

## SIGMAOn – Sistema de Informação Geográfica para Monitoramento de Alagamentos On-line

Diogo Floriano<sup>1</sup>, Diogo Pietro Scoz<sup>1</sup>, David K. R. Melo<sup>1</sup>, Jaison A. Sevegnani<sup>1</sup>,  
Fernando dos Santos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Depto. de Sistemas de Informação – Univ. do Estado de Santa Catarina (UDESC)  
Rua Dr. Getúlio Vargas, 2822 – CEP: 89140-000 – Bela Vista – Ibirama – SC – Brasil

{diogofloriano, diogoscoz, david.melo1992}@gmail.com,  
{jaison.sevegnani, fernando.santos}@udesc.br

**Abstract.** *Floods causes a lot of human and material losses. The floods can be caused by several factors, for instance the lack of awareness by the population, geographic questions of the region, and lack of some efficient mechanism for prevention. In order to offer an alternative for floods monitoring, this work presents a web system that allows flood simulation based in the level of rivers from a given town. The system uses Google maps services. To make a simulation, the user simply changes the river's level, and then the map is updated to show the flooded streets and areas. Furthermore, the tool has public access, allowing any citizen to make a flood simulation.*

**Resumo.** *Alagamentos causam inúmeras perdas, humanas e materiais. Podem ser causados por diversos fatores, dentre os quais se observa falta de conscientização sobre áreas de risco, questões geográficas da região e a falta de algum mecanismo eficiente de prevenção por parte das autoridades competentes. Visando oferecer uma alternativa de monitoramento de enchentes, este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema web que permite a simulação de alagamentos em uma cidade com base o nível do(s) rio(s) e nos serviços de mapa do Google. Para fazer uma simulação, o usuário altera o valor do nível do rio da sua cidade. Ao fazer isso, o sistema atualiza o mapa da cidade destacando áreas e rotas alagadas. A ferramenta é de acesso público, ou seja, qualquer cidadão pode fazer simulações de alagamento.*

### 1. Introdução

O Brasil ocupa a 13<sup>a</sup> posição em levantamento elaborado pela ONU que mede os países mais vulneráveis quanto às enchentes no mundo [Chade, 2012]. Entre 1992 e 2012, os prejuízos com as enchentes custaram nove vezes mais que o investimento feito pelas autoridades para evitar mortes, o que mostra que os investimentos preventivos não tem sido o suficiente ou não foram feitos da melhor forma [Chade, 2012].

Segundo Hoffmann (2008), enchentes sempre existiram, mesmo antes do aquecimento global. Elas são o resultado da interferência humana sobre os cursos d'água. Na maioria dos casos essa questão está ligada ao mau uso do espaço urbano. A causa considerada principal para as enchentes é a impermeabilização do solo. Com a pavimentação das ruas, a maior parte da água que deveria infiltrar no solo escorre na superfície, provocando o aumento das enxurradas [Pena, 2014]. Existem medidas para limitar os danos causados pelas enchentes e as erosões, como construção de barragens

ou de desassoreamento do leito dos rios. Mas medidas preventivas também devem ser tomadas, por exemplo, sistemas de drenagem eficientes, a desocupação das áreas de risco, diminuição dos índices de população e geração de lixo, além de um planejamento urbano mais consistente [Pena, 2014].

As enchentes fazem parte do cenário catarinense, principalmente na região do Vale do Itajaí, e acarretam grandes prejuízos nas cidades atingidas. Por exemplo, no pequeno município de Presidente Getúlio, a precipitação de chuvas durante o período de 06/09/2011 até 09/09/2011 superou em muito a média normal esperada para todo o mês, fazendo com que todo o município fosse submetido a inundações, deslizamentos de encostas, queda de barreiras e abertura de fendas no solo com longas extensões [Prefeitura Municipal de Presidente Getúlio, 2011]. Estes desastres colocaram em risco dezenas de residências e causaram prejuízos de ordem pública. A Comissão de Defesa Civil do município de Presidente Getúlio apresentou um Relatório onde foram levantados os estragos cujo valor ultrapassou os R\$ 4 milhões de reais [Prefeitura Municipal de Presidente Getúlio, 2011]. Não apenas municípios pequenos sofrem com enchentes. Grandes cidades situadas no Vale do Itajaí sofrem constantemente com este problema. Em Rio do Sul, em 2011, o nível do rio atingiu 12,96 metros, alagando mais de 85% da cidade, desalojando cerca de 10 mil habitantes e desabrigando outros 2 mil [Diário Catarinense, 2011]. Já em Blumenau, cidade mais afetada pelas enchentes de 2011, aproximadamente 280 mil pessoas foram afetadas e 15 mil desalojadas [Pereira, 2011]. Entretanto, não é apenas a região do Vale do Itajaí que sofre com enchentes, mas sim várias regiões do estado de Santa Catarina. Em 2011 as chuvas afetaram quase 1 milhão de catarinenses, em 91 municípios, e o número de desalojados foi de 167 mil [D'Agostino, 2011].

Com esse cenário, verificou-se a oportunidade de desenvolvimento de um sistema de informação geográfica para simulação de alagamentos online (SIGMAOn). A ferramenta foi desenvolvida para utilização de órgãos governamentais, permitindo que sejam verificadas e mensuradas as regiões com potenciais de alagamentos, mas também para uso por parte da população, para que qualquer cidadão possa ter conhecimento das áreas de risco das cidades cadastradas, bem como empresas para que possam avaliar os riscos de investimentos em uma cidade ou determinada região. O sistema utiliza-se dos serviços de mapas do Google para apresentar visualmente as informações aos usuários. Dentre as funcionalidades do sistema estão a simulação de pontos e áreas de alagamento, e a consulta de rotas não alagadas entre localidades da cidade.

O restante deste artigo está organizado da seguinte forma. A seção 2 apresenta um embasamento teórico no que diz respeito a Sistemas de Informação Geográfica, com enfoque em suas utilizações na Internet. A seção 3 faz uma análise de alguns trabalhos correlatos. A seção 4 descreve o funcionamento e aplicação dos serviços Google. A seção 5 explana como foi implementado o sistema. Por fim, a seção 6 apresenta as perspectivas para trabalhos futuros e conclusões.

## **2. Sistemas de Informação Geográfica**

Câmara et al., (1996) define Sistemas de Informação Geográfica (SIG) como sistemas que tem por finalidade o armazenamento, análise e manipulação de dados geográficos. Ainda de acordo com [Câmara et al., 1996], um dado geográfico ou georreferenciado, utilizado por SIGs, é qualquer dado que represente um fato, objeto ou fenômeno

associado à localização deste sobre a superfície terrestre em um dado instante ou período de tempo. Para Casanova et al., (2005), os SIGs tem como diferencial sobre os sistemas convencionais a capacidade de armazenamento de aspectos geométricos dos diferentes dados geográficos.

Segundo Câmara et al., (1996), de forma geral e mais abrangente, pode-se classificar um SIG como um composto de componentes, entre eles interface com o usuário; entrada e integração de dados; funções de processamento; visualização e plotagem; e armazenamento e recuperação dos dados. A implementação destes componentes pode variar, conforme os objetivos e necessidades de cada sistema, mas de forma geral, todos estão presentes em um SIG.

### **3. Trabalhos Correlatos**

Existem trabalhos relacionados à utilização de geotecnologias. Por exemplo, o trabalho de [Vellozo, Pinheiro e Davis, 2013] apresenta um aplicativo que registra denúncias e reclamações sobre o ruído urbano, a partir de contribuições realizadas pela população via web ou dispositivos móveis. As informações recebidas são usadas na geração de mapas que podem auxiliar o trabalho de fiscalização do poder público.

Também há trabalhos que usam geotecnologia aplicada a desastres naturais. O trabalho de Souza et al. (2011) consiste no desenvolvimento de um SIG para mapeamento de áreas de risco e inundáveis no município de Carlos Chagas – MG. A ferramenta foi desenvolvida para a plataforma web, com acesso público e permite gerenciar, analisar e consultar regiões identificadas como áreas de risco ou sujeitas a inundações. Já o trabalho de [Chan e Mori, 2011] apresenta o desenvolvimento de um SIG para monitoramento de alagamentos no Japão, que utiliza o Google Earth [Google, 2013a] e oferece recursos de visualização 3D. A ferramenta utiliza as informações já disponibilizadas pelo governo japonês de monitoramento de alagamentos.

Os trabalhos apresentados evidenciam o esforço em buscar alternativas para amenizar os problemas das cheias, porém com propostas diferentes. A ferramenta desenvolvida por [Souza et al., 2011] permite a visualização estática de áreas já previamente mapeadas como de risco, e a interação do usuário se limita apenas a visualizar estas áreas. Já a aplicação de [Chan e Mori, 2011] oferece o monitoramento em tempo real de alagamentos, e o usuário pode interagir visualizando os dados de monitoramento através do Google Earth. Nenhuma das ferramentas citadas permite que o cidadão faça uma simulação de alagamento em sua cidade, informando, por exemplo, um determinado nível de rio, e visualizando as ruas e áreas alagadas. Esta necessidade é a motivação deste trabalho.

### **4. Recursos do SIGMAOn e Tecnologias Utilizadas**

A versão atual do SIGMAOn possui os cadastros de usuário, ponto de alagamento e ponto de medição. O cadastro de usuário é feito somente por administradores que, a pedido de uma prefeitura, criará um usuário para que esta acesse o sistema. Quando conectados no sistema, o usuário ganha acesso as páginas de cadastro de pontos de alagamento e pontos de medição. Os pontos de alagamento são locais onde, segundo a prefeitura ou defesa civil, alagam quando o nível do rio atinge suas cotas. Já os pontos de medição representam as estações de medição do nível do rio. Um ponto de medição é relacionado a muitos pontos de alagamento, este relacionamento ameniza a imprecisão

causada pelo desnível do rio, pois o cálculo de cheia de cada ponto de alagamento leva em consideração a cota do seu ponto de medição. Quando o usuário cadastrar um ponto de alagamento, o sistema calcula por um quilometro ao redor deste ponto sua área de abrangência. Na simulação após ser informado um nível do rio, são exibidos os pontos de alagamentos e a área ao redor deles que foi afetada pela cheia. O sistema suporta a simulação de rotas no mapa e se a rota exibida passar por algum ponto alagado, o sistema fornece rotas alternativas até o destino.

O sistema SIGMAOn foi desenvolvido utilizando o padrão arquitetural *Model-View-Controller* (MVC). A aplicação foi projetada pensando em utilizar o máximo possível das ideias de modularização e reaproveitamento. Para tal, foram criados quatro pacotes de classes, representando as camadas *model* e *controller*, além de um conjunto de páginas *web* para a camada *view*. A figura 1 apresenta um diagrama de pacotes arquitetural, para uma visão geral da interação entre as classes que de cada camada.

Para realizar a persistência com o banco de dados, foi utilizado o padrão de persistência *Data Access Object* (DAO), representado pelo pacote `dao`. Nele existem três classes, sendo uma `AbstractDAO`, abstrata e que possui métodos e assinaturas de métodos que são reaproveitados ou sobrescritos pelas classes concretas. Por fim, uma classe utilitária `JPAUtil`, responsável por fornecer os métodos de acesso ao banco de dados da biblioteca Java Persistence API (JPA). A camada *controller* é representada pelos pacotes `beans` e `controller`. O pacote `beans` onde estão todas as regras de negócio e de aplicação. O pacote `controller` é responsável apenas por acessar aos métodos das classes do pacote `dao`. Para implementação desta camada, utilizou-se o *framework* JavaServer Faces 2.0 (JSF). A camada *view* é composta por um conjunto de arquivos *xhtml*, que são as páginas JSF. Essas páginas têm acesso direto aos métodos das classes de controle. Essas páginas são responsáveis pela interface com o usuário. Para a exibição de mapas foram utilizados componentes da Google Maps API [Google, 2013b] e na interface a biblioteca PrimeFaces 3.5<sup>1</sup>.

#### 4.1. Serviços Google

Para o desenvolvimento do SIGMAOn foi necessário a utilização de APIs e serviços de manipulação de mapas. A Google Maps Javascript API v3<sup>2</sup> foi escolhida por ser gratuita e dispor de ferramentas que atendem as necessidades do sistema. Foram utilizados os serviços de elevação, rotas e geocodificação que operam através de solicitações assíncronas a um servidor externo e respondem na forma de JSON ou XML. Além disso, sobre seu componente de mapa pode-se desenhar rotas e pintar as áreas alagadas. A seguir são descritos os serviços utilizados no SIGMAOn.

---

<sup>1</sup> <http://www.primefaces.org>

<sup>2</sup> <https://developers.google.com/maps/web>

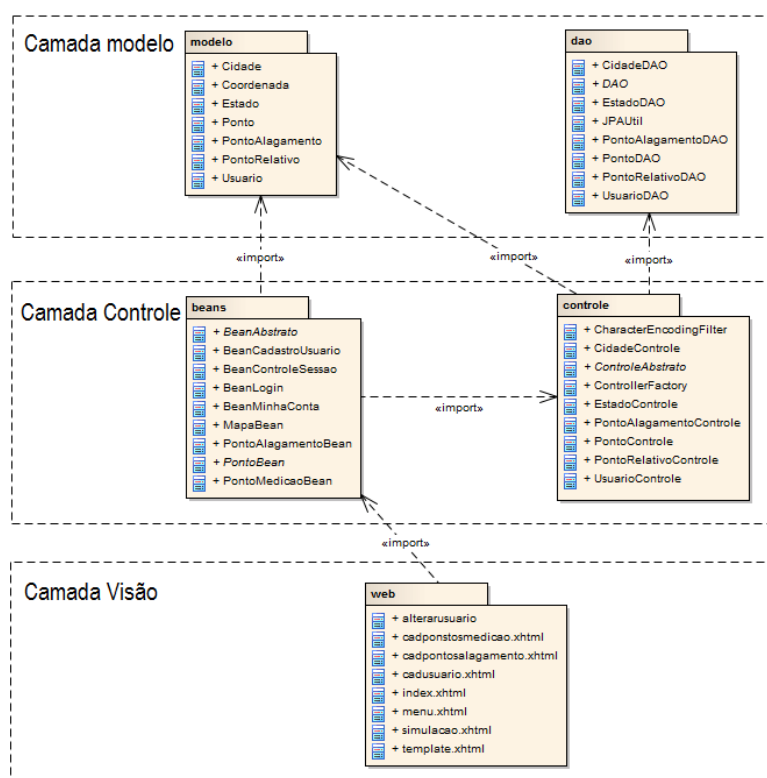


Figura 1. Diagrama de pacotes arquitetural do SIGMAOn

#### 4.1.1. Serviço de Elevação

Este serviço fornece dados de elevação em relação ao nível médio do mar para locais especificados. Os dados fornecidos pelo Google Elevation API<sup>3</sup> são obtidos por satélites que fazem medições de áreas em intervalos regulares, e para as áreas que não foram diretamente medidas a resposta da solicitação é a interpolação dos quatro pontos medidos mais próximos. Pode-se afirmar que o intervalo de distância entre os pontos é inversamente proporcional a sua precisão [Google, 2013b].

Este serviço é utilizado para solicitar a elevação dos pontos que formam a área de abrangência ao redor dos pontos de alagamento. Esses pontos são utilizados para possibilitar a simulação de áreas alagadas, já que é preciso verificar a elevação de cada ponto para identificar as áreas que estão abaixo d'água para determinado nível do rio.

#### 4.1.2. Geocodificação

Geocodificação é o processo de transformar a descrição de um local (um par de coordenadas, endereço ou o nome de lugar) em uma localização na superfície da Terra. Os locais resultantes são mostrados como recursos geográficos com atributos (nome, país, estado, latitude, longitude), úteis para mapeamento ou análise espacial [ArcGIS Resource Center, 2010]. Por exemplo, a cidade de Blumenau/SC possui como retorno do serviço de geocodificação da Google os atributos: *location*. {"lat": -26.9159991, "lng": -49.0713838}; "*formatted\_address*" : "Blumenau - SC, Brasil" e entre outros.

<sup>3</sup> <https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/elevation>

No SIGMAOn, este serviço é utilizado nos filtros, localizados em todas as telas de cadastro e na simulação, para busca de locais específicos dentro da cidade em questão. Se o usuário informar um endereço existente dentro de determinada cidade, esse endereço é encaminhado via uma solicitação ao servidor da Google que retorna sua coordenada central e essa coordenada é utilizada para centralizar o mapa. Na tela de cadastrados a geocodificação é utilizada para evitar erros na hora de localizar no mapa o local exato de ponto que precisa ser cadastrado, já na tela de simulação é apenas um utilitário para localizar endereços.

#### **4.1.3. Serviço de Rotas**

A Google Directions API<sup>4</sup> calcula e renderiza rotas entre origem e destino informados através de HTTP. As rotas variam conforme o modo de transporte, incluindo transporte público, vias, caminhos para andar a pé ou ciclovias. Nos atributos origem e destino são aceitos pontos de referência, endereços ou coordenadas [Google, 2013b].

Este serviço é utilizado na simulação para traçar rotas desejadas pelo usuário, e informar as rotas que estão disponíveis ou não em função dos alagamentos. O SIGMAOn utiliza a origem e o destino informado para solicitar ao servidor da Google as possíveis rotas no modo carro, exibe as rotas alternativas e as etapas do trajeto.

### **4.2. Funcionamento do SIGMAOn**

O sistema pode ser acessado gratuitamente em <http://bsi.ceavi.udesc.br:8080/sigmaon>. Usuários não cadastrados só possuem acesso à tela de simulação, onde podem simular alagamentos em cidades que tem pontos de alagamentos cadastrados. Estes pontos são cadastrados pelas prefeituras que ao entrarem em contato com a UDESC podem solicitar um usuário/senha para seu município.

#### **4.2.1. Cadastros**

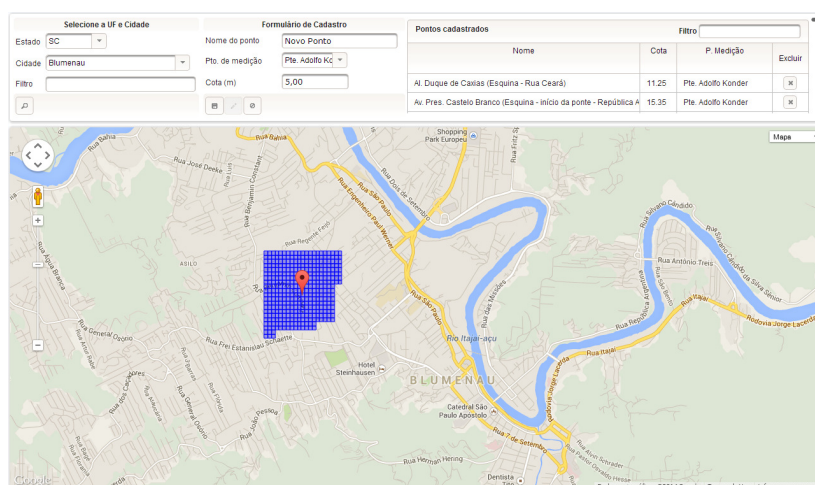
O sistema conta com três cadastros: pontos de alagamento, pontos de medição e usuários. A tela de cadastros de usuários pode ser acessada somente por usuários do tipo administrador e as outras duas telas são responsabilidade dos usuários (prefeituras). Para que a população consiga simular alagamentos em uma cidade, a prefeitura deve cadastrar os pontos de medição. Um ponto de medição representa a localização do medidor, usado como fonte das cotas dos pontos de alagamento da cidade.

Após ter pontos de medição cadastrados, a prefeitura pode cadastrar os pontos de alagamentos que são informações de campo coletadas pela prefeitura e a defesa civil, e indicam o local e a cota do nível do rio que o alagou. Essa cota tem como base um ponto de medição que existe na cidade, por exemplo, o medidor marcou 9.3m como nível do rio e determinada região começou a alagar. Isso indica que a cota daquele ponto de alagamento segundo esse ponto de medição é de 9.3m. Quando um ponto de alagamento é cadastrado, o sistema coleta a elevação de coordenadas com 50m (cinquenta metros) de distância entre si por uma área de 1km<sup>2</sup> (um quilometro quadrado) ao redor deste ponto de alagamento com o objetivo de representar a área de abrangência do ponto. A figura 2 exibe em azul claro o resultado deste procedimento. Quando dois pontos de alagamento são próximos um do outro, a área de abrangência muitas vezes é praticamente a mesma. Para evitar a repetição destes registros, são armazenadas

---

<sup>4</sup> <https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/directions>

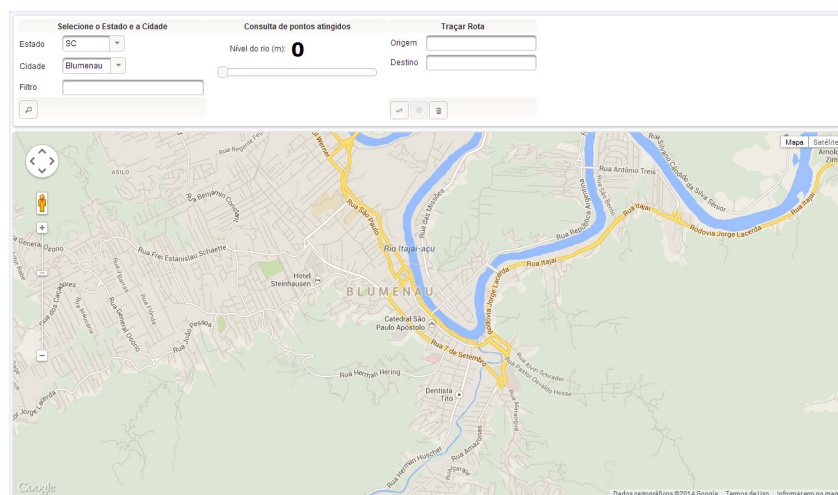
somente as coordenadas que ainda não foram cadastradas. É por este motivo que a área de abrangência mostrada na figura 2 apresenta recortes em seu canto inferior direito.



**Figura 2. Tela para cadastramento dos pontos de alagamento. A região hachurada representa a área de abrangência do ponto ao seu redor.**

#### 4.2.2. Simulação

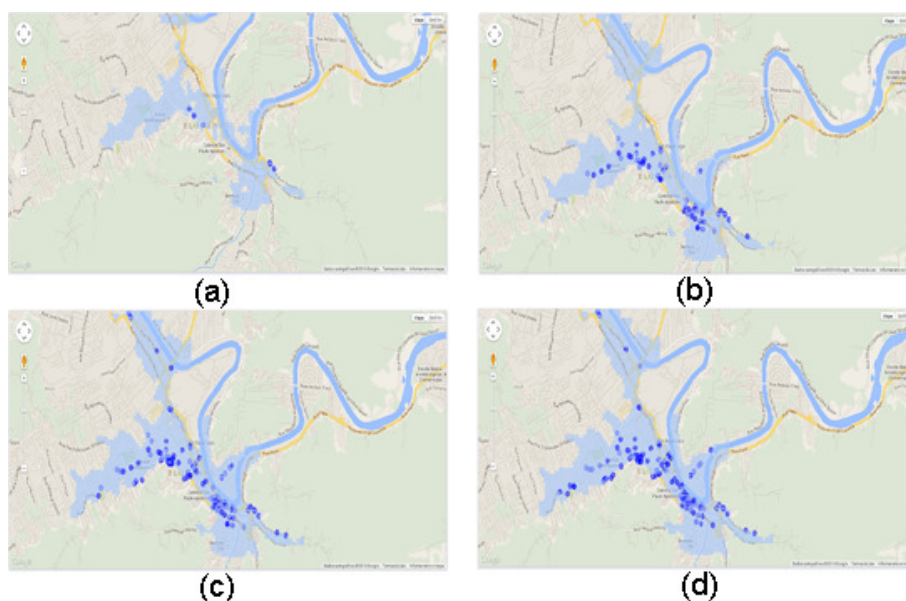
A tela de simulação, a inicial do sistema, é apresentada na figura 3. Para realizar uma simulação, o usuário deve escolher um estado e uma cidade. O sistema então apresenta um mapa com o município centralizado. O usuário pode interagir com este mapa utilizando os comandos de navegação disponibilizados pelos mapas do Google: movimentação esquerda/direita e cima/baixo, rotação, *zoom*, e visualização em modo mapa ou imagens de satélite.



**Figura 3. Interface do SIGMAOn para simulação de alagamentos**

Ao lado direito da escolha de estado e cidade, há um componente *scroll*. Este componente permite ao usuário selecionar o nível do rio. Ao mover o *scroll*, o sistema faz uma consulta no banco de dados, buscando os pontos de alagamento que são alagados com aquele nível. Em seguida, o sistema destaca os pontos de alagamento encontrados como círculos azuis, e em um ou vários polígonos em outro tom de azul

representando as áreas alagadas. A figura 4 apresenta uma sequência de imagens que demonstram este comportamento.



**Figura 4. SIGMAOn exibindo áreas alagadas para diferentes níveis do rio escolhidos arbitrariamente. (a) 9,97 metros. (b) 12,51 metros. (c) 14,64 metros. (d) 15,62 metros.**

Na parte superior esquerda da tela de simulação, o usuário pode informar uma origem e destino dentro da mesma cidade para traçar uma rota. Desta forma o usuário pode verificar se existe uma rota entre dois pontos que esteja livre de alagamentos. Conforme pode ser visto na figura 5, o sistema representa as rotas disponíveis em verde, e alagadas em vermelho. No painel superior à direita o usuário pode verificar as rotas alternativas, na busca por uma não alagada.

## 5. Conclusões e Trabalhos Futuros

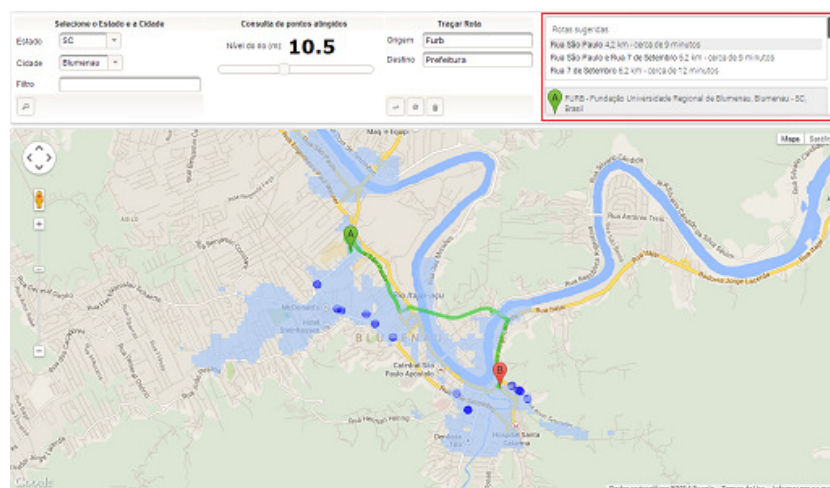
Este artigo apresentou uma ferramenta acessível a qualquer cidadão através da *web*, que permite ao usuário fazer simulações de alagamento informando o nível do rio, e visualizando as áreas alagadas em um mapa. A partir desta aplicação, qualquer cidadão pode ter uma real noção da gravidade de uma eventual catástrofe, podendo servir como base para que as autoridades competentes possam, a partir de informações claras e concretas, tomar as devidas providências para amenizar os problemas das cheias bem como contribuir para o planejamento urbano.

Todos os serviços da Google utilizados até o momento ajudaram bastante no desenvolvimento do projeto, mesmo o serviço de elevação que não é tão precisa quanto o necessário, serviu para o estudo de técnicas para desenho de áreas alagadas. Pois, o foco atual do projeto é desenhar áreas alagadas sem perda de desempenho para tornar a simulação mais dinâmica e agradável ao usuário.

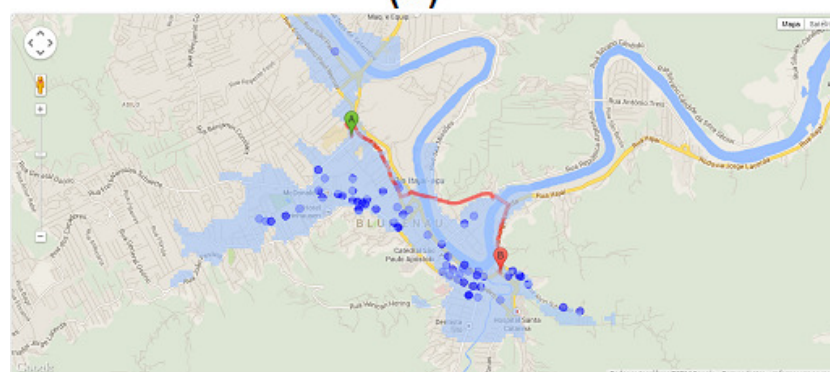
Como trabalho futuro, pretende-se estender a ferramenta para que faça também o monitoramento em tempo real do nível do(s) rio(s), permitindo que, além da simulação feita a partir de uma cota informada pelo cidadão, seja feita a visualização de regiões alagadas em caso de um desastre real. Outro trabalho futuro diz respeito à visualização.



O uso de mapas permite que o cidadão identifique se uma determinada área está alagada ou não. Entretanto, esta forma de visualização não permite identificar quão impactante é o alagamento. Por exemplo, uma casa situada em um ponto alagado está com água na altura das janelas, ou do teto? Para tanto, outro trabalho futuro será mostrar fotos de locais específicos, indicando sobre a foto o nível do alagamento naquele local.



(a)



(b)

**Figura 5. Mapa de simulação com a rota de um ponto A até um ponto B na cidade de Blumenau/SC com (a) 10,5m e (b) 13m no nível do rio. O quadrado em vermelho destaca onde estão as rotas alternativas para o usuário**

## Referências

- ArcGIS Resource Center (2010). *What is Geocoding*. Disponível em: <http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/002500000001000000.htm> Acesso em: 20/02/2014.
- Câmara, G.; Casanova, M. A.; Hemerly, A. S.; Magalhães, G. C.; Medeiros, C. M. B. (1996). *“Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica”*. São José dos Campos: INPE.
- Casanova, M.; Câmara, G.; Davis, C.; Vinhas, L.; Queiroz, G. R. (2005). *Bancos de Dados Geográficos*. MundoGeo. 506 p.

- Chade, J. (2012). *Mudança do clima custou quase o PIB brasileiro*. Estadão. Disponível em: <http://www.estadao.com.br/noticias/impreso,mudanca-do-clima-custou-quase-o-pib-brasileiro-,886037,0.htm> Acesso em: 25/02/2014.
- Chan, Y.; Mori, M. (2011). “Web-based Flood Monitoring System Using Google Earth and 3D GIS”, In: *Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 2011 IEEE International*, pages 1902–1905.
- D’agostino, Rosanne (2011). *Nível da água baixa em Blumenau, em SC; veja antes e depois*. Portal G1 Brasil. Disponível em: <http://g1.globo.com/brasil/noticia/2011/09/nivel-da-agua-baixa-em-blumenau-em-sc-veja-antes-e-depois.html> Acesso em: 07/01/2013
- Diário Catarinense. *População de Rio do Sul espera o pior*. Disponível em: <http://diariocatarinense.clicrbs.com.br/sc/geral/noticia/2013/09/populacao-de-rio-do-sul-espera-o-pior-4277490.html> Acesso em: 31/03/2014
- Google (2013a). *Google Maps API*. Disponível em: <https://developers.google.com/maps/?hl=pt-br> Acesso em: 25/02/2014.
- Google (2013b). *Google Earth*. Disponível em: <http://www.google.com/earth/index.html> Acesso em: 25/02/2014.
- Hoffmann, Geraldo. (2008). A culpa não é só da mudança climática. Swissinfo. Disponível em: [http://www.swissinfo.ch/por/ciencia\\_tecnologia/A\\_culpa\\_nao\\_e\\_so\\_da\\_mudanca\\_climatica.html?cid=7090180](http://www.swissinfo.ch/por/ciencia_tecnologia/A_culpa_nao_e_so_da_mudanca_climatica.html?cid=7090180) Acesso em: 20/02/2014.
- Pereira, Léo (2011). *Blumenau e Rio do Sul vivem situação crítica em SC; enchente pode ser a maior dos últimos 27 anos*. Portal UOL Notícias. Disponível em: <http://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2011/09/08/blumenau-e-rio-do-sul-vivem-situacao-critica-em-sc-enchente-pode-ser-a-maior-dos-ultimos-27-anos.htm> Acesso em: 31/03/2014.
- Prefeitura Municipal de Presidente Getúlio (2011). *Presidente Getúlio decreta Situação de Calamidade Pública*. Disponível em: <http://www.presidentegetulio.sc.gov.br/conteudo/?item=7879&fa=1&cd=112693> Acesso em: 10/03/2014.
- Pena, A. Rodolfo. (2014). O problema das enchentes. Brasil Escola. Disponível em: <http://www.brasilecola.com/geografia/enchentes.htm> Acesso em: 20/02/2014.
- Souza, V. A. de; Rosa, M. B. de A.; Santos, C. M.; Ribeiro, C. A. de M.; Leite, D. A. (2011). “Sistemas de Informação Geográfica no mapeamento de áreas de risco no município de Carlos Chagas - MG”, In: *Revista de Ciência e Tecnologia do Vale do Mucuri*, pages 18–33.
- Vellozo, S. H.; Pinheiro, B. M.; Davis, A. C. (2013). “Strepitus: um aplicativo para coleta colaborativa de dados sobre ruído urbano”, In: *Workshop de Computação Aplicada à Gestão de Meio Ambiente e Recursos Naturais (WCAMA)*, pages 1047–1051.