



## **I Congresso Brasileiro de Redução de Riscos de Desastres:**

“Gestão Integrada em RRD no Brasil e o Marco de SENDAI para a  
Redução do Risco de Desastres 2015 – 2030”

**Curitiba, Paraná, Brasil – 12 a 15 de Outubro de 2016**

### **ESTUDO DE ESTRATÉGIAS INFORMATIZADAS DE BAIXO CUSTO APLICADAS À DEFESA CIVIL NO MUNICÍPIO DE NITERÓI – RJ EM PREVENÇÃO DE DESASTRES**

Leonardo Abreu de Barros<sup>1</sup>, Airton Bodstein<sup>2</sup>

1 Universidade Federal Fluminense, leonardoabreudebarros@gmail.com

2 Universidade Federal Fluminense, airton@defesacivil.uff.br

#### **RESUMO**

O presente estudo tem como finalidade fornecer uma contribuição às defesas civis municipais de modo a torná-las mais eficientes e eficazes, por meio de soluções informatizadas de baixo custo aplicadas à gestão e tratamento de dados no âmbito da redução de riscos de desastres (RRD). Foi feito um estudo de caso junto à Defesa Civil Municipal da cidade de Niterói, RJ, e priorizada a área de Análise de Risco. Para o mapeamento de informações úteis em prevenção, preparação e resposta a emergências, foi experimentado e utilizado um software gratuito, o Google My Maps®, uma versão editável e um pouco menos conhecida do Google Maps®, e para a automatização do monitoramento dos níveis de pluviosidade foi aplicado um software desenvolvido pelo autor, tendo ambas as soluções apresentado resultados bastante satisfatórios em termos de ampliação da gama de informações relevantes disponíveis e otimização de recursos.

**Palavras Chave:** defesa civil, município de Niterói, redução de riscos de desastres (RRD), software livre

### **LOW COST COMPUTERIZED STRATEGIES STUDY APPLIED TO CIVIL DEFENSE IN THE CITY OF NITERÓI - RJ - BRAZIL FOR DISASTER PREVENTION**

#### **ABSTRACT**

This study aims to provide a contribution to the municipal civil defenses, in order to turn them more efficient and effective through low cost IT solutions applied to the management and processing of data in the context of disaster risk reduction (DRR). A case study was conducted with the Municipal Civil Defense of the city of Niterói, RJ, and the Risk Analysis area was prioritized. A free software, Google My Maps®, an editable and a little less known version than Google Maps® was tried and used for mapping useful information for prevention, preparedness and response to emergencies, and for automating the monitoring of rainfall, a software developed by the author was applied. Both solutions presented satisfactory results in terms of expanding the range of available relevant information and resource optimization.

**Keywords:** civil defense, Niterói city, disaster risk reduction (DRR), free software



## **I Congresso Brasileiro de Redução de Riscos de Desastres:**

“Gestão Integrada em RRD no Brasil e o Marco de SENDAI para a Redução do Risco de Desastres 2015 – 2030”

**Curitiba, Paraná, Brasil – 12 a 15 de Outubro de 2016**

### **1 INTRODUÇÃO**

Os desastres sempre estiveram presentes na História da Humanidade, o que pode ser facilmente aferido ao se examinar textos religiosos e mitológicos. O Grande Dilúvio enfrentado por Noé e a erupção que destruiu as cidades gêmeas de Sodoma e Gomorra são exemplos bíblicos de desastres que assolaram civilizações muito antigas (TAVARES 2005). Estes eventos de causas naturais e decorrentes de fenômenos geodinâmicos, como sismos, erupções vulcânicas, tsunamis, deslizamentos de terra, inundações, tornados e outros foram ignorados por muito tempo, subestimados e praticamente desprovidos de prevenção. Acreditava-se que as causas dos desastres eram de natureza punitiva e que os seus efeitos eram incontestáveis, fatais e explicitamente determinados. No entanto, o avanço dos estudos científicos e técnicos permitiu caracterizar tais eventos, prever os seus efeitos, estabelecer e distinguir as causas naturais e antropogênicas, no sentido de melhorar a prevenção e a gestão de riscos.

No contexto dos desastres reportados acima, os tornados constituem um exemplo interessante, já que foram observados ao longo da história pelos povos de língua inglesa desde 1000 anos DC. Nos Estados Unidos de hoje, os relatos de tornados por esses habitantes remontam ao final dos anos 1500, durante aventuras expedicionárias que acabariam por levar à colonização do país. A primeira tempestade de vento relatada pelos americanos do norte data de cinco de julho de 1643 em Plymouth Rock e teve um americano nativo como vítima. Provavelmente não foi um tornado, embora alguns livros o classifiquem como tal (GRAZULIS 2001). Os tornados se sucederam em 1643, 1671, ou seja, ao longo dos séculos XV, XVI até os dias de hoje. Esses eventos passaram a acontecer com frequência na Nova Inglaterra, principalmente no Vale de Ohio, já nos meados de 1800, onde vários pesquisadores começaram a se preocupar em descrever o fenômeno, e o que se acreditava estar por trás deles, através de livros didáticos, como BROCKLESBY (1851). Em 1755, Lisboa foi seriamente atingida por tremores de terra importantes, acompanhados de tsunamis e de numerosos incêndios. O número de vítimas foi elevado, em torno de 60 000 mortos. Este evento terrível inspirou Voltaire em seu conto "Candide" a se questionar sobre a bondade do Criador e a existência do mal. O filósofo francês fez do terremoto em Lisboa um acontecimento intelectual (POIRIER 2005).

Apesar de todas essas constatações acerca de alguns exemplos de desastres no mundo ao longo da história, a percepção de risco que as pessoas têm em relação a esses eventos é bem diferenciada. Segundo a UNISDR (2015), "Desastre é uma séria interrupção no funcionamento de uma comunidade ou sociedade devido a eventos perigosos interagindo com condições de vulnerabilidade e de exposição, levando a perdas e impactos humanos, materiais, econômicos e ambientais generalizados".

As primeiras ações, estruturas e estratégias de proteção e segurança dirigidas à população, tanto no Brasil como no resto do mundo, foram realizadas nos países envolvidos na Segunda Guerra Mundial. A Inglaterra foi o primeiro país perceber que somente as forças armadas não poderiam garantir a segurança da sua população e instituiu a *Civil Defense* (Defesa Civil), após os ataques sofridos entre 1940 e 1941, quando foram lançadas toneladas de bombas sobre as principais cidades e centros industriais ingleses, causando milhares de perdas de vidas na população civil. No Brasil o tema começou a ser tratado em 1942, após o afundamento dos navios militares Baependi, Araraquara e Aníbal Benévolo, no litoral de Sergipe, e do vapor Itagiba, no litoral do estado da Bahia.

A notícia dos afundamentos fez com que a população brasileira fosse às ruas, exigindo do governo uma resposta imediata aos ataques, que culminou com a declaração de guerra do Brasil contra a Alemanha e a

2

Itália e a criação do Serviço de Defesa Passiva Antiaérea, em agosto de 1942. Em 1943, a denominação de Defesa Passiva Antiaérea foi alterada para Serviço de Defesa Civil, sob a supervisão da Diretoria Nacional do Serviço da Defesa Civil, do Ministério da Justiça e Negócios Interiores. Este órgão foi extinto em 1946, com o fim da 2ª Guerra Mundial, bem como suas Diretorias Regionais criadas nos Estados, Territórios e no Distrito Federal. Hoje, em todo o mundo, a Defesa Civil se organiza em sistemas abertos, com a participação dos governos locais e da população no desencadeamento das ações preventivas e de resposta aos desastres, seguindo o princípio da Defesa Comunitária.

Em função de fortes chuvas que assolaram a região Sudeste entre 1966 e 1967, provocando enchentes no Estado da Guanabara e deslizamentos na Serra das Araras/RJ e Caraguatatuba/SP, o Brasil começou a se estruturar em Defesa Civil (MIN 2012).

As décadas de 70 e 80 foram marcadas por uma série de desastres de causas naturais, especialmente na América Latina, o que levou a Organização das Nações Unidas (ONU) a proclamar a década de 1990 a Década Internacional para Redução dos Desastres Naturais (DIRDN); outra ação importante da ONU, por meio do seu Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas (PNUD), foi lançar o conceito de "Segurança Humana" em seu relatório anual, que consistia em uma nova abordagem de segurança em nível individual, a partir de dois aspectos principais: manter as pessoas a salvo de ameaças crônicas como a fome, as doenças, a repressão e protegê-las de mudanças súbitas e nocivas nos padrões da vida cotidiana, com guerras, genocídios e desastres naturais (OLIVEIRA 2005).

Inspirado nessas resoluções, em 1995 o Brasil lançou sua Política Nacional de Defesa Civil (PNDC), a qual representou um marco histórico na Defesa Civil nacional, alinhada com o abrangente conceito de Segurança Humana proposto um ano antes pelo PNUD.

Em 2005, foram atualizadas a estrutura, a organização e as diretrizes para o funcionamento do SINDEC e do CONDEC, com a implantação do CENAD. Em março de 2010 foi realizada, em Brasília, a I Conferência Nacional de Defesa Civil e Assistência Humanitária. Com uma participação significativa da sociedade civil organizada, o tema Defesa Civil e Assistência Humanitária foi discutido por 1.179 municípios que realizaram conferências no âmbito municipal, intermunicipal ou regional, selecionando 1.495 delegados habilitados para a etapa Nacional, que aprovaram 104 proposições para reformular o sistema de Defesa Civil no país.

Neste mesmo ano, fortes chuvas ocorridas no Estado do Rio de Janeiro em janeiro e abril causaram mais de uma centena de mortos e desabrigados em função das inundações e dos deslizamentos ocorridos. Em janeiro de 2011, outro episódio de chuvas intensas ocorreu na Região Serrana deste mesmo Estado, com centenas de perdas humanas e materiais ainda maior, sendo considerado o pior desastre natural súbito da história do país.

As dificuldades enfrentadas para mitigar os efeitos das chuvas de 2010/2011 no âmbito Federal impulsionaram alterações na legislação, a fim de facilitar a transferência de recursos para ações de socorro, assistência às vítimas, restabelecimento de serviços essenciais e reconstrução de áreas atingidas por desastre, além de alterações no Fundo Especial para Calamidades Públicas (FUNCAP).

O contexto internacional representado pelo Marco de Ação de Hyogo, as proposições resultantes da Conferência Nacional de Defesa Civil e a magnitude das perdas humanas e materiais decorrentes das chuvas de 2010/2011 no Estado do Rio de Janeiro estabeleceram as bases para a substituição da Política Nacional de Defesa Civil e fomentaram, em julho de 2011 (Decreto n.7513/2011), a criação do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN).

Como se pode depreender desse histórico, a evolução da política e do sistema nacional de defesa civil nacional sempre foi impulsionada por desastres com grandes perdas materiais e de vidas humanas, os quais geraram grande comoção e propiciaram fortes investimentos. A prioridade para ações preventivas de defesa civil, o envolvimento ativo dos três níveis da administração pública e a integração com as demais políticas setoriais pregada pela recente (2012) PNPDEC depende, para se concretizar, de investimentos contínuos e significativos em capacitação e tecnologia; esses investimentos dependem de uma visão de longo prazo dos governantes e em última instância, da percepção de risco da população em geral. Entretanto, a compreensão

plena dessa cadeia de causa-efeito depende de mudanças culturais drásticas que só acontecem ao longo de gerações. Para o momento presente, no qual os investimentos contínuos na infraestrutura de defesa civil ainda são escassos, são necessárias alternativas viáveis para perseguir os objetivos almejados pela Lei 12.608/12, daí a motivação para a busca de soluções efetivas que exijam baixo grau de investimento.

## **1 OBJETIVOS**

O objetivo deste trabalho consiste em mostrar, por meio de um estudo de caso, que o uso de *softwares* gratuitos, ou mesmo o desenvolvimento de soluções informatizadas simples e de baixo custo podem contribuir significativamente para tornar as defesas civis municipais mais eficientes, seja aumentando a produtividade do seu efetivo, reduzindo custos e/ou prazos, seja automatizando o trabalho manual e ampliando a gama de informações disponíveis para auxiliar a defesa civil em seu trabalho.

## **2 METODOLOGIA**

A metodologia utilizada é a pesquisa descritiva e exploratória seguida de um estudo de caso junto à Defesa Civil Municipal da cidade de Niterói, RJ (DCMN). O estudo inicial procurou contemplar o levantamento detalhado da estrutura atual da Defesa Civil de Niterói, priorizando as áreas a serem otimizadas. A partir da experiência do autor na área de informática, foi feita uma apresentação sobre as possíveis áreas de atuação a serem otimizadas, com base em softwares para gestão de emergências existentes da indústria, e em conjunto com a coordenação do órgão, priorizou-se a Análise de Risco. Por sua vez, a equipe técnica da prefeitura forneceu as informações adicionais sobre a estrutura e funcionamento da DCMN, assim como metas e indicadores que poderiam ser melhorados.

Com base na análise dos dados levantados, foram consideradas algumas possibilidades de informatização de processos, genericamente chamadas de "módulos" - os quais poderiam tanto ser utilizados de forma isolada quanto integrados em um ou mais sistemas - para que estes fossem priorizados. Foi definido como prioritário um Sistema de Informações Geográficas (SIG) para apoio à Análise de Risco e detalhadas as camadas que deveriam ser visualizadas nesse módulo. Após análise das soluções gratuitas disponíveis, foi selecionado o *software* Google My Maps® (<https://www.google.com/mymaps>), a versão editável e um pouco menos conhecida do Google Maps®, o qual foi utilizado para mapear diversas informações úteis para a Defesa Civil de Niterói.

Com esta primeira fase concluída, foi efetuada nova priorização. O módulo escolhido foi um sistema de alarme para níveis elevados de pluviosidade. A metodologia atualmente utilizada é o monitoramento dos níveis de chuva no município, com base principalmente em informações recuperadas no *site* do Cemaden – Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais, do Ministério da Ciência e Tecnologia (<http://www.cemaden.gov.br/mapainterativo>), e os critérios para disparar os estados de alerta e vigilância são regidos por protocolo do Governo do Estado do Rio de Janeiro.

Um *software* foi então desenvolvido pelo autor com base em tecnologias *open source*, para: automatizar a leitura dos dados do *site* (cujos dados são atualizados a cada dez minutos); gerar um histórico das leituras em tempo real; e monitorar os níveis de chuva e disparar alertas por *e-mail* caso níveis críticos sejam atingidos. O *software* foi instalado na sede da Defesa Civil de Niterói e encontra-se atualmente em fase de testes.

## **3 ESTUDO DE CASO**

Conforme apresentado na Metodologia, para ilustrar as possibilidades de ganho em eficácia e eficiência das defesas civis municipais com investimentos em soluções informatizadas de baixo custo, foi escolhida a Defesa Civil do município de Niterói, no estado do Rio de Janeiro.

Segundo dados do IBGE (2016), a estimativa para a população de Niterói era de 496.696 habitantes em 2015, distribuídos em uma área de 133,919 km<sup>2</sup>. A cidade é considerada um dos principais centros financeiros, comerciais e industriais do Rio de Janeiro, tendo sido indicada pela Revista Exame (2014) como a 6ª entre as 100 melhores cidades brasileiras para negócios. Apresenta alto índice de investimentos imobiliário e comércio. O desenvolvimento atual justifica-se pelo fato do município estar ligado a uma série de investimentos industriais importantes nos setores ligados à cadeia produtiva de petróleo e gás, o que leva a região a responder por 70% do parque instalado do setor, concentrando desde empresas *offshore*, com destaque para a reinauguração de estaleiros, bem como com a reforma e a manutenção de plataformas e estruturas *offshore*, além da construção de embarcações para o transporte de passageiros. O IBGE (2016) indica que o PIB nominal de Niterói é o quinto maior do estado do Rio de Janeiro, só ficando atrás da própria capital e dos municípios de Duque de Caxias, Campos dos Goytacazes e Macaé, além de ser o 45º município mais rico do Brasil. Embora ocupe o 5º lugar quanto ao número de habitantes, o que corresponde a 4,11% do total da população da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, Niterói é o segundo maior empregador formal do Estado, apresentando o melhor Índice de Desenvolvimento Humano e o terceiro melhor do país. Além disso, a cidade está entre as mais alfabetizadas do país, sendo o melhor nível de alfabetização do estado, apresentando também, a menor incidência de pobreza, população com maior renda mensal per capita e o maior índice de longevidade do Rio de Janeiro (IBGE 2016).

### **3.1 A Defesa Civil Municipal de Niterói**

A Defesa Civil Municipal de Niterói conta hoje com aproximadamente quarenta pessoas, divididas entre as áreas de Minimização de Desastres, Operacional, Monitoramento e Administrativo. Segundo o coordenador, esse efetivo é insuficiente para atender à demanda de atendimentos que chegam por telefone, e-mail ou presencialmente, e na maior parte das vezes requerem vistoria presencial; só em 2013, por exemplo, foram 850 pedidos, dos quais 650 foram atendidos. A DCMN conta com um sistema informatizado que permite registrar e priorizar esses pedidos, mas a priorização é manual, e por conta do baixo efetivo, acaba sendo deficiente. A meta do órgão é conseguir atender todas as vistorias preventivas em até 15 dias, e as emergenciais em 24h. É importante destacar que esses pedidos abrangem somente as vistorias responsivas, isto é, disparadas em função da demanda da população e não consideram as vistorias preventivas, de responsabilidade do Estado para garantir a segurança dos moradores.

Outro fator limitante para a atuação da DCMN são as delicadas relações interinstitucionais que permeiam a elaboração de planos de emergência. A instituição possui o papel central de planejar e coordenar a resposta dos diferentes atores envolvidos durante a ocorrência de uma situação de emergência, como o corpo de bombeiros, as polícias civil e militar, secretarias municipais e órgãos de trânsito, mas não dispõe de uma ascendência hierárquica sobre essas entidades. Como consequência, para evitar o risco de ingerência nos processos de cada órgão, os planos de contingência do município não podem se aprofundar ao nível de detalhes, necessário para um resultado altamente otimizado, limitando-se a listar as responsabilidades dos envolvidos.

Um exemplo do impacto dessa limitação foi um caso de escorregamento ocorrido em Charitas (bairro de Niterói), em que uma escola ficou com acesso dificultado. A diretoria da escola dependia de instruções da DCMN para saber se deveria reter ou liberar as crianças, mas por sua vez dependia de informações de trânsito atualizadas do órgão responsável; como não havia planos de emergência preparados para este caso e consequentemente não havia protocolos pré-acordados, a resposta demorou muito mais do que seria desejável para a situação em questão. O caso lembra outro incidente ocorrido durante o desastre mais severo da história recente de Niterói, o deslizamento do Morro do Bumba em 2010. Na ocasião, foi solicitada a colaboração de uma empresa que possuía um maquinário pesado, uma retroescavadeira, para a remoção de entulho, a qual se encontrava em um galpão da empresa no Rio de Janeiro. A caminho do atendimento, o veículo foi barrado na entrada da ponte Presidente Costa e Silva, popularmente conhecida como Ponte Rio - Niterói, que liga as duas cidades, por falta de protocolo prévio. Foram necessárias várias horas e o

envolvimento de várias autoridades, inclusive do Governador do Estado, para que fosse permitida a passagem do veículo.

As restrições de pessoal impactam também no pós-desastre, fase na qual a DCMN se envolve para vistoriar os danos e autorizar o restabelecimento de comércio e serviços. Uma meta da DCMN seria poder registrar e tornar mais visíveis os danos secundários, como influências negativas no mercado imobiliário, impacto no comércio, absenteísmo no trabalho, doenças crônicas, etc. Infelizmente, a falta de recursos já dificulta mesmo o levantamento dos dados primários e inviabiliza completamente uma atuação mais abrangente.

Por fim, é importante citar as restrições financeiras da DCMN, comum a todos os órgãos da Defesa Civil. Estas competem pelos recursos orçamentários da prefeitura com todos os demais órgãos, e possuem a desvantagem de não gerar receita. Portanto, a saúde financeira do órgão depende muito da visão do prefeito sobre os benefícios da prevenção, a preocupação com a imagem política, etc. No caso de Niterói, o já citado desastre do Morro do Bumba foi um divisor de águas para a Defesa Civil do município, que contava com um efetivo de quatro pessoas e nenhuma viatura (o coordenador se deslocava em veículo particular). Após o desastre e a visibilidade negativa provocada pelo desastre, o efetivo decuplicou, a DCMN ganhou uma sede nova e muita infraestrutura. Com o distanciamento temporal do evento, a tendência é que esses recursos tornem a escassear. Portanto, para qualquer solução que busque aperfeiçoar os processos de trabalho da entidade, é preciso priorizar soluções de baixo custo.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Levantamento dos processos atuais**

Após o levantamento da estrutura atual da Defesa Civil de Niterói (já detalhado na Introdução) e da priorização de áreas a serem otimizadas, deu-se início ao estudo.

A Análise de Risco foi escolhida como a área prioritária a ser otimizada. A justificativa da coordenação para essa escolha partiu do fato de que essa área constitui a base para todas as demais, e que se esta for mal elaborada ou insuficiente, todas as ações seguintes seriam prejudicadas.

#### **4.1.1 Riscos**

A Defesa Civil Municipal considera como o maior risco para a população de Niterói os movimentos de massa. Ressacas e queimadas também são monitoradas pelo órgão, mas apresentam impacto e incidência significativamente menores. Os movimentos de massa normalmente são deflagrados por chuvas intensas mas que, geralmente, estão associados a outras variáveis, tais como:

- Declividade do terreno;
- Má ocupação do solo (moradias de baixo padrão);
- Baixa capacidade de drenagem;
- Vazamentos na rede de abastecimento de água, tanto oficial quanto clandestina, o que encharca o solo.

O mapeamento de riscos normalmente é feito *in loco*, com o deslocamento de um agente da Defesa Civil apoiado por um geólogo (atualmente só existe um profissional com essa formação atuando junto à DCMN). Devido à falta de profissionais suficientes para cobrir toda a extensão do município, o geólogo elaborou um modelo de levantamento preliminar que pode ser feito por um técnico sem formação na área de geologia, para posteriormente ser confirmado pelo referido especialista. A população - geralmente voluntários treinados pela DC - também colabora levantando os riscos nas regiões em que habitam e retornando à DCMN por diversos meios e formatos, como telefone, WhatsApp® ou presencialmente. Entretanto, por não estarem estruturados e não serem feitos por especialistas, esses relatos precisam ser confirmados e trabalhados para serem convertidos no modelo existente. Tanto os levantamentos feitos por especialistas como aqueles que

partiram da população são consolidados hoje em um banco de dados na sede da DCMN, o que exige um tempo razoável de digitação dos dados.

Está em curso um trabalho conjunto com um professor e bolsistas da UFF, envolvendo um software livre para mapeamento de vulnerabilidades em comunidades carentes.

#### 4.1.2 Monitoramento e Alerta

Existe uma área especializada em monitoramento do tempo dentro da DCMN, composta por meteorologistas e outros especialistas, responsável por monitorar os boletins de tempo de órgãos como o Cemaden e o INPE, atenta a sinais que possam acarretar situações de emergência no município. Diversas variáveis são monitoradas e analisadas, sendo uma das principais os níveis de precipitação acumulados.

O governo do estado apresenta um Protocolo (ver Tabela 1) que define um índice de escorregamento, ou seja, estabelece níveis de chuva acumulada, os quais, quando atingidos, aumentam significativamente a chance de escorregamento, situação em que as Defesas Civas Municipais devem ficar em alerta. É importante frisar que, sendo uma tabela para todo o estado, é baseado em médias e, portanto não muito preciso; a DCMN iniciou um estudo interno para refinar esse índice para o município.

Tabela 1 - protocolo estadual para acionamento de sirenes

1h s/acumulado	1h c/acumulado	24h	48h	96h	Mensal
>= 45mm	>= 40mm	>= 100mm	>= 125mm	>= 175mm	>= 300mm

No caso de acúmulo de chuva ou chuva muito intensa, planeja-se a evacuação de comunidades vulneráveis; isto é feito com até dois dias de antecedência, dependendo da previsão. Uma vez atingido um limiar de alerta, é disparado um informe para órgãos envolvidos na resposta, como Corpo de Bombeiros, Secretaria de Trânsito, Prefeitura etc., via WhatsApp®, por telefone e/ou por e-mail. Quando o índice crítico é atingido, são disparadas as sirenes nas comunidades; essa confirmação é feita com até uma hora de antecedência. Os agentes da DCMN se deslocam para bases próximas às comunidades vulneráveis, chamadas "pontos de apoio", juntamente com representantes de órgãos de resposta, e ficam de prontidão. Cerca de quinze minutos antes da deflagração do evento, a população começa a ser evacuada. Este último passo é bem delicado, pois os moradores são bem reticentes quanto a abandonar suas casas, e por isso é feito por último, quando existe certeza praticamente absoluta de um evento extremo.

No caso de queimadas (só é de competência da DCMN incêndios em florestas e vegetação urbana), o alerta inicial é recebido pelo Corpo de Bombeiros, que notifica a Defesa Civil, diferentemente do que costuma acontecer em outras ocorrências; para melhor tratar essa questão, a DCMN realizou um convênio com o Corpo de Bombeiros para troca de informações sobre queimadas e incêndios em geral, que envolve a presença de um profissional Bombeiro em tempo integral na sede da DCMN. Analogamente, para ressacas ou outros fenômenos marítimos, o aviso inicial é feito pela Marinha.

Segundo a coordenação, a DCMN faz uso de dois sistemas de comunicação para recebimento de informações e alarmes: um sistema informatizado para envio de SMS, o qual funciona razoavelmente bem, mas apresenta algumas falhas e limitações; e a ferramenta de mensagens instantâneas WhatsApp®, na qual foram criados vários grupos, alguns envolvendo autoridades e outros líderes comunitários. Esta última ferramenta apresenta como principal vantagem a praticidade, mas além da dificuldade de processamento das mensagens não estruturadas, tem enfrentado recentemente o risco de bloqueios ocasionais por iniciativa da Justiça brasileira, o que compromete sua confiabilidade para situações de emergência em que cada minuto pode fazer diferença.

#### 4.1.3 Preparação para Emergências

Para mapear trilhas de evacuação em comunidades, a DCMN utiliza um aplicativo gratuito chamado Wikiloc® (<http://pt.wikiloc.com/wikiloc/home.do>). Este aplicativo utiliza mapas do Google Maps® para, com o

auxílio de um celular com GPS, permitir a qualquer pessoa criar suas próprias trilhas, que podem ser compartilhadas com outros.

#### **4.1.4 Reconstrução**

Uma maior atuação da Defesa Civil na fase de Reconstrução constitui uma meta para a atual coordenação, atuação esta que ainda é deficiente por conta da limitação de recursos. Seria desejável dispor de uma ferramenta que permitisse e incentivasse as equipes a registrar o que se chamou de "Dados Secundários", ou seja, danos decorrentes de uma ocorrência, mas não imediatamente visíveis, como o impacto negativo no mercado imobiliário, influência no comércio da região, doenças crônicas na população da região etc. A ferramenta poderia ter um tipo de assistente que sugerisse perguntas ao agente que estivesse levantando dados. Seria também importante que esse aplicativo fosse móvel, para permitir o registro *in loco*. Isto passaria uma visão clara para a prefeitura sobre esses danos "invisíveis".

#### **4.1.5 Indicadores**

Como resposta ao questionamento sobre quais indicadores poderiam ser levantados e otimizados a fim de melhorar a eficiência da DCMN e a sua maior visibilidade junto à Prefeitura e à comunidade em geral, os seguintes índices foram citados como candidatos:

1. Índice de incêndios em comunidades: medido por unidade de tempo, este índice precisa ser o menor possível. A atuação da DC consiste atualmente na conscientização da população, cabendo tradicionalmente ao Corpo de Bombeiros a resposta aos eventos.
2. Nº de comunidades preparadas: uma comunidade é considerada "preparada" quando conta com um grupo de voluntários capacitados pela DC, treinados para fazer avaliação de riscos e informar ao órgão. Hoje (Junho 2016) o município conta com trinta e duas comunidades preparadas, para um total de mais de cem comunidades. A meta da DCMN para o ano de 2016 é conseguir mapear quarenta comunidades. Seria desejável que estas informações fossem disponibilizadas em um mapa georreferenciado que permitisse a visualização rápida da quantidade de comunidades preparadas.
3. Nº de ocorrências atendidas: um dos maiores desafios para a DCMN envolve a vistoria de locais sujeitos a perigos, que exige a presença de agentes. Como já mencionado anteriormente, é preciso realizar, tanto vistorias preventivas, de iniciativa do próprio órgão, a partir do seu mapeamento de áreas vulneráveis e histórico de ocorrências, quanto vistorias em resposta a demandas da população. Para as vistorias responsivas, a o órgão tem uma taxa de atendimento que gira em torno de 75%, mas este número precisa ser melhorado, seja pela agregação de um maior efetivo ou otimização do processo de atendimento.
4. Nº de eventos que registraram vítimas: óbitos são sempre a pior consequência possível de um evento extremo e todos os esforços precisam ser empreendidos no sentido de reduzir seu número ao mínimo. Portanto é preciso atuar na fonte das ameaças, eliminando-as ou mitigando-as quando possível, evitando a exposição de populações vulneráveis, conduzindo orientações e remoções, ou tão somente facilitando a evacuação dessas populações em situações de emergência. Um número baixo para este indicador é a meta mais importante para qualquer Defesa Civil em nível municipal.
5. Percentual de avisos procedentes/alarmes falsos: existe sempre um grau de incerteza quanto à previsão de ocorrência de uma emergência, e isso deixa a DC em uma situação delicada quando precisa alertar a população e outras autoridades competentes da aproximação de uma ameaça, visto que a mobilização de todo um efetivo e a evacuação de habitantes gera um transtorno só compensado pela confirmação do evento em si. Na hipótese de um "alarme falso", a credibilidade da DCMN é comprometida, portanto é necessário um controle rígido sobre a confiabilidade dos alertas antes destes serem levados adiante.

## **4.2 Possibilidades de otimização por meio de Sistemas Informatizados**

Após a análise dos dados levantados, foram repassadas à DCMN algumas possibilidades de informatização de processos, genericamente chamadas de "módulos" - os quais poderiam tanto ser utilizados de forma isolada quanto integrados em um ou mais sistemas - para que estes fossem priorizados. Os módulos foram categorizados por fase de atuação, conforme descrito a seguir.

### **4.2.1 Análise de Risco**

Para esta fase, foram propostos os seguintes módulos:

1. Sistema de Informações Geográficas (SIG) mapeando todas as informações de interesse em diferentes camadas, como: declividade do terreno, pluviosidade, moradias de risco, capacidade de drenagem do solo, nível de encharcamento do solo, vazamentos no abastecimento de água, áreas sujeitas a ressacas, áreas sujeitas a incêndios, áreas de risco etc.
2. Alarme de ocorrências, disparado por atingimento de índices críticos de pluviosidade (para alagamentos, enxurradas e deslizamentos). Para ressacas, seria necessário monitorar o nível do mar, e para incêndios, criar uma interface de comunicação automática com o Corpo de Bombeiros. O módulo poderia realizar notificação de ocorrências por e-mail, SMS (poderia se integrar com o sistema em uso de envio de SMS) ou aplicativos de mensagens instantâneas como o WhatsApp®. Esta ferramenta poderia também fazer um registro dos alarmes emitidos e facultar a categorização desse histórico em alarmes falsos e procedentes, o que permitiria a elaboração de relatórios.
3. Banco de Dados (BD) de consolidação da avaliação de riscos dos voluntários. Os voluntários treinados procuram identificar os riscos presentes em suas comunidades, e repassam essa informação à Defesa Civil por diversas vias, como WhatsApp®, SMS, telefone ou mesmo contato pessoal. Seria interessante ter uma via oficial, estruturada, de coleta e consolidação dessas informações em um banco de dados que pudesse gerar informação útil para a Defesa Civil. Este módulo também poderia potencialmente se integrar com o software livre sendo desenvolvido pela UFF para mapeamento de riscos em comunidades.

### **4.2.2 Preparação para Emergências**

Para esta fase, foram propostos os seguintes módulos:

1. Módulo para Elaboração de Planos de Emergência: poderia ser desenvolvido, ou adaptado a partir de sistemas existentes da indústria, um módulo específico para elaboração de planos de emergência. Este módulo incluiria desde a concepção do plano, iniciando pela identificação de cenários de emergência, passando pela elaboração de estratégias para combate que se desdobrariam em ações, até a confecção do documento em si, que poderia ser estruturado de forma a facilitar a simulação e validação das estratégias exploradas. Este módulo poderia se integrar com o Wikiloc® para o mapeamento das trilhas de evacuação.
2. Sistema de Informações Geográficas, conforme já proposto na seção anterior, adicionando uma camada para mapeamento do número de comunidades preparadas, apresentando a quantidade absoluta dessas comunidades e seu percentual em relação ao total.

### **4.2.3 Resposta a Emergências**

Para esta fase, foi proposto o seguinte módulo:

1. SIG/BD consolidando índices de ocorrências, como índices de incêndios em comunidades, com visão geográfica, tabular ou gráfica.

#### 4.2.4 Reconstrução

Para esta fase, foi proposto o seguinte módulo:

1. SIG/BD que permitisse o registro de óbitos e danos decorrentes de desastres. A entrada de dados seria feita em dispositivos móveis como celulares ou *tablets* e contaria com um assistente, que orientasse o usuário sobre as informações que precisariam ser coletadas. Este módulo poderia disponibilizar relatórios georreferenciados para apoio à decisão.

#### 4.2.5 Comunicação

Para esta fase, foi proposto o seguinte módulo:

1. Portal web para comunicação interna e externa, integrado com site oficial, contendo informações como material de treinamento para voluntários, números oficiais, sala de imprensa, Informações à população, notícias, planos de emergência públicos, trilhas de evacuação, histórico de ocorrências, registro de atendimentos, etc.

### 4.3 Otimização dos processos

#### 4.3.1 Sistema de Informações Geográficas

O SIG foi selecionado pela Coordenação como prioritário para apoio à Análise de Risco, cujas camadas deveriam ser:

- áreas vulneráveis e áreas com comunidades preparadas;
- associações de moradores e NUDECs (Núcleos Comunitários de Defesa Civil);
- delimitação de cada comunidade;
- pluviômetros do Cemaden e outros sensores;
- unidades de saúde e SAMU (Serviço Ambulatorial Móvel Urbano);
- unidades do Corpo de Bombeiros, da PM (Polícia Militar) e da GM (Guarda Municipal);
- escolas;
- unidades prisionais;
- órgãos da Prefeitura;
- bases da CLIN (Companhia de Limpeza Urbana de Niterói).

De acordo com a Coordenação da DCMN, seria interessante o acesso móvel a esse sistema, para a utilização das equipes em deslocamento. No momento em que o levantamento dos dados para a elaboração deste trabalho estava sendo realizado, já estava em andamento o mapeamento da maior parte das camadas descritas acima por uma agente do órgão no SIG gratuito Google Earth®, que só era consultado na máquina em que havia sido instalado.

Em consulta à documentação oficial do Google Earth® (<https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>), verificou-se que existia a possibilidade de acesso remoto a mapas criados pela ferramenta, usando um *plug-in* (complemento instalado em navegadores *web*, permitindo estender suas funcionalidades). Entretanto, além do inconveniente de depender da instalação desse *plug-in*, e da verificação de compatibilidade entre versões de navegadores, a consulta aos endereços [https://support.google.com/earth/answer/178389?hl=pt-BR&ref\\_topic=2376748](https://support.google.com/earth/answer/178389?hl=pt-BR&ref_topic=2376748) e <https://developers.google.com/earth/> mostrou que o *plug-in* era parte de uma API (*Application Programming Interface*, isto é, uma interface criada para desenvolvedores de *software*) que estava sendo descontinuada desde 2014, por razões de segurança, e seria suspensa definitivamente em 2016. Portanto, essa não era uma opção viável e outras alternativas precisavam ser buscadas.

Como desenvolver ou mesmo adaptar um SIG existente exigiria um investimento financeiro elevado, buscou-se outras soluções gratuitas disponíveis, e a opção mais natural foi o Google My Maps® (<https://www.google.com/mymaps>), a versão editável e um pouco menos conhecida do Google Maps®. A ferramenta não oferece os recursos de mapa 3D e navegação rica disponíveis no Google Earth® (que não eram

importantes para a utilização desejada), mas apresenta a vantagem de não depender de instalação, sendo acessível por qualquer navegador, tanto em dispositivos fixos quanto móveis.

Após a realização de alguns testes, a proposta de uso do novo *software* foi apresentada à DCMN, tendo sido bem recebida (ver Figura 1). A profissional responsável pelo mapeamento achou a interface mais simples e intuitiva, embora bastante poderosa, com destaque à funcionalidade de edição simultânea por usuários diferentes no mesmo mapa, o que lhe permitiu dividir o trabalho de mapeamento com outros profissionais e com isso ganhar tempo. Para a Coordenação do órgão, a possibilidade de ver o resultado do mapeamento diretamente em um aparelho celular, com a possibilidade de ligar e desligar camadas e visualizar informações relacionadas a cada local, foi considerada bastante interessante. Foi descoberta a limitação de dez camadas por mapa, a qual foi contornada criando-se outros mapas; a possibilidade de exportação de dados de um mapa para outro também ajudou a minimizar o problema.

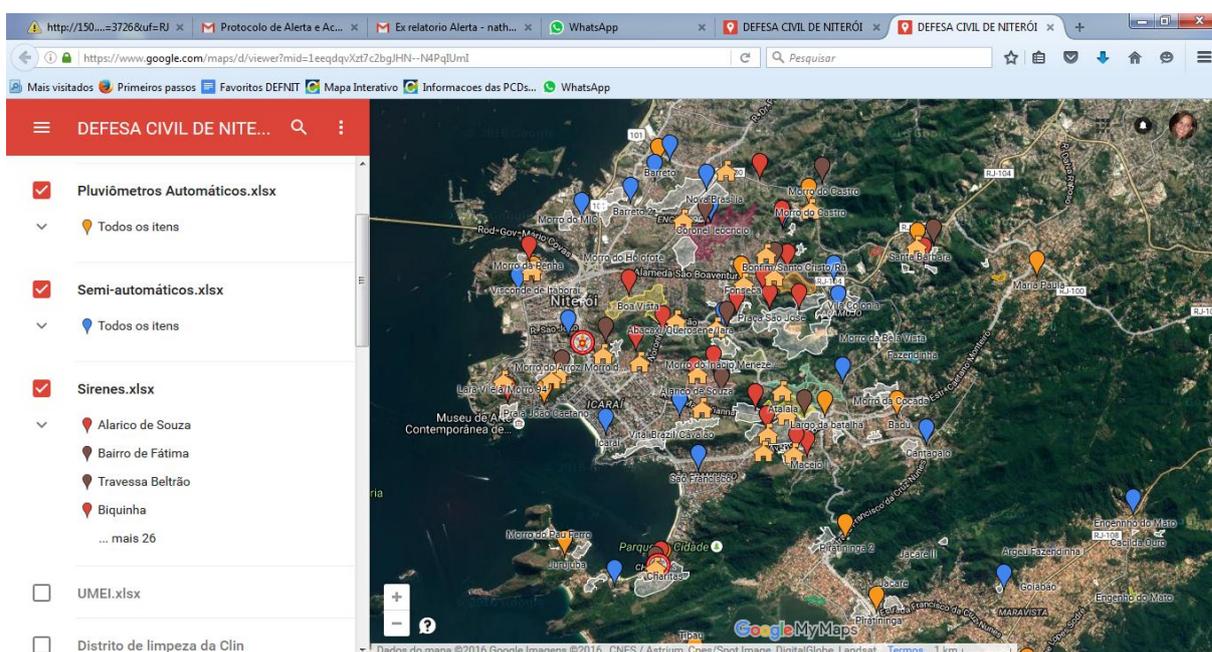


Figura 1. mapa de análise de risco da cidade de Niterói

#### 4.3.2 Sistema de Monitoramento e Alarme

Conforme citado anteriormente, o módulo escolhido como segunda prioridade para otimização foi o de Alarmes de ocorrências. A meteorologista responsável explicou e demonstrou como eram hoje monitorados os níveis de chuva no município, bem como são disparados os estados de alerta e alarmes. Existem quatro níveis no monitoramento: o estado de “vigilância” é o padrão, alterado para “alerta” quando determinados limiares são atingidos; outros limiares determinam a passagem do estado de “alerta” para o estado de “alarme”, e por fim a iminência de deslizamentos determina a passagem do estado de “alarme” para “alarme máximo”.

Para monitorar dados de chuva, segundo a meteorologista, só existem hoje duas fontes disponíveis: os dados de pluviômetros disponibilizados pelo Cemaden e uma estação meteorológica completa, pertencente ao Governo do Estado. Os dados do Cemaden são recuperados manualmente via [site www.cemaden.gov.br](http://www.cemaden.gov.br), e atualizados a cada dez minutos. Os dados da estação são disponibilizados via FTP em um servidor para o qual a DCMN possui credenciais de acesso.

Pela facilidade de acesso e maior disponibilidade de dados, optou-se por priorizar a automatização da leitura dos dados no *site* do Cemaden. Para isso, foi desenvolvido um *software* utilizando tecnologias gratuitas, como a linguagem Java (<http://www.java.com>), o editor Eclipse (<http://www.eclipse.org>) e a ferramenta de automação Selenium (<http://www.seleniumhq.org>). A estrutura do *software* é bem simples e linear: a cada

dez minutos (intervalo configurável em um arquivo de propriedades, assim como diversas outras características), o sistema consulta os dados de pluviômetros de Niterói no *site* do Cemaden, e quando encontra dados novos, soma-os com os lidos anteriormente, salva os dados lidos e acumulados em planilha (ver Figura 2), e processa os dados, comparando-os com uma tabela de níveis críticos de chuva fornecida pelo Estado do RJ (ver Tabela 1); se encontrar algum nível acima do limite, dispara *e-mails* de alerta aos responsáveis da Defesa Civil. O sistema foi preparado para ser tolerante a pequenas falhas no envio de dados do *site* do Cemaden e consegue inferir os dados corretos com base em uma análise algorítmica quando estes apresentam inconsistências.

O sistema possui pouco mais de 1000 linhas de código (LOC) e foi desenvolvido pelo autor. Ele é instalado como um serviço Windows e roda 24/7 em um servidor dedicado, recuperando-se automaticamente em caso de queda de energia. Alterações nas propriedades são recarregadas sem necessidade de reinício do sistema e eventuais erros são enviados por *e-mail* aos administradores cadastrados. O sistema, tal como está, poderia ser reutilizado em qualquer município do país coberto pela rede de pluviômetros do Cemaden, bastando-se apenas configurar nas propriedades o endereço de acesso aos dados desejados.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
211	17/08/2016 02:00	Itaipu	0	-	-	-	-	1.01	1.01		17/08/2016 02:00	Itaipu
212	17/08/2016 02:00	Largo da Batalha	0	-	-	-	-	1.79	1.79		17/08/2016 02:00	Largo da Batalha
213	17/08/2016 02:00	Morro do Castro	0	-	0.4	-	1.8	2.4	3.2		17/08/2016 02:00	Morro do Castro
214	17/08/2016 02:00	Piratininga	0	-	-	-	-		1	1	17/08/2016 02:00	Piratininga
215	17/08/2016 02:00	Piratininga 1	0	-	-	-	-	1.18	1.18		17/08/2016 02:00	Piratininga 1
216												
217	CEMADEN										ACUMULADOS	(15/08/16 20:00)
218	Data/Hora	Estação	Último	1h	6h	12h	24h	72h	96h		Data/Hora	Estação
219	17/08/2016 00:00	Piratininga2	0	-	-	-	-	1.96	1.96		17/08/2016 00:00	Piratininga2
220	17/08/2016 01:00	Jurujuba	0	-	-	-	-	1.8		2	17/08/2016 01:00	Jurujuba
221	17/08/2016 01:00	Praia João Caetano	0	-	-	-	-	1.19	1.19		17/08/2016 01:00	Praia João Caetano
222	17/08/2016 01:00	Santa Barbara	0	-	-	-	-	3.15	3.15		17/08/2016 01:00	Santa Barbara
223	17/08/2016 01:00	Varzea das Moscas	0	-	-	-	0.6	3.41	3.81		17/08/2016 01:00	Varzea das Moscas
224	17/08/2016 01:00	Visconde de Itaboraí	0	-	-	-	-	1.18	1.18		17/08/2016 01:00	Visconde de Itaboraí
225	17/08/2016 02:00	Badu	0	-	-	-	-	1.8	1.8		17/08/2016 02:00	Badu
226	17/08/2016 02:00	Barreto	0	-	-	-	0.2	2.36	2.36		17/08/2016 02:00	Barreto
227	17/08/2016 02:00	Charitas	0	-	-	-	0.2	1.6	1.8		17/08/2016 02:00	Charitas
228	17/08/2016 02:00	Itaipu	0	-	-	-	-	1.01	1.01		17/08/2016 02:00	Itaipu
229	17/08/2016 02:00	Largo da Batalha	0	-	-	-	-	1.79	1.79		17/08/2016 02:00	Largo da Batalha
230	17/08/2016 02:00	Maria Paula	0	-	-	-	1.2		3	3	17/08/2016 02:00	Maria Paula
231	17/08/2016 02:00	Morro do Castro	0	-	0.4	0.8	1.8	2.4	3.2		17/08/2016 02:00	Morro do Castro
232	17/08/2016 02:00	Piratininga	0	-	-	-	-		1	1	17/08/2016 02:00	Piratininga

Figura 2. amostra de dados coletados e acumulados do *site* do Cemaden

## 5 CONCLUSÃO

Este trabalho buscou demonstrar que com um baixo nível de investimento em tecnologia e o apoio de um profissional da área, com poucas horas de consultoria técnica, é possível obter ganhos significativos para o desempenho das Defesas Civas Municipais.

O trabalho desenvolvido em parceria com a Defesa Civil Municipal de Niterói permitiu a esse órgão realizar uma análise de risco muito mais efetiva, mapeando geograficamente com riqueza de detalhes uma ampla gama de informações úteis para a prevenção, preparação e resposta a situações de emergência, como a localização e delimitação de áreas vulneráveis, a proximidade de unidades de combate, de resgate e assistência médico-hospitalar, congregando telefones, endereços e outras informações relevantes. O acesso a essas

informações é feito de forma remota por qualquer dispositivo móvel, proporcionando flexibilidade aos agentes da Defesa Civil e facilitando a coordenação de ações daquele órgão. Igualmente, a automatização do processo de monitoração de níveis críticos de pluviosidade permite uma maior agilidade e riqueza de informações, proporcionando um monitoramento 24/7 efetivo, ao mesmo tempo em que faculta a alocação da força de trabalho em outras tarefas, potencializando o escopo de atendimento.

O levantamento dos processos de trabalho identificou diversas outras oportunidades de aplicação das mesmas técnicas e tecnologias em outras frentes, com aplicação direta para outras defesas civis municipais do país exigindo pouca ou nenhuma personalização, o que traria um ganho de escala capaz de reduzir os já escassos investimentos a praticamente zero, maximizando o benefício.

## 6 REFERÊNCIAS

BROCKLESBY, J. *Elements of meteorology with questions for the examination, designed for schools and academic*. 4th ed. New York, 1851, Sheldon and Company, 292p.

GRAZULIS, T.P. *The Tornado: Nature's Ultimate Windstorm*. 1th ed. Norman, 2001, University of Oklahoma Press, 324p. ISBN 0-8061-3258-2.

IBGE. *Cidades*. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=330330&search=rio-de-janeiro|niteroi|infograficos:-informacoes-completas>. Acesso em 19 jun. 2016.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL - MIN. *Histórico da Defesa Civil*. Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.mi.gov.br/historico-sedec>. Acesso em 21 jun. 2016.

OLIVEIRA, A. B. *O fim da guerra fria e os estudos de segurança internacional: o conceito de segurança humana*. Aurora, ano III, n.5, 2009, p.68-79. ISSN: 1982-8004.

POIRIER, J. P. *Le tremblement de terre de Lisbonne 1755*. 1ere Ed. Paris, Odile Jacob, 2005, 288p. ISBN 2-7381-1666-3.

REVISTA EXAME. São Paulo: Ed. Abril, n. 1064, 30 abr. 2014.

TAVARES, M.J.F.; AMADOR, F.; PINTO, M.S. *O terramoto de Lisboa de 1755: tremores e temores*. Cuadernos Dieciochistas, Ed. Universidad de Salamanca, n.6, 2005, p.43-77. ISSN: 1576-7914. Disponível em: [http://gredos.usal.es/jspui/bitstream/10366/69060/1/O terramoto de Lisboa de 1755 tremores e.pdf](http://gredos.usal.es/jspui/bitstream/10366/69060/1/O%20terramoto%20de%20Lisboa%20de%201755%20tremores%20e.pdf). Acesso em 16 mai. 2016.

UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION - UNISDR. *Working Background Text on Terminology for Disaster Risk Reduction*. Geneva, 2015. Disponível em: <http://www.preventionweb.net/documents/framework/Working%20background%20text%20on%20DRR%20Terminology%20%20October%20reissued%20on%2023%20October.pdf>. Acesso em 19 jun. 2016.