elétrica + MÓVEIS + EQUIPAMENTOS		SI	1	-	-	1.200.000,00	-
Casa de Bombas - Água de Resfriamento		SI	1	-	-	680.000,00	-
Almoxarifado e Oficina + EQUIPAMENTOS		SI	1	-	-	350.000,00	-
Casa dos Compressores + EQUIPAMENTOS		SI	1	-	-	400.000,00	-
Forno		SI	1	-	-	400.000,00	-
<b>TOTAL</b>	-	-	5	-	-	-	-
<b>Infra-Estrutura</b>							
Talude	0,8 a 19,00	SI	-	-	2	950.000,00	19.000,00
Arruamento	0,8 a 19,00	SI	-	-	8	1.100.000,00	88.000,00
Dique de Contenção	5,0 a 19,00	SI	-	-	-	1.300.000,00	-
Rede de Drenagem Externa	0,2 a 5,0	SI	-	-	40	1.700.000,00	680.000,00
Rede de Drenagem Underground	0,4 a 18,60	SI	-	-	25	1.850.000,00	462.500,00
Tubulação Aérea + ESTOQUE	0,4 a 20,00	SI	-	GLP/PROPANO	3	2.600.000,00	78.000,00
Tubulação Underground + ESTOQUE	0,0 a -1,00	SI	-	GLP/PROPANO	5	1.700.000,00	85.000,00
<b>TOTAL</b>						50.105.000,00	1.412.500,00

**Planilha Y do percentual estimado do dano - Cenário II**

	Localização na Planta (RN em m)	Volume/Área	Quantidade	Conteúdo	% Estimado do Dano	Valor Estimado do Bem (T\$)	Valor Estimado do Dano (T\$)
<b>Tancagem</b>							
Tanque 1 + ESTOQUE	3	3200 m³	1	GLP	95	3.500.000,00	3.325.000,00
Tanque 2 + ESTOQUE	19	5000 ton	1	GLP	-	5.468.750,00	-
Tanque 3 + ESTOQUE	19	5000 ton	1	GLP	-	5.468.750,00	-
Tanque 4 + ESTOQUE	19	10000 ton	1	GLP	-	10.937.000,00	-
Tanque 5 + ESTOQUE	3	4000 m³	1	PROPANO	-	4.375.000,00	-
Tanque 6 + ESTOQUE	3	4000 m³	1	GLP	-	4.375.000,00	-
Tanque 7 + ESTOQUE	3	1600 m³	1	GLP	80	1.750.000,00	1.400.000,00
<b>TOTAL</b>	-		<b>7</b>	<b>GLP/PROPANO</b>		<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Prédios</b>							
Administração, Casa de Controle e Subestação Elétrica + MOVEIS + EQUIPAMENTOS			1	-	40	1.200.000,00	480.000,00
Casa de Bombas - Água de Resfriamento		SI	1	-	-	680.000,00	-
Almoxarifado e Oficina + EQUIPAMENTOS		SI	1	-	-	350.000,00	-
Casa dos Compressores + EQUIPAMENTOS		SI	1	-	-	400.000,00	-
Forno		SI	1	-	-	400.000,00	-
<b>TOTAL</b>	-		<b>5</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Infra-Estrutura</b>							
Talude	0,8 a 19,00	SI			30	950.000,00	285.000,00
Arruamento	0,8 a 19,00	SI			25	1.100.000,00	275.000,00
Dique de Contenção	5,0 a 19,00	SI			30	1.300.000,00	390.000,00
Rede de Drenagem Externa	0,2 a 5,0	SI			40	1.700.000,00	680.000,00
Rede de Drenagem Underground	0,4 a 18,60	SI			10	1.850.000,00	185.000,00
Tubulação Aérea + ESTOQUE	0,4 a 20,00	SI		GLP/PROPANO	25	2.600.000,00	650.000,00
Tubulação Underground + ESTOQUE	0,0 a -1,00	SI		GLP/PROPANO	20	1.700.000,00	340.000,00
<b>TOTAL</b>						<b>50.104.500,00</b>	<b>8.010.000,00</b>

**Planilha Z do percentual estimado do dano - Cenário III**

	Localização na Planta (RN em m)	Volume/Área	Quantidade	Conteúdo	% Estimado do Dano	Valor Estimado do Bem (T\$)	Valor Estimado do Dano (T\$)
<b>Tancagem</b>							
Tanque 1 + ESTOQUE	3	3200 m³	1	GLP	100	3.500.000,00	3.500.000,00
Tanque 2 + ESTOQUE	19	5000 ton	1	GLP	-	5.468.750,00	-
Tanque 3 + ESTOQUE	19	5000 ton	1	GLP	-	5.468.750,00	-
Tanque 4 + ESTOQUE	19	10000 ton	1	GLP	-	10.937.500,00	-
Tanque 5 + ESTOQUE	3	4000 m³	1	PROPANO	100	4.375.000,00	4.375.000,00
Tanque 6 + ESTOQUE	3	4000 m³	1	GLP	100	4.375.000,00	4.375.000,00
Tanque 7 + ESTOQUE	3	1600 m³	1	GLP	100	1.750.000,00	1.750.000,00
<b>TOTAL</b>			<b>7</b>			<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Prédios</b>							
Administração, Casa de Controle e Subestação Elétrica + MOVEIS + EQUIPAMENTOS			1	-	100	1.200.000,00	1.200.000,00
Casa de Bombas - Água de Resfriamento			1	-	100	680.000,00	680.000,00
Almoxarifado e Oficina + EQUIPAMENTOS			1	-	-	350.000,00	-
Casa dos Compressores + EQUIPAMENTOS			1	-	40	400.000,00	160.000,00
Forno			1	-	-	400.000,00	-
<b>TOTAL</b>			<b>5</b>			<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Infra-Estrutura</b>							
Talude	0,8 a 19,00	SI			60	950.000,00	570.000,00
Arruamento	0,8 a 19,00	SI			75	1.100.000,00	825.000,00
Dique de Contenção	5,0 a 19,00	SI			60	1.300.000,00	780.000,00
Rede de Drenagem Externa	0,2 a 5,0	SI			75	1.700.000,00	1.275.000,00
Rede de Drenagem Underground	0,4 a 18,60	SI			85	1.850.000,00	1.575.500,00
Tubulação Aérea + ESTOQUE	0,4 a 20,00	SI		GLP/PROPANO	70	2.600.000,00	1.820.000,00
Tubulação Underground + ESTOQUE	0,0 a -1,00	SI		GLP/PROPANO	70	1.700.000,00	1.190.000,00
<b>TOTAL</b>						<b>50.105.000,00</b>	<b>24.075.500,00</b>

Diante destas limitações, optou-se por estimar valores na moeda fictícia T\$ = 1 Tupi, com base no mercado varejista da praça do Rio de Janeiro. Nas tabelas a seguir aparecem as estimativas dos bens ameaçados e quando as informações forem insuficientes, indica-se como SI (Sem Informação, plantas não georreferenciadas).

Ressalta-se que as informações descritas estão contidas no material de origem, porém o percentual do dano foi calculado por estimativa visual.

Abaixo resume-se a valoração estimada dos Danos em T\$ e o percentual das perdas físicas da área de inundações na Ilha Quadrada, a partir da elevação do nível do mar, de acordo com os Cenários I, II e III, no período de 100 anos.

#### Valoração Estimativa dos Danos da Área de Inundações da Ilha Quadrada

Cenários	Valor Total Estimado do Bem (T\$)	Valor Total Estimado do Danos (T\$)	Percentual Estimados das Perdas Físicas
I	50.105.000,00	1.412.500,00	2,82%
II	50.105.000,00	8.010.000,00	16,00%
III	50.105.000,00	24.075.500,00	48,00%

## 2. ESTIMATIVA TEÓRICA DO RISCO ADICIONAL DA ELEVAÇÃO DO NÍVEL DO MAR A PARTIR DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

### 2.1. Valor esperado do risco e análise das alterações no perfil dos investimentos da companhia seguradora e no seu fluxo de caixa

As companhias seguradoras têm o objetivo de proporcionar cobertura para determinados riscos, mediante o recebimento de um prêmio de seguros que compense, não só as possíveis perdas decorrentes da indenização, como seus custos e despesas de operação e a remuneração do capital de seus acionistas.

Alguns princípios aplicados aos seguros devem ser observados, por serem fundamentais:

- 1º) **Reciprocidade:** uma quantidade relevante de pessoas ameaçadas por um mesmo perigo deve existir, para permitir a constituição de uma comunidade para aquele risco.
- 2º) **Necessidade:** a possível ocorrência do sinistro deve provocar uma necessidade econômica para o atingido.
- 3º) **Estimativa:** deve ser possível a estimação do valor dos sinistros esperados.

- 4º) **Imprevisibilidade:** não há possibilidade de prever o momento da ocorrência, que deve ser involuntária.
- 5º) **Economicidade:** as futuras necessidades econômicas dos atingidos devem ser cobertas pela comunidade de segurados, que contribui de maneira planejada.
- 6º) **Exposição ao Risco:** a comunidade de segurados deve estar igualmente ameaçada pelo mesmo risco e sujeita a igual magnitude de necessidade econômica.

No caso de catástrofes naturais, imprevisíveis e inevitáveis, as seguradoras, segundo Buholzer (1992), citada por Lopes (2007), precisam se proteger dos perigos do acúmulo de danos determinado pela intensidade do evento natural, seu alcance ou extensão geográfica, a concentração de valores nesta região e a quantidade de seguros que a área contempla.

Este estudo buscou avaliar cada uma destas variáveis, mas muitas das informações sobre as empresas de petróleo no litoral do Estado do Rio de Janeiro, ou não existem, ou não são confiáveis, ou não foram disponibilizadas pelas entidades públicas ou privadas que as detêm. Para viabilizar os resultados do trabalho, foram utilizados dados estimados ou feitas analogias com situações semelhantes.

Assim como a seguradora toma suas decisões de aceitar ou não um risco, baseada em algumas premissas e princípios, os segurados, por outro lado, também se baseiam em alguns fundamentos para decidir sobre a necessidade da cobertura do seguro.

Eles precisam fazer esta escolha, considerando as condições de risco, a magnitude das perdas, as probabilidades de ocorrência e o custo do seguro. Suas decisões são suportadas pela análise de diversas variáveis, simultaneamente. A percepção que o segurado tem do risco, será o norteador do seu limite máximo de disposição à pagar pelo prêmio que lhe garantirá a cobertura.

Então, na escolha, serão consideradas: a probabilidade de ocorrência percebida pelo indivíduo e a maximização da utilidade da decisão. Entenda-se por utilidade, o mesmo que se entende como satisfação ou bem estar, segundo a teoria econômica.

Cada indivíduo, antes de comprar o seguro, deve dar ao risco um tratamento racional, com tendência a ordenar as opções com base no valor mais elevado (maior satisfação), construindo uma função utilidade a partir da sua escala de preferências, dentre os eventos possíveis.

Estas funções são ponderadas de acordo com as probabilidades de ocorrência de cada um dos resultados possíveis, resultando na maximização da utilidade esperada pelo indivíduo. As probabilidades de cada opção são mutuamente exclusivas, ou seja, ou ocorre uma ou outra. Assim, no caso de uma decisão sobre seguros, as opções são: probabilidade de ocorrer o sinistro ( $P$ ) ou de não ocorrer ( $1-P$ ). A soma deve ser um.

A Teoria da Utilidade Esperada é um processo de escolha em condições de risco, desenvolvido por Bernoulli, em 1738, e aperfeiçoado por Friedman e Savage, citados por Contador (2007), fundamentada no argumento de que na presença de incerteza, os indivíduos devem se comportar como se estivessem maximizando a expectativa de uma função de utilidade, considerando os eventos possíveis, sob a exigência de que os axiomas de racionalidade e preferências transitivas sejam obedecidos. São as Hipóteses de Mercados Eficientes (HME), incorporadas da Teoria Econômica Neoclássica.

Kahneman e Tversky (1979), citados por Contador (2007), aprofundaram os estudos na tentativa de explicar os vieses cognitivos do processo de tomada de decisão. Surgiu a Teoria do Prospecto, que enumera que a decisão não é estritamente racional e que os tomadores de decisão usam atalhos mentais, especialmente para otimizar seu tempo limitado. Os estudiosos descreveram três exemplos de ilusões, tipicamente da natureza humana, que trazem viés ao processo decisório:

- 1º) **Efeito Certeza:** tendência a dar maior peso às possibilidades que têm alta probabilidade de acontecer; em princípio as utilidades deveriam ser ponderadas a partir das probabilidades de ocorrência, mas alguns experimentos demonstraram que a tendência em cenários favoráveis é escolher os melhores ganhos, independente da probabilidade. Ou seja, desprezam o axioma da transitividade, ignoram informações relevantes e superestimam informações irrelevantes.
- 2º) **Efeito Reflexão ou Aversão à Perda:** tendência a ser avessos ao risco quando diante de duas possibilidades de ganho com a mesma utilidade esperada e tendência a propensão ao risco quando as mesmas possibilidades se apresentam no domínio das perdas; Revela que as pessoas são avessas às perdas e não ao risco. Preferem antes, não sofrer a dor da perda do que o prazer do ganho: melhor não perder \$1.000,00 do que ganhar \$1.000,00.
- 3º) **Efeito Isolamento:** para simplificar o processo, desconsideram boa parte das características de cada uma das opções e centralizam sua análise apenas sobre os componentes que se destacam nas opções de escolha.

Segundo Vilas Boas (2005), embora a objetividade seja uma preocupação importante, deve-se lembrar que a tomada de decisão é, antes de tudo, uma atividade humana, fundamentada na noção de valor. Logo, a subjetividade é o motor da decisão. Pode-se definir a tomada de decisão como um esforço para resolver o dilema dos objetivos conflitantes, cuja presença impede a existência da “solução ótima” e conduz para a procura da 'solução de melhor acordo' [Schmidt, 1995 in Vilas Boas, 2005]. Nota-se, portanto, que a complexidade da tomada de decisão requer um tratamento qualificado e justifica a utilização de métodos de apoio à decisão.

É neste cenário de decisões diante de incertezas, de probabilidades subjetivas ou relativas e do temor ao prejuízo, que serão desenvolvidas as reflexões sobre os conceitos e técnicas de avaliação dos riscos, objetos das atenções das segurado-

ras e dos segurados, frente às conseqüências das mudanças climáticas locais e globais.

### 2.1.1. Valor Esperado do Risco

Preliminarmente é necessário definir que neste trabalho, considera-se Valor Esperado do Risco, a estimativa média de perdas para a seguradora (prejuízos econômicos), decorrentes da probabilidade de ocorrência de um sinistro. Assim:

$$\text{Valor esperado do risco} = P \times E(S)$$

Onde:

Valor Esperado do Risco = Grau de Exposição da Seguradora ao risco específico.

$P$  = Probabilidade de ocorrer o sinistro (frequência relativa, calculada).

$E(S)$  = Valor esperado dos prejuízos, perdas ou indenizações (impacto ou valor médio do sinistro).

$$E(S) = \text{Valor esperado dos prejuízos} = \text{Custo médio do sinistro} = CM$$

sendo

$$CM = \frac{\text{Valor dos prejuízos/Indenizações}}{\text{Quantidade de casos (sinistros) ocorridos}}$$

Sob o ponto de vista do segurado é a renda (indenização) média esperada, ponderada pelas probabilidades, denominada Valor da Utilidade Esperada, representada por  $E[U(Y_m)]$ , assim:

$$\text{Valor da utilidade esperada} = E[U(Y_m)] = \text{Pr} E[U(Y_1)] + (1 - \text{Pr}) E[U(Y_2)]$$

Onde:

$E[U(Y_m)]$  é o valor da Utilidade Esperada com o seguro (média ponderada dos eventos  $Y_1$  e  $Y_2$ ).

$\text{Pr}$  = Probabilidade relevante de ocorrência do sinistro (segundo percepção do segurado).

$Y_1$  = valor da renda ou patrimônio sinistrado (valor de reposição do bem se houver sinistro).

$E[U(Y_1)]$  = valor médio da Utilidade se ocorrer o evento  $Y_1$  (sinistro).

$Y_2$  = valor da renda ou do patrimônio sem sinistro (valor sem perdas).

$(1 - Pr)$  = Probabilidade relevante de não ocorrer o sinistro.

$E[U(Y_2)]$  = valor médio da Utilidade se ocorrer o evento  $Y_2$  (não-sinistro).

Para o caso estudado, como não foi possível estimar as perdas com os lucros cessantes, apenas as perdas dos bens patrimoniais mais relevantes foram estimadas e aparecem na tabela 3, a seguir:

**Tabela 3. Valor das Perdas para os Cenários da Ilha Quadrada**

Cenários	I	II	III
Elevação do Nível do Mar (metros)	0,8	2	5,2
Valor das Perdas Estimadas (\$)	1.412.500,00	8.010.000,00	24.075.500,00
Perdas Estimadas (%)	16,55%	36,66%	49,96%

Fonte: Elaboração própria.

Risco evidencia as expectativas de ocorrência de um evento involuntário, incerto e danoso. Sua análise só faz sentido se houver uma probabilidade de perda. Perdas são prejuízos financeiros, suportados por alguém. Sinistro é a efetivação do risco que provoca perdas.

A probabilidade de perda está associada à relação entre o valor da indenização por sinistros e o valor das importâncias seguradas (valor de todos os objetos expostos ao risco), assim:

$$\text{Probabilidade de perdas (PP)} = \frac{\text{Valor dos sinistros}}{\text{Importância segurada}}$$

A probabilidade de perdas ( $PP$ ) descreve com que frequência um volume de prejuízo pode ocorrer, levando-se em consideração o valor de todos os objetos expostos ao risco.

A probabilidade ( $P$ ) é definida, conceitualmente como:

$$\text{Probabilidade } P = \frac{\text{Eventos prováveis}}{\text{Eventos possíveis}}$$

A hipótese de cobertura prevista é a garantia de bens patrimoniais e lucros cessantes submetidos aos riscos de inundação decorrentes da elevação do nível do mar e de eventos naturais extremos.

Para o cálculo do valor do sinistro, seria necessário estimar o valor dos prejuízos econômicos que poderiam ser provocados por estes eventos. As simulações realizadas no capítulo anterior, apesar de suas limitações, fornecem importantes esti-

mativas do valor dos danos da empresa fictícia GUANABRAS, que poderiam ser cobertos por um seguro para riscos ambientais.

### 2.1.2. Risco Ambiental Adicional

O risco consiste na dúvida quanto à realização da probabilidade de Ocorrência ( $P$ ) do Sinistro. Estas probabilidades se distribuem em uma curva normal e o risco é associado ao desvio padrão entre as probabilidades de ocorrência de cada um dos cenários. Assim:

$$\text{Risco} = \text{Desvio padrão } \sigma = ((1-P) \times P)^{1/2}$$

Riscos naturais são sempre independentes da vontade humana, embora o modo de vida da sociedade pós-industrial esteja contribuindo drasticamente com o aumento da frequência, magnitude e severidade das catástrofes naturais. O risco ambiental é assim definido por incluir eventos naturais incertos e danosos que ameaçam o patrimônio das pessoas, podendo causar prejuízos.

A incerteza conduz ao desconhecimento da probabilidade, portanto, desconhecimento do valor esperado dos prejuízos, decorrentes destes riscos.

Segundo Galiza (2007), risco é enfrentar uma variável aleatória cuja distribuição de probabilidade é conhecida. Incerteza é lidar com outra variável aleatória cuja distribuição de probabilidade se desconhece.

Eventos naturais danosos provocam danos e perdas (prejuízos materiais e financeiros) que precisam ser estimados para a indústria petrolífera no Estado do Rio de Janeiro, frente às possibilidades de inundação, decorrentes da elevação do nível do mar e de eventos hidrológicos extremos.

O grande desafio deste trabalho é justamente estimar as probabilidades de ocorrência de eventos naturais que causem perdas ao patrimônio destas empresas. Trata-se do Valor Matemático do Risco, definido assim:

$$\text{Valor matemático do risco (VM)} = \frac{\text{Quantidade de casos ocorridos}}{\text{Quantidade de objetos expostos}}$$

Cabe destacar que os riscos ambientais envolvem eventos súbitos ou acidentais e eventos graduais ou contínuos, decorrentes de revoltas da natureza, involuntárias, apesar da indiscutível contribuição antrópica para a ampliação dos fenômenos.

Um exemplo semelhante ao nosso estudo de caso, sem com ele ter qualquer relação, pode ilustrar o cálculo do risco, como descrito na tabela 4, a seguir.

**Tabela 4. Exemplo de Metodologia para Cálculo do Risco**

Evento/Conseqüência	Probabilidade (%)		Cálculo do Risco	
	Bem nada sofrer	Bem ser sinistrado (P)	Fórmula $((1 - P) \times P)^{1/2}$	Risco = ?
<b>Condição 1</b> Elevação de 0,8 mts	50	50	$(0,5 \times 0,5)^{1/2}$	50%
<b>Condição 2</b> Elevação de 2,0 mts	10	90	$(0,1 \times 0,9)^{1/2}$	30%
<b>Condição 3</b> Elevação de 5,2 mts	0	100	$(0 \times 1,0)^{1/2}$	0%

Fonte: Elaboração própria, adaptado de Galiza (2007)

Será preciso saber qual a probabilidade de ocorrer um sinistro sobre um bem ameaçado. Trata-se de conhecer a freqüência com que os bens foram atingidos (sinistrados), dado que ocorreu o evento natural extremo. Esta probabilidade de Ocorrência do Sinistro ( $P$ ) pode ser calculada quando são conhecidas ou estimadas as seguintes variáveis:

$$P = \text{Probabilidade do bem ser sinistrado} = \text{Probabilidade de ocorrência do sinistro} = \frac{\text{Quantidade de bens sinistrados}}{\text{Quantidade de bens expostos}}$$

Quanto maior a dúvida se o bem será sinistrado, maior o risco. Confirma-se, no exemplo citado, que quando a probabilidade de ocorrência aumentou de 50% para 90%, o risco diminuiu, tendo em vista que há quase certeza absoluta (dúvida é pequena) que o bem será sinistrado. (Galiza, 2007)

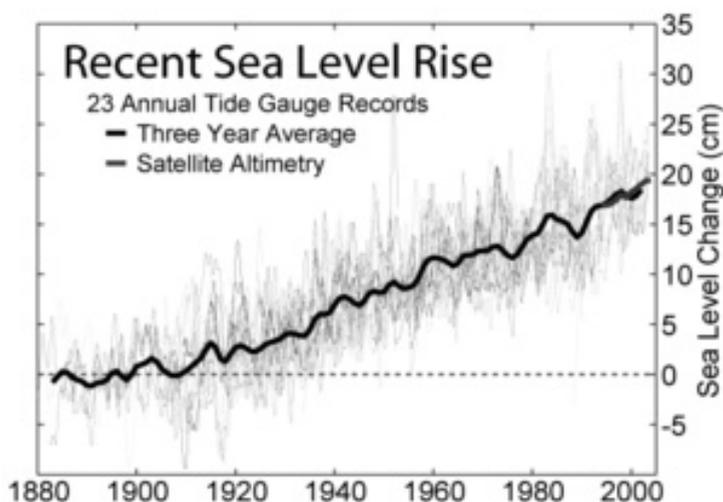
A probabilidade de ocorrência de sinistros de inundação sobre os bens da empresa virtual GUANABRAS depende de informações relacionadas com uma série histórica, inclusive nível do mar e extensão dos eventos hidrológicos, assim como um inventário dos objetos expostos e sinistrados. Na sua ausência, estes levantamentos devem ser realizados e georreferenciados, para permitir uma melhor aproximação com a realidade. Somente assim, o risco ambiental adicional, decorrentes das mudanças climáticas poderá ser mensurado, apesar das incertezas temporais presentes nos estudos sobre o tema.

Ainda assim, sem acesso as informações fundamentais, um esforço adicional foi despendido pela nossa equipe para apresentar um contexto histórico com alguns eventos hidrológicos e os danos materiais e humanos deles decorrentes, na tentativa de utilizá-los como inspiração para a construção da matriz dos riscos ambientais adicionais, decorrentes da elevação do nível do mar e eventos hidrometeorológicos extremos.

### 2.1.3. Mensuração do Risco para Eventos Naturais Extremos: estudos exploratórios de alta complexidade

Gondin Filho *et al.* (2002), citado no estudo do IVIG (2007), afirma que pode-se perceber que *evento extremo* está relacionado a um evento atípico, ou seja, que não segue a distribuição normal de ocorrência do mesmo. Entretanto, mesmo que um *evento* seja considerado extremo, não significa que sua ocorrência cause danos à sociedade, pois isso depende de como ela estaria adaptada ao mesmo. Desse modo, secas e cheias costumam ser tratadas como *eventos críticos*, em que o mais importante não é a ocorrência atípica, mas os danos decorrentes. A experiência tem mostrado que a ocorrência de *eventos críticos*, como secas e cheias, está associada à qualidade da infra-estrutura existente, às condições climáticas, ao uso e ocupação do solo, aos (maus) hábitos da população, dentre outros aspectos

Estudos já divulgados pelo IPCC e outros em desenvolvimento, como do Departamento de Engenharia Costeira ou do Departamento de Oceanografia da UFRJ, além do Departamento de Geodésia da UFRGS, indicam que a elevação do nível do mar é um evento natural extremo gradual, como pode ser observado na figura 12, com incertezas, apenas, na questão temporal. Apesar disto, parece ser possível afirmar que o aumento de 2 mm por ano, considerado nestes estudos, pode acelerar os impactos nas áreas costeiras do continente e nas ilhas, mesmo aquelas localizadas acima do zero hidrográfico. No entanto, além destes eventos graduais, existem inundações costeiras devido a elevações bruscas do nível do mar, decorrentes de tempestades, tornados, ciclones, dentre outros.

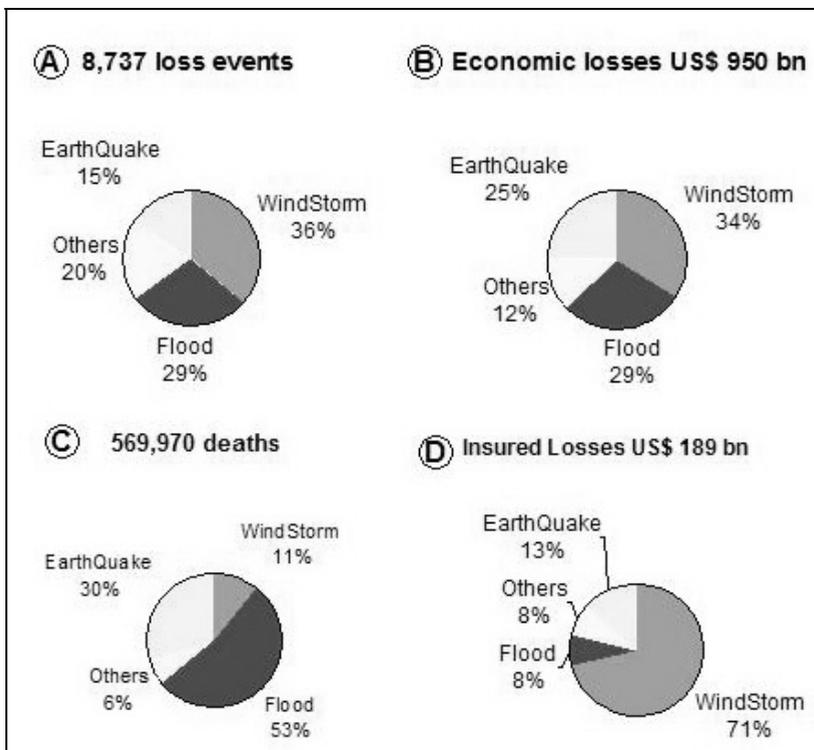


**Figura 12. Variações recentes do nível médio do mar em 23 marégrafos localizados em ambientes geológicos estáveis**

(Fonte: Museu de Topografia prof. Laureano Ibrahim Chaffe, Departamento de Geodésia. IG/UFRGS)

Os danos causados pelos eventos graduais podem ser previsíveis ou parcialmente estimados, considerando, inclusive que em alguns casos as conseqüências são cíclicas e temporárias, retornando as condições originais depois de algum tempo. Nos eventos bruscos, a capacidade de previsão de ocorrência pode ser reduzida devido a sua raridade, determinada por poucos eventos em muitos anos, décadas ou séculos.

No entanto, os efeitos do aquecimento global têm intensificado tanto uns, quanto outros, e os danos econômicos, sociais e ambientais deles decorrentes têm preocupado os governos e as companhias seguradoras, que são chamados a apresentar soluções para o financiamento e reparação dos crescentes prejuízos. Polido (2004) explica que o mercado segurador, tradicionalmente, concede cobertura somente para riscos de natureza súbita e acidental, ou seja, para eventos repentinos ou inesperados. Para os riscos de natureza gradual (latente, paulatino), no qual pode transcorrer muito tempo entre a manifestação do dano e sua causa primeira ou fato gerador, os mercados nacionais e internacionais não tem facilitado sua cobertura, devido à complexidade dos critérios de aceitação ou recusa dos riscos.



**Figura 13. Catástrofes Naturais no mundo 1985-1999**  
 (Fonte: MENDES et al.(2004) Adaptado de BERZ, 2000)

O Gráfico D da Figura 13, acima, indica que, dos prejuízos relacionados às inundações, apenas 8% são assegurados, o que corresponde a um valor de US\$ 15,12 bilhões. Portanto, relacionando esse valor aos US\$ 275 bilhões, correspondentes aos prejuízos causados por inundações no mundo entre 1985 e 1999 (29% do total), verificamos que somente 5,5 % das perdas econômicas causadas por inundações no mundo são asseguradas. Tal fato, associado à constatação de que o número de pessoas afetadas pelas inundações tem aumentado nos últimos tempos, constitui um quadro bastante preocupante. (MENDES *et al.*, 2004)

#### 2.1.4. *Frequência e Magnitude das Inundações: um estudo exploratório dos riscos naturais no Rio de Janeiro*

Segundo Marengo (2006), *evento extremo de clima* (que provavelmente é o mesmo que *evento climático extremo*) define-se como “um evento que é raro, em relação à sua distribuição de referência estatística num lugar em particular”. Definições variam, mas um evento extremo de clima normalmente seria raro ou mais raro do que 10º ou 90º percentil. Quando os eventos extremos abordados são secas e cheias, é comum enquadrá-los como *eventos hidrológicos extremos*. Só é possível definir *extremos hidrometeorológicos*, segundo Marengo *et al.* (2004), quando se pode determinar seus impactos (perdas econômicas, perdas de vidas, etc.) ou suas causas físicas (chuvas acima de algum valor limite durante um curto período, níveis ou descargas de rios maiores que um valor crítico) (IVIG, 2007).

Neste estudo os impactos dos eventos extremos, representam a magnitude de perdas, que serão relacionadas com as frequências de ocorrências das causas hidrometeorológicas que lhe deram representatividade, devido aos bens e pessoas afetados.

No Estado do Rio de Janeiro, estudos anteriores do IVIG (2007), apontaram diversas modalidades de eventos naturais extremos, mas para os objetivos deste estudo, que é identificar o risco adicional de inundação frente às consequências das mudanças climáticas, como elevação do nível do mar e chuvas intensas, destacamos apenas três eventos considerados críticos:

- Alagamentos;
- Inundações graduais ou enchentes; e
- Inundações bruscas ou enxurradas

Destaca-se ainda que, segundo as definições adotadas pela Defesa Civil, “enchente” é um tipo de inundação, ou seja, não necessariamente são sinônimos. Segundo Castro (2003), *inundações* podem ser definidas como “um transbordamento de água proveniente de rios, lagos e açudes” e conforme sua evolução, são classificadas em:

- 1º) *enchentes* ou *inundações graduais*: quando as águas elevam-se de forma paulatina e previsível, mantendo-se em situação de cheia durante algum tempo e, em seguida, escoam-se gradualmente (normalmente são cíclicas e nitidamente sazonais);
- 2º) *enxurradas* ou *inundações bruscas*: provocadas por chuvas intensas e concentradas, em regiões de relevo acidentado, caracterizando-se por produzirem súbitas e violentas elevações dos caudais, os quais escoam-se de forma rápida e intensa;
- 3º) *alagamentos*: águas acumuladas no leito das ruas e nos perímetros urbanos por fortes precipitações pluviométricas, em cidades com sistemas de drenagem deficientes (fenômeno relaciona-se com a redução da infiltração natural nos solos urbanos) e
- 4º) *inundações litorâneas provocadas pela brusca invasão do mar*: caracterizam-se normalmente como desastres secundários, podendo ser provocadas por vendavais e tempestades marinhas, ciclones tropicais, trombas d'água e ressacas muito intensificadas. (IVIG, 2007)

Mendes *et al.* (2004) destaca que as catástrofes naturais têm provocado prejuízos humanos e materiais para os quais as vítimas não têm encontrado cobertura de seguros, dependendo, então, de contribuições dos governos nacionais ou internacionais para a reconstrução e reparação dos danos. Na tabela 5, abaixo, evidencia que a maior parte das inundações de 1973 à 2002, ocorreram em regiões que tem poucas condições de se adaptar às mudanças climáticas.

**Tabela 5. Número de Inundações por Região no período de 1973 a 2002**

Região	Número de Inundações entre 1973 e 2002	Porcentagem em relação ao Número Total de Inundações no Mundo entre 1973 e 2002
América do Norte	113	5,6%
América Central	100	4,9%
América do Sul	240	11,8%
Caribe	68	3,4%
Europa do Leste	92	4,5%
Europa do Norte	24	1,2%
Europa do Oeste	70	3,5%
Europa do Sul	73	3,6%
África Central	39	1,9%
África do Leste	136	6,7%
África do Norte	66	3,3%
África do Oeste	87	4,3%
África do Sul	28	1,4%
Ásia Central	337	16,6%
Ásia do Leste	173	8,5%
Ásia do Oeste	55	2,7%
Ásia do Sudeste	250	12,3%
Malásia	9	0,4%
Polinésia	1	0,0%
Austrália e Nova Zelândia	63	3,1%
Micronésia	2	0,1%
<b>TOTAL</b>	<b>2026</b>	<b>100%</b>

*Nota:* Inclui as inundações com um dos seguintes critérios: dez ou mais mortes, cem pessoas afetadas, pedido de assistência internacional.

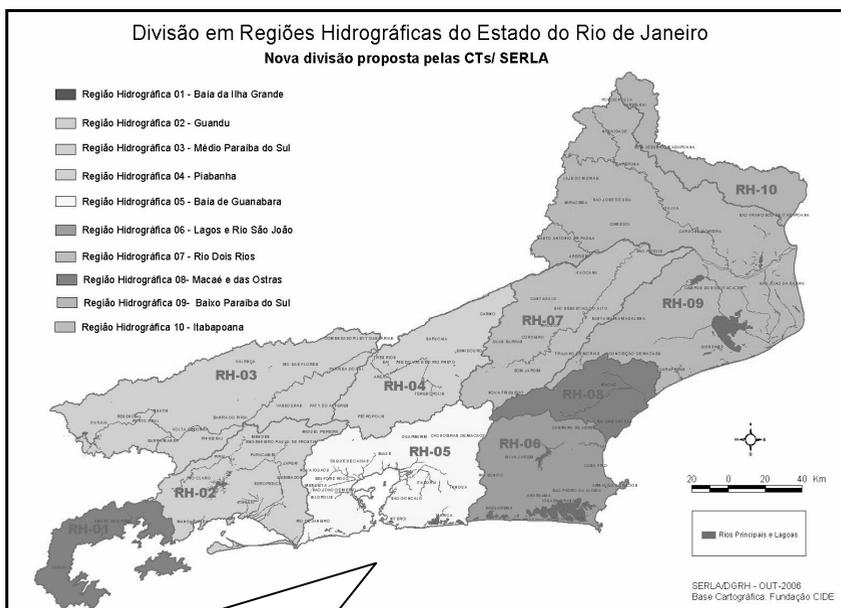
*Fonte:* MENDES *et al.* (2004).

Só na América do Sul foram registrados 240 eventos, representando o terceiro maior volume na amostragem. Recomenda-se que o estudo seja atualizado, incorporando graves e freqüentes inundações ocorridas recentemente no Brasil (4º trimestre de 2008), afetando dezenas de milhares de pessoas.

Segundo o relatório do IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima), divulgado no início de 2007, desde a *Terceira Avaliação* do IPCC, aumentou a confiança de que alguns *eventos extremos climáticos* se tornarão mais freqüentes, mais generalizados e/ou mais intensos durante o século XXI. Até meados do século, projeta-se que o escoamento anual médio dos rios e a disponibilidade de água aumentem em 10-40% nas altas latitudes e em algumas áreas tropicais úmidas e diminua em 10-30% em algumas regiões secas nas latitudes médias e nos trópicos secos, algumas das quais já sofrem atualmente de escassez de água. (IVIG, 2007)

No caso brasileiro é possível prever, segundo Piva (2007), que o aumento do nível do mar vai trazer grandes prejuízos ao litoral. Construções à beira-mar desaparecerão, portos serão destruídos, populações terão de ser remanejadas. Sistemas de esgoto precários entrarão em colapso. Novos furacões poderão atingir a costa do Brasil. As chuvas cada vez mais intensas vão castigar as cidades, com grande impacto social nos bairros mais pobres. Com temperaturas mais altas e extremas em curto período, mais doenças serão registradas.

No caso do Estado do Rio de Janeiro, diversas regiões podem ser classificadas como vulneráveis aos riscos e conseqüências dos eventos mencionados. Com objetivo de evidenciar o contexto, com relação à extensão geográfica, como as instalações industriais objetos do estudo de caso, estão localizadas na Baía de Guanabara, foi selecionada a Região Hidrográfica 05 (RH-05), destacada no mapa a seguir.



A Região Hidrográfica V (cinco) é composta pelos seguintes municípios: Belford Roxo, Duque de Caxias, Magé, São João de Meriti, Cachoeiras de Macacu, Guapimirim, Nova Iguaçu e Mesquita.

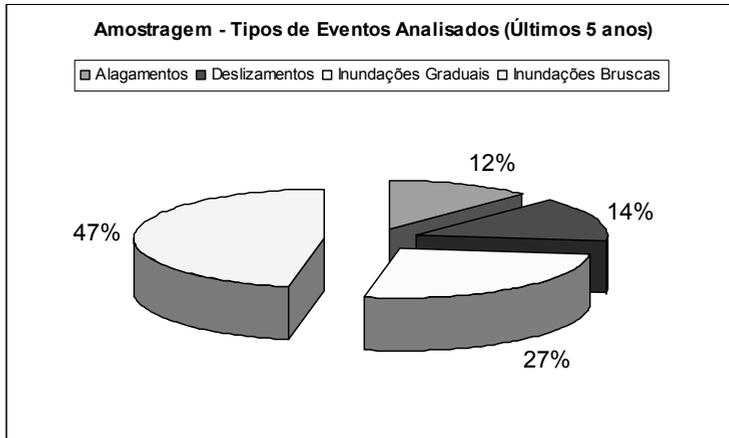
A RH-V (Baía de Guanabara) no período de 2000 a 2007 (não-disponível) apresentou a seguinte estatística de eventos hidrológicos extremos:

**Tabela 6. Eventos Hidrológicos Extremos e Danos Humanos na RH-V do Estado do Rio de Janeiro.**

Anos/Eventos	Inundação Brusca	Alagamento	Inundação Gradual	Pessoas Afetadas
<b>2000</b>	0	0	0	0
<b>2001</b>	1	1	0	4.792
<b>2002</b>	0	0	0	0
<b>2003</b>	2	2	0	8.511
<b>2004</b>	0	1	0	40
<b>2005</b>	1	0	0	28.475
<b>2006</b>	4	5	1	116.918

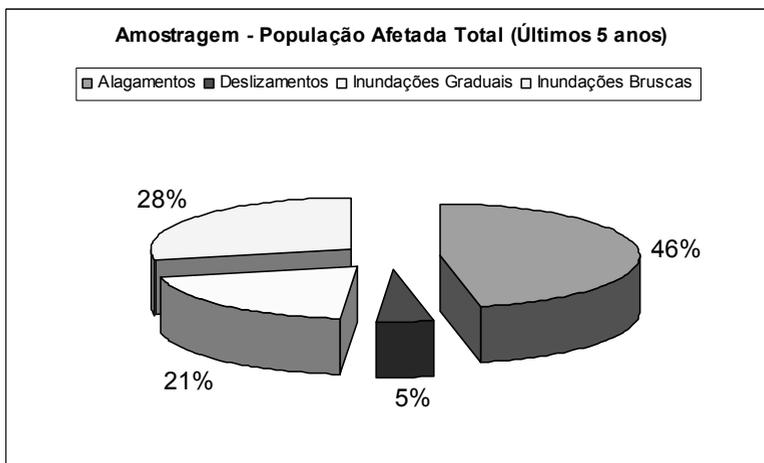
Fonte: Adaptado de IVIG, 2007.

Considerando a ocorrência destes eventos no Estado, percebe-se que correspondem a 86% dos desastres hidrológicos ocorridos no período de 2003 à 2007, como aparece na figura 14.



**Figura 14. Eventos críticos no Estado do Rio de Janeiro de 2003 a 2007 (out)**  
(Fonte: IVIG, 2007)

Da mesma forma, a figura 15 evidencia que no Estado, os alagamentos predominam como a principal causa de danos humanos.



**Figura 15. População afetada total no Estado do Rio de Janeiro (jan/2003 a out/2007)**  
(Fonte: IVIG, 2007)

Presume-se que as mudanças climáticas devem agravar os alagamentos em áreas urbanas, não só devido a problemas de aumento das precipitações, como devido à elevação do nível do mar, aumentando os riscos sociais e individuais que devem ser considerados por governos e seguradoras.

O Risco Social é definido por Almeida (2008) como aquele que a população está submetida por ano, sendo determinado pelo produto da frequência de ocorrência de determinado evento no ano, pela magnitude da ocorrência (consequência por evento), então:

**Risco Social = frequência × magnitude = eventos por ano × consequências por evento**

A probabilidade de cada evento equipara-se ao risco individual, definido por Almeida (2008) como:

$$\text{Risco individual} = \frac{\text{Risco social}}{\text{População}}$$

ou

$$\begin{aligned} \text{Risco individual} &= \text{Probabilidade de cada evento isolado} = \\ &= \frac{\text{Eventos por ano} \times \text{Consequências por evento}}{\text{Quantidade (de bens ou de pessoas)}} \end{aligned}$$

Os volumes de perdas econômicas, patrimoniais e de vidas humanas, conhecidas as frequências, poderiam ser utilizados como base para cálculos de riscos sociais e individuais de diversas naturezas, acompanhando-se, assim sua evolução e contribuindo para o planejamento da prevenção e da mitigação dos perversos efeitos destes eventos extremos hidrológicos.

### **3. POSSIBILIDADE DE CRIAÇÃO DE UM SEGURO ADICIONAL PARA ÁREA DE INUNDAÇÕES, A PARTIR DA ELEVAÇÃO DO NÍVEL DO MAR E DOS EVENTOS NATURAIS EXTREMOS EM CONSEQUÊNCIA DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS, EM PLANTAS BRASILEIRAS DE PETRÓLEO**

#### **3.1. Seguros Ambientais: fundamentos teóricos para precificação do risco**

O objetivo de um seguro ambiental para inundação, decorrentes de mudanças climáticas, sob o ponto de vista do segurado, deve ser a possibilidade de cobertura dos seus prejuízos, ou seja, pagando determinado prêmio, eventualmente poderá obter um benefício igual ao prejuízo evitado. Para Tucci (2007), os prejuízos por inundação podem ser:

- 1º) Danos físicos: separação e limpeza dos prédios, perdas de objetos como mobília, equipamentos, objetos decorativos, produtos armazenados e produtos em elaboração.
- 2º) Custos emergenciais: evacuação, recuperação, habitação provisória, acampamentos, alertas, dentre outros.
- 3º) Custos financeiros: interrupção do comércio e fabricação de produtos e lucros cessantes.

Sob o ponto de vista das seguradoras, o prêmio estimado deverá cobrir o custo médio dos sinistros, considerando a probabilidade de ocorrência destas perdas em um determinado período de tempo, além de cobrir seus custos de inspeção, gestão das apólices, despesas administrativas, gastos de gestão externa, impostos, lucros e juros.

O atendimento de ambos os objetivos permitirá a criação de um mercado para este tipo de produto, cujo ponto de equilíbrio (oferta = demanda) ainda não foi devidamente definido, nem teoricamente, devido às incertezas dos modelos de precificação ainda em desenvolvimento pelos pesquisadores e agências fomentadoras do tema, inclusive porque parte relevante dos prejuízos citados acima (Tucci, 2007), estão sendo suportados pelos governos, cuja publicidade e rigor dos controles nem sempre é tempestiva e satisfatória para os padrões científicos.

As características mais relevantes dos perigos naturais podem dar a noção das dificuldades que devem ser superadas para a sua precificação e adequação aos fundamentos dos seguros:

- imprevisibilidade;
- inevitabilidade;
- impossibilidade de influir sobre a natureza;
- um mesmo evento natural influencia vários riscos (vento x ondas geradas pelo vento; inundação x temporal que gera inundação); e
- acúmulo de danos: intensidade, extensão geográfica, concentração de valores e quantidade de seguros que a área contempla.

Quanto às características da previsão e da capacidade de evitar ou minimizar suas conseqüências, alguns estudos apontam para o desenvolvimento de sistemas de informações para prevenção de catástrofes hidrológicas naturais que incluem monitoramento meteorológicos e sistema de alerta para reduzir os danos pessoais decorrentes de inundações, antecipando o quanto for possível as providências da fase preventiva.

As revoltas da natureza, além de imprevisíveis e inevitáveis, não podem ser controladas pelos engenhos humanos. Os elementos naturais como a água, têm seu ciclo biogeoquímico pré-definidos por leis da física, independentes da vontade

humana, embora as ações antrópicas possam alterá-los significativamente, desequilibrando-os e agravando suas conseqüências.

Durante a avaliação dos parâmetros para a aceitação do risco, devem ser considerados que um determinado evento, como o vento, por exemplo, pode provocar danos próprios e danos decorrentes de ondas e temporais com os quais deve contribuir na sinergia existente durante estas revoltas da natureza.

A intensidade do evento adverso, a extensão geográfica que pode alcançar com seu vigor natural, a concentração de bens patrimoniais e de vidas que podem ser perdidas na região durante sua manifestação e a quantidade de pessoas com disposição para contribuir com um fundo para cobertura deste tipo de evento, influenciam diretamente no acúmulo de danos a que a seguradora estaria exposta e conseqüentemente na parcela do preço do prêmio que cobriria a aleatoriedade do evento no contrato de seguros.

O risco segurável deve, então:

- a) ser possível: segurar um risco impossível é admitir um contrato sem objetivo, ou seja, a probabilidade deve ser conhecida ou estimada;
- b) ser futuro: não pode ter ocorrido até o momento da celebração do contrato, é baseado em expectativas;
- c) ser incerto: o fato deve ser aleatório, a incerteza envolve a dúvida de quando poderia ocorrer e até mesmo se vai ocorrer ou não;
- d) ser involuntário: independe da vontade e ainda, inevitável e imprevisível;
- e) ser danoso: resultando em prejuízo econômico decorrentes da perda de vidas ou bens;
- f) ser mensurável: quantificação do prejuízo em moeda, diretamente relacionado com o valor atribuído às perdas prováveis pelo segurado e segurador.

A análise do risco natural, para convertê-lo em risco segurável, requer o conhecimento fundamental, de diversas variáveis econômicas, sociais e climáticas, que possam influenciar no seu agravamento.

### **3.2. Metodologias para Precificação dos Riscos Naturais**

Uma metodologia para a precificação de um seguro para riscos hidrometeorológicos deveria considerar, no mínimo, os elementos indispensáveis para a tomada de decisão da seguradora, no aspecto de analisar coerentemente a possibilidade de aceitação ou não da proposta, frente às variações climáticas que contribuem para a existência de um risco adicional, com forte característica de aleatoriedade.

Uma das maiores dificuldades deste trabalho foi obter informações organizadas e confiáveis sobre o monitoramento das ocorrências de enchentes em quantidade e abrangência, o monitoramento da vazão, volume e velocidade da elevação do nível das águas, dos danos provocados em cada área da costa e da bacia hidrográfica atingida, velocidade dos ventos, altura das ondas, dentre outros, que seriam indispensáveis para confirmar uma correlação entre eles, baseados em uma série histórica consistente e passível de verificação e comprovação científica multidisciplinar, permitindo, inclusive, a projeção dos prêmios de seguros para períodos futuros.

Diante deste cenário foi necessário adequar esta pesquisa às suas limitações de dados e reduzir seu escopo geográfico, temporal e metodológico, realocando os esforços para o estudo de uma possível combinação entre as metodologias de precificação e estatísticas já existentes, para, depois contribuir com uma proposta de formulação de uma metodologia específica para precificação de riscos hidrolimáticos.

Neste tópico estão expostos alguns estudos sobre precificação de riscos naturais que podem contribuir com esta pesquisa e com os avanços que se pretendem propor ao final, ao mercado de seguros.

### *3.2.1. Modelização da Sinistralidade Esperada*

A avaliação da importância que a sinistralidade decorrente de eventos hidrometeorológicos poderia ter sobre o risco de desequilíbrio do mercado segurador, tem sido uma preocupação dos especialistas do setor. Sinistralidade e solvência são as palavras chaves nesta modalidade de riscos irregulares e catastróficos. O texto a seguir foi baseado nos estudos realizados por Lopes (2007), cujos resultados muito podem contribuir com os objetivos desta pesquisa.

Preliminarmente Lopes explica que os Modelos de Experiência são muito utilizados. Baseiam-se nos acontecimentos passados, necessitam de quantidade suficiente de dados confiáveis para precificar o risco e ajustá-lo à realidade atual. Mas catástrofes naturais são eventos raros e seria preciso, então, utilizar os Modelos de Exposição, que utilizam informações científicas, parecer de especialistas e experiência de sinistros, para simulação computadorizada destes eventos durante vários anos ou séculos. Mas existem eventos que não podem ser simulados com suficiente rigor. Portanto, apesar dos grandes progressos tecnológicos e científicos, não é trivial a precificação de eventos futuros, para os quais não existe experiência acumulada, apenas alguns eventos reais e muitas estimativas e incertezas que podem não representar a realidade com a desejável precisão.

Uma motivação para o estudo do tema foi o aumento da Sinistralidade por Catástrofes Climáticas ocorrido nos últimos anos. A Sinistralidade é explicada pela forte correlação entre dois aspectos: o climático e o sócio-econômico, como exemplificado no Quadro nº 10 a seguir.

**Quadro 10. Exemplo de Motivação para Sinistralidade Climática**

Descrição	Exemplo
Aspecto Climático	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anos mais quentes da história climática: 2005, 1998, 2002, 2003 e 2004. <ul style="list-style-type: none"> <li>El Niño e La Niña</li> <li>Aumento da frequência de tempestades;</li> </ul> </li> <li>Aumento da temperatura dos oceanos (AMO) superior ao ciclo normal (em torno de 0,5°C, já tem efeitos destrutivos).</li> </ul>
Aspecto Sócio-econômico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Concentração de seguros em países com alta vulnerabilidade aos fenômenos climáticos (Estados Unidos = 43% prêmios do mundo) e cultura de seguros bem difundida</li> </ul>

Fonte: Adaptado de LOPES (2007).

Alterações na frequência e intensidade de eventos, contrariaram estatísticas com séries históricas de mais de 150 anos, como descrito por Lopes. Então a adoção e aperfeiçoamento do Modelo de Exposição parece ser uma relevante contribuição para o desenvolvimento do tema.

Lopes (2007), citando estudo de Zimmerli, 2003, afirma que o preço do seguro depende dos elementos essenciais da modelização de perigos naturais, que aparecem no Quadro 11, a seguir.

**Quadro 11. Fundamentos da Modelização dos Perigos Naturais**

Módulos	Exposição	Vulnerabilidade	Distribuição de valores	Condições de seguros
Elementos/ Fundamentos	Local, frequência e intensidade. Eventos históricos, conhecimento científico e forças naturais envolvidas.	Magnitude dos danos. Composição dos bens é agrupada em classes de riscos (edifícios, conteúdo, etc.)	Valor em cada local. Identifica áreas em que há acúmulo de riscos.	Proporção dos danos que podem ser segurados. Condições para participação em eventos sinistrais. (Nível de sinistralidade que não afetaria a solvência)

Fonte: Adaptado de LOPES (2007).

Os procedimentos para a modelização incluem, primeiro quantificar cada um dos módulos e depois realizar combinações, para efeito de avaliação dos sinistros. O

Resultado é a Sinistralidade Anual Esperada e a Medida dos Eventos Sinistrais Extremos, informações fundamentais para a decisão das seguradoras.

No quesito Exposição, fica evidente que o risco é influenciado pela frequência e intensidade dos eventos naturais e os locais que estão sujeitos à ocorrência. Mapas temáticos precisarão ser construídos com o fim específico de sobrepor frequência e severidade nos locais georreferenciados. Estes mapas de vulnerabilidades hidrológicas deveriam identificar a abrangência dos eventos bruscos e graduais de cada local, com a vazão e a velocidade da correnteza que provocam a inundação.

Na modelização, além da vulnerabilidade da exposição geográfica e climatológica, devem ser construídos mapas com a identificação da magnitude dos danos econômicos que o evento pode causar, de acordo com o nível da inundação ou alagamento. Os prejuízos, dependendo da profundidade do alagamento, podem atingir de forma diversificada bens tangíveis (bens patrimoniais: móveis, utensílios, equipamentos, edificações, produção industrial ou agropecuária, maquinário, arrumamento, etc.) ou bens intangíveis (acervo cultural, vidas, lucros cessantes, etc.), que devem ser agrupados e valorados em conjunto, segundo suas características e vulnerabilidade às perdas.

A Distribuição dos Valores envolve aspectos relacionados com a concentração de bens sob o mesmo risco em cada local. Deve-se conhecer qual a concentração de residências, industriais, produtos industriais ou agrícolas, lojas comerciais, áreas de lazer, etc. Assim será possível sobrepor estas informações sobre os demais mapas temáticos e evidenciar onde há acúmulos de riscos, ou seja, locais onde as perdas podem ser mais intensas.

As Condições Gerais do Seguro envolvem as condições em que a seguradora teria de assumir coberturas para os danos possíveis, considerando os eventos sinistrais prováveis. Envolve sua capacidade de assumir estes prejuízos sem afetar sua estabilidade financeira, sua solvência e sua lucratividade. Requer conhecimento sobre a capacidade financeira das pessoas sujeitas à vulnerabilidade hidrológica para constituírem um fundo comum, baseado no mutualismo, que comporte as perdas prováveis e os encargos ou emolumentos do prêmio de seguros.

Estudos adicionais precisarão ser feitos para comprovar:

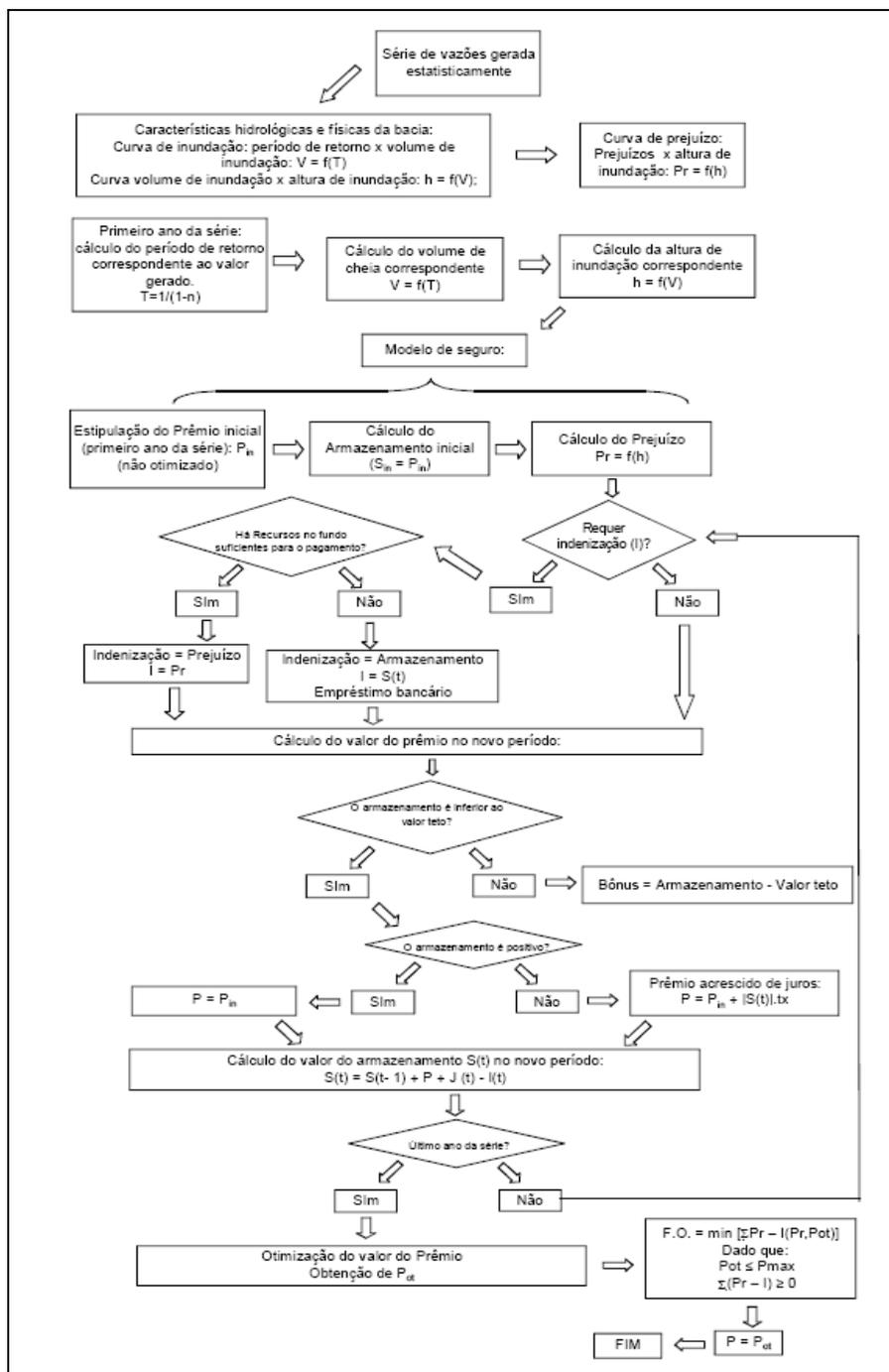
- 1º) a ocorrência de alteração da frequência e da intensidade dos eventos na região;
- 2º) a imprevisão e incerteza dos dados;
- 3º) o aumento dos sinistros atribuídos ao aquecimento global; e
- 4º) a dificuldade para explicar as tormentas sob o aspecto de sua variabilidade natural.

Os resultados destes estudos futuros podem contribuir com o estabelecimento de padrões para os danos que serão segurados e a exclusão de algumas coberturas para garantir a manutenção da capacidade indenizatória das seguradoras.

### *3.2.2. Modelização do Prejuízo por Nível de Submersão*

O texto a seguir foi baseado nos estudos realizados por Mediondo e Graciosa (2007), cujos resultados muito podem contribuir com os objetivos desta pesquisa.

Segundo Mediondo e Graciosa (2007), para a implantação de um seguro contra inundações seriam necessárias três etapas, esquematizadas na figura 16:



**Figura 16. Metodologia para Seguro por Inundação**  
(Fonte: Mediondo e Graciosa (2007))

- 1º) A primeira etapa consiste no conhecimento do comportamento hidrológico e hidráulico da bacia e de sua topografia, ou seja: regime de chuvas; probabilidade de ocorrência das precipitações; quantificação do processo pelo qual essas precipitações se transformam em escoamento superficial e em vazões no canal principal; relação entre a vazão escoada e o nível d'água no canal, e a relação entre o nível de submersão e a área inundada.
- 2º) A segunda etapa é a quantificação dos prejuízos para diferentes níveis de submersão;
- 3º) A terceira etapa refere-se à análise de viabilidade de implantação do seguro, por meio da simulação do comportamento do fundo, com base nas curvas de prejuízo estabelecidas e considerando diferentes faixas de cobertura.

Com base nessas premissas, Mediondo e Graciosa (2007), desenvolveram uma metodologia de integração entre curvas hidrológicas de previsão de vazões e curvas de prejuízo, a um modelo de seguro contra inundações, cujo algoritmo preliminar aparece na figura 16, e que foi posteriormente testada com dados de um estudo de caso na bacia do córrego do Gregório, na cidade de São Carlos-SP, localizada na região centro-norte do Estado São Paulo, a 240 km da cidade de São Paulo, Região Sudeste do Brasil. Talvez em estudos complementares o mesmo experimento pudesse ser realizado na Baía de Guanabara, foco do presente estudo, mas para o qual as informações abaixo descritas resumidamente, não foram disponibilizadas.

### **1. Curva de Inundação**

A curva de inundação relaciona o volume de inundação com o período de retorno. Então, Curva de inundação = Volume de inundação (V) x Período de retorno (T), ou seja, a curva de inundação é um ajuste Polinomial de V em função de T, assim:

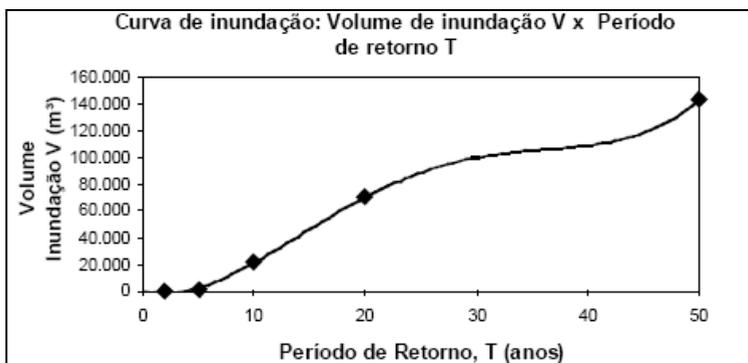
$$V = f(T)$$

Em que:

V = volume de inundação (m<sup>3</sup>),

T = período de retorno (anos).

Para a curva de inundação da figura 17, acima, os autores, com o auxílio do software IPHS1, baseado no método SCS (Natural Resources Conservation Service, 1986) para transformação chuva-vazão, simularam os hidrogramas correspondentes aos períodos de retorno.



**Figura 17. Exemplo de Curva de Inundação da Bacia do Gregório**  
(Fonte: Mediondo e Graciosa (2007))

Será necessário monitorar as intensidades de chuva com duração de uma hora, correspondentes aos períodos de retorno (T) estimados preliminarmente como, por exemplo, 2, 5, 10, 20, 50 anos (ou 100 anos, como nos estudos do IPCC já citados), Considerando que os hidrogramas são construídos a partir da fórmula da intensidade, desenvolvida por Barbassa (1991), citado por Mediondo e Graciosa (2007), e de informações sobre:

$i$  = intensidade de precipitação (mm/h);

$T$  = Período de retorno (anos);

$d$  = duração da chuva crítica (minutos).

Para o caso da inundação gradual ou brusca decorrente da elevação do nível do mar, será necessário estimar a intensidade, o período de retorno e a duração dos diferentes tipos de evento, para os diferentes tipos de relevo da costa brasileira.

## 2. Curva cota-volume de inundação

A curva cota-volume de inundação, na figura 18, reflete a relação entre volume e nível de inundação que foi simplificada admitida pelos autores, com os parâmetros  $a$  e  $m$  ajustados, para o córrego do Gregório. A curva é apresentada como:

$$V_T = a \cdot h_T^m$$

Em que:

$V_T$  = Volume de inundação correspondente ao período de retorno  $T$  (m³);

$h_T$  = Altura de inundação correspondente ao mesmo período de retorno  $T$  (m); e

$a$  e  $m$  = parâmetros próprios da bacia, ajustados empiricamente.

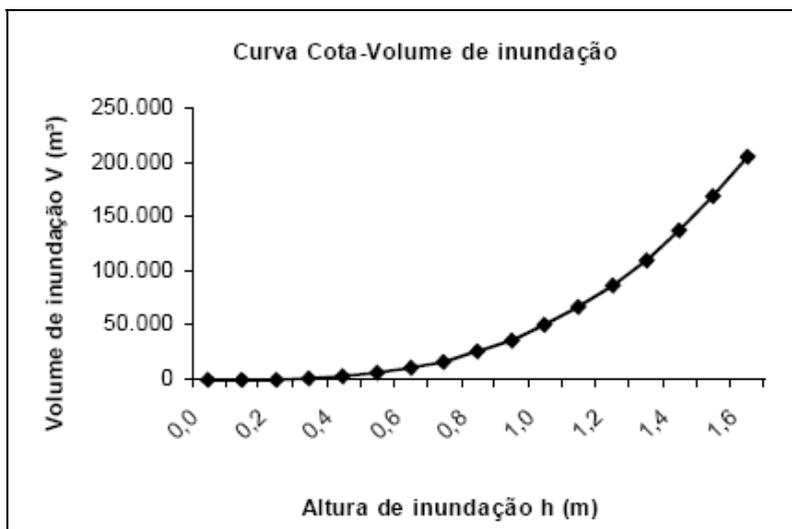


Figura 18. Exemplo de Curva cota–volume de inundação do córrego do Gregório  
(Fonte: Mediondo e Graciosa (2007))

### 3. Curva de prejuízo

Para a estimativa da curva de perdas monetárias x nível de inundação, os autores basearam seus estudos em eventos observados e entrevistas com os comerciantes locais, referenciados em outras pesquisas. A Curva de prejuízo estimada é expressa assim:

$$Pr = C_p \cdot h^m$$

Em que:

Pr = prejuízo financeiro causado pela inundação de altura  $h$ , expresso em Reais;

$h$  = altura de inundação (m);

$C_p$  e  $m$  = parâmetros ajustados empiricamente, como custo das perdas.

Para a região de estudo  $C_p$  e  $m$  foram ajustados em 500.000 e 1, respectivamente, ou seja, assumiu-se a simplificação de relação linear entre a altura de inundação e a perda financeira a ela associada.



**Figura 19. Exemplo de Curva de Prejuízo do córrego do Gregório**  
(Fonte: Mediondo e Graciosa (2007))

#### 4. Fundo do Seguro

O objetivo de simular o comportamento do fundo de seguro é avaliar sua viabilidade de implantação, por meio da otimização do valor do prêmio pago pelos segurados.

As séries históricas utilizadas para realizar as simulações foram geradas a partir de séries de números aleatórios com distribuição de frequência uniforme. A análise do fundo de seguro deve ser feita para outras distribuições, uma vez que a uniforme representa uma entre várias possibilidades de distribuição de valores em uma série. A bacia analisada não possui registro histórico suficiente para a geração de séries sintéticas utilizando modelos autoregressivos.

O armazenamento (acumulação) do fundo de seguro é expresso pela Equação:

$$S(t) = S(t-1) + P + J(t) - I(t)$$

Em que:

$S(t)$  = armazenamento de capital do fundo de seguro ao final do período  $t$ ;

$S(t-1)$  = armazenamento de capital do fundo de seguro ao final do período  $t-1$ ;

$P$  = prêmio a ser pago pelo segurado;

$J(t)$  = juros capitalizados pelo fundo de seguro;

$I(t)$  = extração do fundo para pagamento de indenizações.

O valor dos juros  $J(t)$  é calculado anualmente sobre o saldo ao final do ano anterior:

$$J(t) = S(t-1) \cdot d$$

Em que:

$d$  = taxa de juros adotada.

O limite de indenização ( $I$ ) é o máximo armazenamento  $S(t)$ . Valores inferiores a este máximo serão cobertos integralmente, e valores superiores, levarão o fundo a contrair empréstimos bancários e alteração dos valores dos prêmios seguintes até o pagamento da dívida e recuperação do capital do fundo. Armazenamentos superiores a este limite podem ser revertidos aos segurados em forma de bônus, ou de investimentos em segurança no sistema de drenagem, com conseqüente diminuição do valor do prêmio.

### 5. Otimização

O prêmio otimizado é obtido pela minimização da diferença entre perdas e indenizações. A otimização consiste, portanto, em encontrar o melhor valor de prêmio otimizado ( $P_{ot}$ ) que atenda à seguinte função objetivo e restrições:

$$F.O. = \min [\Sigma(Pr - I(Pr, P_{ot}))]$$

Dado que

$$\begin{aligned} P_{ot} &< P_{\max} \\ \Sigma(Pr - I) &\geq 0 \end{aligned}$$

Em que:

$P_{ot}$  = Prêmio otimizado (R\$);

$P_{\max}$  = Máximo valor de prêmio que a massa segurada se dispõe a pagar (R\$);

$Pr$  = Prejuízo financeiro causado pela inundação de altura  $h$ , expresso em Reais;

$I$  = Indenização (R\$) =  $f(Pr, P_{ot})$

As simulações foram feitas para diferentes séries históricas ou cenários, gerados estatisticamente, considerando diferentes valores de  $P_{\max}$ , ou faixas de cobertura. O melhor valor de  $P_{\max}$  foi aquele em que o fundo foi capaz de cobrir integralmente os prejuízos, sem se endividar.

### 6. Resumo da Análise dos Cenários

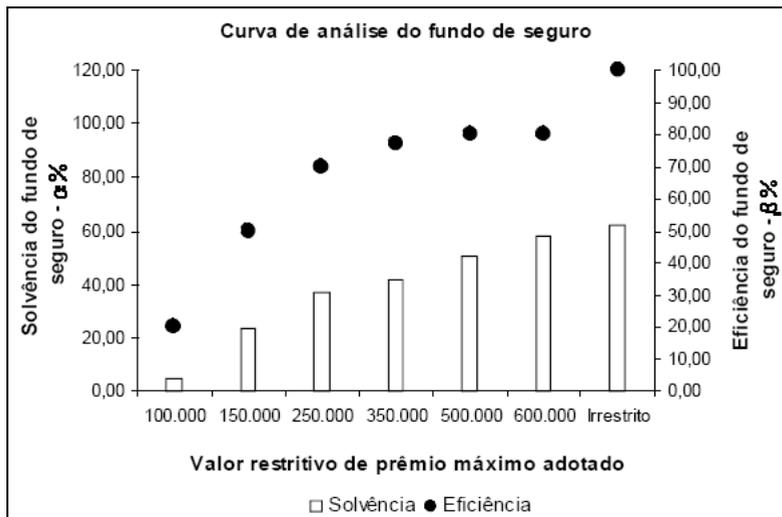
Mediondo e Graciosa (2007), depois de testarem resultados para dezenas de cenários para Prêmios anuais otimizados (considerando diferentes prêmios máximos e distribuição probabilística uniforme das vazões geradas), concluíram que:

A solvência é uma importante característica do fundo de seguro. Consiste na diferença entre o prêmio inicial e o prêmio ótimo médio de todos os cenários. A análise da solvência para diferentes cenários e diferentes faixas de cobertura é um dos indicadores da viabilidade de implantação do seguro. Pode ser um indicativo do lucro possível ou de acúmulo de capital que poderá ser revertido aos segurados em forma de bônus diretos ou de melhorias na segurança, com redução do valor do prêmio a ser pago. Observa-se que, dentre as situações analisadas, a maior solvência foi obtida para a situação de prêmio máximo irrestrito.

O coeficiente de solvência ( $\alpha$ ), eixo esquerdo das ordenadas da figura 20 abaixo, é dado pela diferença entre o prêmio inicial e o prêmio otimizado médio, dividido pelo prêmio inicial. É um valor em porcentagem, e pode ser superior a 100%. A solvência é indicativa do lucro viável do fundo de seguro e é dada em função do valor do prêmio cobrado dos segurados. O valor inicial foi estipulado como o valor máximo que a massa segurada se dispõe a pagar. No caso de prêmio irrestrito, adotou-se o valor máximo das demais simulações. Observa-se uma tendência crescente no coeficiente de solvência à medida que aumentam os prêmios máximos a que a massa segurada se dispõe a pagar, ou seja, quanto maior o prêmio, maior a solvência.

O coeficiente de eficiência ( $\beta$ ), representado no eixo direito das ordenadas da figura 20 abaixo, é a razão entre o número de cenários favoráveis e o número total de cenários. Ele varia de 0 a 100%, e é expresso pela Equação

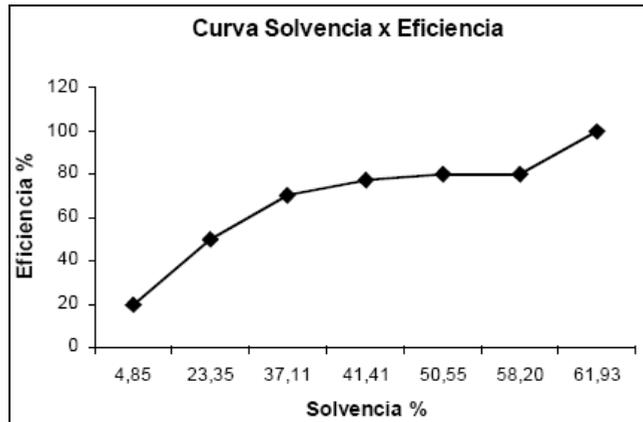
$$\beta = \frac{\text{n}^\circ \text{ cenários favoráveis}}{\text{n}^\circ \text{ total cenários}} \cdot 100\%$$



**Figura 20. Exemplo de Curva de Análise de um Fundo de Seguros para o côrrego do Gregório**  
(Fonte: Mediondo e Graciosa (2007))

Cenários favoráveis são aqueles em que o valor do prêmio inicial (não otimizado) é maior que o valor do prêmio otimizado.

Plotando eficiência contra solvência obtêm-se uma curva característica do fundo de seguro. Esta curva é reflexo direto de todos os parâmetros adotados nas curvas anteriores, e, a partir dela, pode-se analisar e definir o tipo de seguro que se pretende implantar.

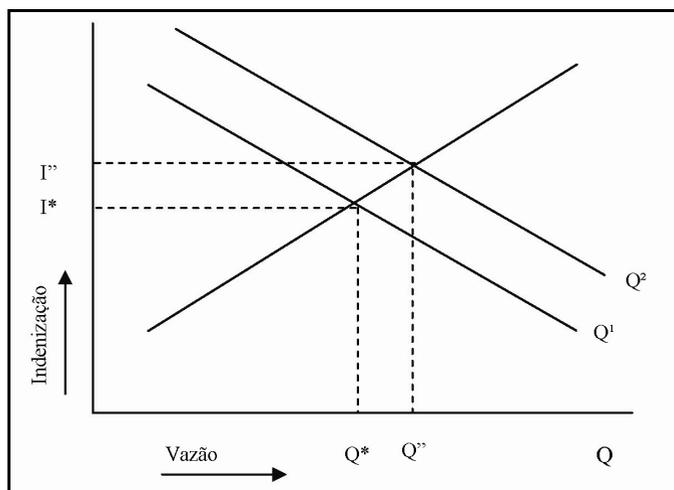


**Figura 21. Exemplo de Curva de Solvência x Eficiência para o córrego do Gregório**  
(Fonte: Mediondo e Graciosa (2007))

Nos estudos desenvolvidos por Mediondo e Graciosa (2007), para obtenção de uma integração entre o modelo de seguro com as vazões de alerta para inundações, pode-se concluir que, quando a vazão mais característica ( $Q^*$ ) atinge determinado valor (no caso estudado,  $60 \text{ m}^3/\text{s}$ ), inicia-se o processo de transbordamento e conseqüente inundação. A partir daí é simulado o modelo de seguro.

Na prática, interessa conhecer como a variação dessa vazão característica ( $Q^*$ ), a partir da qual serão computadas perdas indenizáveis, influencia o fundo de seguro. Intuitivamente, pode-se concluir que, quanto maior  $Q^*$ , menor será sua probabilidade de ocorrência, e, portanto, menores serão os custos de indenização acumulada de um seguro implantado com base nessa vazão. À medida que a vazão característica decresce, o fundo se torna “menos tolerante”, iniciando o processo de indenização para vazões menores e, portanto, mais freqüentes e, neste caso, a indenização acumulada será superior.

Então, segundo Mediondo e Graciosa (2007), a probabilidade de ocorrência de vazões muito acima da vazão  $Q^*$  (característica) é muito pequena e neste cenário, as indenizações são mínimas. Ao contrário, as probabilidades de ocorrer vazões abaixo do  $Q^*$  são maiores, desenhando cenários em que as indenizações são menores, apesar de mais freqüentes, acumulando valores relevantes. O desafio está em conhecer até que limite de vazão o fundo de seguro continua solvente, eficiente e estável, o que depende invariavelmente dos aspectos regionais.



**Figura 22. Exemplo de Curva Vazão de Alerta x Indenização no Contexto do Fundo de Seguros**

(Fonte: Elaboração própria, adaptado de Mediondo e Graciosa (2007))

A Figura 22 é uma forma de representar graficamente a tolerância do fundo à vazão, e demonstrar como a indenização ( $I$ ) (variável de resposta) reage diante da vazão ( $Q$ ) (variável observada). Considera-se que estas análises são necessárias, mas não suficientes para a implantação do seguro sugerido, cujas premissas incluem estudos específicos para cada bacia hidrológica.

Como visto, os resultados apresentados por Mediondo e Graciosa (2007), que também tiveram restrições e limitações na obtenção de informações, além das dificuldades inerentes à captação da disposição à pagar pelo prêmio máximo, trouxeram uma contribuição relevante para os estudos ainda incipientes sobre seguros para mudanças climáticas.

Presume-se que as inundações sejam aumentadas em frequência e severidade por conta das alterações climáticas que estimularão a elevação do nível do mar. Uma das conseqüências trata, justamente da intrusão de água salina na região costeira e das dificuldades que os rios podem ter em desaguar no mar devido à resistência adicional das ondas e ventos. Assim as inundações ou alagamentos graduais, que têm caráter temporário atualmente, poderiam passar para um caráter mais permanente, acima de  $Q^*$  (característico), chegando, lentamente, em  $Q''$ . Resta avaliar o prazo em que estes efeitos afetarão o equilíbrio do fundo de seguros, para, então, prever quando o modelo de precificação deveria alterar a curva de vazão x indenização de  $Q^1$  para  $Q^2$ .

As inundações bruscas, atualmente ainda raras, teriam suas probabilidades de ocorrência agravadas e conseqüentemente o fundo de seguros sofreria muito mais

resgates de valores para pagar indenizações, cada vez em maiores valores e frequências. Neste caso a alteração de  $Q^*$  para  $Q''$  deveria ser prevista com muita antecedência, apesar das incertezas, pois as indenizações seriam aumentadas abruptamente, alterando a dinâmica do modelo.

Em qualquer das hipóteses, as vazões de alerta, devido às mudanças climáticas, passariam de  $Q^*$  para  $Q''$  e as indenizações passariam de  $I^*$  para  $I''$ , cuja diferença representaria o valor adicional da sinistralidade, decorrente do aquecimento global. Então, o Valor Esperado do Risco deveria considerar em sua composição as perdas adicionais, estimadas em função das vazões de alerta para inundações graduais ou bruscas.

$$\text{Valor esperado do risco adicional} = P'' \times E''(S)$$

Onde:

Valor Esperado do Risco Adicional = Grau adicional de Exposição da Seguradora ao risco

$P''$  = Probabilidade adicional de ocorrer o sinistro (frequência relativa, acima da normal)

$E''(S)$  = Valor esperado dos prejuízos adicionais (valor médio dos sinistros)

$$E''(S) = \text{Valor esperado dos prejuízos adicionais} = \frac{\text{Valor das indenizações adicionais totais, ou seja, } I''(-)I^*}{\text{Quantidade adicional de casos (sinistros) ocorridos}}$$

### 3.2.3. Modelização para Avaliação dos Danos Causados pelas Enchentes

O texto a seguir foi baseado nos estudos realizados por Tucci (2007), cujos resultados muito podem contribuir com os objetivos desta pesquisa.

Preliminarmente fica evidente a preocupação do autor com a viabilidade econômica de um seguro que cubra prejuízos decorrentes de inundações. Aborda que o sistema deve considerar a atratividade para os proprietários e empreendedores, que consideram que o custo evitado com a reconstrução deve ser comparado com sua disposição a pagar pelo seguro.

Se os proprietários não tiverem conhecimento de sua exposição ao risco, podem entender que o valor do prêmio não é justo. Portanto o critério para a distribuição do risco deve considerar que aqueles que ocupam áreas de maior risco devem pagar mais do que aqueles que ocupam áreas menos arriscadas. Tal procedimento, inclusive, poderia inibir a ocupação de áreas de alto risco de inundação.

Citando Simons *et al.* (1977), Tucci afirma que os métodos mais utilizados para avaliação dos danos causados pelas enchentes são:

- a) Curva nível-prejuízo;
- b) Curva de prejuízo histórico; e
- c) Equação de dano agregado.

As variáveis adotadas em cada um dos métodos suas dinâmicas serão abordadas nos tópicos seguintes.

### **7. Curva nível-prejuízo**

O método consiste na determinação da curva que relaciona prejuízos e probabilidade ou tempo de retorno, cuja construção depende da obtenção dos seguintes elementos:

- I. Curva de descarga: relação entre vazão ( $m^3/s$ ) e o nível da água (m) na seção de medição.
- II. Curva de probabilidade de vazões máximas: relaciona o risco de ocorrência das inundações ou tempo de retorno (probabilidade), com as vazões que poderiam provocar as enchentes.
- III. Curva de prejuízo versus nível de inundação: relaciona os prejuízos provocados por cada nível de água na seção de medição.

Especial destaque foi atribuído para a importância de se conhecer a relação entre nível e prejuízo, cujo principal componente é o cadastramento de ocupação do território e a estimativa de prejuízos para os diferentes tipos de ocupação (residencial, industrial, comercial, agro-pastoril, etc.).

Para cada tipo de ocupação seria necessário levantar a relação profundidade x dano, para as diferentes áreas da cidade, através de amostragem. Assim seria possível fazer uma avaliação global. No caso dos empreendimentos, talvez seja possível que possam levantar seus próprios prejuízos potenciais para cada nível de água, contribuindo para o aperfeiçoamento do cadastramento, base para a formação do desejável prêmio justo.

Foram apresentados dois exemplos com três diferentes estimativas da percentagem de dano frente à profundidade da água, para construções residenciais padrões, com um ou dois pavimentos. Um resumo parcial dos resultados aparece no quadro 12, no qual o dano está relacionado com o valor total do patrimônio (estrutura e bens).

**Quadro 12. Exemplos de relações entre Profundidade e Dano**

Profundidade da água a partir do piso (em metros)*	% de danos sobre o valor total**	
	Casa de um pavimento	Casa de dois pavimentos
-0,30	0 à 3	0 à 3
0,00	4 à 8	5 à 6
0,30	10 à 28	8 à 18
0,60	20 à 40	11 à 24
1,50	33 à 53	20 à 41
2,70	40 à 71	25 à 56

Notas: \*Apenas algumas profundidades;\*\*aproximações foram necessárias.

Fonte: adaptado de TUCCI, 2007.

Percebe-se que os percentuais de danos começam a se distanciar a partir da profundidade zero, provavelmente devido ao menor acúmulo de bens no piso da casa com dois pavimentos.

Conhecidas a probabilidade através da curva de probabilidade de vazões máximas e o prejuízo, através da curva de prejuízo versus nível de inundação, pode-se construir uma nova curva, denominada Curva Prejuízo x Probabilidade, que evidenciará o custo médio da inundação na área estudada.

### **8. Curva de prejuízo histórico**

Esta metodologia, segundo Tucci, apresenta algumas limitações, justamente porque baseia-se em dados históricos, que podem ou não se repetir nas mesmas proporções, dependendo do intervalo temporal entre cada repetição de eventos semelhantes. Relaciona o prejuízo de cada evento com os níveis máximos de profundidade observados. Parece que para se aperfeiçoar precisa evoluir na manutenção de cadastros atualizados, que forneçam informações sobre: crescimento e mudança do uso do solo na região, montante dos prejuízos anteriores que foram repostos, atualização dos valores históricos e manutenção do critério de avaliação de prejuízos que garanta a comparabilidade.

### **9. Equação de dano agregado**

Tucci afirma que esta equação se baseia no crescimento linear entre dano e nível médio de inundação, sendo composta pelas seguintes variáveis:

$$Cd = Kd \cdot h \cdot y \cdot M \cdot U \cdot A$$

Onde:

$Cd$  = dano total para um evento

$Kd = \frac{\partial D}{\partial y}$  = um índice de dano de enchente, em unidades monetárias por unidade de profundidade

$D$  = Dano

$y$  = profundidade

$h$  = profundidade média da inundação

$M$  = índice de valor de mercado de desenvolvimento da área de inundação, em unidade monetária por unidade de desenvolvimento

$U$  = proporção de ocupação, ou seja, área de inundação desenvolvida pela área total inundada

$A$  = área total de inundação

A maior parte das variáveis deve ser definida em função das características locais e em função do tempo. Tucci, com base em estudos desenvolvidos por Kates (1965) afirma que o modelo deve considerar o crescimento urbano, a bacia hidro-lógica e os limites das áreas de inundação em função do tempo, as projeções e cenários para diversas hipóteses de crescimento ou desenvolvimento local.

Ao concluir, esclarece que medidas de controle estruturais e não-estruturais podem reduzir os prejuízos esperados e a desaceleração do crescimento frente às inundações. Assim, somente os prejuízos residuais, após a implantação das medidas de controle das inundações, precisarão ser fruto de cobertura por seguros, cujo valor do prêmio se reduzirá na mesma medida em que os investimentos em controle de inundações apresentarem efetividade nos resultados.

#### 3.2.4. *Crítérios para o estabelecimento de uma Reserva Técnica para Riscos Ambientais Hidrológicos Extremos*

As provisões técnicas foram concebidas conceitualmente para os chamados riscos ordinários, para os quais todos os elementos essenciais dos seguros podiam ser identificados e mensurados, os prêmios calculados com precisão e as reservas para riscos não expirados garantiam as coberturas oferecidas. A evolução tecnológica, a expansão dos mercados e a globalização da economia acabaram por compelir as empresas seguradoras para o enfrentamento dos riscos extraordinários, que, segundo Souza (2001), não se submetem a uma regularidade estatística, por serem tão incontroláveis e imprevisíveis, reduzindo sobremaneira ou, mesmo, anulando as chances de se encaixarem nos planos de seguros então disponíveis.

Os seguros desta natureza, quando contratados, precisam de condições especiais, contendo, inclusive cláusulas detalhadas sobre os riscos associados que serão excluídos da cobertura principal. É o caso de alguns seguros ambientais, como afirma Souza (2001) que excluem a poluição gradativa, cobrindo, apenas os eventos súbitos de poluição brusca. Destaca, no entanto, que a possibilidade de receber uma sobretaxa no prêmio tem contribuído para que algumas empresas aceitem coberturas para riscos potencialmente catastróficos, como no caso das guerras e das usinas nucleares. Nestes casos, a constituição de reservas técnicas

não cobriria o sinistro máximo provável e a aceitação do risco só se viabilizaria mediante operações de pulverização como cosseguro e resseguro.

Mesmo diante da possibilidade de obter ganhos relevantes diante da baixa frequência dos sinistros catastróficos, uma Reserva para Riscos Hidrológicos Extremos deve considerar a acumulação de riscos na mesma região, pois anula a vantagem da lei dos grandes números. Há também as dificuldades da ciência explicar a variabilidade, intensidade, magnitude e abrangência de eventos naturais, dificultando a utilização dos modelos de experiência de precificação e de ruína mais tradicionais.

### **3.3. Provisões Técnicas e Mecanismos de Pulverização para riscos não expirados**

O fundo de seguros formado pela massa de prêmios pagos pelos segurados não pode ser consumido livremente pela seguradora enquanto couber a ela a obrigação de cobrir eventuais prejuízos futuros. Assim, partes destes prêmios devem ser reservadas para garantir os riscos ainda não decorridos, em função da apólice vigente.

O termo reservas (ou provisões) técnicas é utilizado para definir os valores calculados pelo segurador, com base nos prêmios de seguros, para garantia dos pagamentos eventuais de indenizações sobre riscos vigentes, ou seja, ainda não expirados.

Esses compromissos futuros podem corresponder a valores já conhecidos ou, como acontece na maioria das vezes, corresponder a estimativas. Dessa forma, o cálculo das provisões técnicas deve ser feito necessariamente por um atuário, que é o profissional que estabelece os limites de segurança na gestão de riscos a partir do uso das teorias financeiras e das probabilidades.(FERREIRA, 2007)

Os desafios que devem ser superados estão diretamente relacionados com a incerteza que impede a gestão dos riscos naturais e dificulta o cálculo de uma reserva específica.

Os valores calculados a este título devem ser investidos em ativos de diversas naturezas e prazos, teoricamente compatíveis com as condições das apólices negociadas pela seguradora, que produzam rendimentos financeiros e contribuam para a formação do resultado global da empresa.

Segundo Contador (2007), em muitos casos o resultado das operações próprias (resultado industrial) é negativo, compensado pelo resultado financeiro da carteira de reservas, indicando que uma gestão responsável dos recursos das reservas pode influir consideravelmente na rentabilidade, solvência e liquidez da empresa seguradora.

Numa análise realista das provisões técnicas deve-se, também, considerar a rentabilidade dos ativos existentes na carteira, no lugar de se utilizar a taxa de juros definida na Nota Técnica do produto. Ou seja, uma análise realista das provisões técni-

cas requer necessariamente um estudo do tipo ALM (*asset liability management*) que permite avaliar de forma conjunta a adequação dos ativos aos compromissos futuros das empresas para com os seus clientes. Com isso, as provisões realistas podem ser superiores ou inferiores às provisões legais. (FERREIRA, 2007)

A catástrofe é um evento com alta sinistralidade (raramente mensurável) e de esparsa ocorrência. Em face disso, mesmo que haja reserva para catástrofes, a seguradora pode ser surpreendida por uma sinistralidade maior do que suas provisões suportam. Isto é uma verdade ainda mais presente nos dias de hoje, quando vemos que o aquecimento global tem aumentado o número de eventos catastróficos climáticos. Em face da alta competitividade no mercado de seguros, onde é impraticável, na atualidade, a adequação de preços à tal realidade, podemos entender que o risco de insolvência realmente é presente. (LOPES, 2007)

Provavelmente a Reserva para Riscos Hidrológicos Extremos que precisará ser constituída para fazer frente a inundações meteorológicas ou decorrentes da elevação do nível do mar, não possa se submeter, somente, ao regime de competência do prazo de vigência da apólice ou de exposição ao risco. Além desta parcela de curto prazo, incidente sobre os prêmios, uma outra parcela adicional, deve ser acumulada por um longo prazo para atender as sinistralidades cujas magnitudes são desconhecidas e contribuir com a redução do risco da insolvência de seguradoras. Parece que será necessário constituir esta parcela adicional de reserva de longo prazo para garantir a liquidez mesmo diante do impacto financeiro provocado pelo excesso de danos.

As reservas para catástrofes e reservas para contingências deverão ser redimensionadas em volume e prazo pois os efeitos de catástrofes naturais podem perdurar por vários anos, devido as possíveis dificuldades dos governos na recuperação de estradas e demais infraestruturas, das quais a reconstrução ou recuperação das propriedades e empreendimentos particulares dependem. Ao elaborar as cláusulas especiais do contrato de seguros para riscos decorrentes de mudanças climáticas, a seguradora deve procurar se proteger desta variável de resposta governamental ao risco, sobre a qual não tem gerencia mais tem dependência.

Segundo Lopes (2007) o resseguro é uma forma de limitar a exposição a riscos climáticos, acima do volume esperado, pois a seguradora transfere parte deste risco (excesso de danos por evento ou excesso de sinistro por período) para uma resseguradora. Citando Ferreira, acrescenta que os desvios de sinistralidade não serão anulados mais poderão ser atenuados de forma que o segurador possa suportá-los com as suas próprias reservas, ou seja, o resseguro não é garantia absoluta contra a ruína, mas atenua tal possibilidade.

A figura 23 a seguir mostra como o esquema de pulverização de riscos funciona através dos mecanismos de cosseguro, resseguro e retrocessão.

### Visão Esquemática da Transferência do Risco



**Figura 23. Exemplo de Esquema de Pulverização de Riscos**  
(Fonte: Ferreira (2000))

O resseguro é um dos principais instrumentos de transferência de risco da seguradora, contribuindo sobremaneira para a homogeneização dos seus riscos. (FERREIRA, 2005)

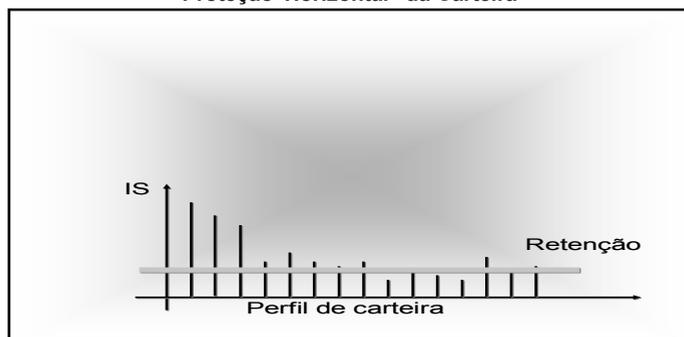
Quanto mais resseguros forem utilizados para transferência de riscos, mais aumenta a capacidade de aceitar novas operações e manter-se enquadrada nos limites que relacionam prêmios retidos com o patrimônio líquido ajustado.

As principais funções das transferências, citadas por Ferreira (2000), são:

*1 - Diluição do risco ou estabilização das perdas (ver figura Proteção “Horizontal” da Carteira)*

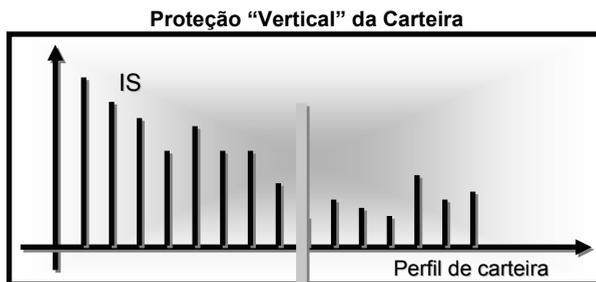
A transferência ajuda a funcionar a Lei dos Grandes Números de duas formas: (i) ao ceder “Pontas” de riscos, o segurador estabiliza o seu sinistro médio; e (ii) ao trocar “Pontas” de riscos, o segurador aumenta o tamanho de sua carteira (inclusive geograficamente), além de estabilizar o sinistro médio. (Cosseguro)

### Proteção “Horizontal” da Carteira



## 2 - Proteção contra catástrofes (ver figura Proteção “Vertical” da Carteira)

Eventos envolvendo perdas num grande número de riscos na carteira.



## 3 - Aumento da Capacidade de Operação

A nível de risco (grandes riscos): Torna possível a aceitação, de forma automática, de riscos maiores que a capacidade de retenção da seguradora.

A nível de carteira: Aumenta a capacidade legal de retenção de prêmio

## 4 - Assistência de “Underwriting”

Para pequenas empresas ou empresas iniciando operações num ramo, o ressegurador pode dar valioso apoio às atividades de “underwriting”, tarifação, e até mesmo a certas atividades operacionais específicas (vistorias, regulação, etc.)

O resseguro e a constituição das provisões técnicas específicas pretendem ser fatores de redução da possibilidade insolvência das seguradoras, visto que garantem cobertura para os riscos assegurados. No entanto, são fortemente, porém não exclusivamente, baseadas em eventos e probabilidades ocorridos no passado, dependendo, portanto, de aperfeiçoamento na metodologia de cálculo, para atender, também, aos eventos futuros decorrentes das mudanças climáticas desconhecidas.

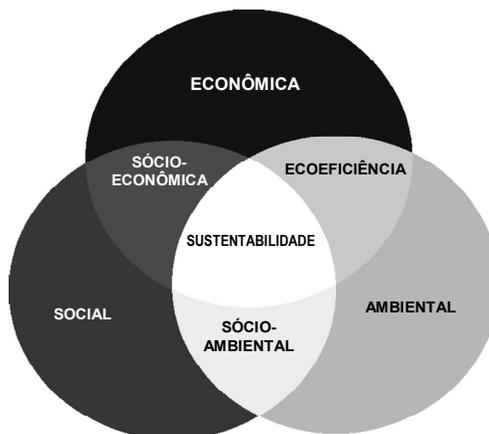
A criação de um seguro para eventos climáticos extremos requer estímulos à pesquisa multidisciplinar para permitir os avanços nas metodologias de mensuração dos prêmios e das provisões e requer, sobretudo, avanços na regulação técnica através de instrumentos de comando e controle que orientem os registros e contenham a comercialização de produtos sem base científica consistente. Adicionalmente, instrumentos normativos poderiam ser criados para exigir de empresas e governos ações efetivas para reduzir suas exposições aos riscos hidrometeorológicos.

### 3.3.1. Perfil dos Investimentos das Seguradoras

As seguradoras são investidores institucionais nos mercados financeiro e não-financeiro, onde aplicam os valores correspondentes as suas provisões técnicas e

os saldos de seus fluxos de caixa ou capital de giro disponível. A recente crise no mercado financeiro mundial, desencadeada pelos problemas com títulos imobiliários nos Estados Unidos, afetou a rentabilidade de vários destes investimentos obrigatórios ou facultativos e alterou o equilíbrio financeiro de várias instituições, inclusive grandes companhias seguradoras, cujas carteiras de investimentos pareciam ter menos diversificação do que o recomendado nas normas brasileiras.

Seria recomendável que o modelo de decisão de investimentos das seguradoras incluísse a diversificação em relação às atividades econômicas (indústria, comércio, serviços), observando, sempre, se as empresas investidas estão com saúde financeira e operacional, assim como incluísse a variável socioambiental como um das condições para a escolha destes investimentos. Em outras palavras, praticar e estimular os princípios da sustentabilidade empresarial, atribuindo às dimensões econômica, ambiental e social e suas interseções, destacadas na figura n.24, o mesmo peso relativo durante suas análises de riscos.



**Figura 24. Sustentabilidade Empresarial**

### **3.4. Limitação da Exposição às Perdas e a Solvência das Seguradoras: um equilíbrio que não deve ser perturbado**

As reservas técnicas sejam de riscos ordinários ou extraordinários, obrigatoriamente serão constituídas e os investimentos de suas coberturas serão aplicados em ativos de liquidez variada, segundo as normas nacionais em vigor.

Porém, independentemente das normas que regem a matéria, as seguradoras, aos selecionarem os tipos de ativos que vão adquirir para garantir suas atividades, deveriam levar em consideração, não só a sua necessidade de solvência, como as questões de sustentabilidade que envolvem os investimentos que realizará, ou seja, abrangência social, ambiental e econômica.

As seguradoras, de acordo com as normas em vigor, devem dirigir seus investimentos para ativos que tenham liquidez, rentabilidade, solvência e segurança, de forma a garantir as operações de cobertura dos riscos que contratar.

Na seleção destes investimentos, alguns quesitos devem ser considerados, como por exemplo, a diversificação, a dimensão e caracterização dos mercados onde estes ativos são negociados e o desempenho social, econômico e ambiental das empresas que lhes dão lastro.

Assim, na composição de seu portfólio de aplicações, para cobertura das reservas técnicas, as seguradoras devem ponderá-los, diversificando, nos seguintes segmentos: imóveis, ativos de renda fixa e ativos de renda variável.

Os recursos aplicados em imóveis devem obedecer aos requisitos de excluir os localizados em área rural, ou seja, limitam-se, basicamente, aos imóveis urbanos ou quotas de fundos de investimento imobiliário.

As aplicações em renda fixa incluem títulos públicos, letras de câmbio e hipotecária, certificados de depósito bancário, debêntures, quotas de fundo de investimento, depósito de poupança, dentre outros, com taxas pré ou pós-fixadas.

O segmento de renda variável comporta, principalmente, títulos, ações e fundos negociados em bolsa de valores e mercado de balcão, cuja valorização depende das negociações diárias.

Presume-se que, além de atender aos critérios de segurança, rentabilidade, solvência e liquidez, os investimentos devem ser geridos de modo que lhes sejam garantidos:

- I. elevados padrões éticos; e
- II. as especificidades da entidade, tais como as características de suas obrigações, com vistas à manutenção do necessário equilíbrio econômico-financeiro entre ativos e passivos.

A sociedade deve manter procedimentos de controle dos limites de aplicação por tipo de ativo e de avaliação do risco de mercado e demais riscos inerentes aos seus investimentos. O Quadro 13, a seguir evidencia alguns dos critérios adotados pelas normas brasileiras, que muito contribuem com a estabilidade e credibilidade do mercado segurador nacional.

**Quadro 13. Perfil dos Investimentos Garantidores das Operações de Seguros no Brasil**

<b>Limites das Provisões</b>	<b>Exemplos de Tipos de ativos</b> (Critério: segurança, liquidez, rentabilidade, solvência)	<b>Requisitos Específicos</b>
<b>Renda Fixa</b>		
Até 100%	títulos públicos, letras de câmbio e hipotecária, certificados de depósito bancário, debêntures, quotas de fundo de investimento, depósito de poupança, dentre outros, com taxas pré ou pós-fixadas.	As aplicações em renda fixa de uma ÚNICA COMPANHIA não podem exceder 5% do valor total dos recursos.
Até 80%		
Até 10%		
Até 5%		
<b>Renda Variável</b>		
Até 49%	títulos, ações e fundos de companhias participantes do Novo Mercado ou cotas de fundos referenciados em índices de ações da Bovespa  outros títulos, ações e fundos negociados em bolsa de valores (15% à 40%) e mercado de balcão (5%), e ainda ações e debêntures de emissão de outras sociedades autorizadas pela CVM ou fundos de investimento em empresas emergentes (3%)	As aplicações em ações da mesma companhia (incluindo bônus de subscrição e debêntures conversíveis) não podem exceder a 20% do capital votante ou total da companhia ou 5% do valor total de recursos das provisões.
<b>Imóveis</b>		
Até 10%	imóveis urbanos (8%) ou quotas de fundos de investimento imobiliário (10%)	O total de investimentos em um único imóvel não pode representar mais que 4% do total dos recursos garantidores a partir de 2008.
<b>Requisitos Gerais de Diversificação</b>		
A aplicação em papéis de emissão de uma mesma pessoa jurídica, de um mesmo estado, município, ou fundo de investimento não podem exceder ao seguinte percentual do total de recursos (exceto Tesouro Nacional, BACEN e FIE): 10% - para instituição não-financeira e 20% - para instituição financeira		
As aplicações nos fundos de investimento (direito creditório, imobiliário, empresas emergentes) não podem exceder a 25% do patrimônio líquido desses fundos.		
As aplicações em valores mobiliários não podem exceder a 25% de uma mesma série (exceto ações, bônus, certificados de recebíveis imobiliário)		

Fonte: adaptado de Ferreira (2006) e Resolução CMN 3.308/05.

Além do estabelecimento de critérios e procedimentos para controlar os investimentos e os aspectos operacionais específicos, alguns outros requisitos são exigidos das seguradoras, conforme relaciona Ferreira (2006), sobre como as seguradoras são proibidas de:

- realizar operações com derivativos, exceto como *hedge* dos investimentos. Para cobrir as reservas, só pode ser usado derivativo que sirva como *hedge*;
- aplicar em cotas de fundos de investimento cuja atuação em mercados de derivativos gere alavancagem superior a uma vez o respectivo patrimônio líquido;
- aplicar recursos em fundos administrados por pessoas físicas;
- aplicar recursos no exterior, exceto nos casos previstos pelo CMN;
- prestar fiança, aval, aceite ou coobrigar-se sob qualquer outra forma, exceto quando participando de operações de cosseguro;
- atuar como instituição financeira, exceto nos casos previstos pelo CNSP;
- realizar quaisquer operações comerciais ou financeiras:
  - o com seus administradores, membros dos conselhos estatutários, seus cônjuges ou companheiros e seus parentes até o segundo grau;
  - o com empresas de que participem as pessoas referidas na alínea anterior, exceto no caso de participação de até 5% como acionista de companhia de capital aberto;
  - o tendo como contraparte, ainda que indiretamente, pessoas físicas e jurídicas ligadas (a vedação não se aplica para investimentos dos ativos livres de seguradora que opera, apenas em seguros de RE e/ou Vida em regime de repartição).
- oferecer ativos garantidores como garantia para operações nos mercados de liquidação futura ou em quaisquer outras situações;
- alienar, prometer alienar ou de qualquer forma gravar ativos garantidores, bem como direitos deles decorrentes, sem a prévia e expressa autorização da SUSEP, e oferecê-los à penhora;
- locar, emprestar ou caucionar títulos e valores mobiliários;
- realizar operações com ações por meio de negociações privadas;
- atuar como instituição financeira, concedendo empréstimos, assistência financeira ou adiantamentos a pessoas físicas ou jurídicas ou abrindo crédito sob qualquer modalidade;
- oferecer como ativos garantidores ações de emissão de companhias sem registro para negociação em bolsa de valores ou em mercado de balcão organizado por entidade credenciada na CVM;
- oferecer como ativos garantidores papéis de empresas ligadas (excetuando-se os títulos do Tesouro Nacional ou BACEN, ou de estados e municípios e os créditos securitizados pelo Tesouro Nacional);

- oferecer como ativos garantidores cotas de FIF, inclusive de FIE cuja carteira contenha papéis:
  - o da própria instituição administradora e suas controladas e coligadas;
  - o da própria empresa e suas controladas e coligadas.
- oferecer como ativo garantidor Cédula de Produto Rural (CPR) ou cotas de FIE sem o respectivo seguro



## **CAPÍTULO 4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

Diante das incertezas das mudanças climáticas, o problema das seguradoras consiste na projeção do futuro quanto ao aumento da temperatura e da frequência de ocorrências de perturbações climáticas que provoquem perdas econômicas e sociais.

Existem evidências que comprovam que os efeitos fiscais da reconstrução pós-desastre atingem severamente os orçamentos governamentais e agravam a dependência de ajuda externa. Parece que o setor privado tende a socializar os prejuízos para o setor público. Presume-se que os governos devem regular as condições de cobertura, propor fundos e aplicações do mercado que financiem a reconstrução sem comprometer a solvência das seguradoras. Os prejuízos para a economia mundial decorrente das inundações alcançaram 90 bilhões de dólares em 2005 (UNESCO), e com o advento da elevação do nível do mar, espera-se um agravamento para os próximos anos, aumentando a vulnerabilidade das seguradoras para absorver as perdas.

Inúmeros são os instrumentos técnicos de gestão propostos nos diversos estudos, no entanto, destacam-se Souza (2003) e Hadlich (1997) – Quadro 6, que combinados resultam em proposta inovadora, para atender as demandas públicas e privadas da sociedade vulnerável. Assim, prescinde uma análise sistêmica com inter-relação dos eventos e dinâmicas físicas com ação antrópica, objetivando a elaboração de cartas de vulnerabilidade de diversas variáveis antrópicas e físicas. Também conjugam tais instrumentos, uma avaliação ambiental prognóstica através do cruzamento de mapas temáticos georeferenciados de aspectos físicos com o uso do solo da cidade e consequências hidrometeorológicas (temperatura, pluviometria, estudos maregráficos de elevação do nível do mar, e estudos aerofotogramétricos do avanço da linha de costa), identificando conflitos entre uso do solo e degradação ambiental.

Para o planejamento do espaço de riscos de inundações, Tucci (2001) recomenda como objetivo analisar as condicionantes de riscos produzidos pelas séries hidrológicas, ao que acrescentamos o conhecimento das marés meteorológicas, marés astronômicas e alterações climáticas com a ocupação do espaço urbano ou rural.

Os impactos das inundações sobre ilhas e plantas industriais de petróleo normalmente ocorrem por desconhecimentos sobre a ocorrência dos níveis de

inundações e suas freqüências, e também pela falta de planejamento da ocupação do espaço em função dos riscos de inundações.

As medidas de adaptação e controle de inundações podem ser, no caso de plantas industriais, medidas estruturais (modificações da paisagem da bacia hidrográfica através da modificação de rios e controle de marés, através de construções de diques, barragens, canalizações novas ou intervenções e mudanças das existentes, muros de arrimo ou gabião, dentre outras), e medidas não-estruturais que propiciem a convivência da população da área com os fatores de riscos (implantação de sistemas de alerta, zoneamento de áreas de inundações, modificações de rotinas, processos e turnos, ações de educação ambiental, medidas de planejamento, dentre outras)

Os sinais precursores de eventos naturais extremos, vinculados a fatores de riscos estimados com precisão nos mapas de cenários de inundações, a partir das mudanças climáticas, são dados graves e que deverão ser considerados nos mapas de análise de riscos das empresas de petróleo em suas plantas industriais, com objetivo de contribuir com a evolução de seus sistemas de gerenciamento de riscos.

As empresas seguradoras deverão, então, exigir de seus clientes os instrumentos técnicos desenvolvidos, para que, conhecendo os danos estimados e as probabilidades, preparem seus portfólios de investimentos, com maior segurança financeira, frente aos riscos adicionais impostos pelos novos tempos.

Para redução da probabilidade de ocorrência do risco e conseqüente redução do valor do prêmio do seguro, as empresas seguradoras deverão sugerir que as medidas de adaptações às vulnerabilidades recomendadas neste estudo, sejam executadas pelo cliente sob risco potencial de inundação hidrometeorológicas.

Para continuidade dos trabalhos e adequada mensuração para valoração dos danos possíveis (perdas físicas e financeiras de todas as ordens), recomenda-se:

- 1º) Atualização em AUTOCAD dos dados de plantas e instalações, tais como levantamentos topográficos e “as built” atualizados;
- 2º) Plantas georreferenciadas e com referenciais cartográficos claros (exº datum, cota zero do IBGE, referências de nível das edificações e instalações em relação ao nível médio do mar, dados das estações maregráficas, conhecimentos das tábuas de marés meteorológicas e conhecimentos das marés astronômicas, dentre outras);
- 3º) Levantamentos de campo para consolidação dos dados de plantas;
- 4º) Fornecimento do inventário de bens móveis, bens imóveis e de estoques de produção;
- 5º) Fornecimento de preços de custos dos estoques de produção, e dos preços dos bens móveis e imóveis;

- 6º) Fornecimento das apólices de seguros dos bens patrimoniais;
- 7º) Fornecimento do balanço patrimonial contábil da planta industrial.

Como recomendações para futuros trabalhos no tema e evolução da atual proposta acadêmica até aqui desenvolvida sob os auspícios da Fundação Mapfre, e para torná-la uma proposta de serviços de interesse empresarial com vistas a uma acurada sensibilidade aos problemas advindos das mudanças climáticas acarretando em prejuízos, torna-se relevante considerar:

- Os sinais precursores (LLORY, 1999) de eventos naturais extremos, vinculados a fatores de riscos estimados com precisão nos mapas de cenários para a área de inundações a partir das mudanças climáticas, são dados graves e que deverão ser considerados nos mapas de análise de riscos das empresas de petróleo em suas plantas industriais;
- As empresas seguradoras deverão então, exigir de seus clientes os instrumentos técnicos desenvolvidos na presente pesquisa, para que, conhecendo os danos estimados e o percentual de fatores de riscos, preparem seus portfólios de investimentos, com maior segurança financeira, frente aos riscos adicionais impostos pelos novos tempos;
- Como redução da probabilidade de ocorrência do risco e conseqüente redução do valor do risco/prêmio do seguro, as empresas seguradoras deverão exigir que as medidas de adaptações às vulnerabilidades citadas acima, sejam executadas pelo cliente sob risco potencial.

Nos demais trabalhos a serem desenvolvidos no tema, sugere-se atentar para outros fatores que poderão também impactar fortemente a tomada de decisão na gestão de riscos de eventos naturais extremos:

- O “custo do silêncio empresarial” e o choque psicossocial dos acidentes graves, que são avaliados de forma objetiva pelos especialistas, mas a vivência subjetiva dos atores pode ser incerta nas situações de acidentes de grande incerteza (LLORY, 1999).
- O “arco de sobrevivência” que têm-se que percorrer para passar do perigo à segurança, e que envolveriam três fases: em primeiro lugar a fase da negação, em segundo lugar a fase da deliberação, e em terceiro lugar a fase da ação. Também é relevante considerar que a “sorte não é de confiança”, que “a humanidade evoluiu para sobreviver a predadores, mas não a catástrofes”, cabendo ainda a pergunta “Será que a tecnologia simplesmente ultrapassou nossos mecanismos de sobrevivência?” (RIPLEY, 2008).
- O estudo sistemático de um grande número de acidentes industriais revela que a maior parte dos acidentes é causada por falhas humanas e de equipamentos, e, portanto, tais acidentes afiguram-se como evitáveis. A maioria dos acidentes que podem ser considerados inevitáveis está relacionada a fenômenos naturais

catastróficos. No tocante às atividades industriais, boa parte destes eventos naturais extremos podem ser evitados (DUARTE, 2002).

- Devem-se considerar os custos e benefícios envolvidos nas ações previstas de adaptação e planejamento, comparar as relações de custos x benefícios obtidas com outras possíveis atuações em várias áreas da planta industrial, priorizando e ordenando os investimentos para adaptação, visto que as possíveis mudanças climáticas, simuladas com um aumento do nível médio dos mares são capazes de agravar significativamente. (AZEVEDO, CANEDO, MIGUEZ apud IPP, 2008).
- São necessárias e urgentes a implementação de ações de sustentabilidade em que as empresas e as cidades, tomadas como habitat do ser humano, se insiram de forma não agressiva, bem como comportem-se de forma próativa em consequência à tomada de consciência do risco ambiental, tecnológico, social e financeiro. Tais iniciativas podem iniciar um processo permanente de avaliação ambiental estratégica, que indiquem as vias de desenvolvimento sustentável (EGLER apud IPP, 2008), sendo este tema também considerado como sustentável: a condição de saúde financeira das empresas e a permanência dos empregos de seus colaboradores.
- O elevado nível de desconhecimento sobre os aspectos físicos da zona costeira adjacente, constitui inequivocamente, a maior vulnerabilidade para o enfrentamento das mudanças climáticas esperadas. O monitoramento ambiental permanente e integrado, a cartografia da zona costeira, emersa e submersa, e ações de educação ambiental são as principais ações, estas sim, a serem iniciadas em caráter de urgência (NEVES e MUEHE, 2008 apud IPP, 2008).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCÂNTARA, L. H.; ZEILHOFER, P. Aplicação de técnicas de geoprocessamento para avaliação de enchentes urbanos: estudo de caso-Cáceres, MT. *Anais do 1º. Simpósio de geotecnologias no Pantanal*, Campo Grande, Brasil, 2006.
- ALENCAR, J.C.M. de. Datum Altimétrico Brasileiro. In: *Separata de Cadernos de Geociências*, nº 5, IBGE, Rio de Janeiro, 1990.
- ALMEIDA, A. B. A *Gestão do risco em sistemas hídricos*: Concertos e metodologias aplicadas a vales com barragens, Atlas do 6º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa, APRH, Cabo Verde, 2003.
- ALMEIDA, J.R. de. *Perícia Ambiental, Judicial e Securitária: impacto, dano e passivo ambiental*. Rio de Janeiro: Thex, 2008.
- AL-SABHAN, W.; MULLIGAN, M.; BLACKBURN G.A. *A real-time hydrological model for flood prediction using GIS and the www*. *Computers, Environment and Urban Systems*, v.27, n.1, 2003, pp. 9 -32.
- ANDRADE, E.M., CALIXTO, E., LACERDA, G. B. M. *Regulação das Emergências Ambientais e Sua Contribuição à Gestão Ambiental da Indústria do Petróleo*. Anais do V SIMGEN: Simpósio de Gestão e Estratégia em Negócios. Seropédica, UFRRJ, RJ, BRASIL, 12 de setembro de 2007.
- ANDRADE, E.M.; LACERDA, G. B. M. *Direito À Informação no Brasil: Um Impedimento à Gestão Pública de Acidentes com Efeitos Externos na Indústria de Petróleo*. Anais do II UFRJ AMBIENTÁVEL. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 26 de Outubro de 2006.
- BECK, U., GIDDENS, A. e LASH, S. (Ed.) *Reflexive Modernization: Politics, tradition and Aesthetics in the Modern Social Order*. Cambridge: Polity Press, 1994.
- BECK, U. *Risk Society: towards a new modernity*. London: Sage, 1992, 260p.
- BECK, U. *The Reinvention of politics: Towards a theory of reflexive modernization*. 1994.
- BENEVIDES, P.R.C. de S. E. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/pmrg/Historico/seminario\\_2000/SEMINARIO\\_2000\\_PETROBRAS\\_A.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/pmrg/Historico/seminario_2000/SEMINARIO_2000_PETROBRAS_A.pdf)
- BERGKAMP, G; ORLANDO, B. and BURTON, I. *Change-Adaptation of Water Management to Climate Change*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 2003.

- BRAGA, T. M.; OLIVEIRA, E. L. de G.; GIVISIEZ, H. N. Avaliação de metodologias de mensuração de risco e vulnerabilidade social a desastres naturais associados à mudança climática. *Anais do XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais*, ABEP, realizado em Caxambu, MG, Brasil, de 18 a 22 de setembro de 2006.
- BRASIL, Conselho Monetário Nacional. Resolução CMN 3.308 de 31 de Agosto de 2005.
- BURTON, I.; KATES, R. W. & WHITE, G. F. *The environmental as hazard*. New York: Oxford University, 1978, 240 p.
- CÂMARA, G. & DAVIS, C. Introdução. In: *Introdução ao Geoprocessamento*, cap. 1. Disponível em <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro>. Acessado em: Fevereiro, 2008.
- CARVALHO, M. S., PINA, M. de F. de. e SANTOS, S. M. *Conceitos básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia aplicados à saúde*. Brasília. Organização Panamericana da Saúde/ Ministério da Saúde, 2000, 124 p.
- CASTILHO, J. L. de S.; GIOTTO, E. *Interferência da Área de Risco sobre a Zona Urbana por Aplicação de Técnicas de Geoprocessamento*. Estudo de Caso: Don Pedrito, RS, Brasil. *Revista Geomática*, Santa Maria, RS, v.1, n.1, 2006.
- CONTADOR, C. R. *Economia do Seguro: fundamentos e aplicações*. São Paulo: Atlas: 2007.
- CRUZ, C. B. M. *As bases operacionais para a modelagem e implementação de um banco de dados geográficos em apoio à gestão ambiental. Um exemplo aplicado à bacia de Campos*, RJ. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Depto. de Geografia, IGEO/UFRJ, 394 p, 2000.
- DAKE, K. *Myth of nature: culture and the Social Issues*. 1992.
- DE 2007/60/CE, Diretiva Européia: Regulação para gestão de riscos de inundações (novembro, 2007).
- DUARTE, M. *Riscos Industriais: etapas para a investigação e a prevenção de acidentes*. Rio de Janeiro: FUNENSEG, 2002.
- FERNANDES, M. C. *Desenvolvimento de Rotina de Obtenção de Observações em Superfície Real: Uma Aplicação em Análises Geoecológicas*. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Dpto. de Geografia, IGEO/UFRJ, 2007, 263 f.
- FERREIRA, P. P.. Cobertura das Reservas Técnicas. Material Didático apresentado nos Anais do Curso de Ciências Atuariais do Instituto de Matemática e Estatística. Rio de Janeiro: UFRJ, 2006.
- FERREIRA, P. P.. Contabilidade de Seguros. Material Didático apresentado nos Anais do Curso de Ciências Atuariais do Instituto de Matemática e Estatística. Rio de Janeiro: UFRJ, 2007.

- FERREIRA, P. P.. Modelos de precificação e ruína para seguros de curto prazo. Rio de Janeiro: FUNENSEG, 2005.
- FERREIRA, P. P.. Tarifação. Material Didático apresentado nos Anais do Curso de Ciências Atuariais do Instituto de Matemática e Estatística. Rio de Janeiro: UFRJ, 2000.
- FIGUEIREDO, E; VALENTE, S; COELHO, C. e PINHO, L. Conviver com o Risco. A Importância da Incorporação da Percepção Social nos Mecanismos de Gestão de Riscos de Cheia no Conselho de Áqueda. *Anais do VIII Congresso Luso-Afro-Brasileiro de Ciências Sociais*, Coimbra, Setembro de 2004.
- FLYNN, J. e SLOVIC, P. Avaliação dos Peritos e do Público Acerca dos Riscos Tecnológicos in GONÇALVES, M.E. (org.) *Cultura Científica e Participação Pública*, Oeiras, Celta, 2000.
- FOSTER, S. e HIRATA, R. *Determinação do risco de contaminação das águas subterrâneas. Um método baseado em dados existentes*. Boletim nº. 10. São Paulo: Instituto Geológico, 1993.
- FREITAS, M. A. V. (coord.). *Projeto de Estudo de Adaptação e Vulnerabilidades dos Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro às Mudanças Climáticas*. 1º Relatório IVIG. Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais, Coordenação dos Programas de Pós-graduação em Engenharia (COPPE), UFRJ-Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.
- GIDDENS, A. Living in a post-traditional society in BECK, U.; GIDDENS, A. e LASH, S. (Ed.) *Reflexive Modernization: Politics, Tradition and Aesthetics in the Modern Social Order*, Cambridge: Polity Press, 1994.
- GIDDENS, A. *Modernity and Self-Identity. Self and Society in the Late Age*, Cambridge: Polity Press, 1991.
- GIDDENS, A. *The Consequences of Modernity*, Cambridge: Polity Press, 1990.
- GUIMARÃES, I., PEREIRA, K. D., FREITAS, L., AUGUSTO, M. J. C., MARANHÃO, M., ARAÚJO, V. H., AZEVEDO, J. B. de e FREITAS, A. L. B. *O PMRG e a cartografia. Uma visão crítica*. Trabalho apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Cartografia. Disponível em: [http://www.cartografia.org.br/xxi\\_cbc/231-G42.pdf](http://www.cartografia.org.br/xxi_cbc/231-G42.pdf)
- GUSMÃO, P.P.; CARMO, P.S. do; VIANNA, S. B. Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos-IPP/SMU Rio Próximos 100 anos. Rio de Janeiro: IPP, 2008.
- HADLICH, G.M. *Cartografia dos riscos de contaminação hídrica por agrotóxicos: proposta de avaliação na microbacia hidrográfica do Córrego Garuva Sombrio*, Sc. Dissertação de Mestrado em Geografia. Departamento, de Geociências, UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.
- HAZARDS of Sea Level Rise: An Introduction by Stacy Archfield [http://www.cfa.harvard.edu/space\\_geodesy/SEALEVEL/](http://www.cfa.harvard.edu/space_geodesy/SEALEVEL/) Last Modified: Friday, 17-Jun-2005 11:51:16 EDT consultada em dezembro/2008.

- HOFMAN, D. Inovações no Setor de Seguros podem ajudar países a gerir os impactos fiscais das catástrofes naturais, FMI, *Fundo Monetário Internacional*, Revista Trimestral v. 44, n.1, 2007.
- HOGAN, D. J; MARANDOLA JUNIOR, E. *O Risco em Perspectiva: Tendências e Abordagens*. NEPO, Núcleo de Estudos de População e NESUR, Núcleo de Economia Social, Urbana e Regional, Universidade Federal de Campinas (UNICAMP), SP, 2004.
- IG/UFRGS, Museu de Topografia prof. Laureano Ibrahim Chaffe. Departamento de Geodésia. Nível Médio do Mar. in [http://www.ufrgs.br/museudetopografia/Artigos/Nivel\\_medio\\_das\\_aguas\\_do\\_mar.pdf](http://www.ufrgs.br/museudetopografia/Artigos/Nivel_medio_das_aguas_do_mar.pdf). CORREA, I.C.S. WESCHENFELDER, J.; BAITELLI, R.; SALDANHA, D. L.; VIST,H.L. e MONGUILHOTT, M. Organizadores do evento/Exposição. O Aquecimento Global e suas Conseqüências. 2008.
- IPCC. Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas; Sumário Executivo (2001); Relatório do Grupo IV, 2007.
- IVIG (Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais). *Projeto de Estudo de Adaptação e Vulnerabilidade dos Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro às Mudanças Climáticas*. Coordenação Geral Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas, 2007.
- LLORY, M. *Acidentes Industriais: o custo do silêncio: operadores privados da palavra e executivos que não podem ser encontrados*. Rio de Janeiro: FUNENSEG, 1999.
- LOPES, R. e HERNANDE, V. *O Impacto das Catástrofes Climáticas na Solvência das Seguradoras*. Rio de Janeiro: FUNENSEG, 2007.
- MARANDOLA JR, E.; HOGAN, D.J. Risco e Perigo: o estudo geográfico dos natural hazards. *Anais do 1º Encontro Transdisciplinar Sobre Espaço e Popular*, Campinas, Brasil: NEPO/ABEP, 2003.
- MEDIONDO, E. M. e RIBEIRO, C. A. G. *Sinaleira Ambiental como Estratégia de Gestão de Risco de Inundação. Estudo de Caso na População da Micro-Bacia do Gregório*, São Carlos, SP, Brasil. Jornadas Internacionales sobre Gestión Del Riesgo de Inundaciones y Deslizamientos de Laderas, Brasil, 2007.
- MEDIONDO, E.M. e GRACIOSA, M.C.P. Fundo de Seguros como Mecanismo de Transferência de risco e Ferramenta de Gestão para Redução de Vulnerabilidade às Inundações. *Anais das Jornadas Internacionales sobre Gestão do Risco de Inundações y Deslizamientos de Laderas*, Brasil, 2007.
- MEDIONDO, E.M. e RIGHETO, J.M. Avaliação de Riscos Hidrográficos: Principais Danos e Causas e Proposta de Seguro Contra Enchentes. *Anais do III Simpósio de Recursos Hídricos Centro Oeste*. Goiânia (GO), Brasil 2004
- MEMORANDO DE PROCEDIMENTOS Nº. 37-FY05: Protocolo para seguros de inundações costeiras no Atlântico e Costa do Golfo (agosto, 2005).
- MENDES, H.C.; DE MARCO, G., ANDRADE, J. P. e SOUZA, M., AIRES, S. e MACEDO, R. F. Reflexões sobre impactos das inundações e propostas de políticas de públicas mitigadoras. Organizador Eduardo Mário Mediondo. Monografias apresentadas nos

*Anais da Disciplina Hidrologia Física do Programa de Pós Graduação em Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos, USP, 2004.*

- MENDONÇA, M.L.F. de; SILVA, L.R. da; LESSA, R. *Documento indicativo de áreas da cidade que podem ser atingidas pela elevação do nível do mar devido às mudanças climáticas.* Instituto Pereira Passos, Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, 2007.
- MENEZES, P.M.L. *Notas de aula de Cartografia*, não publicadas, Departamento de Geografia/UFRJ, Rio de Janeiro, 353 f., 1997.
- MUEHE, D. (org). *Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.
- NEVES, C. F.; MUECHE, D. E.; ROSMAN, P.C.C; VALENTINI, E, M. *Estudo de Vulnerabilidade no Litoral do Estado do Rio de Janeiro Devido às Mudanças Climáticas. Relatório das Etapas I e II, Levantamento e Análise de Dados Existentes.* Fundação Coppetec, UFRJ-Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ.
- OLIVEIRA, M. A. T. de e HERMANN, M. L. de P. Ocupação do solo e riscos ambientais na área conurbada de Florianópolis. In: GUERRA, A. T. & CUNHA, S. B. da C. (orgs.) *Impactos ambientais urbanos no Brasil*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. pp. 147-188.
- OLIVEIRA, S. M. C; CATALÃO, J; SOUZA, C. e DIAS, J. A. Aplicação de Técnicas Fotogramétricas e Ambientes SIG no Estudo do Recuo da Linha da Costa -Área do Forte Novo- Trafal, Algave, Portugal. *Revista Finisterra*, XXXVIII, 76, pp. 35-49, 2003.
- PIVA, L. H.; FURTADO, M. e LACERDA, R. Mudanças Climáticas e Medidas Nacionais de Mitigação. *Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente (INTERFACEHS)*, v.2, n.5, Artigo 5, dez 2007.
- POLIDO, W. Seguros para Riscos Ambientais. *Revista Brasileira de Risco e Seguro*, V.1, nº 0, Dezembro/2004
- POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS, Lei 9433/97.
- PONTELLI, M.E. e PAISANI, J. C. Identificação de Áreas de Risco e Inundações de Diferentes Magnitudes em Ambientes de Leques Aluviais: o caso do Sul do Estado de Santa Catarina, Brasil, *Revista do Departamento de Geociências*, v.14, n. 1, jan/jun, 2005.
- RIPLEY, A. Impensável: *Como e por que as pessoas sobrevivem a desastres*. São Paulo: Globo, 2008.
- ROCHA, C.H.B. *Geoprocessamento Tecnologia Transdisciplinar*, Juiz de Fora MG: Ed. do Autor, 1999.
- SOUZA JR, A.B. de; SEVA, A. O. e MARCHI, B. de. *Acidentes Industriais Ampliados: desafios e perspectivas para o controle e a prevenção*. Rio de Janeiro, BR, Fiocruz, 2000.
- SOUZA, C. M. de M. *Avaliação ambiental estratégica como subsídio para o planejamento urbano*. Tese (Doutorando Interdisciplinar em Ciências Humanas). Centro de Filosofia e Ciências Humanas, UFSC-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

- TEODORO, C. e IRIGARAY, J. H. *Zoneamento Ambiental*  
[www.ac.gov.br/mp/meioambiente/cursos/direitoambiental/palestra10\\_0504.pdf](http://www.ac.gov.br/mp/meioambiente/cursos/direitoambiental/palestra10_0504.pdf), 2004
- THEYS, J. La Société Vuln rable in THEYS, J. E., FABIANI, J.L. (1987) *La Société Vuln rable. Evaluer et Maitriser les Risque*, Paris: PENS, 1987.
- TUCCI, C.E.M. *Inunda es Urbanas*. Editora da UFRGS. ABRH/RHAMA: Porto Alegre, 2007.
- UNESCO, Organiza o das Na es Unidas para Educa o Ciência e Cultura, 2005  
([www.unesco.org.br](http://www.unesco.org.br)).
- VEYRET, Y. (org.). *Os Riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente*. São Paulo: Contexto, 2007.
- VILAS BOAS, Cíntia de Lima. Análise da aplica o de Métodos Multicritérios de Apoio   Decisão (MMAD) na Gestão de Recursos Hídricos. *Anais do Simpósio de Recursos Hídricos*. CPRM Serviço Geológico do Brasil, MME, Brasília, 2005.
- WOLMAN (1978). *Guía para la elaboración de estudios del medio físico*. In: Centro de Estudios de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente (CEOTMA). *Manuales*. 2  ed. Madrid. Ministerio de Obras Publicas y Urbanismo, 1984.
- WORLD DISASTERS REPORT, 2006.
- XAVIER DA SILVA, J. Geomorfologia, análise ambiental e geoprocessamento. In: *Revista Brasileira de Geomorfologia*, Rio de Janeiro, R.J., ano 1(1): 48-58, 2000.
- XAVIER, S. *Geoprocessamento e SIG's*. Rio de Janeiro: IGEO, v14, 104p, 2000.

# ANEXO 1

## 1. O DATUM ARATU

Até meados da década de 1950, a Rede Geodésica Brasileira ainda não estava totalmente estruturada. Algumas iniciativas próprias foram feitas, destacando-se dentre essas a de Günter Selch, que durante sua atuação pela empresa Prakla-Seismo em levantamentos geofísicos para a Petrobrás na região da Bacia Amazônica, entre outros geodestas alemães de destaque, acabou por introduzir novos métodos para os levantamentos topográficos realizados na área, incluindo “a poligonização taqueométrica com emprego de teodolitos com bússola” (Boletim da SBC, março de 2005, nº 5, pg.13).

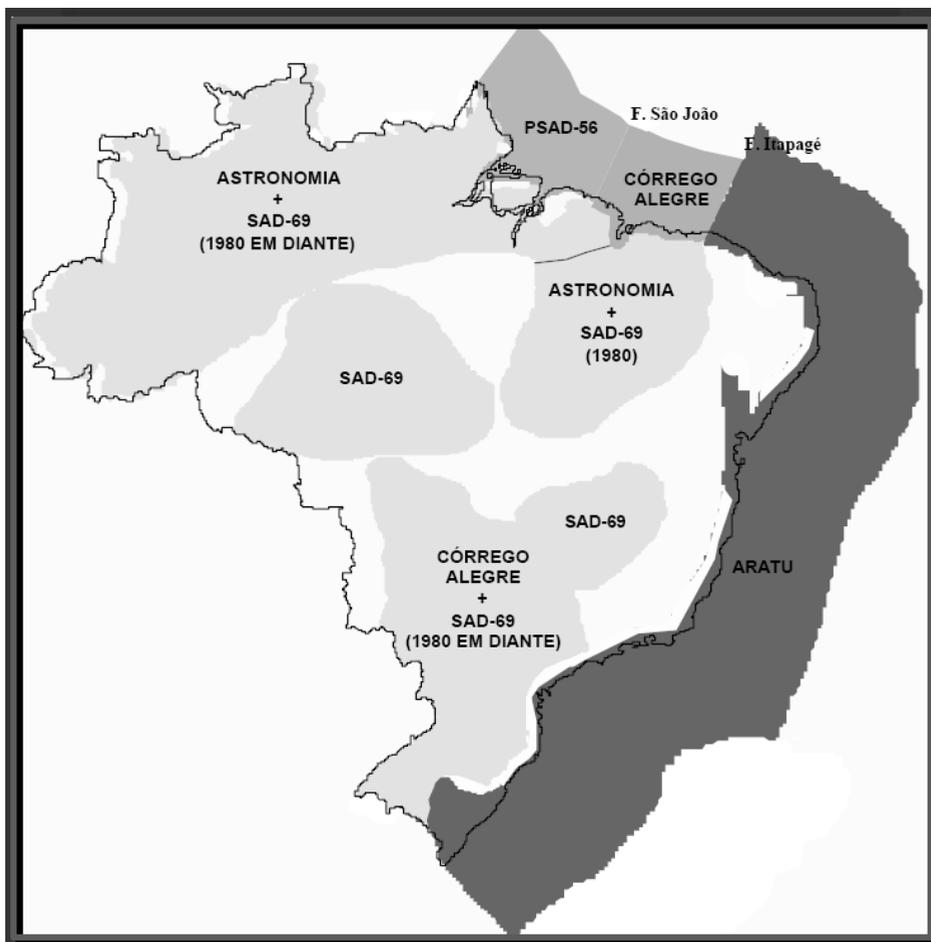
No prosseguimento de seu trabalho para a empresa, especialmente no Departamento de Geodésia da Petrobrás, com sede em Salvador (BA), Selch atuou na execução de uma de pontos de apoio, que seria utilizada na exploração petrolífera.

Dessa forma, como ainda nesta época, no ano de 1955, a Rede Geodésica Brasileira ainda não estava disponível na região para a execução desta incumbência, surge a necessidade de implantação dessa rede de pontos de apoio, com base em um “datum” geodésico próprio, o Aratu/Bahia (1956).

Com esse intento, além de reconhecimento em sua área de atuação, o trabalho de Günter Selch ainda mereceu destaque na superação, de maneira eficiente e em curto prazo, das “deficientes condições das medições e dos cálculos astronômicos e geodésicos” (Boletim da SBC, março de 2005, nº 5, pg.14).

Assim, o Datum Aratu ainda é utilizado nas pesquisas realizadas pela Petrobras, especialmente no que se refere às medições da costa brasileira, como pode ser observado no gráfico abaixo.

## Referenciais Geodésicos Utilizados pela PETROBRAS desde 1954



Fonte: BENEVIDES (2000)

Apesar da forte contribuição alemã para esses estudos, um grande dilema é verificado a partir do momento que o referencial geodésico Aratu não constitui um dos mais utilizados pelos mapeamentos brasileiros, sendo de difícil modificação a fim de se tentar integrar a outros sistemas mais usuais.

A consulta e análise da documentação cartográfica histórica mostram que a maior parte das empresas e órgãos componentes do Sistema Cartográfico Nacional (SCN), que são os principais responsáveis pela produção cartográfica do Brasil, basearam-se principalmente nos seguintes diferentes sistemas de referência, que podem ser vistos na tabela 1, alguns deles sendo utilizados até os dias atuais.

**Tabela 1. Sistemas de Referência utilizados no Brasil**

Identificação	Área de Emprego	Elipsóide	Período de Emprego	Órgão
Aratu	Área costeira	Hayford	A partir de 1969	Petrobrás
Córrego Alegre (COA)	Todo o país	Hayford	1972	IBGE, DSG e empresas privadas.
SAD 69 (Rede SAD69/96)	Todo o país	UGGI 67	A partir de 1996	IBGE, DSG e empresas privadas
SAD 69 (Rede SAD 69)	Todo o país	UGGI 67	A partir de 1972	IBGE, DSG, empresas privadas.
Cajueiro	Sergipe	Hayford	Indefinido	SUDENE
Itararé	Sudeste e Sul	Hayford	Indefinido	CNG/IBGE
Marco Sul	Indefinido	Indefinido	Indefinido	CNG
Pilar Norte da Base	Sergipe	Indefinido	Indefinido	Indeterminado
Extremo Norte	Indefinido	Indefinido	Indefinido	CNG
Mareg. De Torres	Indefinido	Indefinido	Indefinido	Indeterminado
Chuá	Indefinido	Hayford	Indefinido	CNG/IBGE (?)
Estação da E.F.L.B.	Juazeiro (BA)	Indefinido	Indefinido	Indeterminado
Extremo Norte	Alagoas	Indefinido	Indefinido	Indeterminado
Pilar Astronômico	Paraná	Indefinido	Indefinido	CNG/IBGE
Observatório	Todo o país	Indefinido	Indefinido	CNG/IBGE

Fonte: GUIMARÃES *et al.*

Analisando os diferentes sistemas acima, pode-se constatar que o sistema de Córrego Alegre, um dos mais utilizados, foi a referência entre as décadas de 50 e 70 no Brasil. Posteriormente, já nos fins dos anos 1970, adotou-se o sistema de SAD-69, de forma a representar o referencial geodésico oficial do país, sofrendo em 1996 um reajustamento. Dessa forma, foi através da adoção deste que a maior parte da cartografia brasileira encontra-se referida, como podem ser observado na tabela 2.

**Tabela 2. Quantidade de cartas por sistemas de referência**

Escala	Sistema de Referência		
	SAD	Córrego Alegre	Outros
1/ 25.000	55%	30%	15%
1/ 50.000	20%	75%	5%
1/ 100.000	44%	51%	5%
1/250. 000 *	35%	41%	24%

\* Inseridas as folhas topográficas do RADAM

Fonte: GUIMARÃES *et al.*

## 2. MUDANÇA DO REFERENCIAL GEODÉSICO

Nos últimos anos, existe a iniciativa de compatibilização dos sistemas de referência clássicos, que utilizam como base o elipsóide que garante a melhor adaptação ao geóide em cada região, sendo conhecidos como Sistemas Geodésicos de Referência, onde há a associação de um sistema de coordenadas a algumas características terrestres, sendo alguns exemplos destes sistemas: Córrego Alegre, Chuá Astro-Datum e o SAD69, que são os oficialmente utilizados no Brasil.

Os chamados sistemas de referência modernos têm como principal característica a utilização de um elipsóide geocêntrico, sendo baseados, dessa maneira, em um sistema cartesiano tridimensional com origem no centro de massa terrestre (geocentro).

As maiores vantagens de adoção deste moderno sistema de referência incluem sua abrangência global, sua compatibilização com o GPS e a garantia de qualidade em levantamento, além da tentativa de buscar uma compatibilidade com os demais países sul-americanos, adotando-se no continente um referencial geodésico único para as atividades cartográficas.

Um dos sistemas é o SIRGAS (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas), o qual pretende promover a definição e estabelecimento de um referencial único compatível em termos de precisão com a tecnologia atual.

Com a adoção do SIRGAS (WGS-84), poderá se observar uma maior agilidade e precisão operacional, em vista das características gerais dos sistemas geocêntricos. No entanto, sua aplicação também acarretará a transformação de todas as informações, com base no conhecimento de todos os processos e etapas que envolvem sua adoção, além da padronização dos levantamentos, a fim de se disseminar os novos parâmetros e referências do SIRGAS para mapeamentos futuros. Ainda mais podem ocorrer problemas de perdas de informações cartográficas já disseminadas, além do risco operacional em sua mudança.

Em relação às principais diferenças entre um dos referenciais mais utilizados no Brasil, o SAD-69, e um referencial geocêntrico no Brasil, observou-se que as diferenças de coordenadas são, em média, de aproximadamente 65 metros ao longo do Brasil, na direção Nordeste.

## COLECCIÓN “CUADERNOS DE LA FUNDACIÓN”

Instituto de Ciencias del Seguro

**Para cualquier información o para adquirir nuestras publicaciones  
puede encontrarnos en:**

FUNDACIÓN MAPFRE

Publicaciones

Paseo de Recoletos 23, 4ª planta – 28004 Madrid – (España)

Tel.: +34 915 818 768

publicaciones.ics@mapfre.com

[www.fundacionmapfre.com/cienciasdelseguro](http://www.fundacionmapfre.com/cienciasdelseguro)

143. Mudanças Climáticas e Análise de Risco da Indústria de Petróleo no Litoral Brasileiro. 2009
142. Bases técnicas dinámicas del Seguro de Dependencia en España. Una aproximación en campo discreto. 2009
141. Transferencia Alternativa de Riesgos en el seguro de Vida: Titulización de Riesgos. 2009
140. Riesgo de negocio ante asegurados con múltiples contratos. 2009
139. Optimización económica del Reaseguro cedido. Modelos de decisión. 2009
138. Inversiones en el Seguro de Vida en la actualidad y perspectivas de futuro. 2009
137. El Seguro de Vida en España. Factores que influyen en su progreso. 2009
136. Investigaciones en Seguros y Gestión de Riesgos. RIESGO 2009.
135. Análisis e interpretación de la gestión del fondo de maniobra en entidades aseguradoras de incendio y lucro cesante en grandes riesgos industriales. 2009
134. Gestión integral de Riesgos Corporativos como fuente de ventaja competitiva: cultura positiva del riesgo y reorganización estructural. 2009
133. La designación de la pareja de hecho como beneficiaria en los seguros de vida. 2009
132. Optimización económica del Reaseguro cedido. Modelos de decisión. 2009

131. La cobertura pública en el seguro de crédito a la exportación en España: cuestiones prácticas-jurídicas. 2009
130. La mediación en seguros privados: análisis de un complejo proceso de cambio legislativo. 2009
129. Temas relevantes del Derecho de Seguros contemporáneo. 2008
128. Cuestiones sobre la cláusula *cut through*. Transferencia y reconstrucción. 2008
127. La responsabilidad derivada de la utilización de organismos genéticamente modificados y la redistribución del riesgo a través del seguro. 2008
126. Ponencias de las Jornadas Internacionales sobre Catástrofes Naturales. 2008
125. La seguridad jurídica de las tecnologías de la información en el sector asegurador. 2008
124. Predicción de tablas de mortalidad dinámicas mediante un procedimiento *bootstrap*. 2008
123. Las compañías aseguradoras en los procesos penal y contencioso-administrativo. 2008
122. Factores de riesgo y cálculo de primas mediante técnicas de aprendizaje. 2008
121. La solicitud de seguro en la Ley 50/1980, de 8 de octubre, de Contrato de Seguro. 2008
120. Propuestas para un sistema de cobertura de enfermedades catastróficas en Argentina. 2008
119. Análisis del riesgo en seguros en el marco de Solvencia II: Técnicas estadísticas avanzadas Monte Carlo y Bootstrapping. 2008
118. Los planes de pensiones y los planes de previsión asegurados: su inclusión en el caudal hereditario. 2007
117. Evolução de resultados técnicos e financeiros no mercado segurador iberoamericano. 2007
116. Análisis de la Ley 26/2006 de Mediación de Seguros y Reaseguros Privados. 2007

115. Sistemas de cofinanciación de la dependencia: seguro privado frente a hipoteca inversa. 2007
114. El sector asegurador ante el cambio climático: riesgos y oportunidades. 2007
113. Responsabilidade social empresarial no mercado de seguros brasileiro influências culturais e implicações relacionais. 2007
112. Contabilidad y análisis de cuentas anuales de entidades aseguradoras. 2007
111. Fundamentos actuariales de primas y reservas de fianzas. 2007
110. El Fair Value de las provisiones técnicas de los seguros de Vida. 2007
109. El Seguro como instrumento de gestión de los M.E.R. (Materiales Especificados de Riesgo). 2006
108. Mercados de absorción de riesgos. 2006
107. La exteriorización de los compromisos por pensiones en la negociación colectiva. 2006
106. La utilización de datos médicos y genéticos en el ámbito de las compañías aseguradoras. 2006
105. Los seguros contra incendios forestales y su aplicación en Galicia. 2006
104. Fiscalidad del seguro en América Latina. 2006
103. Las NIC y su relación con el Plan Contable de Entidades Aseguradoras. 2006
102. Naturaleza jurídica del Seguro de Asistencia en Viaje. 2006
101. El Seguro de Automóviles en Iberoamérica. 2006
100. El nuevo perfil productivo y los seguros agropecuarios en Argentina. 2006
99. Modelos alternativos de transferencia y financiación de riesgos "ART": situación actual y perspectivas futuras. 2005
98. Disciplina de mercado en la industria de seguros en América Latina. 2005
97. Aplicación de métodos de inteligencia artificial para el análisis de la solvencia en entidades aseguradoras. 2005
96. El Sistema ABC-ABM: su aplicación en las entidades aseguradoras. 2005

95. Papel del docente universitario: ¿enseñar o ayudar a aprender? 2005
94. La renovación del Pacto de Toledo y la reforma del sistema de pensiones: ¿es suficiente el pacto político? 2005
92. Medición de la esperanza de vida residual según niveles de dependencia en España y costes de cuidados de larga duración. 2005
91. Problemática de la reforma de la Ley de Contrato de Seguro. 2005
90. Centros de atención telefónica del sector asegurador. 2005
89. Mercados aseguradores en el área mediterránea y cooperación para su desarrollo. 2005
88. Análisis multivariante aplicado a la selección de factores de riesgo en la tarificación. 2004
87. Dependencia en el modelo individual, aplicación al riesgo de crédito. 2004
86. El margen de solvencia de las entidades aseguradoras en Iberoamérica. 2004
85. La matriz valor-fidelidad en el análisis de los asegurados en el ramo del automóvil. 2004
84. Estudio de la estructura de una cartera de pólizas y de la eficacia de un Bonus-Malus. 2004
83. La teoría del valor extremo: fundamentos y aplicación al seguro, ramo de responsabilidad civil autos. 2004
81. El Seguro de Dependencia: una visión general. 2004
80. Los planes y fondos de pensiones en el contexto europeo: la necesidad de una armonización. 2004
79. La actividad de las compañías aseguradoras de vida en el marco de la gestión integral de activos y pasivos. 2003
78. Nuevas perspectivas de la educación universitaria a distancia. 2003
77. El coste de los riesgos en la empresa española: 2001
76. La incorporación de los sistemas privados de pensiones en las pequeñas y medianas empresas. 2003

75. Incidencia de la nueva Ley de Enjuiciamiento Civil en los procesos de responsabilidad civil derivada del uso de vehículos a motor. 2002
74. Estructuras de propiedad, organización y canales de distribución de las empresas aseguradoras en el mercado español. 2002
73. Financiación del capital-riesgo mediante el seguro. 2002
72. Análisis del proceso de exteriorización de los compromisos por pensiones. 2002
71. Gestión de activos y pasivos en la cartera de un fondo de pensiones. 2002
70. El cuadro de mando integral para las entidades aseguradoras. 2002
69. Provisiones para prestaciones a la luz del Reglamento de Ordenación y Supervisión de los Seguros Privados; métodos estadísticos de cálculo. 2002
68. Los seguros de crédito y de caución en Iberoamérica. 2001
67. Gestión directiva en la internacionalización de la empresa. 2001
65. Ética empresarial y globalización. 2001
64. Fundamentos técnicos de la regulación del margen de solvencia. 2001
63. Análisis de la repercusión fiscal del seguro de vida y los planes de pensiones. Instrumentos de previsión social individual y empresarial. 2001
62. Seguridad Social: temas generales y régimen de clases pasivas del Estado. 2001
61. Sistemas Bonus-Malus generalizados con inclusión de los costes de los siniestros. 2001
60. Análisis técnico y económico del conjunto de las empresas aseguradoras de la Unión Europea. 2001
59. Estudio sobre el euro y el seguro. 2000
58. Problemática contable de las operaciones de reaseguro. 2000
56. Análisis económico y estadístico de los factores determinantes de la demanda de los seguros privados en España. 2000
54. El corredor de reaseguros y su legislación específica en América y Europa. 2000

53. Habilidades directivas: estudio de sesgo de género en instrumentos de evaluación. 2000
  52. La estructura financiera de las entidades de seguros, S.A. 2000
  50. Mixturas de distribuciones: aplicación a las variables más relevantes que modelan la siniestralidad en la empresa aseguradora. 1999
  49. Solvencia y estabilidad financiera en la empresa de seguros: metodología y evaluación empírica mediante análisis multivariante. 1999
  48. Matemática Actuarial no vida con MapleV. 1999
  47. El fraude en el Seguro de Automóvil: cómo detectarlo. 1999
  46. Evolución y predicción de las tablas de mortalidad dinámicas para la población española. 1999
  45. Los Impuestos en una economía global. 1999
  42. La Responsabilidad Civil por contaminación del entorno y su aseguramiento. 1998
  41. De Maastricht a Amsterdam: un paso más en la integración europea. 1998
- Nº Especial Informe sobre el Mercado Español de Seguros 1997  
Fundación MAPFRE Estudios
39. Perspectiva histórica de los documentos estadístico-contables del órgano de control: aspectos jurídicos, formalización y explotación. 1997
  38. Legislación y estadísticas del mercado de seguros en la comunidad iberoamericana. 1997
  37. La responsabilidad civil por accidente de circulación. Puntual comparación de los derechos francés y español. 1997
  36. Cláusulas limitativas de los derechos de los asegurados y cláusulas delimitadoras del riesgo cubierto: las cláusulas de limitación temporal de la cobertura en el Seguro de Responsabilidad Civil. 1997
  35. El control de riesgos en fraudes informáticos. 1997

34. El coste de los riesgos en la empresa española: 1995

33. La función del derecho en la economía. 1997

Nº Especial Informe sobre el Mercado Español de Seguros 1996  
Fundación MAPFRE Estudios

32. Decisiones racionales en reaseguro. 1996

31. Tipos estratégicos, orientación al mercado y resultados económicos: análisis empírico del sector asegurador español. 1996

30. El tiempo del directivo. 1996

29. Ruina y Seguro de Responsabilidad Civil Decenal. 1996

Nº Especial Informe sobre el Mercado Español de Seguros 1995  
Fundación MAPFRE Estudios

28. La naturaleza jurídica del Seguro de Responsabilidad Civil. 1995

27. La calidad total como factor para elevar la cuota de mercado en empresas de seguros. 1995

26. El coste de los riesgos en la empresa española: 1993

25. El reaseguro financiero. 1995

24. El seguro: expresión de solidaridad desde la perspectiva del derecho. 1995

23. Análisis de la demanda del seguro sanitario privado. 1993

Nº Especial Informe sobre el Mercado Español de Seguros 1994  
Fundación MAPFRE Estudios

22. Rentabilidad y productividad de entidades aseguradoras. 1994

21. La nueva regulación de las provisiones técnicas en la Directiva de Cuentas de la C.E.E. 1994

20. El Reaseguro en los procesos de integración económica. 1994

19. Una teoría de la educación. 1994

18. El Seguro de Crédito a la exportación en los países de la OCDE (evaluación de los resultados de los aseguradores públicos). 1994

Nº Especial Informe sobre el mercado español de seguros 1993  
Fundación MAPFRE Estudios

16. La legislación española de seguros y su adaptación a la normativa comunitaria. 1993
15. El coste de los riesgos en la empresa española: 1991
14. El Reaseguro de exceso de pérdidas 1993
12. Los seguros de salud y la sanidad privada. 1993
10. Desarrollo directivo: una inversión estratégica. 1992
9. Técnicas de trabajo intelectual. 1992
8. La implantación de un sistema de controlling estratégico en la empresa. 1992
7. Los seguros de responsabilidad civil y su obligatoriedad de aseguramiento. 1992
6. Elementos de dirección estratégica de la empresa. 1992
5. La distribución comercial del seguro: sus estrategias y riesgos. 1991
4. Los seguros en una Europa cambiante: 1990-95. 1991
2. Resultados de la encuesta sobre la formación superior para los profesionales de entidades aseguradoras (A.P.S.). 1991
1. Filosofía empresarial: selección de artículos y ejemplos prácticos. 1991



