

USO DO LASER SCANNER SOB A ÓTICA DA LEI 12.608/2012 PARA PREVENÇÃO DE INUNDAÇÃO NO MUNICÍPIO DE PASSO DE TORRES-SC

M. P. Koerich¹, G. Regis², G. Braghirolli³, F. H. de Oliveira⁴, R. B. Prieto⁵

^{1,2,3,4} Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil

Comissão V - Gestão Territorial e Cadastro Técnico Multifinalitário

RESUMO

Sabe-se que com o crescimento urbano acelerado o poder público perde facilmente o controle sobre a dinâmica das construções e que se configuram em consequências desastrosas para o homem e o meio ambiente. Os impactos sócio ambientais graves nas áreas urbanas são causados em virtude da ocupação irregular do território junto à ocorrência de eventos hidrometeorológicos. Como exemplo, tem-se a ocorrência de inundações em áreas urbanas. À vista disso, é necessário adotar e aplicar a legislação 12.608/2012, a qual instrui quanto às inundações a necessidade de se criar e manter o cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos. Por fim, a lei direciona que é necessário a elaboração do cadastro nacional de municípios pelo Governo Federal, que possuem áreas suscetíveis a esses desastres como também, o seu mapeamento. Sob esta ótica o artigo apresenta uma discussão sobre o potencial uso dos dados *laser scanner* frente a legislação e a representação 3D da área urbana em cenários de simulação de inundação. Dessa forma, com os cenários tridimensionais que foram gerados em relação à ocupação urbana demonstrou-se se há ou não compatibilidade com a documentação cartográfica produzida e disponibilizada pela Prefeitura de Passo de Torres-SC, a fim de avaliar as possíveis áreas de risco à inundação localizada na área urbana do município, segundo as cotas altimétricas de 4m, 5m, 6m e 7metros. A pesquisa retrata os vários testes que se configuram na manipulação dos dados *laser* para uma visualização cartográfica adequada para casos de inundação.

Palavras-chave: Inundação, *Laser Scanner*, Lei 12.608/2012.

ABSTRACT

Nowadays in the accelerated urban growth the municipality decisors easily loses control over the dynamics of the buildings. Thus, in such situation is configured in disastrous consequences for the man and the environment. Severe socio-environmental impacts in urban areas are caused by the irregular occupation of the territory along with the occurrence of hydrometeorological events. As an example, there are occurrences of floods in urban areas. In view of this, it is necessary to adopt and apply legislation 12,608 / 2012, which instructs as regards floods the need to create and maintain the national territorial cadaster of municipalities with areas susceptible to the occurrence of sudden floods or related geological or hydrological processes. Finally, the law directs that it is necessary to prepare the national territorial cadaster of municipalities by the Federal Government, which have areas susceptible to these disasters, as well as their mapping. From this perspective the article presents a discussion about the potential use of laser scanner data in relation to legislation and 3D representation of the urban area in flood simulation scenarios. Thus, with the three-dimensional scenarios generated in relation to urban occupation, it was demonstrated whether or not there is compatibility with the cartographic documentation produced and made available by the Municipality of Passo de Torres-SC, in order to evaluate possible flood risk areas located in the urban area of the municipality, according to the altimetric dimensions of 4m, 5m, 6m and 7meters. The research shows the various tests that are configured in the manipulation of the laser data for a cartographic visualization suitable for flood cases.

Keywords: Flooding, Laser Scanner, Law 12.608/2012.

1- INTRODUÇÃO

Os desastres naturais, como consequência da variabilidade e mudança do clima, vêm se

apresentando com uma tendência positiva nos últimos anos (MARENGO et al., 2007, TEDESCHI et al., 2014). Prever as condições que podem resultar em desastres ambientais extremos (inundações,

deslizamentos de terra, secas, tempestades elétricas, e fortes ventos), com várias e, muitas vezes graves consequências à sociedade humana, é um dos grandes desafios científicos nos dias de hoje.

O uso da legislação é de extrema importância em razão de obter diretrizes para a prevenção e controle de inundações. De acordo com Tucci (2003), as inundações urbanas é uma ocorrência antiga nas cidades ou em qualquer aglomerado urbano. A inundação ocorre pela falta da capacidade de transporte das águas dos rios, riachos, galerias pluviais ao sair do leito de escoamento. E dessa forma, a água vai acabar ocupando áreas onde a população está habitada.

A falta de planejamento em áreas urbanas, geram novas formas de ocupações e conseqüentemente sofrem sérias conseqüências, desde as áreas litorâneas até as áreas mais distantes da costa. Por exemplo, as áreas que apresentam precariedades urbanísticas e que não possuem saneamento básico, portanto sujeitas a grande vulnerabilidade social e ambiental. A Constituição Federal de 1988, em seu art. 182, atribui aos municípios possuir a responsabilidade de acordo com as diretrizes gerais fixadas em lei para a definição de suas políticas de desenvolvimento urbano, com objetivo de ordenar o amplo desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem estar de seus habitantes.

Para o enfrentamento do desafio nas políticas do desenvolvimento urbano, o chamado plano diretor foi um passo importante para as futuras políticas públicas frente ao planejamento. Segundo o Estatuto da Cidade (2001), o Plano Diretor é um instrumento obrigatório aos municípios que possuem população acima de 20 mil habitantes; ou que estão em situação em regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas; em área de interesse turístico; ou em área sob influência de empreendimentos de grande impacto ambiental. Além disso, a legislação 12.608/2012 para caso de desastres também deve ser prevista, uma vez que ela está atrelada à gestão de risco.

Desde 2000, o Brasil vem sofrendo com diversos destes desastres ambientais em diferentes épocas do ano (GRIMM, 2009), para os quais a causa pode ser atribuída, em sua grande maioria, aos fenômenos meteorológicos ou extremos climáticos como chuva intensa, chuva prolongada, ventos intensos, que por sua vez, levam aos desastres ou eventos citados anteriormente.

O município de Passo de Torres-SC, presente na região sul do Brasil, sofre com a problemática da falta de planejamento, considerando especialmente o mapeamento temático que descreva graficamente futuros casos de inundação. E por este motivo, deve-se realizar um mapeamento que represente a vulnerabilidade, conforme o que está previsto na lei, para que seja mitigado futuros transtornos e/ou danos materiais aos moradores do município.

Assim sendo, neste trabalho apresenta-se a atual situação da inundação urbana para o município de Passo de Torres-SC, segundo a modelagem do cenário urbano 3D obtido pelos dados *laser scanner*. Portanto, planos altimétricos de simulação foram gerados observando-se a área urbana de recobrimento (edificações, arruamentos, etc), bem como a orientação da ocupação espacial prevista pelo Plano Diretor no município.

2- A PROBLEMÁTICA DAS INUNDAÇÕES URBANAS E A LEI 12.608/2012

Grande parte das inundações estão relacionadas à antropização desordenada. As construções de edificações, abertura de estradas e outras obras urbanas que se configuram em alguns exemplos que refletem o crescimento de determinadas cidades. Botelho e Silva (2004), afirmam que a canalização e retificação dos cursos d'água através das intervenções antrópicas afetam de sobretudo o sistema hidrológico. Estas obras urbanas possuem como objetivo maior aumentar a velocidade e a vazão dos rios (escoamento). Assim sendo, tem-se como resultado áreas teoricamente propícias à ocupação, bem como drenadas e seguras – porém essas margens ainda assim estão sujeitas as ocorrências de sinistros que alteram toda a lógica de ocupação e que pelo seu histórico deveriam ser readequadas para áreas de lazer, parques, etc.

Conforme Tucci (2001), verifica-se que a lógica da administração pública e do planejamento territorial se configura na maioria das vezes o controle das cheias urbanas através da canalização dos trechos críticos dos canais. Essa solução de planejamento e gestão na ocupação territorial, mais comumente, ocorre nos trechos da bacia hidrográfica em que se inserem as áreas urbanas.

Cabe destacar que as obras possuem um alto custo para o município e futuramente podem representar em igual proporção prejuízo para a sociedade, acarretando em algumas situações perdas de vidas humanas. Por isso, é necessário que a administração pública, por meio dos seus órgãos competentes elaborem um mapeamento temático em acordo com a lei 12.608/2012. Em especial no art 22 da lei supracitada, há enfaticamente a demanda pela representação gráfica das áreas suscetíveis à ocorrência de inundações bruscas – que devem estar previstas – segundo a estimativa da cota de inundação no mapa.

Além de seu mapeamento, como consta na lei, também cabe ao município criar mecanismos de controle, monitoramento e fiscalização, objetivando evitar a edificação em áreas urbanas que se encontram suscetíveis à inundação. Desta maneira, é necessário que o poder público seja imperativo na divulgação da informação cartográfica que representam as áreas seguras à ocupação, bem como estabeleça e aplique

critérios rígidos na autorização e controle de projetos para implantação de empreendimentos/edificações. Por fim, mas não menos importante – verifica-se a necessidade de replanejamento da ocupação territorial em determinada área da cidade, frente a um sinistro que atinja a população. Nesse sentido, fundamentalmente a cartografia torna-se um elemento essencial para auxiliar o planejador a estabelecer regras e aos cidadãos a visualizar e reconhecer as áreas suscetíveis e de risco a inundação no município.

3- ÁREA DE ESTUDO

Para a realização da pesquisa, a área urbana do município de Passo de Torres-SC junto ao Rio Mampituba foi escolhida como elemento de estudo. De acordo com o IBGE (censo 2010), a população do município é de 6.627 habitantes e a área total do município é de 95,114 km².

A área de estudo está inserida entre as coordenadas 622845,789m, 6754843,322m e 625069,458m, 6755857,483m, que encontram-se na projeção UTM, Fuso 22S. Localizada no sul do Estado de Santa Catarina e que ainda faz divisa entre o Estado do Rio Grande do Sul. A área urbana de Passo de Torres-SC, se encontra no fundo do vale do Rio Mampituba, já próxima a sua foz junto ao Oceano Atlântico (Fig.1).

Vale ressaltar que o curso do rio Mampituba sofre antropização desde os anos 70, e portanto, segundo o jornal A Folha (2017), ainda hoje, mesmo tendo mudado a sua dinâmica verifica-se a ocorrência de acidentes que fundamentalmente foram causados pela construção dos molhes. Não obstante a essa realidade tem-se atualmente novos projetos que pretendem ampliá-los, e que segundo a prévia experiência - não aprendida pelos administradores – incorre na potencialização dos processos de inundação.

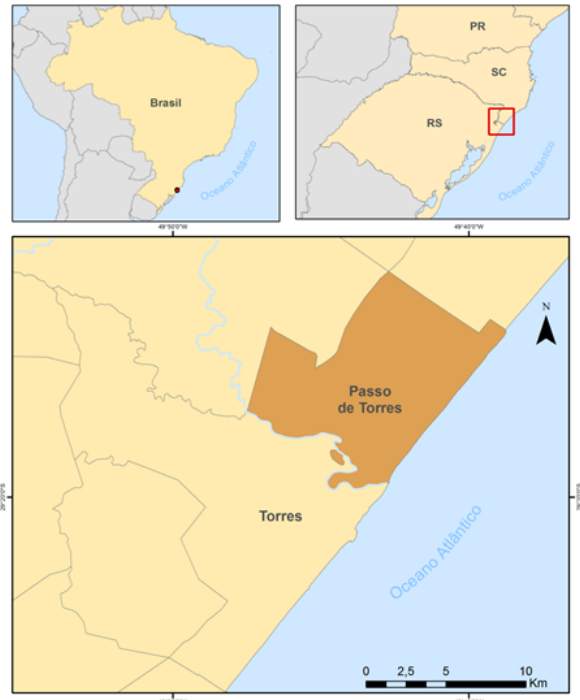


Fig. 1- Mapa de localização da área de estudo.

Segundo o Anuário Brasileiro de Desastres Naturais (2013), a macroregião Sul apresenta o maior número de ocorrências de inundações, ou seja, 33,33 %, em segundo lugar tem-se a macrorregião Norte (27,45 %) e finalmente a macroregião Sudeste com (25,98 %). Além disso, existem registros de caso de inundação que podem ser acessados por qualquer pessoa interessada no assunto por meio do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD)¹.

De acordo com os registros de caso de inundação, disponibilizados pela S2iD, nos anos 1983, 1995, 2004 e 2013 verificou-se a ocorrência de inundações no Município de Passos de Torres - SC. Avaliando os registros das ocorrências no município supracitado, tanto na região urbana quanto na rural as áreas afetadas pelas inundações ocasionam significativos danos materiais, entre eles os mais comuns estão associados as edificações (residências) e a infraestrutura viária. Por consequência e de forma a promover a ajuda direta – tem-se no plano de contingência (abrigo temporário) a ocupação das escolas – nesse contexto as aulas ficam paralisadas para atender a comunidade.

4- O USO DO LASER SCANNER E SEU MAPEAMENTO

Entre os modos de obtenção de dados com *laser scanner* está o modelo aerotransportado, que se resume a um sistema de varredura utilizado para a determinação de coordenadas tridimensionais de

¹Disponível em: < <https://s2id-search.labtrans.ufsc.br/>> Acesso em: 10 ago.2017

pontos na superfície da terra. O princípio básico de funcionamento consiste na emissão de um ou mais pulsos de laser disparados em direção à superfície. Ao atingir a superfície, parte do sinal emitido é refletida em direção ao sensor, desta forma o sensor mede tanto a intensidade do sinal de retorno, como também o tempo decorrido entre a emissão e a captação do retorno, que é usado para calcular a distância sensor-objeto, considerando que o pulso *laser* se propaga à velocidade da luz.

A determinação da distância pode ser efetuada com precisão menor que 10 centímetros, mas a precisão da determinação da posição do ponto objeto depende do desempenho dos sistemas de apoio. De modo geral a precisão planimétrica determinada ocorre na ordem de 50 centímetros, enquanto a precisão altimétrica está entre 10 a 15 centímetros (Centeno, 2007).

5- RESULTADOS

Após essa breve explicação sobre o funcionamento do sistema laser scanner, o projeto de pesquisa, a partir dos dados laser scanner, gerou cenários utilizando o programa GlobalMapper simulando as áreas de inundação na cidade de Passo de Torres-SC. Nesse sentido, a figura 2 representa os dados do laser em 3D, mostrando por meio de um gradiente as áreas mais altas (em tom da cor vermelha) e as mais baixas (em tom da cor rosa).

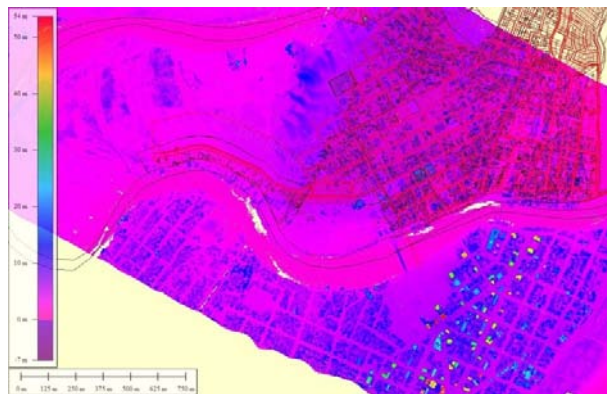


Fig. 2- Área de estudo e a representação da superfície/edificação

Com a elaboração dos Modelos 3D de uma porção da área de estudos, foi possível visualizar o impacto de diferentes alturas de inundação, em casos de cheias (Fig. 3). Portanto, percebe-se que, com 4 metros de altitude representado em (A) poucas áreas do município seriam inundadas, e ainda torna-se plenamente visível o sistema viário e a orla. Na simulação de inundação com 5 metros de altitude (B), partes da figura que estavam representadas na cor rosa passam a ser caracterizadas em azul escuro, representando novas áreas de inundação. Na representação (C) grande parte do centro urbano encontra-se inundadas e as edificações bastante

afetadas, cuja elevação atingiu 6m. Por fim, tem-se em (D) uma simulação de elevação do nível do Rio Mampituda a 7m e que atinge plenamente toda a área urbana.

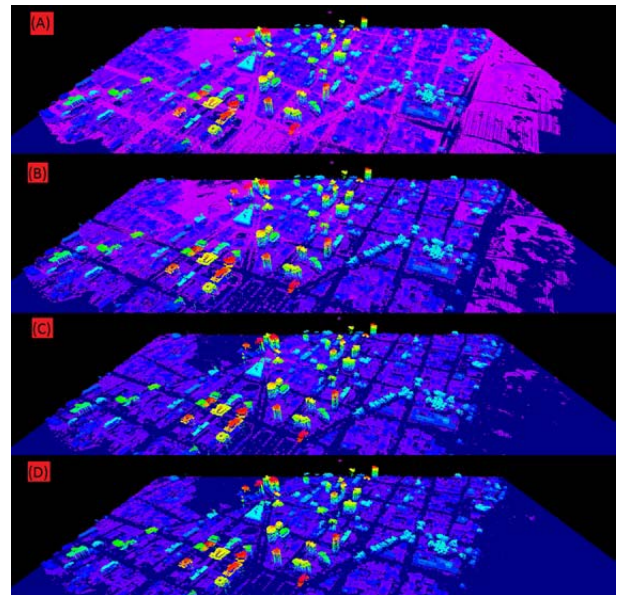


Fig. 3- Modelos tridimensionais da área de estudo.

6- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como apresentado no trabalho, o município de Passo de Torres-SC apresenta frequente vulnerabilidade à ocorrência de inundações. O uso do *laser scanner* auxiliou para a realização do mapeamento tridimensional e também para a simulação da região. A partir dos resultados dos mapeamentos, demonstra-se a necessidade da aplicação da legislação 12.608/2012 no município.

A visualização das áreas suscetíveis a inundação, na condição virtual e em meio digital, certamente auxilia a administração pública no planejamento territorial (ocupação), tomada de decisão e principalmente na gestão e definição de políticas públicas, bem como na consolidação do plano diretor. Por fim, considera-se de grande importância a publicização gráfica e descritiva das áreas do município suscetíveis a inundação, de modo que cada munícipe tenha claro o potencial risco que pode estar sofrendo.

A falta de planejamento e gestão em uma região que encontra-se habitada nas margens de um rio configura-se em um fator que contribui de forma significativa para o aumento do impacto da inundação. Essa afirmativa tem sua sustentação uma vez que os processos de inundação são naturais no meio físico, entretanto quanto há a ocupação humana o risco e a resultante do evento (sinistro) causa por vezes comoção junto a sociedade, entretanto em uma área não habitada essa ocorrência é somente um fato da natureza.

Conclui-se que a utilização da tecnologia associada a aquisição dos dados *laser scanner* torna-se uma ferramenta fundamental para o Poder público reconhecer planialtimetricamente o seu território com qualidade geométrica centimétrica. Cuja aplicação se estende além da simples modelagem de cotas de inundação, mas na integração de players da cidade que devem planejar suas ações e intervenções de modo integrado, considerando a representação planialtimétrica de qualidade. A potencial representação 3D temporal da área urbana e a

configuração da dinâmica, torna-se um instrumento essencial para o planejador urbano e certamente para o gestor que tendo da disposição a tecnologia não pode mais trabalhar pautado em achismos e desenhos sem que atendam princípios cartográficos confiáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anuário brasileiro de desastres naturais: 2013 / Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. – Brasília: CENAD, 2014. p 75.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm

BRASIL. Câmara dos Deputados. Lei n. 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC, autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres e dá outras providências. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2012/lei-12608-10-abril-2012-612681-publicacaooriginal-135740-pl.html> >

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. Bacia Hidrográfica e qualidade ambiental. Reflexões sobre a geografia física no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004, 175 páginas.

CENTENO, J. A. S.; Sensoriamento Remoto por LIDAR (LIDAR Remote Sensing). Curso ministrado no XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Florianópolis, 2007.

GRIMM, A. M. Clima da Região Sul do Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; JUSTI DA SILVA, M. G. A.; SILVA DIAS, M. A. F. Tempo e clima no Brasil. SP.: Ed. Oficina de Textos, 2009. p. 259-274.

IBGE. Censo Demográfico 2010 – População. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/passo-de-torres/panorama> > Acesso: jul de 2011.

MARENGO, J. A., ALVES, L. M., VALVERDE, M. C., ROCHA, R. P.; LABORBE, R. Eventos extremos em cenários regionalizados de clima no Brasil e América do Sul para o século XXI: Projeções de clima futuro usando três modelos regionais. Relatório 5. MMA/SBF/DCBio, Brasília. 2007.

SEGUEM ESTUDOS PARA VIABILIZAÇÃO DA AMPLIAÇÃO DOS MOLHES DO PASSO DE TORRES. A Folha, Torres, 28 de junho. 2017. Disponível em: < <http://afolhatorres.com.br/seguem-estudos-para-viabilizacao-da-ampliacao-dos-molhes-do-passo-de-torres/> > Acesso em: ago. 2017

Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD). Arquivo Digital. Disponível em: < <https://s2id-search.labtrans.ufsc.br/> > Acesso em: 10 ago. 2017

TEDESCHI, R. G.; GRIMM, A. M.; CAVALCANTI, I. F. A. Influence of Central and East ENSO on extreme events of precipitation in South America during austral spring and summer. International Journal of Climatology, v.35. p. 2045–2064. 2014.

TUCCI, E. M.; BERTONI J.C. (Org.), 2003, Inundações Urbanas na América do Sul: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre 2003, 156 páginas.

Tucci, Carlos E. M. Gestão da água no Brasil – Brasília: UNESCO, 2001. 156 páginas.