

ARQUITETURA E MODELAGEM DE PLATAFORMA E AMBIENTE TECNOLÓGICO PARA GERENCIAMENTO, INTEGRAÇÃO E APLICAÇÃO DE DADOS E INFORMAÇÕES RELACIONADOS À GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES

Ricardo Vedovello ¹; Cláudio Ruschel ²; Antonio Carlos Moretti Guedes ³; Susan da Silva ⁴; Denise Rossini Penteadó ⁵; Gláucio Almeida Rocha ⁶; Cláudio José Ferreira ⁷

Resumo – O trabalho apresenta a estratégia, as etapas e os procedimentos adotados para a formulação, estruturação e implementação de uma plataforma integradora de dados relacionados à Gestão de Riscos e Desastres (GRD). A plataforma e o ambiente tecnológico apresentam funcionalidades voltadas para a produção, agregação, publicação e análise de dados utilizados nas pesquisas, nas atividades técnico-operacionais, e nos serviços que se relacionam com a GRD e com o ordenamento territorial no estado de São Paulo. O projeto envolveu etapas de diagnóstico institucional; modelagem conceitual e física da base de dados e do ambiente tecnológico e laboratorial; desenvolvimento de aplicativos e funcionalidades analíticas; estruturação de painéis de controle e de monitoramento; entre outras. As funcionalidades incluem os módulos de geodesastres; mapeamentos de perigos, vulnerabilidades e riscos; alertas automatizados; webgis; aplicativos de campo; e ambiente para tomada de decisões.

Abstract – The paper presents the strategy, steps and procedures adopted for the formulation, structuring and implementation of a data integrator platform related to Risk and Disaster Management (GRD). The technological platform presents functionalities for production, aggregation, publication and analysis of data used in research, technical-operational activities, and services relate to GRD and territorial planning in the State of São Paulo, Brazil. The procedure involved: institutional diagnosis; conceptual and physical modeling of the database and the technological environment; development of analytical functionalities and applications; structuring of control and monitoring panels; among others. Features already implemented include modules of: geodisasters; mapping of hazards, vulnerabilities and risks; automated alerts; webgis; applications for field activities; dashboards and control panel for monitoring and decision-making.

Palavras-Chave – gestão de riscos; geotecnologias; desastres naturais.

1 Geól., PhD, Instituto de Pesquisas Ambientais – IPA, São Paulo - SP, (11) 50771155, rvedovello@sp.gov.br
2 Ciênc. Computação, MSc, Consórcio NTConsult/Codex: Porto Alegre - RS, (51) 32094722, claudio.ruschel@codex.com.br
3 Geól., Instituto de Pesquisas Ambientais – IPA, São Paulo - SP, (11) 50771155, acmguedes@sp.gov.br
4 Gestora Ambiental, Consórcio NTConsult/Codex, Porto Alegre - RS, (51) 32094722, susan.silva@codex.com.br
5 Geóg., MSc, Instituto de Pesquisas Ambientais (IPA): São Paulo - SP, (11) 5073-5511 (ramal 2049), dpentead@sp.gov.br
6 Inform., Consultor em Geotecnologia, Salvador - BA, (71) 991917321, glaucio.rocha@gmail.com
7 Geól., PhD, Instituto de Pesquisas Ambientais – IPA, São Paulo - SP, (11) 50771155, cferreira@sp.gov.br

1. INTRODUÇÃO

Desde 1998 o Instituto Geológico (IG), atualmente incorporado pelo Instituto de Pesquisas Ambientais (IPA), da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo, vem desenvolvendo um programa permanente de pesquisa, desenvolvimento e aplicações relacionado à Gestão de Riscos e Desastres (GRD), cadastrado junto ao Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq sob a denominação de “gestão de risco e desastres relacionados a eventos naturais”.

Como instituição de pesquisa em Geociências e órgão estadual de Geologia, com caráter de Serviço Geológico, o IG incorporou ao seu programa uma linha de atuação relacionada ao uso de geotecnologias e inovação tecnológica em GRD. Ainda que várias experiências anteriores possam ser relacionadas ao tema (Vedovello et al. 1999 e 2002; Souza et al., 2001; entre outros), considera-se como um marco mais específico dessa linha de pesquisa a elaboração do SGI-Riscos (Guedes et al., 2014). Esse produto apresenta um formato customizado para auxiliar mais diretamente a análise e a tomada de decisões relacionadas à gestão de riscos e desastres naturais o que, conseqüentemente, favorece sua incorporação aos instrumentos de governança.

Com base na experiência adquirida no desenvolvimento e execução de políticas públicas de planejamento e ordenamento territorial, de GRD e de inovação tecnológica, e em função da recorrência de fenômenos perigosos e de eventos extremos no estado, a equipe do IG vislumbrou a importância de avançar nas pesquisas e aplicações tecnológicas. Para tanto, definiu-se como meta a estruturação de uma plataforma de alta performance e de um ambiente físico especializado que permitisse mais agilidade e comunicação interinstitucional na análise, gerenciamento e compartilhamento de dados e informações. Tal plataforma, referenciada como Plataforma e Laboratório de Gestão de Riscos e Desastres do IG (PL-GRD-IG), foi modelada com o intuito de garantir um melhor ordenamento para o armazenamento, tratamento e atualização da base de dados previamente consolidada e utilizada para o monitoramento e gerenciamento de riscos e desastres, bem como para a obtenção de novos produtos e aplicações, em ambiente e formato apropriado. Assim, a plataforma objetiva: facilitar o uso e análise das informações por usuários internos e externos; favorecer uma maior articulação entre as instituições envolvidas em GRD; e permitir transparência e publicidade dos processos e dados, otimizando recursos humanos, materiais e financeiros.

2. ARQUITETURA E MODELAGEM DA PLATAFORMA

2.1. Definição do escopo, especificações, requisitos prévios e plano de trabalho

A primeira etapa de trabalho contemplou a definição de escopo da plataforma. Com base em experiências anteriores desenvolvidas no IG, e considerando a evolução tecnológica e a implementação de redes colaborativas junto às diversas instituições estaduais, a equipe técnica do Instituto identificou a necessidade de desenvolver um ambiente tecnológico e laboratorial que possibilitasse otimizar e aperfeiçoar as ações de produção, análise, integração e disponibilização de dados e informações de GRD. Tal ambiente deveria funcionar como um complexo de apoio a atividades técnicas e para operações de emergência; como um centro de monitoramento de indicadores críticos e de suporte à tomada de decisão; e como um espaço especializado para obtenção e transmissão de informações remotas, inclusive *online*. Além disso, deveria ser estruturado contemplando funcionalidades, aplicações, e também a infraestrutura física e tecnológica, compatíveis com as atividades desenvolvidas em apoio às diversas políticas públicas estaduais e nacionais, com interface com a GRD.

A partir da definição do escopo da plataforma, foram viabilizados trabalhos de consultoria e de serviços especializados em tecnologia da informação (TI) e geotecnologias que permitissem o detalhamento do ambiente desejado e sua estruturação. Inicialmente, foram levantados e analisados todos os sistemas e bases de dados já desenvolvidos em ambientes de TI pela equipe do IG visando à delimitação da cultura e do estágio de desenvolvimento tecnológico institucional.

A análise das experiências anteriores permitiu identificar a natureza e formato dos dados, os padrões de tratamento das informações, os requisitos tecnológicos para produção, análise, gerenciamento, integração e disponibilização de dados em ambientes intra e interinstitucionais, e as possibilidades de expansão e evolução do ambiente analítico e tecnológico desejado para a plataforma. Tais informações, assim como a arquitetura básica e os requisitos técnicos necessários, foram expressas em um termo de referência para contratação da empresa executora. As atividades de desenvolvimento foram executadas pelo Consórcio NTConsult / CODEX, e balizadas por um plano de trabalho detalhado que contemplou: o levantamento de requisitos técnicos; o planejamento das etapas, serviços e procedimentos operacionais; além de um modelo de gerenciamento do projeto, realizado por meio de reuniões e de provas de teste, que permitiu envolver, de forma sistemática, a equipe do IG na modelagem e validação dos produtos.

2.2. Diagnóstico da base tecnológica anterior e requisitos para a nova plataforma

A primeira ação definida no plano de trabalho foi a realização de um diagnóstico aprofundado do acervo técnico e do estágio tecnológico da Instituição em termos do uso de Tecnologia da Informação (TI) em GRD. A principal referência utilizada foi o Sistema Gerenciador de Informações sobre Riscos do Instituto Geológico - SGI-Riscos (Guedes et al., 2014), cuja arquitetura inclui o ArcGIS Server para publicação de geoserviços (serviços de informação geográfica via web), associado ao banco de dados *Enterprise Geodatabase*, além de um aplicativo com interface de mapas, desenvolvido em *.NET* e *API ArcGIS JavaScript*.

A arquitetura da nova plataforma foi concebida mantendo o sistema anterior (SGI-Riscos) em operação de forma autônoma e, ao mesmo tempo, integrando-o ao novo ambiente com recursos mais atualizados. Para tanto foi necessário o uso de mecanismos de extração, transformação e carregamento de dados do tipo ETL (*Extract, Transform, Load*).

Outro requisito definido foi o de que a plataforma deveria possibilitar a comunicação com o DATAGEO (Ohata, 2013), o qual consiste em uma infraestrutura de dados espaciais para acesso aos dados territoriais estaduais de diferentes instituições, baseado na publicação de geoserviços no padrão OGC (*Open Geospatial Consortium*). Tal comunicação é importante pois o DATAGEO possui um núcleo associado a GRD, do qual o IG faz parte, que articula informações de interesse do Programa Estadual de Prevenção de Desastres e Redução de Riscos Geológicos (PDN).

Definiu-se ainda que a nova plataforma deveria incorporar, além das ferramentas e módulos técnicos já existentes, o uso integrado de um aplicativo móvel de levantamento de dados em campo; módulos de gerenciamento de dados e de informações de GRD; ferramentas de análise em ambiente georreferenciado e via web; ferramentas para gerenciamento de imagens fotográficas; e ambientes de monitoramento e de tomada de decisão.

Para atender aos requisitos desejados e considerando a necessidade de acesso a dados que em sua maioria possuem atributo espacial, seria necessário o uso de um sistema que viabilizasse a implantação e manutenção de uma estrutura robusta de suporte a informações geográficas. Para tanto, optou-se pelo sistema *ArcGIS Enterprise*, uma suíte de softwares voltadas para a gestão de informações geográficas. Como a plataforma contemplaria uma extensa e complexa base de dados, havia necessidade de se adotar um banco de dados geográfico, igualmente robusto, o que foi atendido pela associação do banco de dados *PostgreSQL*, incorporando o esquema *Enterprise Geodatabase* do *ArcGIS Enterprise*, para garantir a compatibilidade com padrões abertos de dados geográficos, e definindo-se a codificação de dados das geometrias por meio da extensão *PostGIS*. A Figura 1 apresenta a concepção inicial da plataforma, indicando seu relacionamento com sistemas associados e a solução tecnológica básica necessária para sua implementação.

2.3. Modelagem conceitual e física da base de dados e do ambiente tecnológico

A modelagem conceitual incluiu o detalhamento e reorganização da origem das categorias e dos formatos de dados oriundos das fontes de informações primárias disponíveis em alguns dos módulos do SGI-Riscos (Geodesastres, Relatórios de Vistorias, Mapeamentos de Risco e Alerta-

WEB), com o intuito de possibilitar a transição e a comunicação com as soluções *ArcGIS Enterprise* e o *Enterprise Geodatabase*. Além disso, foram realizadas modelagens para novos produtos e funcionalidades da plataforma, as quais são apresentadas nos itens subsequentes.

As atividades contemplaram, ainda, o estabelecimento de critérios para categorização de dados; a definição de padrões de metadados para organização e documentação da base de dados e informações; a identificação de diferentes tipos de usuários, suas categorias e permissões de interação com os sistemas e subsistemas da plataforma; a identificação de fontes de informações externas a serem consumidas no ambiente tecnológico; e o estabelecimento de padrões de disponibilização e exportação de dados da plataforma.

A Figura 2 apresenta uma síntese do modelo conceitual geral adotado. O *Enterprise Geodatabase* consiste em um banco de dados para armazenamento, uso e gerenciamento de informações geográficas, inclusive georreferenciadas da plataforma. O *ArcGIS Pro*, por sua vez, é uma ferramenta desktop para produção, análise e gerenciamento de dados, a partir da base de dados disponível aos produtores de geoserviços (informações geoespaciais na forma de mapas, dados georreferenciados e outros), os quais são publicados e disponibilizados pelo *ArcGIS Server* em formato compatível para usos interno e externo à plataforma. Já o Portal for *ArcGIS* é um gerenciador de conteúdos oriundos de diferentes fontes, internas e externas, que permite o acesso e comunicação dos geoserviços, inclusive para aplicações específicas desenvolvidas junto à PL-GRD-IG. Funciona ainda como um local de controle de acesso à plataforma, permitindo a definição de diferentes níveis de permissão para os usuários.

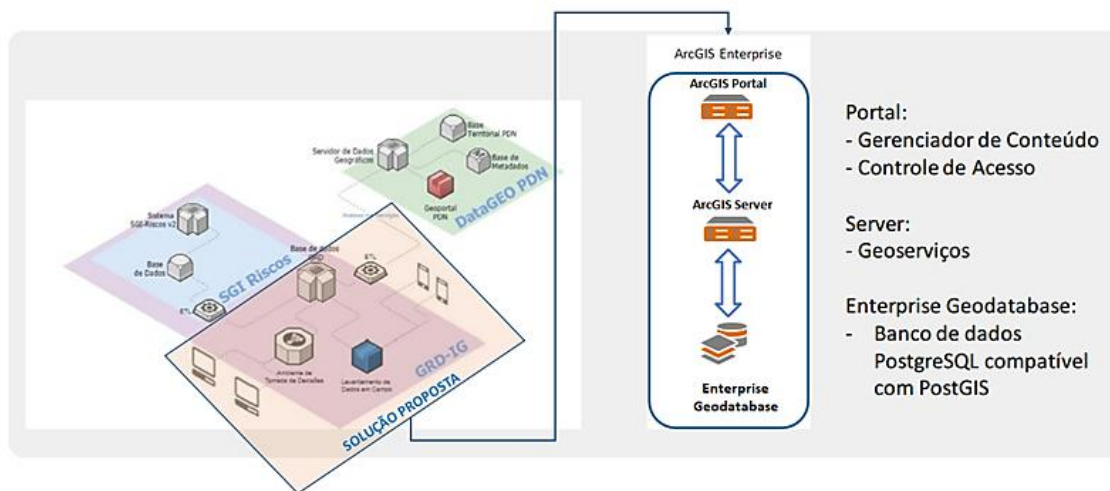


Figura 1. Estrutura básica indicada para a PL-GRD-IG

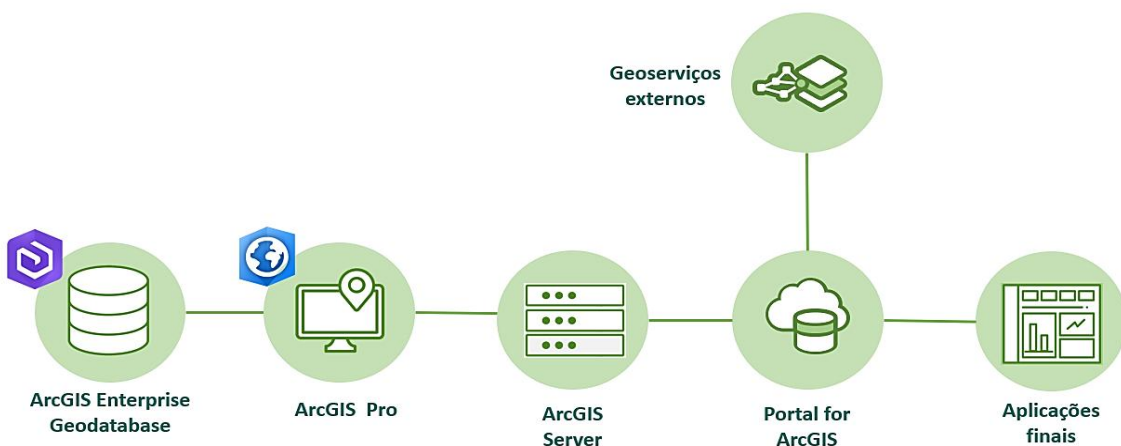


Figura 2. Componentes da solução ESRI adotados no modelo de arquitetura tecnológica da PL-GRD-IG.

Além da modelagem física e conceitual, foram avaliadas as condições de infraestrutura predial e tecnológica necessárias para o adequado uso e operação da plataforma. A definição do ambiente especializado considerou espaços previamente definidos no prédio sede do IG/IPA. Com base no espaço disponível para uso, operação e administração da plataforma, foram definidos três ambientes atendendo instalações para pesquisa e desenvolvimento, para gerenciamento e tomada de decisão, e para interação com parceiros e apoio a usuários (Figura 3). Para cada ambiente foram definidos e especificados os equipamentos necessários para o adequado uso e funcionamento das soluções tecnológicas e das aplicações associadas a plataforma, incluindo estações de trabalhos, *vídeo wall*, monitores e lousas eletrônicas, etc.

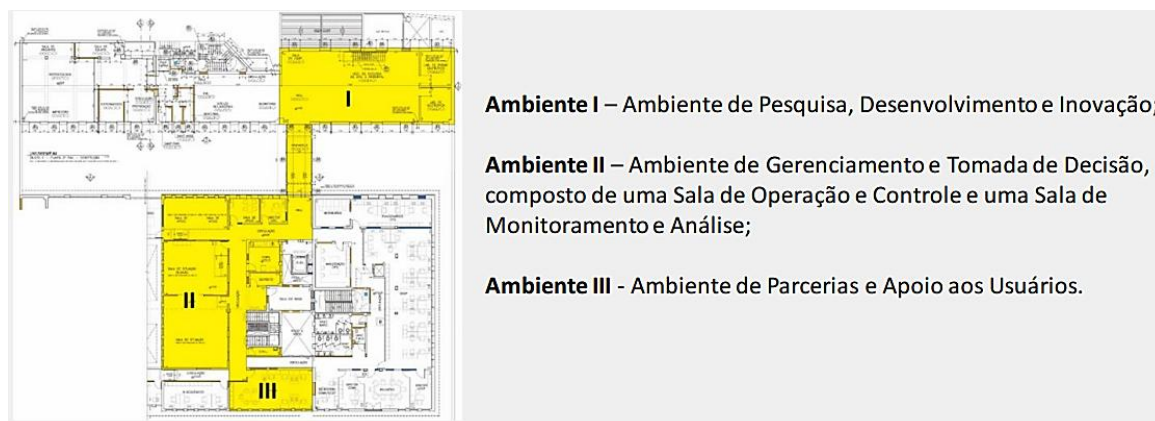


Figura 3. Ambiente físico e tecnológico da PL-GRD-IG, com indicação dos espaços e suas funções relacionadas à operação e administração da plataforma.

2.4. Desenvolvimento de aplicativos e funcionalidades analíticas

Em termos de novas ferramentas e funcionalidades adotadas na plataforma, destaca-se o desenvolvimento de um aplicativo para trabalhos de campo, além de um banco de dados de registros fotográficos de GRD e um ambiente analítico customizado (*WebGIS*) para subsidiar análises e aplicações integradas e ou particularizadas da base de dados.

O aplicativo de levantamento de dados em trabalhos de campo foi desenvolvido com base no uso do *ArcGIS Survey123* e programações no *ArcGIS PRO* e em *JavaScript*, sendo compatível com o uso em *smartphones* e *tablets*, tanto em sistema *Android* como *IOS*, o que possibilita conexão *online*, via *web*, com a base de dados da plataforma. Esta ferramenta tecnológica permite a estruturação de formulários para organizar, compartilhar e analisar pesquisas de dados alfanuméricos, com opções de múltipla escolha, bem como a captura de arquivos multimídia, com possibilidade de georreferenciamento.

O banco de imagens é uma ferramenta para estruturação, inserção, descrição, organização e consulta de fotografias e outros tipos de registros similares que compõem o acervo de GRD do Instituto, em ambiente georreferenciado. A modelagem foi realizada com base na proposta de Maciel et al (2019), e objetiva facilitar a consulta e localização das imagens com determinadas características, contexto e representação de aspectos associados a identificação e análise de riscos e à prevenção de desastres. Sua estruturação incluiu a elaboração de um formulário *Survey123* para carga de fotos, a criação de estrutura no banco de dados contendo 136 campos de preenchimento, automáticos e manuais, a vinculação à interface de *WebGIS* para gerenciamento e consulta da base de dados vinculadas às imagens, além da construção de um *dashboard* específico para a visualização de consultas e gerenciamento de imagens fotográficas.

Já a interface *WebGIS* constitui-se no principal meio de acesso, análise e visualização de dados geográficos disponibilizados através de geoserviços da PL-GRD-IG. Tal interface permite a gestão de conteúdo e visualização de dados totalmente *online*, abrangendo uma ampla gama de ferramentas disponíveis na plataforma *ArcGIS*. A aplicação possibilita análises básicas como medição, sobreposição, seleção, visualização de geoserviços de colaboração (dados externos ao IG), impressão e visualização da tabela de atributos das camadas.

2.5. Painéis de controle e de monitoramento

A definição e a elaboração de painéis de controle e de monitoramento, no âmbito da PL-GRD-IG, tiveram como objetivo possibilitar a análise instantânea, dinâmica e interativa de dados oriundos dos diversos geoserviços disponíveis na plataforma, visando o monitoramento e suporte às operações emergenciais de GRD e o controle de informações para a tomada de decisões. A aplicação *ArcGIS Dashboards*, adotada na plataforma, permite a elaboração de painéis de visualização rápida dos principais indicadores de interesse.

Inicialmente implantou-se um conjunto de *dashboards* associados aos produtos de identificação e análise de riscos, registros de desastres e de vistorias de campo (item 3.3), entre outros painéis que podem ser elaborados para finalidades específicas. Tais painéis podem ser reformulados e editados, de forma customizada e interativa, pela ferramenta *ArcGIS Dashboards*.

3. MÓDULOS E FUNCIONALIDADES

3.1. Gerenciamento e administração da base de dados e das aplicações

O gerenciamento de dados da plataforma ocorre via Portal *ArcGIS Enterprise*, o qual permite o compartilhamento de mapas, cenas, aplicativos e quaisquer outras informações geográficas e conteúdos catalogados e disponíveis no banco de dados. A partir da página inicial do Portal é possível acessar toda a base de dados e ferramentas disponíveis, via galeria, incluindo o ambiente de geoserviços, o qual permite a estruturação, preparação e publicação de dados e informações na forma de camadas de mapas, feições geográficas, atributos, entre outras. A Figura 4 apresenta a página inicial (A), a galeria de acesso às ferramentas e produtos da Plataforma de Gestão de Riscos de Desastres (B), e uma janela de interação para publicação de geoserviços (C), os quais se aplicam à estruturação de módulos específicos para sistematização e disponibilização de produtos da própria plataforma ou gerenciados por ela.

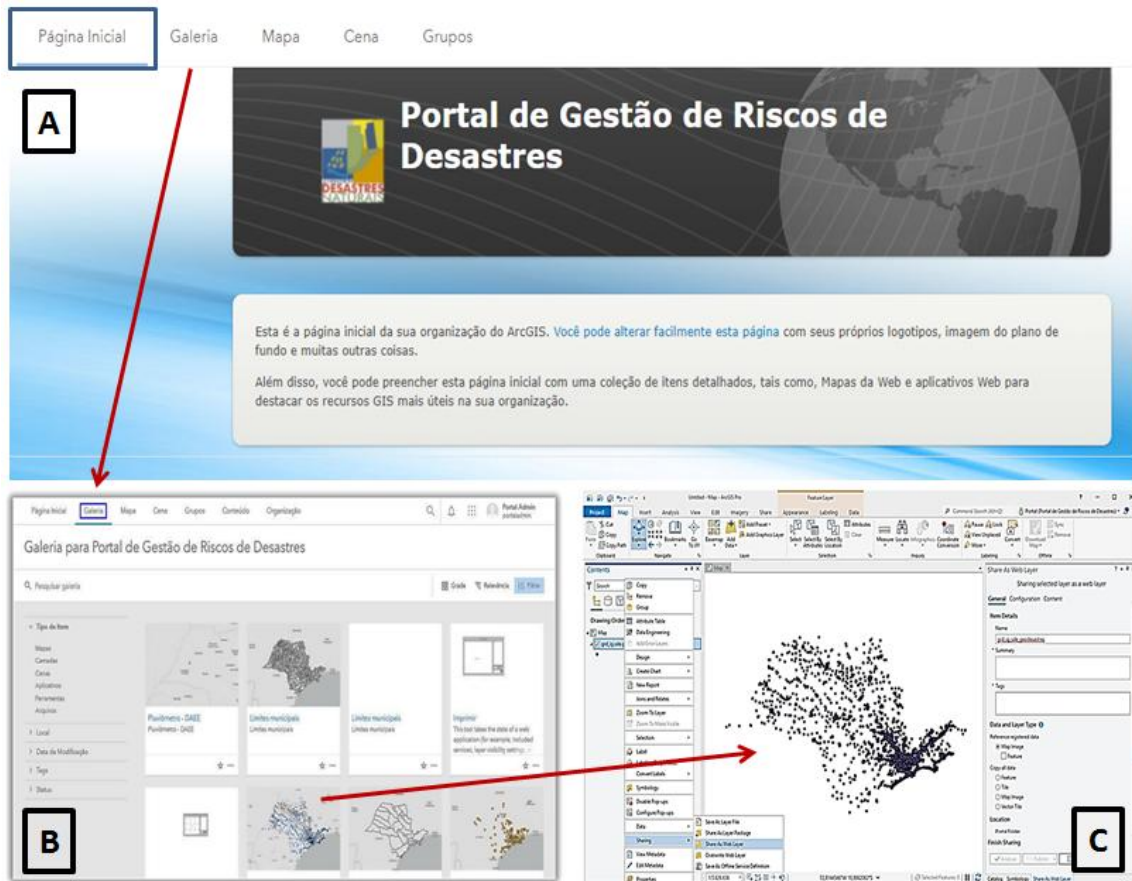


Figura 4. Página de acesso ao Portal da PL-GRD-IG (A), galeria de acesso aos recursos e geoserviços da plataforma (B) e janela de publicação de geoserviços no *software ArcGIS PRO* (C).

3.2. Aplicativos e Ferramenta de Análise via Web

Uma das ferramentas desenvolvidas para uso junto à plataforma foi um aplicativo para trabalhos de campo (Figura 5), o qual foi estruturado e customizado considerando a natureza das informações e dados usualmente contemplados em relatórios de vistorias e mapeamentos realizados pela equipe técnica do IG. O aplicativo oferece diversas funcionalidades para suporte às atividades de coleta de dados locais, além de permitir a transmissão das informações coletadas em campo para uma central de gerenciamento que recebe todos os dados. A ferramenta suporta a entrada de dados alfanuméricos, opções de múltipla escolha, leitura e edição de relatórios, a captura de localização georreferenciada por apontamento no mapa, ou automaticamente, com base no receptor *GPS* interno do *smartphone* ou *tablet*, bem como a captura de fotografias e desenhos na forma de croquis. Permite ainda, a elaboração e impressão de relatórios, facilitando sua produção durante atendimentos emergenciais.

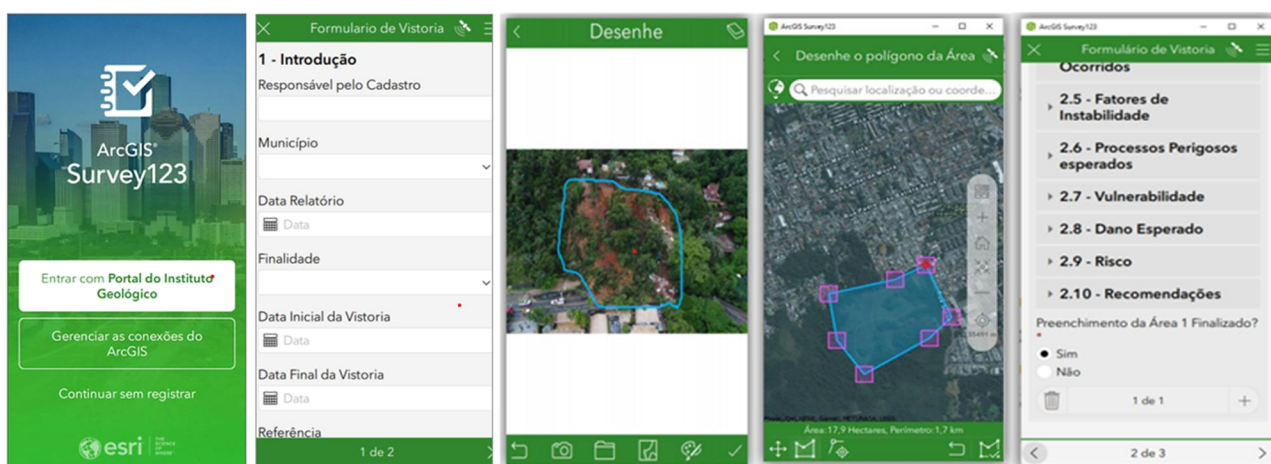


Figura 5. Algumas das telas do aplicativo de campo da PL-GRD-IG

Outra funcionalidade implementada foi um banco de imagens fotográficas de GRD. Este banco também foi estruturado a partir de um formulário em ambiente *Survey123* onde foram sistematizadas informações para descrição e consulta das fotos, incluindo dados catalográficos, bem como características e atributos representados nas imagens, tais como: características dos terrenos, indicadores de instabilidade, processos perigosos, situações de riscos e vulnerabilidades, danos, entre outras. O acesso ao banco de imagens pode ser feito tanto em ambiente *WebGIS*, permitindo a edição e carga de dados no escritório, como diretamente no aplicativo de campo. Como o uso da ferramenta está vinculado ao banco de dados, seu uso via *WebGIS* é restrito aos usuários gerenciadores. Outros usuários podem acessar as imagens por meio de um *dashboard* específico, o qual contém filtros para pesquisa e interfaces para acesso às informações das fotos e *download*, porém sem possibilidade de edição dos atributos. A Figura 6 apresenta algumas das interfaces mencionadas.

Para a interação de usuários, internos e externos, com a base de dados da plataforma e de suas aplicações, foi construído um ambiente analítico e de processamento de informações no formato de um *WebGIS*. Completamente customizado, o *WebGIS* permite acesso e uso das informações e produtos de GRD disponíveis na plataforma, em ambiente *online* e georreferenciado, oferecendo ferramentas de edição, visualização, busca e consulta, acesso a camadas temáticas, uso de *zoom*, conversão de coordenadas, opções de mapas base, legenda, desenho, seleção, pesquisa, navegação, tutorial e integração com os aplicativos desenvolvidos. A Figura 7 apresenta uma visualização do ambiente de *WebGIS*.

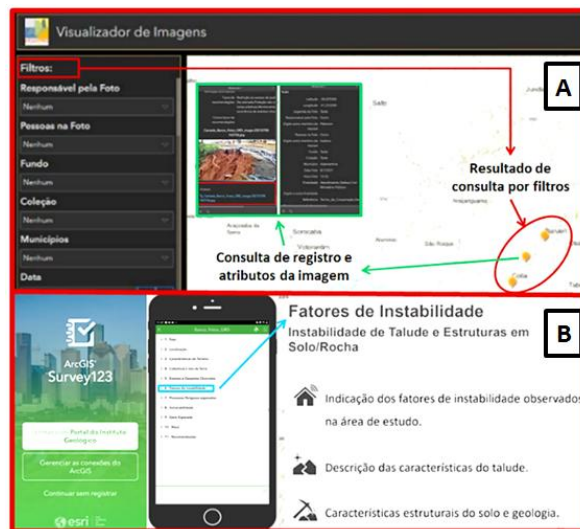


Figura 6. Interfaces do banco de dados de imagens fotográficas. Ambiente de consulta (A) e acesso via ArcGIS Survey123 para uso em desktop ou em dispositivos móveis (B).

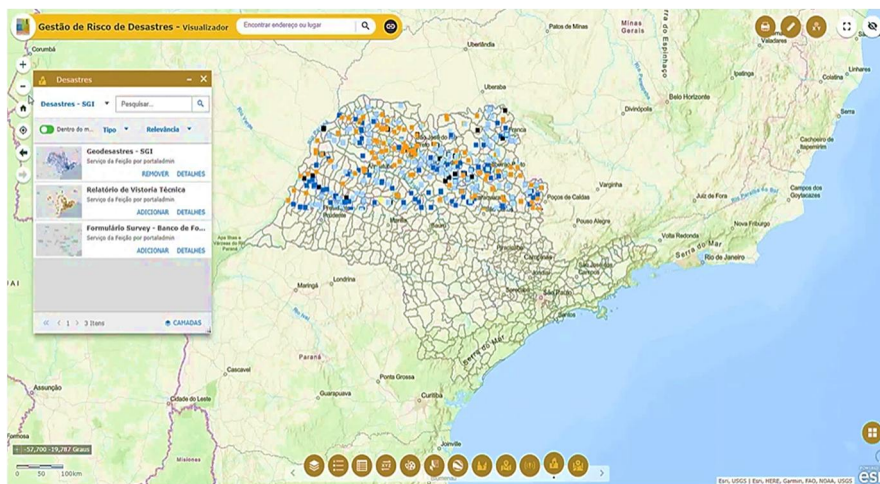


Figura 7. Ambiente de WebGIS da PL-GRD-IG.

3.3. Dashboards e StoryMaps

Conforme indicado no item 2.5, a plataforma tecnológica atende a um ambiente institucional de monitoramento de dados e de tomada de decisões. Tal ambiente faz uso de *dashboards* e painéis de controle, customizáveis, os quais permitem a visualização e interação com produtos e indicadores importantes para a GRD. Inicialmente foram criados *dashboards* relacionados a produtos específicos já desenvolvidos na instituição até 2017, incluindo geodestres, relatórios de vistoria, mapeamentos de risco, e Unidade Territorial Básica – UTB com informações sobre perigos, vulnerabilidades e riscos, bem como atualizações e novos mapeamentos de risco e de Unidades Territoriais Básicas – UTB, elaborados em 2020. Em relação aos *dashboards*, ressalta-se que eles podem ser estruturados de diferentes maneiras, além de permitirem acesso às informações da base de dados original, o uso de filtros de contabilização de indicadores, e o uso de mapas bases com diferentes possibilidades de representação das informações (Figura 8).

Para ampliar as possibilidades de monitoramento e de análise das informações foram estruturados ambientes de organização e de visualização na forma de *dashboards* e *storymaps*, os quais permitem visualização em tela única, ou organizadas por abas, bem como ambientes acoplando painéis de indicadores a recursos multimídias diversos, incluindo transmissões de vídeos. A Figura 9 apresenta um tipo de visualização de *dashboards* específicos associado à ferramenta de WebGIS. A Figura 10 apresenta painel no formato *storymaps*, onde os *dashboards* específicos, ou mesmo links para outras funcionalidades, ficam organizados na forma de abas.



Figura 8. Exemplos de dashboards. À esquerda modelo com representação de polígonos, gráficos de barras e contadores absolutos (A). À direita modelo com representação por mapa de calor e gráficos lineares (B).

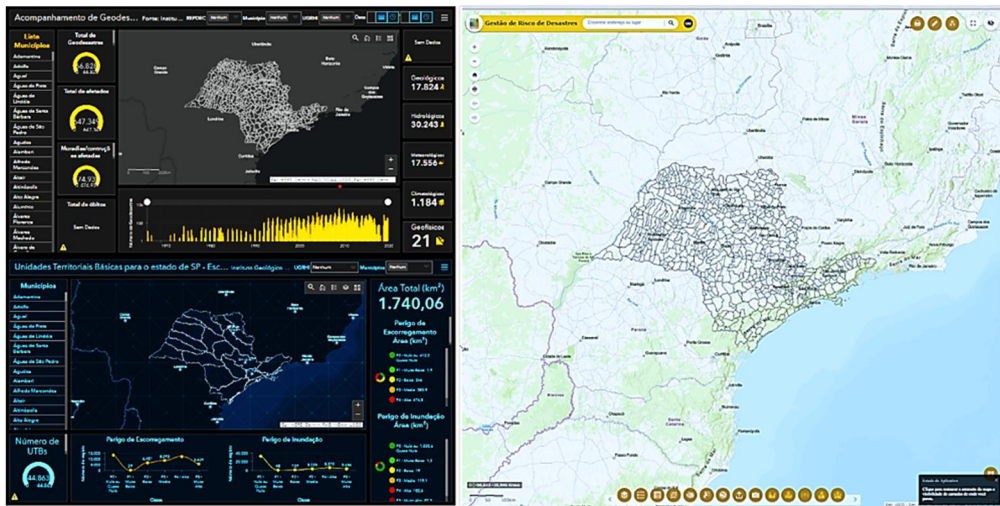


Figura 9. Painel de controle associando dashboards específicos e o ambiente analítico de WebGIS

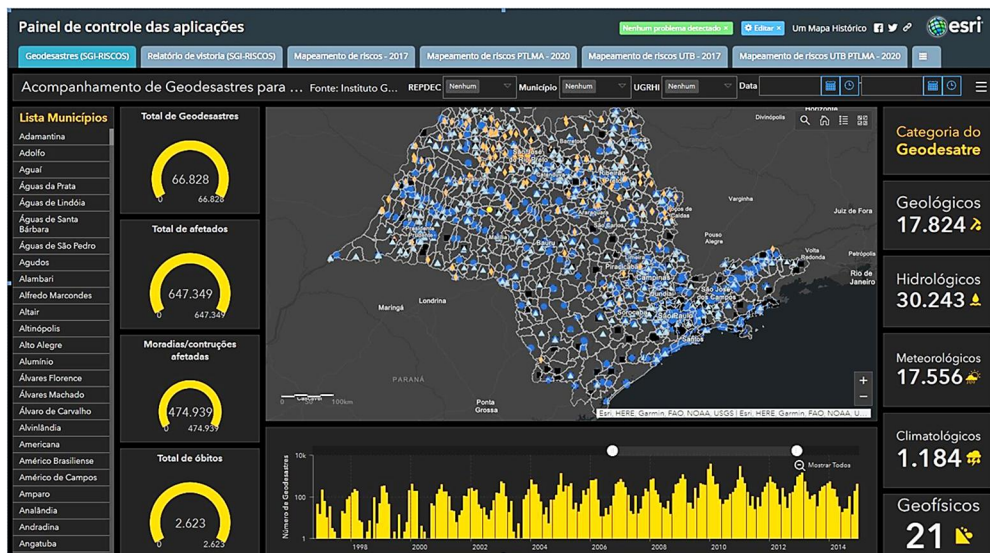


Figura 10. Painel de controle no formato storymaps com acesso aos dashboards a partir de abas.

4. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A PL-GRD-IG foi estruturada integrando ambientes físicos e funcionais, infraestrutura tecnológica apropriada, além de bases de dados, produtos, ferramentas de TI e aplicativos que permitem uma atuação institucional cada vez mais eficiente na gestão de riscos e desastres.

A arquitetura e a modelagem adotadas permitem inserção, complementação e desenvolvimento de outras bases de dados e de novas funcionalidades à medida que novas ações sejam incorporadas no rol de atividades desenvolvidas pela instituição, inclusive em conjunto com parceiros técnicos e usuários públicos e privados de dados de GRD. Neste sentido, destaca-se que produtos e aplicações mais diretas, voltados à segurança de barragens, gerenciamento de planos preventivos e de contingência, e suporte a políticas setoriais de transporte, habitação entre outros, já estão em fase de avaliação com parceiros estaduais.

A plataforma também possibilita a integração em redes interinstitucionais de pesquisa, desenvolvimento, aplicações e prestações de serviços à comunidade, em alinhamento com as políticas de compartilhamento de dados.

Assim, a implantação do ambiente físico e tecnológico para atividades de GRD permitirá que a instituição tenha plena capacidade de organizar e utilizar seus produtos e análises para o fortalecimento de governança das informações (integrando dados locais, regionais e até globais), além da melhoria na preparação preventiva de respostas aos desastres, reduzindo riscos e contribuindo para o aumento da resiliência da sociedade aos impactos de acidentes e desastres.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a toda equipe do grupo de pesquisa em gestão de riscos e desastres do IG (atualmente IPA) e do Consórcio NT-Consult/CODEX, envolvidos em cada etapa geral ou específica de desenvolvimento da plataforma. Destacam ainda o financiamento no âmbito do Projeto Transporte Sustentável de São Paulo (PTLMA), pelo Banco Internacional para a Reconstrução e o Desenvolvimento – BIRD (Contrato de Empréstimo nº 8272 – BR).

REFERÊNCIAS

GUEDES, A.C.M.; BROLLO, M.J.; RIBEIRO, F.S. 2014. Sistema Gerenciador de Informações de Riscos do Instituto Geológico (SGI-RISCO-IG). In: LAUC2014 – ESRI Latin America User Conference, Campinas, SP, 25 a 26 de setembro de 2014. Boletim de Resumos.

MACIEL, L.V.; VEDOVELLO, R., RIBEIRO, F.S. 2019. Aplicação de critérios descritivos de documentos fotográficos, para organização e inserção de imagens de desastres naturais e de eventos geodinâmicos em bancos de dados. In: Instituto Geológico (IG), Seminário de Iniciação Científica PIBIC-IG, 9, São Paulo, 2019. Caderno de resumos, São Paulo, IG, 2019. 47 p.: (versão on-line) ISSN: 2525-7722. p. 21-26.

OHATA, A.T. Projeto DataGEO: avanços e desdobramentos. Implantação de uma Infraestrutura de Dados Espaciais Ambientais do Estado de São Paulo (IDEA-SP). Coordenadoria de Planejamento Ambiental, Secretaria do Meio Ambiente (SMA). 29 slides. 2013. Disponível em: http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/cpla/2013/03/AP_Datageo_Publico.pdf. Acesso em 18.fev.2022.

SOUZA, C.R.de G.; VEDOVELLO, R.; BROLLO, M.J.; TOMINAGA, L.K.; SANTORO, J. & HOLL, M.C. 2001. A cartografia geotécnica no sistema integrador de informações geoambientais para a zona costeira de São Paulo (Projeto SIIGAL). In: Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica, IV, Brasília (DF), 02-05/setembro/2001. ABGE. (trabalho completo: CD-ROM).

VEDOVELLO,R.; BROLLO, M.J. ; HOLL, M.C.; MAFFRA, C.Q.T. Sistemas Gerenciadores de Informações Geoambientais como um produto da cartografia geotécnica. Exemplo voltado à disposição de resíduos. In: 9º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia (CBGE), 1999, Águas de São Pedro, SP. Anais do 9º CBGE. Águas de São Pedro, SP.: ABGE, 1999.

VEDOVELLO, R.; RIEDEL, P.S.; BROLLO, M.J.; HAMBURGER, D.S.; CAMARGO, A.A.X. Modelagem e arquitetura de um Sistema Gerenciador de Informações Ambientais (SGIG) como produto de avaliações geológico-geotécnicas. In: 10º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental (CBGEA), 2002, Ouro Preto. Anais do 10º CBGEA, 2002.