

A Necessidade de um Cadastro Multifinalitário em Acidentes de grandes Proporções – Caso: Explosão do Navío Vicuña na Baía de Paranaguá

Marco Aurélio Debbus Nadal
Carlos Aurélio Nadal
Luis Augusto Koenig Veiga
Pedro Luiz Faggion

UFPR – Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas
Centro Politécnico - Jardim das Américas
81531-990 Curitiba PR
marco_nadal@yahoo.com.br
cnadal@ufpr.br
kngveiga@ufpr.br
faggion@ufpr.br

RESUMO: A explosão no Navio BTG Vicuña no Porto de Paranaguá em 2004 mobilizou a sociedade paranaense, tanto pelas dimensões do acidente, como por se tratar de evento dificilmente registrado na história paranaense. De início a defesa civil tomou as providências necessárias e a seguir convocou a Universidade Federal do Paraná através do Centro de Apoio Científico a Desastres (CENACID). Os autores se integraram a este com o objetivo principal de monitorar os destroços com a finalidade de detectar possíveis movimentos oriundos das variações de marés e de mudanças nas direções de correntes oceânicas. Durante a execução dos trabalhos notou-se a falta de uma metodologia que permitisse o cadastro de todas as informações obtidas e seu gerenciamento com eficiência. A falta de documentação cartográfica em escala adequada, bem como de um sistema de georeferenciamento que tornasse mais eficaz a coordenação e compreensão do problema por todos os envolvidos, bem como a emissão contínua de relatórios circunstanciados dos eventos que ocorriam, tais como novos vazamentos, deposição de óleo em áreas de preservação permanente, os movimentos das plumas de contaminação e outros. Neste trabalho os autores propõem a discussão de alternativas que possam ser utilizadas na execução de um cadastro que demonstre a dinâmica dos resultados oriundos de grandes acidentes e métodos de levantamentos de dados geodésicos e proposição de um cadastro multifinalitário simplificado que possa ser utilizado como apoio a Defesa Civil em situações críticas de pós-acidente.

PALAVRAS CHAVES: Acidentes, cadastro multifinalitário para pós-acidentes.

ABSTRACT: In this paper are pourpose one methodology used for elaboration of cadastre in biggest accidents. The autors are involved in the deformation measurements by observed in parts of BTG Vicuña ship that are blowing up in Paranagua Bay, in Parana State of Brasil. In this work we are explained the accident but isn't possible to relate in this paper the origins of the problem. The geodetic methodology used in the monitoring are presented. There are observed some problems like continuos communication bulletins of the post accident, that help the people involved in action rescues. This fact can be implemented by the use of cadastral information system.

1. INTRODUÇÃO

As 19h 30min de uma segunda-feira dia 15 de novembro de 2004 o navio BTG Vicuña da Sociedad Naviera Ultragas, de bandeira chilena explodiu duas vezes enquanto descarregava metanol na Baía de Paranaguá, no píer da Cattalini Terminais Marítimos. Sua tripulação era composta de 28 pessoas. A explosão além de partir o navio e afunda-lo parcialmente causou a morte de 3 tripulantes e um desaparecimento. A carga do navio era composta por 14,26 milhões de litros de metanol, parte desta carga já havia sido descarregada, restavam a bordo cerca de 5 milhões de litros (toneladas). O navio havia sido reabastecido antes do procedimento de descarga com cerca de 1,5 milhão de litros de óleo combustível, tipo “bunker”. [CREA, 2005].

No dia 26 de novembro de 2004 através de uma solicitação do CENACID, Centro de Apoio Científico em Desastres, órgão ligado a UFPR, a equipe se deslocou ao local do desastre para monitorar possíveis deslocamentos dos destroços. As prováveis causas para os deslocamentos teriam sua origem em: recalques de fundo, marés, atracamento lateral de embarcações de apoio, correntes e movimentos da danificada estrutura de concreto adjacente ao navio que compõe o píer. Uma vez que o navio encontrava-se parcialmente submerso, os destroços estavam sujeitos a pequenas movimentações decorrentes principalmente das forças oriundas das marés e das correntes de vazantes. O peso próprio do navio e sua variação decorrente da retirada de combustíveis, também poderiam ocasionar rupturas, quedas, recalques uma vez que o fundo da Baía é constituído de material lodoso. Estes fatores potencializam os riscos dos trabalhadores envolvidos na limpeza bem como o agravamento dos danos ambientais.

O monitoramento teve continuidade num intervalo de quinze dias.

No desenvolvimento dos trabalhos e com o envolvimento da equipe com a Defesa Civil do Estado do Paraná, potencializaram-se alguns pequenos problemas que poderiam ser facilmente resolvidos com a adoção de conceitos referentes ao cadastro multifinalitário.

Assim por exemplo, ficou claro a equipe que os relatórios que poderiam e deveriam ser emitidos de forma completa em intervalos de 12h ou menos, levavam em média 48h devido a complexidade de armazenamento de dados e interpretação de resultados. Num pós-acidente, algumas horas após o acontecido e nos primeiros dias são extremamente importante uma continua comunicação de informações que auxiliam as pessoas envolvidas e trazem informações a imprensa de forma organizada e unificada.

2. MONITORAMENTO GEODÉSICO DO NAVIO

Durante os trabalhos de monitoramento dos destroços do navio Vicuña, os principais problemas encontrados pela equipe foram à escolha de um ponto onde pudessem ser instalados os instrumentos de medição para a execução dos levantamentos geodésicos, a escolha e a colocação de alvos nos pontos a monitorar, a certeza de que os levantamentos poderiam ser repetidos no tempo, e o instrumental a ser utilizado, por tratar-se de local com vazamento de produto combustível; impossibilitando a utilização de alguns tipos de aparelhos [Nadal, et. Alli, 2005].

A figura 1 a seguir ilustra o local do acidente quando da chegada da equipe para proceder aos levantamentos geodésicos para o monitoramento dos destroços. Nota-se nesta foto a cabine de comando do navio e sua proa parcialmente submersa.



Figura 1 – Local escolhido para o monitoramento dos destroços do navio Vicuña (Fonte: autores)

Foi efetivada inicialmente uma vistoria na estrutura de concreto armado que compõe o píer, que se encontrava parcialmente danificada, escolhendo-se o local mostrado na figura 1 por ser o que apresentavam boas condições de trabalho.

Nos destroços foram fixados através de braçadeiras três alvos topográficos refletivos sendo dois na popa e um na proa da embarcação, além de 4 alvos autocolantes que também foram colocados na popa. A escolha levou em conta as dificuldades de se fixar os alvos uma vez que o interior da embarcação (todas as peças da proa foram destruídas pelo fogo), e alguns pisos estavam inundados o que dificultava a locomoção. Além disso, como continuava o vazamento de óleo e combustíveis havia risco de acidentes no local. Os locais escolhidos para fixação dos alvos foram os pontos superiores da estrutura.

Na figura 2 mostra-se o espalhamento de entulhos sendo que a torre no centro é parte da proa do navio, onde no topo da qual foi instalado um alvo topográfico. A lamina de aço inoxidável que aparece interrompendo o píer é a tampa de uma dos reservatórios que explodiu.



Figura 2 Proa do navio Vicuña submersa ao lado dos destroços no píer.

Uma vez escolhidos os pontos procederam-se os levantamentos geodésicos. Algumas vantagens dos métodos geodésicos são destacadas por Chaves [1994]:

- a) Fornecem o estado global de um corpo deformável;
- b) Contém o esquema próprio de verificar os resultados e são capazes de avaliar a exatidão da medição globalmente;
- c) Fornecem versatilidade e adequabilidade para qualquer meio-ambiente e situação de operação.

Em contrapartida o autor apresenta o que chama de alguns obstáculos: a complexidade de medição requer a presença de muitos operadores durante vários dias, é muito difícil e caro adotar métodos geodésicos para monitoramento contínuo.

Algumas técnicas de levantamentos geodésicos utilizados para fins de monitoramento são: triangulação geodésica, poligonação, nivelamento geométrico de precisão e determinação de coordenadas utilizando o GPS (*Global Positioning System*). Em trabalhos de monitoramento de grandes estruturas é comum associar estas diferentes técnicas, como o posicionamento por GPS para a determinação das coordenadas planas dos pontos e o nivelamento geométrico de precisão para o controle altimétrico.

Adicionalmente, CHAVES [1994] diz que o método geodésico é caracterizado por observações diretas de distâncias, ângulos, diferenças de altitude, direções verticais e horizontais, através do uso de teodolitos, níveis, medidores eletrônicos de distância, taqueômetros eletrônicos, miras invar, etc.

No desenvolvimento deste trabalho adotou-se por razões de segurança os métodos geodésicos:

- Nivelamento Geométrico
- Levantamento por irradiação com estação total.

Todos os instrumentos utilizados no monitoramento foram calibrados, detalhes podem ser observados em Faggion (2001).

Não cabe descrever aqui os procedimentos de coleta e tratamento dos dados obtidos com as metodologias descritas, pois se tratam de procedimentos geodésicos amplamente discutidos pela literatura especializada. [Nadal, 2000; Veiga, 2003].

3. RESULTADOS OBTIDOS COM O MONITORAMENTO GEODÉSICO

Para efeito de análises dos deslocamentos foi adotado um sistema de coordenadas tridimensionais locais com origem arbitrária, com os eixos x e y contidos no plano topográfico passante pelo ponto onde se encontrava instalada a estação total. A direção do eixo x é perpendicular ao eixo de simetria da embarcação que une o centro da proa ao centro da popa e o eixo y paralelo a aquele eixo. O eixo dos z foi adotado na vertical com sentido positivo para o zênite.

As coordenadas obtidas para os 3 alvos refletores no dia 25 de novembro foram utilizadas como referências, sendo que os deslocamentos calculados nas outras datas são relativos a esta primeira observação.

O trabalho realizado as 15h 30min no dia 25 de novembro resultou em:

Ponto	X (m)	Y (m)	Z (m)
P1	999,6032	967,2311	8,656957
P2	994,1644	976,4341	9,062025
P3	930,7878	1062,544	7,959737

Os deslocamentos observados resultaram em:

a) dia 26 de novembro as 9h 45min

Ponto	Diferença X (m)	Diferença Y (m)	Diferença Z (m)
P1	0,00254	-0,00236	-0,00455
P2	0,003686	-0,00332	-0,00371
P3	-0,00148	0,001844	-0,00356

b) dia 26 de novembro as 15h 20min

Ponto	Diferença X (m)	Diferença Y (m)	Diferença Z (m)
P1	0,002257	-0,00169	-0,0025
P2	0,001256	-0,00203	-0,00067
P3	-0,00086	0,003521	-0,00163

c) dia 27 de novembro as 10h 00min

Ponto	Diferença X (m)	Diferença Y (m)	Diferença Z (m)
P1	0,008286	-0,00243	-0,00388
P2	0,005309	-0,00337	-0,00281
P3	-0,00306	-0,0009	-0,00203

Estas observações foram realizadas de forma a coincidirem com a preamar ou com a baixa mar, que pode ser comparado com o gráfico das mares fornecido pelo Centro de Estudos do Mar da UFPR, para a baía de Paranaguá para a data (figura 3).

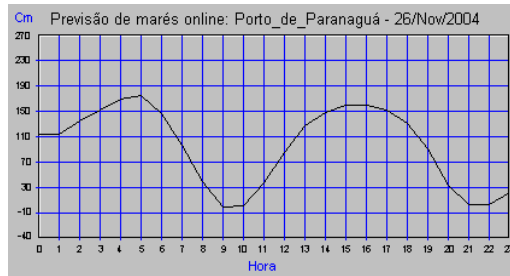


Figura 3 – Gráfico da maré para o dia 26/11/2004

Na figura 4 tem-se o gráfico da maré para o dia 27/11/2004

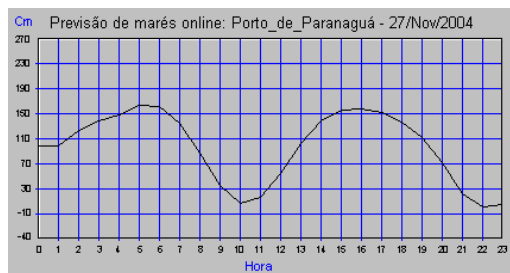


Figura 4 – Gráfico de marés para o dia 27/11/2004

As observações dos alvos auto-colantes foram efetivadas com nível Wild NI003, com placa plano paralela. Os alvos foram colocados todos a igual altura em relação ao Píer, formando aproximadamente um plano horizontal. As diferenças entre as observações de cada alvo com o alvo A1 devem se manter constantes se não houver movimentação. Cada linha da tabela representa uma data de observação. Como exemplo pode-se verificar as medidas efetivadas no dia 04 de dezembro de 2004. (última linha da tabela) são comparadas com as leituras iniciais aos alvos (primeira linha da tabela). As unidades de medidas utilizadas são 0,01mm.

A1	A2	A3	A4	A2-A1	A3-A1	A4-A1
229	580	542	305	351	313	76
202	601	591	304	399	389	102
239	610	615	298	371	376	59
10	402	365	98	392	355	88
31	310	280	38	279	249	7
5	348	268	78	343	263	73
229	580	542	305	351	313	76

4. OUTROS MONITORAMENTOS EFETUADOS

Além do monitoramento geodésico efetivado pelos autores, outros grupos de pesquisa que colaboram com o CENACID efetuaram a coleta das mais diversas informações tais como contaminação das areias de manguezais com óleo na superfície e na subsuperfície, determinação da direção das correntes marítimas na baía, determinação de condições meteorológicas microclimáticas. Na área biológica, coleta, limpeza, tratamento, cadastro de animais e plantas atingidos. Na recepção de resíduos coletados foram cadastradas informações sobre quantidade de combustível recuperada, armazenamento de areia e solo contaminados, armazenamento de detritos, e outros.

Um dos fatos que causou impacto foi o de que a central de informações somente ser informatizada posteriormente, com resultados apresentados em mapas impressos em papel afixados nas paredes e relatórios impressos distribuídos sem informações definitivas aos órgãos de imprensa, causando alguns desvios de informações passadas a população.

A cartografia sistemática do Porto de Paranaguá, obtida junto ao IBGE e as cartas náuticas pela DHN, foram os principais documentos cartográficos disponíveis durante o acidente. Além destas imagens de satélites Landsat e CBRS foram obtidas na época. Convém salientar que tanto o IBAMA como o IAP (Instituto Ambiental do Paraná) possuem lanchas que tornaram possível o deslocamento de pesquisadores na Baía durante o acidente. O Batalhão de Polícia Florestal do Paraná possui aviões que somente agora poderiam ser usados para obtenção de imagens aéreas do evento. Na época foram utilizados helicópteros, sem, contudo, haver a preocupação de um levantamento aerofotogramétrico das áreas atingidas.

A Carta náutica tem como função principal o auxílio à navegação. Acaba sendo utilizada de forma generalizada como base cartográfica para eventos ambientais nos estudos costeiros, o que aliás não é sua finalidade. Por apresentar a representação do fundo de mar referido ao denominado nível de redução, que é uma média das baixa-mar de sizígia, traz a faixa de praia com uma representação exagerada em dimensões, somente observável em raras ocasiões na prática. Há a necessidade de uma discussão pela comunidade cartográfica da elaboração de cartas das regiões costeiras que representem as faixas de praia de forma a mostrarem ao usuário a faixa passível de enchentes e vazantes de marés. Geralmente a escala das Baías é de 1:25000. Esta escala, por exemplo, foi utilizada para representar o deslocamento de plumas de contaminação geradas com óleo que vazou do navio. Este resultado pode ser comparado com os modelos desenvolvidos com correntes na Baía.

Por exemplo, para uma representação de contaminação de mangues a escala ideal é da ordem de 1:2000. [Nadal, 2005]

O cadastro de pessoas que foram prejudicadas com o acidente foi o mais difícil de ser realizado, uma vez que não existia um cadastro anterior de pescadores a não ser aqueles que são amparados por programas do governo federal, como auxílio desemprego nas datas em que a pesca é proibida na baía, mas este cadastro não foi disponibilizado nesta emergência.

Por último convém salientar, que somente devido ao bom senso de profissionais com muita experiência em acidentes é que foi possível no caso em pauta uma coordenação das pessoas que trabalhavam tanto no local do acidente como em locais afetados pela contaminação ambiental, porém em momento algum era possível responder-se a mais simples das questões: Quais as pessoas que estavam em um determinado local num determinado instante?

Num acidente destas proporções esta resposta deve ser imediata, principalmente se houver uma premência de saída devido a eventuais emergências que um pós-acidente destas proporções podem oferecer como incêndios, intoxicações e outras.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os trabalhos geodésicos desenvolvidos mostraram que não houve deslocamentos significativos nas estruturas monitoradas. Mostraram-se eficazes nos monitoramentos pós-acidentes, prevendo-se para o futuro a realização de pesquisa no assunto com conseqüente desenvolvimento de dissertação de mestrado. Este mesmo tipo de monitoramento poderá ser utilizado em outros acidentes, devendo-se prever algumas inovações tanto do tipo instrumental com adequação de metodologia para uma solução mais eficiente dos problemas.

Deve ser estudada a possibilidade de utilização dos sistemas baseados em *laserscannig* terrestres nos acidentes, em que pese o fato que em locais onde a risco de explosão não se poder utilizar este equipamento. STATHAS et al. (2003) realizaram um teste para avaliar a performance de estações totais a laser e um sistema de laser scanner terrestre para fins de monitoramento. Nos testes realizados foi empregado um plano, cujos parâmetros foram determinados por técnicas de mínimos quadrados. O que permite que estes instrumentos possam ser utilizados na determinação de deformações em estruturas.

O desenvolvimento de cadastro multifinalitário em acidentes é comprovadamente uma necessidade, que muito auxiliara a Defesa Civil, tanto no arrematar pessoas que possam colaborar tendo em vista a definição de locais afetados, quanto no emprego de medidas mitigadoras ao acidente.

6. REFERÊNCIAS

CHAVES, J. C. (1994). **Controle de Deformações em Barragens: Métodos de Monitoramento e Viabilidade de Utilização do GPS**. 197f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

CREA-PR **Revista do CREA-PR**, vol 1, janeiro, 2005, p 29-33.

FAGGION, P. L. **Obtenção dos elementos de calibração e certificação de medidores eletrônicos de distância em campo e laboratório**. Curitiba, 2001. 134f. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas) – Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

NADAL, C. A. **Método da Interseção Óptica Tridimensional Aplicado à Engenharia de Precisão**. Curitiba, 2000. (Tese de Doutorado). Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná.

NADAL, C. A **Cartografia aplicada ao Sistemas de Informações Geográficas**. Curso de Pós-Graduação em Geoprocessamento UFPR. Curitiba, 2005, 110p.

NADAL, C A , VEIGA, L A K, FAGGION, P L, NADAL M A D . **Monitoramento de deslocamentos dos destroços oriundos do acidente com o navio BTG Vicuña na Baía de Paranaguá**. IV Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas - IV CBCG, 2005

STATHAS, D; ARABATZI, O; DOGOURIS, S; PINIOTIS, G; TSINI, D; **New monitoring techniques on the determination of structure deformations**. 11th International FIG Symposium on Deformation Measurements, Greece, May 25-28, 2003. Disponível em: << <http://www.fig.net/figtree/commission6/santorini/index.htm> >> Acesso em 16 de fev. de 2004.

VEIGA, L. A. K. **Automação Topográfica - Parte 2**. Curitiba, 2003. 77p. Apostila (Curso de Especialização em Geotecnologias). Departamento de Geomática, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.