

O AMBIENTE DE GERENCIAMENTO E TOMADA DE DECISÃO DA PLATAFORMA DE PESQUISAS E SERVIÇOS GEOLÓGICOS APLICADA À GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES DO INSTITUTO DE PESQUISAS AMBIENTAIS (IPA/ SP).

Ricardo Vedovello¹; Antonio Carlos Moretti Guedes²; Cláudio José Ferreira³, Cristina Boggi da Silva Raffaelli⁴; Denise Rossini-Penteado⁵; Pedro Carignato Basílio Leal⁶

Resumo - O uso, a modelagem e a implementação de recursos e ambientes geotecnológicos customizados constitui estratégia e ferramenta essencial para subsidiar o desenvolvimento de pesquisas, a execução de serviços e a realização de atividades voltados para a Gestão de Riscos e Desastres (GRD) de maneira cada vez mais ágil e eficiente. A equipe de GRD do Instituto Geológico (IG/SP), atualmente vinculada ao Instituto de Pesquisas Ambientais do Estado de São Paulo, desenvolveu a partir de 1999 uma série de ferramentas e aplicações que culminaram na implementação da Plataforma de Pesquisas e Serviços Geológicos aplicada à Gestão de Riscos e Desastres (PL-GRD) a qual possui, entre suas funcionalidades e infraestrutura, um ambiente especializado de gerenciamento e tomada de decisões. Tal ambiente tem subsidiado as atividades da equipe em apoio às políticas públicas gerais e específicas de GRD, sendo constituído por bases de dados, ferramentas de análise e comunicação, infraestrutura física e tecnológica, e logística operacional estruturada para a produção de dados e informações, monitoramento de parâmetros e indicadores de risco, emissão de avisos e alertas, e suporte a operações de campo de caráter preventivo e ou emergencial. O ambiente, lançado oficialmente em outubro de 2024, está sendo usado junto a gestores estaduais e parceiros técnicos, para subsidiar as políticas estaduais de GRD e deverá em breve permitir acesso ao público, por meio de acesso classificado.

Abstract - The use, modeling, and implementation of customized geotechnological resources is an essential strategy to support the development of research, the execution of services, and the performance of activities aimed at Disaster Risk Management (DRM) in an increasingly agile and efficient manner. The DRM team of the Geological Institute (IG/SP), currently linked to the Department of Geosciences, Risk Management and Environmental Monitoring (DGGRMA) of the Environmental Research Institute of the State of São Paulo, developed from 1999 onwards a series of tools and applications that culminated in the implementation of the Geological Research and Services Platform applied to Risk and Disaster Management (PL-GRD). This platform, with its specialized management and decision-making environment, has been instrumental in supporting general and specific public policies on DRM. It consists of databases, analysis and communication tools, physical and technological infrastructure, and structured operational logistics for the production of data and information, monitoring of risk parameters and indicators, issuance of warnings and alerts, and most importantly, support for field operations of a preventive and/or emergency nature. The environment, launched in October 2024, is being used to subsidize state DRM policies, and in the future, it will allow public access..

Palavras-Chave - gestão de riscos e desastres, geotecnologias, políticas públicas, monitoramento

¹ Geol. Pesq. Científico VI, PhD, Instituto de Pesquisas Ambientais Tel, (11) 99996-3932, email: rvedovello@sp.gov.br

² Geol. Pesq. Científico V, Instituto de Pesquisas Ambientais Tel, (11) 99162-8516, email: acmguedes@sp.gov.br

³ Geol. Pesq. Científico VI, PhD, Instituto de Pesquisas Ambientais Tel, (11) 99864-8775, email: cferreira@sp.gov.br

⁴ Arq. Assist. Pesq. Científica, PhD, Instituto de Pesquisas Ambientais Tel, (11) 99196-5068, email: cristina@sp.gov.br

⁵ Geog. Pesq. Científica VI, MSc, Instituto de Pesquisas Ambientais Tel, (11) 97533-2834, email: dpenteado@sp.gov.br

⁶ Geog. Assist. Pesq. Científica., MSc, Instituto de Pesquisas Ambientais Tel, (11) 98231-3092, email: pedro.leal@sp.gov.br

1. INTRODUÇÃO

A Gestão de Riscos de Desastres (GRD) engloba “a aplicação de políticas e estratégias de redução de riscos de desastres para prevenir novos riscos de desastres, reduzir riscos de desastres existentes e gerenciar riscos residuais, contribuindo para o fortalecimento da resiliência e redução de perdas por desastres” (UNDDR, 2017). Tal definição tem sido adotada pela comunidade técnica que trata da prevenção e mitigação de riscos e de resposta e recuperação aos desastres, estando alinhada com o Marco de Ação de Sendai 2015-2030 (UN/ISDR, 2015), com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS (ONU-BR, 2017), e com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (*Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2023).

Conforme ressaltado pelo Marco de Ação de Sendai (UN/ISDR, 2015), a implementação da GRD deve se dar por meio de “medidas econômicas, estruturais, legais, sociais, de saúde, culturais, educacionais, ambientais, tecnológicas, políticas e institucionais integradas e inclusivas que previnam e reduzam a exposição a riscos e a vulnerabilidade a desastres, aumentem a preparação para resposta e recuperação e, assim, fortaleçam a resiliência”. Tais medidas devem ser articuladas para atender a sete metas (quatro de redução de indicadores e três de aumento), dentre as quais ressalta-se: “aumentar substancialmente a disponibilidade e o acesso a sistemas de alerta precoce de múltiplos riscos e a informações e avaliações de risco de desastres para as pessoas até 2030”.

Em relação a essa meta destacada, observa-se que a utilização de sistemas e recursos de geoprocessamento constitui estratégia e ferramenta essencial para promover tanto o acesso como o uso de dados, informações, produtos e ferramentas analíticas por meio dos diversos atores envolvidos na GRD, incluindo técnicos, gestores e a comunidade.

A equipe do Grupo de Pesquisa em Gestão de Riscos e Desastres relacionados a Eventos Geodinâmicos, atualmente vinculada ao Departamento de Geociências, Gestão de Riscos e Monitoramento Ambiental do Instituto de Pesquisas Ambientais (DGGRMA/IPA) do Estado de São Paulo, desenvolve desde 1999, quando ainda era vinculada ao Instituto Geológico (IG), uma série de pesquisas, desenvolvimentos e aplicações baseadas no uso de geotecnologias, as quais evoluíram e foram consolidadas na forma de uma Plataforma de Pesquisas e Serviços Geológicos aplicada à Gestão de Riscos e Desastres (PL-GRD).

Essa plataforma contempla infraestruturas físicas e tecnológicas que compõem ambientes modelados para processar, analisar e monitorar dados e informações de caráter geológico-geotécnico e geoambiental, organizados e customizados em formatos adequados para fornecer insumos para os mais variados tipos de atividades com interface com a GRD, incluindo ações nas áreas de proteção e defesa civil, de habitação, de transporte, de mineração, de segurança de barragens, de turismo, de educação e comunicação, entre outras. Destina-se ao desenvolvimento de pesquisas e serviços geológicos-geotécnicos voltados para subsidiar ações de planejamento, prevenção, atendimentos emergenciais e ações de mitigação e adaptação aos fenômenos geodinâmicos perigosos, além de produção, análise, monitoramento, disponibilização e consulta de informações relacionadas ao tema. Constitui, assim, uma ferramenta alinhada com os princípios da GRD, e que contribui com as metas do Marco de Ação de Sendai, além de atender às diretrizes estabelecidas pelo Programa Estadual de Prevenção de Desastres Naturais e de Redução de Riscos (PDN) do Estado de SP, e pela Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC.

Tendo sua fase de desenvolvimento geotecnológico concluída em 2022 e a sua infraestrutura física consolidada no ano subsequente, a plataforma foi lançada oficialmente em outubro de 2024, e já está sendo utilizada experimentalmente em apoio às atividades e políticas globais e específicas de GRD implantadas ou em desenvolvimento no estado de São Paulo.

Neste trabalho apresenta-se, de forma específica, o Ambiente de Gerenciamento e Tomada de Decisão da PL-GRD, destacando-se suas funcionalidades, bases de informações, ferramentas operacionais, arranjo geotecnológico e infraestrutura física, modelados para o uso pleno de seus recursos, assim como suas interfaces com os demais ambientes da Plataforma e com ambientes externos correlatos. Além disso, são indicadas as perspectivas e inovações subsequentes a partir do uso inicial da plataforma, incluindo ações conjuntas com parceiros técnicos, gestores e comunidades em temas e áreas de atuação da equipe.

2. A PLATAFORMA PL-GRD

2.1. Escopo e Histórico

A Plataforma de Pesquisas e Serviços Geológicos aplicada à Gestão de Riscos e Desastres (PL-GRD) constitui-se em um complexo de desenvolvimento de pesquisas e inovações, de elaboração de produtos técnicos, e de apoio a serviços aplicados e operações de campo, relacionadas às mais diversas atividades e políticas públicas de prevenção e de mitigação de riscos e de resposta a desastres relacionados a eventos geodinâmicos perigosos.

Seu desenvolvimento teve o intuito de ampliar a capacidade e a eficiência da equipe técnica do DGGRMA/IPA na aquisição, análise, produção, gerenciamento, manutenção, desenvolvimento e aplicações de dados e informações de gestão de riscos e desastres às mais diversas atividades e políticas públicas do tema. Sua formulação foi baseada na experiência prática da equipe, em especial a partir da década de 90, na execução de levantamentos de dados e mapeamentos de perigos, vulnerabilidades e riscos, em diferentes escalas, incluindo a elaboração de produtos cartográficos específicos, tais como: Cartas de Riscos, Planos Municipais de Redução de Riscos (PMRR), Cartas de Aptidão à Urbanização, e demais formatos usuais da cartografia geotécnica e geoambiental. Também resultou da experiência no desenvolvimento, operação e aplicação de sistemas de monitoramento e alerta, e no apoio às políticas públicas de GRD, incluindo planos preventivas e de contingência para o gerenciamento de riscos, a partir de atividades e operações laboratoriais e de campo, e de apoio em situações de emergência e de resposta aos desastres.

De forma específica, quanto ao desenvolvimento geocientífico e incorporação de inovações tecnológicas, a PL-GRD pode ser compreendida como um estágio de consolidação de projetos de pesquisa e experimentos voltados ao uso de recursos geotecnológicos em estudos e aplicações de Geologia de Engenharia e Ambiental, os quais foram sendo intensificados a partir de 1999, apoiados na linha de pesquisa “Geotecnologias e Ambientes Tecnológicos para Gestão de Riscos e Desastres” do Programa Institucional “Gestão de risco e desastres relacionados a eventos geodinâmicos” registrado junto ao Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq desde 2007.

A implementação sistemática desses recursos geotecnológicos nos trabalhos de cartografia geológico-geotécnica e geoambiental teve um primeiro marco conceitual no Projeto “Seleção de áreas para disposição de resíduos sólidos na região metropolitana de Campinas” (IG, 1999) a partir do qual foram estabelecidas como diretrizes: ampliar a capacidade do geoprocessamento para além das etapas de análise e produção de dados, incluindo também seu uso em etapas de comunicação cartográfica; e modelar o uso das geotecnologias com base nos objetivos e métodos definidos para a produção cartográfica. Esse projeto levou à elaboração de Sistemas Gerenciadores de Informações Geoambientais (SGIGs) como produto da cartografia geotécnica (Vedovello et al., 1999), os quais podem ser considerados como Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) modelados de forma específica para atender aos objetivos de análise, processamento, elaboração e disponibilização de dados e informações de um determinado estudo geoambiental.

A estruturação desses SGIGs foi evoluindo e incorporando aperfeiçoamentos e modelagens nos três níveis de interação entre os SIGs e seus usuários, conforme apontado em INPE (2001): a Interface homem-máquina (interação entre técnicos, usuários e o sistema); o nível intermediário (modelagem e programação dos mecanismos de processamento); e o nível interno ao sistema (gerência dos bancos de dados). Nesta fase de evolução das pesquisas destaca-se o desenvolvimento de Unidades Básicas de Gerenciamento de Banco de Dados - UBGBD (Vedovello et al., 2002) o que possibilitou a automatização de análises, produção e consulta de dados e informações, bem como de cartografias temáticas (Souza et al., 2001; Vedovello et al., 2005). A partir daí novos desenvolvimentos ocorreram em projetos institucionais na década de 2000, com destaque para o projeto Sistema Integrador de Informações Geoambientais para o Litoral do Estado de São Paulo - SIIGAL (Souza, 2005). Evoluções subseqüentes adotaram modelagens na interface homem-máquina, o que proporcionou a customização de ambientes de análise e de comunicação bem como a automatização de processos a partir de algoritmos em diversas linguagens e tipos de softwares, inclusive os de acesso livre (Guedes et al., 2015; Ferreira et al, 2015; entre outros).

Toda essa evolução levou a equipe a pensar em estruturar uma plataforma geotecnológica mais robusta e com maior capacidade de processamento e comunicação para proporcionar ferramental adequado para a aplicação em políticas públicas de GRD, incluindo a possibilidade de

que tal plataforma pudesse compor e/ou integrar ambientes de redes colaborativas e descentralizadas. Outro aspecto que contribuiu para a estruturação de uma plataforma integradora, foi a crescente necessidade de ampliar o monitoramento de indicadores, parâmetros e limiares críticos voltados para a elaboração de sistemas de avisos e alertas cada vez mais precisos e acessíveis aos usuários e à comunidade, o que teve desenvolvimentos importantes a partir dos trabalhos de Souza et al. (2019) e Fernandez et al. (2022), entre outros, os quais projetaram a estruturação de sistemas de monitoramento e alerta com vinculações às políticas públicas de GRD.

A atuação da equipe em operações especiais de resposta aos grandes desastres, como os que atingiram a região do Vale do Itajaí, Santa Catarina, em 2008, e os estados de Alagoas em 2010, entre outros que os sucederam, mostraram a importância de se organizar bases de dados e ambientes de apoio a essas operações, em particular quando realizadas em regiões ou localidades sem informações e infraestrutura adequada.

Todo esse cenário de evolução das pesquisas e as crescentes demandas de apoio técnico cada vez mais precisos e ágeis, culminaram com a modelagem da PL-GRD durante a realização do Projeto de Transporte Sustentável de São Paulo financiado pelo Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento - BIRD (Contrato de Empréstimo: BIRD nº 8.272-BR).

2.2. Objetivos, estrutura, funcionalidades e ambientes físicos e tecnológicos

A PL-GRD (Vedovello et al., 2022) tem como objetivos gerais: a) subsidiar a realização de pesquisas e serviços geocientíficos voltados para a definição, planejamento, implantação, gerenciamento e aplicação de dados e informações de caráter geológico-geotécnico e geoambiental para a GRD; b) oferecer suporte e insumos técnicos e tecnológicos para a coleta e análise de dados e informações, por meio de mecanismos de leitura, processamento e armazenamento de atributos, parâmetros e limiares críticos relevantes para a adoção de medidas preventivas e mitigadoras de riscos, bem como para a disponibilização e comunicação; c) disponibilizar um ambiente colaborativo que permita o desenvolvimento de ações em parcerias interinstitucionais, a elaboração de aplicações e soluções para os setores públicos e privado, e o desenvolvimento de inovações com potencial de ampliar e otimizar as políticas públicas de GRD.

Sua estrutura compreende um sistema customizado e espaços físicos com ambientes equipados com recursos tecnológicos integrados e adequados para a plena utilização e uso das bases de dados e recursos da plataforma, bem como para comunicação externa. O sistema geotecnológico constitui um ambiente de trabalho técnico especializado em GRD, composto por funções e recursos para coleta, produção, análise e disponibilização de dados e informações, com diferentes níveis de permissão de acesso que garantem a segurança de conteúdo e funcionalidades do ferramental e das bases de dados. Essas bases de dados e as aplicações vêm sendo paulatinamente implementadas e operadas, inclusive em ações com instituições parceiras.

As funcionalidades da PL-GRD incluem bases de dados multitemáticas, sistemas de informações geográficas para produção e análise de dados, aplicativos de coleta e gerenciamento de dados em campo, aplicativos de gerenciamento de imagens fotográficas, sistemas e ferramentas de comunicação do tipo ETL (*Extract, Transform and Load*) que permitem a migração de dados entre sistemas e bases de dados em formatos diferentes a partir de procedimentos automatizados de extração, transformação e carga de dados. Tais funcionalidades foram implementadas com base na utilização da Plataforma Geoespacial do ArcGIS Enterprise, da empresa ESRI, por integrar as soluções e ferramentas apropriadas para as funcionalidades previstas para a PL-GRD. Essa solução inclui um banco de dados geoespacial destinado ao armazenamento e gerenciamento de informações geográficas (o Enterprise Geodatabase); uma ferramenta desktop (o ArcGIS Pro) para interação com o banco de dados e com os ambientes de publicação de geosserviços (mapas, dados georreferenciados, etc); um ambiente para publicação e disponibilização de dados e informações (o ArcGIS Server); um ambiente de gerenciamento de conteúdo e ferramentas associadas (o Portal for ArcGIS); e ferramentas integradas como um WebGIS (sistema de informações geográficas), aplicativo de coleta e carga de dados (o *Survey 123*), e uma ferramenta para produção de painéis interativos de monitoramento e controle de dados, mapas e indicadores (*Dashboards*).

Além do sistema geotecnológico, a PL-GRD é constituída por espaços físicos distribuídos em ambientes específicos, modelados e interligados para garantir o uso e as aplicações da plataforma

de forma adequada em pesquisas e na realização dos serviços vinculados às políticas públicas com interface com a GRD, incluindo sistemas de monitoramento e operações de campo. Esses espaços (Figura 1) estão localizados nas instalações de Geociências do IPA e reúne os seguintes ambientes:

I - Ambiente de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação: inclui gabinetes de trabalho cotidiano dos técnicos para o desenvolvimento de pesquisa, produção e análise de dados, e inovações, com interligação a setores laboratoriais (laboratórios de análises geológicas e de ensaios geotécnicos).

II - Ambiente de Gerenciamento e Tomada de Decisão: com uma Sala de Operação e Controle e uma Sala de Monitoramento e Análise, é voltado para o monitoramento permanente de indicadores e parâmetros críticos, ou para a realização de análises integradas e apoio especial em situações de emergência, permitindo a elaboração de produtos, projetos estratégicos e insumos diretos para a tomada de decisão e apoio aos trabalhos de campo. Permite, ainda, a realização de teleconferências, treinamentos e cursos.

III - Ambiente de Parcerias e Apoio aos Usuários: espaço destinado a reuniões para negociação e apoio aos parceiros técnicos e usuários variados, permitindo acesso simplificado às bases de dados e ferramentas da plataforma e com os dirigentes institucionais.

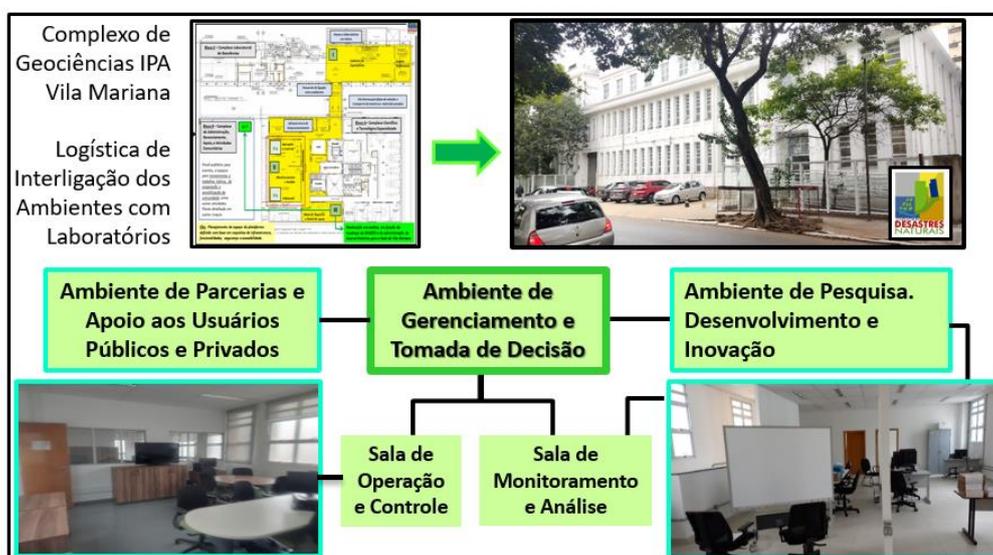


Figura 1. Localização e distribuição dos espaços físicos que compõem a PL-GRD.

2.3. Bases de Dados, produtos e ferramentas já modelados e implementados.

Atualmente a PL-GRD já integrou e vem complementando as seguintes bases de dados institucionais: a) Cadastro de Eventos Geodinâmicos e Desastres do Estado de São Paulo (Geodesastres); b) Relatórios de Vistorias preventivas e emergenciais; c) Mapeamentos de Riscos Locais em abordagens municipais; d) Mapeamentos de Riscos locais abrangendo regiões metropolitanas e/ou faixas de influência de setores específicos como, por exemplo, rodovias; e) Mapeamentos de Perigos, Vulnerabilidades e Riscos em escala regional abrangendo todo o território Estadual; f) Mapeamentos de Perigos, Vulnerabilidades e Riscos, em escala semirregional, para regiões geográficas específicas do estado e em áreas associadas a setores e/ou empreendimentos específicos como das áreas de transporte, habitação, e meio ambiente.

As ferramentas já implementadas incluem dois ambientes analíticos customizados (*WebGIS*), para uso e acesso classificado de administradores ou para usuários; um banco de dados de fotos relacionadas a GRD; um aplicativo para trabalhos de campo; um aplicativo para carga de dados georreferenciados; painéis de controle específicos ou integrados (*dashboard* e *storymaps*); além de outras ferramentas de gerenciamento e customização no ambiente da plataforma.

O acesso, gerenciamento e uso de dados e informações é feito por meio de um Portal que permite acessar os ambientes de produção, gerenciamento, consulta, análise e comunicação de dados, com níveis de permissão diferenciados e estruturados com base no conjunto de componentes do ArcGIS Enterprise, já destacados no item 2.2. Maiores detalhes podem ser observados em Vedovello et al. (2022).

3. O AMBIENTE DE GERENCIAMENTO E TOMADA DE DECISÃO

A principal função do Ambiente de Gerenciamento e Tomada de Decisão é permitir o monitoramento e análise de dados, parâmetros, limiares críticos e demais informações de caráter geológico-geotécnico relevantes para a realização de atividades e emissão de avisos e/ou alertas tanto em momentos de normalidade como durante situações de emergência ou em operações especiais envolvendo suporte para trabalhos de campo, implementação de planos preventivos e de contingência e tomada de decisão internas ou interinstitucionais.

Para tanto, o ambiente requer equipamentos e recursos geotecnológicos apropriados que permitam acesso e análise de bases de dados e informações internas e externas, comunicação intra e interinstitucional, acesso online e em tempo real a usuários e redes colaborativas, entre outras funções. Tais aspectos apoiam a modelagem, o planejamento e a implantação da estrutura física e dos recursos tecnológicos necessários para ampliar a capacidade de suporte da instituição, e de seus parceiros técnicos, na execução de atividades e ações voltadas para o planejamento e ordenamento territorial, bem como para políticas globais ou setoriais de proteção e defesa civil, de habitação, turismo, educação, gestão ambiental, transporte e demais políticas públicas que apresente interface com a gestão de riscos e desastres no estado de São Paulo e no país. A modelagem também levou em consideração o histórico e a necessidade de participação em operações de emergência e em situações de crise, principalmente junto a planos preventivos e de contingência de proteção e defesa civil, planos de contingência associados a operação de rodovias, e acompanhamento da situação de segurança de barragens, entre outras atividades.

3.1. Modelagem Geral

A modelagem dos ambientes e salas da PL-GRD foi feita a partir da identificação inicial das funcionalidades e aplicações desejadas para cada uma das instalações que integram os espaços físicos destinados ao desenvolvimento e operação das atividades institucionais vinculadas ao sistema geotecnológico da Plataforma. Inicialmente, foi realizado um esboço de cada espaço com base no escopo das atividades previstas, da infraestrutura e *layout* básico vislumbrado pelos técnicos da equipe. A Figura 2 ilustra o esboço prévio de funcionalidades dos ambientes, com destaque para uma visão ampliada do esboço que embasou o “pré-projeto” do Video Wall da Sala de Monitoramento e Análise.



Figura 2. Esboços para definição de funcionalidades e infraestrutura da PL-GRD, destacando o do Video Wall.

A partir desses esboços foram contratados serviços para detalhamento do projeto básico e formulação de termo de referência específico para a montagem inicial do ambiente GTD e de suas salas, contemplando o dimensionamento da Infraestrutura e o design para esse ambiente. Processos semelhantes foram adotados para a implementação dos demais espaços.

Em relação ao Ambiente de Gerenciamento e Tomada de Decisão, observa-se que foram contratados serviços visando a definição dos requisitos mínimos necessários para a infraestrutura física (em especial considerando os equipamentos tecnológicos) das Salas de Monitoramento e Análise e de Operação e Controle, previamente determinados nos esboços (pré-projetos) e a avaliação das necessidades operacionais da equipe. As indicações resultaram de uma série de reuniões e levantamentos realizados em conjunto com o consórcio NTCONSULT/CODEX, responsável pela modelagem do Sistema Geotecnológico da PL-GRD considerando os recursos, a

cultura institucional, e a infraestrutura física e logística de informática, geoprocessamento e instalações prediais, bem como as necessidades de evolução para pleno uso da capacidade da plataforma e a política de segurança da instituição e da secretaria de estado a qual está vinculada.

A Figura 3 ilustra as modelagens e indicação dos requisitos mínimos dos espaços que compõem o GTD, a partir dos quais a equipe técnica realizou a prospecção dos equipamentos, recursos e serviços definidos. A composição final da infraestrutura é discutida no item 3.2, a seguir.

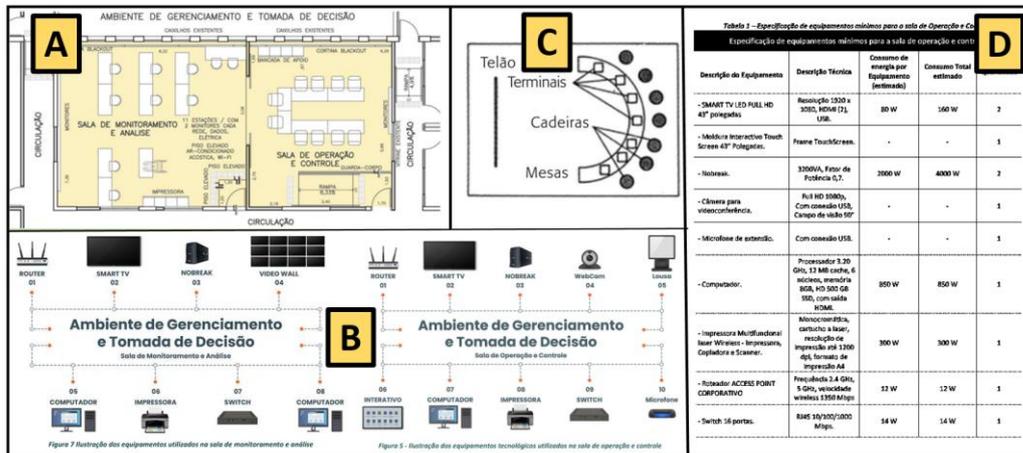


Figura 3. Elementos considerados na modelagem do Ambiente de Gerenciamento e Tomada de Decisão. (A) Disposição Geral do Ambiente; (B) Indicação de equipamentos e requisitos para as salas; (C) Indicação de mobiliários e de pontos de conexão; (D) Especificações técnicas dos equipamentos e infraestrutura.

3.2. Estrutura Física e Ferramental Tecnológico

O Ambiente de Gerenciamento e Tomada de Decisão (Figura 4) é composto por uma Sala de Monitoramento e Análise e uma Sala de Operação e Controle. Estas salas estão interligadas fisicamente, permitindo operações e comunicações articuladas entre os analistas, os coordenadores de atividades e/ou tomadores de decisão. Entre as duas salas foi instalada uma porta que, quando necessário, permite o isolamento entre elas para que responsáveis técnicos e/ou gestores trabalhem de forma reservada ou estabeleçam contato com dirigentes de outras instâncias administrativas do Estado para o acompanhamento e tomada de decisão em situações específicas.

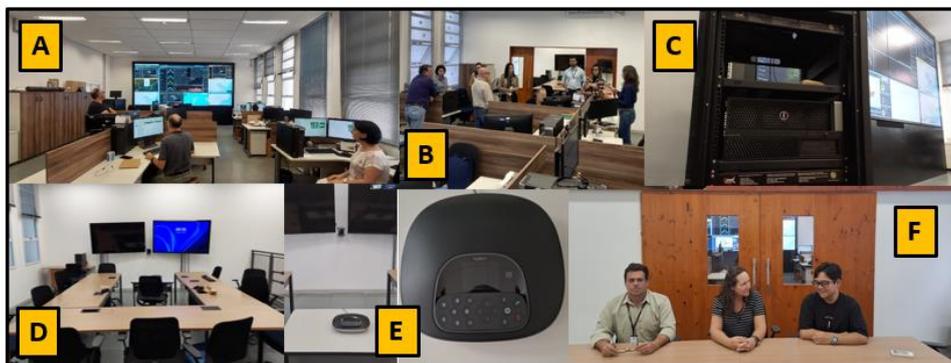


Figura 4 – Ambiente de Gerenciamento e Tomada de Decisão. (A) Sala de Monitoramento e Análise. (B) Estações de Trabalho. (C) Vídeo Wall e Servidor. (D) Sala de Operação e Controle, com destaque para os monitores e mesa de reuniões (E) Sistema de videoconferência. (F) Porta de isolamento opcional das Salas.

A Sala de Monitoramento e Análise é equipada com um sistema de *Vídeo Wall*, composto por 12 monitores LED de 55 polegadas, resolução FULL HD 1920x1080, entradas HDMI e *DisplayPort*, além de um conjunto de hardwares e *softwares* voltado para o controle das funcionalidades. O conjunto de monitores que compõe o *Vídeo Wall* foi montado em suportes de parede em aço carbono com ajuste frontal para manutenção e perfeito alinhamento das telas. A disposição dos monitores forma uma matriz de 4 colunas por 3 linhas totalizando um único *display*, com amplas possibilidades de composição de layouts de conteúdo para visualização e interação, que podem partir das estações de trabalho dos técnicos ou do próprio gerenciador gráfico do conjunto. Além do *Vídeo Wall*, a sala possui um servidor dedicado para gerenciamento gráfico;

nobreaks dimensionados para o conjunto dos monitores e para o servidor da aplicação; gabinetes de especialistas para operação dos equipamentos e análise das bases de dados e sistemas associados à plataforma geotecnológica, bem como para acesso a ambientes e sistemas externos, a partir de *workstations* com conexão em redes interna e externas; mobiliário e infraestrutura de apoio aos trabalhos e recursos para controle de ambiente.

O sistema de *Video Wall* foi projetado e modelado para permitir a captura de sinais de *streaming* de vídeo de câmeras digitais, imagens oriundas de câmeras IP, exibição de páginas WEB e demais formatos de programas e aplicativos usados para produção e análise de informações voltadas para a GRD, além de capturar vídeo digital diretamente de estações de trabalho ligadas ao sistema por meio de rede IP. Além disso, está associado a um sistema de áudio para eventual necessidade de saída de som de alguma aplicação ou no ambiente da Sala, o que favorece a comunicação *on-line* com equipes em campo.

Tais funcionalidades são viabilizadas por meio de um sistema de gerenciamento para controle, processamento e comunicação das funcionalidades do *Video Wall*, o qual permite a gestão independente do conjunto de 12 monitores, e sua integração com as 09 *workstations* que compõem o ambiente. Esse sistema é constituído por *softwares* em arquitetura cliente-servidor, permitindo: a instalação de clientes em máquinas de operadores, além da inserção de conteúdo, imagens, vídeos, e programas executáveis; o posicionamento de qualquer janela em qualquer posição do conjunto de telas; a inserção de atalhos de redimensionamento do conteúdo; o espelhamento de máquinas clientes no *Video Wall*; o controle e gestão de fontes remotamente a partir de qualquer máquina cliente; a criação de *layouts* com posicionamento de monitores. A solução adotada para o sistema de gerenciamento foi o software proprietário HORUS, em ambiente LINUX, da empresa Convergent, cujas licenças foram fornecidas junto com a contratação dos serviços de montagem do *Video Wall*.

Importante destacar que o Sistema de Visualização foi projetado para operação contínua, 24 horas/dia, 7 dias/semana, incluindo todo o *hardware*, *software* e demais recursos necessários para a visualização e operação do sistema, de suas funcionalidades, e das bases de dados e sistemas de alerta que estejam sendo monitorados ou analisados.

Já a Sala de Operação e Controle é dedicada ao acompanhamento de situações críticas e operações especiais, podendo ser usada também para vídeo conferências, treinamentos e atendimentos especiais, sendo composta por: a) dois monitores de 65 polegadas, com moldura "touch" em um dos aparelhos; b) um microcomputador com integração com as TVs; c) um conjunto completo de videoconferência composto por uma câmera de vídeo panorâmica de alta definição; d) controle remoto para câmera, viva-voz e controle de chamadas.

Além desses equipamentos e especificações, a sala está equipada com *hubs* (*central e ramais*) para passagem segura de cabos (rede e energia); organizadores e condutores para distribuição e extensão dos cabeamentos com passagens sob o piso elevado, nas paredes e junto aos mobiliários; adaptadores para múltiplos *gadgets*; suporte de parede ou para mesa; e uma mesa de reuniões em formato de "U" que comporta até 20 pessoas, com 8 conexões simultâneas em rede. O ambiente também possui o sistema de gerenciamento HORUS utilizado na Sala de Monitoramento e Análise, o qual permite a interação com o *Video Wall* presente no espaço contíguo.

3.3. Exemplos de uso e Perspectivas

A utilização do ambiente de Gerenciamento e Tomada de Decisão tem permitido o monitoramento e análise de dados estáticos e dinâmicos associados a GRD tanto internos como externos, oriundos de bases de dados e sistemas disponibilizados por outras instituições. A estrutura já permite o desenvolvimento de pesquisas e serviços, bem como o monitoramento em tempo real de dados, parâmetros e limiares vinculados a sistemas de monitoramento e alerta e a planos preventivos e de contingência. Além das bases de dados nativas incorporadas à PL-GRD, e o acesso às bases de dados e sistemas externos, o ambiente construído permite o acompanhamento de sistemas de monitoramento específicos elaborados pela equipe em parcerias com outras instituições, com destaque para os sistemas de alerta para rodovias e um sistema de alerta de ressacas e inundações costeiras. A Figura 5 ilustra algumas das utilizações e funções já incorporadas ao uso cotidiano dos espaços.

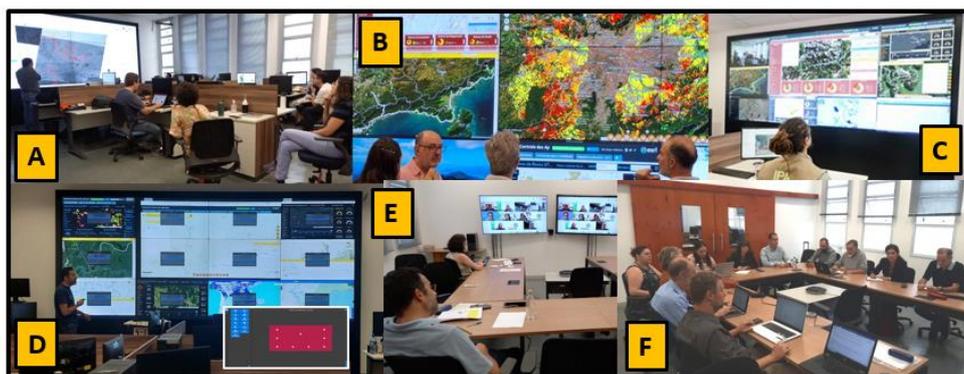


Figura 5 - Exemplos de uso das instalações e equipamentos. (A) Desenvolvimento de projetos especiais com uso do *Video Wall*. (B) Atividades com parceiros técnicos. (C) *Layout* para monitoramento de operações cotidianas. (D) Ambiente de controle de compartilhamento e criação de layouts para o *Vídeo Wall*. (E) Reunião híbrida (presencial e remota) na Sala de Operação e Controle. (F) Reunião para Tomada de Decisão.

Destaca-se que, além da incorporação e ampliação de bases de dados e de sistemas próprios do DGGRMA/IPA, a PL-GRD está sendo utilizada e avaliada como o arcabouço tecnológico para a implementação do Portal de Segurança de Barragens do CASB (Comitê de Acompanhamento das Ações Relacionadas à Segurança de Barragens do Estado de São Paulo), da Base de Dados em suporte ao Plano de Contingência para a Serra do Mar na Região do Polo Industrial de Cubatão, em Painéis de Gerenciamento Integrado de Cartografias Geológico Geotécnicas e Geoambientais, incluindo cartografias específicas de riscos, e na estruturação de Sistemas de Monitoramento e Alerta para Planos de Contingência locais com participação comunitária, entre outras aplicações. Todas essas iniciativas estão vinculadas diretamente às instituições responsáveis, ou ao conjunto de instituições, envolvidas na gestão ou coordenação dos respectivos produtos e atividades de cada aplicação, caracterizando o teor colaborativo da PL-GRD.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estruturação de uma plataforma geotecnológica de alta performance, associada a espaços físicos apropriados, constitui estratégia fundamental para permitir agilidade e melhor comunicação na análise, gerenciamento e compartilhamento de grandes volumes de dados e informações, em ambientes de rede, em tempo real, e mesmo por mecanismos de transmissão remota. Nesse contexto, a construção da PL-GRD teve o intuito de proporcionar um ambiente inovador para processar, analisar e monitorar informações de caráter geocientífico, típicas de serviços geológicos estaduais ou nacionais, em particular contemplando estrutura tecnológica adequada para fornecer insumos técnicos a partir de dados geológico-geotécnicos e geoambientais, mas com possibilidade de associação, integração e ou agregação de insumos de áreas correlatas que atuam na GRD.

A PL-GRD constitui, assim, um ambiente laboral que permite a organização e utilização de informações para os mais diferentes tipos de atividades e políticas setoriais com interface com a GRD, com capacidade de obter ou fornecer dados em variados formatos a partir de bases técnicas diversas, incluindo a capacidade de emissão de avisos e alertas de caráter geológico-geotécnico. Para tanto, a implementação de espaços físicos específicos associados a infraestrutura tecnológica apropriada é essencial para o uso eficaz de informações e produtos voltados para a prevenção, gerenciamento e mitigação de riscos e desastres.

Neste cenário, a estruturação de um Ambiente de Gerenciamento e Tomada de Decisão, e das salas que o compõe, representou um aspecto essencial para amplificar o uso eficiente dos dados, informações, produtos e ferramentas geotecnológicas da PL-GRD, bem como para tornar mais eficiente a atuação das equipes técnicas que atuam na GRD no estado de São Paulo e mesmo em apoio a outras regiões do país, incluindo apoio a operações de campo habituais ou em emergências.

Baseado em diretrizes e princípios adotados por instituições nacionais e internacionais congêneres, o Ambiente de Gerenciamento e Tomada de Decisão, e a PL-GRD como um todo, contribui para a definição e viabilização de políticas, instrumentos e mecanismos de prevenção e mitigação de riscos, incluindo medidas de adaptação e de resposta a desastres que sejam viáveis e necessárias diante da intensificação de eventos extremos decorrentes de alterações climáticas.

REFERÊNCIAS

- FERNANDEZ G.N.; SIMÕES, P.M.; FERNANDO MACHADO ALVES, F.M.; PATUCI, T.R.C.; FERREIRA, C.J.; KERTZMAN, F.F. (2022). *Definição de Coeficientes de Precipitação Crítica (CPC) para emissão de alertas de escorregamento nas rodovias SP-055 e SP-098, litoral norte paulista*. Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental (RBGEA), 2022, Vol. 12(2), 12p. Disponível em: <https://encurtador.com.br/RL1h2>.
- FERREIRA, C.J.; ROSSINI-PENTEADO, D.; SOUZA, C.R.G.; ROCHA, G.A.; SOUZA, L.; GUEDES, A.C.M.; (2015). *Integração de mapeamento de risco e índices pluviométricos no monitoramento e alerta de risco de escorregamentos planares no litoral norte do Estado de São Paulo*. Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental (RBGEA), 2015, Vol. 5(1), 17p. Disponível em: <https://encurtador.com.br/mlml9>.
- GUEDES, A.C.M.; BROLLO, M.J.; RIBEIRO, F.S.; GOMES, R.L.O.; PEINADO, M.E.; ALMEIDA, T.W.B. 2015. *Sistema Gerenciador de Informações sobre Riscos Geológicos no Estado de São Paulo (SGI-RISCOS-IG): geotecnologia como subsídio para tomada de decisões em cenários de risco de desastres naturais*. In: SBG, Simp. Geol. do Sudeste, 14, Campos do Jordão-SP, 2015, (CD-ROM). Disponível em: <http://bit.ly/2xn2oJk>.
- IG, INSTITUTO GEOLÓGICO (1999). *Metodologia para Seleção de Áreas para Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos*. São Paulo. 98p. (Relatório Técnico Instituto Geológico).
- INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2001). *Introdução à Ciência da Geoinformação*. Câmara, G.; Davis, C.; Monteiro, A.M.V. (Eds). INPE, São José dos Campos, 2001. 345p. (INPE-10506-RPQ/249).
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023) *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 184 pp., doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647. Disponível em: <https://encurtador.com.br/TnjYn>.
- ONU-BR, Organização das Nações Unidas - Brasil. (2017). *A Agenda 2030*. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>.
- 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: Simp. Bras. de Cartogr. Geotéc., IV, Brasília (DF), 2001. ABGE. (CD-ROM).
- SOUZA, C.R. de G. (coord.) (2005). *Sistema Integrador de Informações Geoambientais para o Litoral do Estado de São Paulo, aplicado ao Gerenciamento Costeiro – SIIGAL*. 4º Relatório Científico, FAPESP 1998/14277-2. 199 p. + CD-ROM (anexos). Disponível na Biblioteca da Sede de Geociências do IPA/SP.
- SOUZA, C.R.G.; SOUZA, A.P.; HARARI, J. 2019. *Long Term Analysis of Meteorological-Oceanographic Extreme Events for the Baixada Santista Region*. In *Climate Change in Santos Brazil: Projections, Impacts and Adaptation Options*; Springer International, Cham, Switzerland, p. 97–134. <https://encurtador.com.br/XSdv3>.
- UN/ISDR, United Nations / International Strategy for Disaster Reduction. 2015. *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030*. United Nations, Geneva, 32p. Disponível em: <<https://encurtador.com.br/XKw0Q>>.
- UNDRR, United Nations Office for Disaster Risk Reduction. 2017. *Sendai Framework Terminology on Disaster Risk Reduction*. "Disaster risk management". Disponível em <https://www.undrr.org/terminology/disaster-risk-management>.
- VEDOVELLO, R.; BROLLO, M.J.; HOLL, M.C.; MAFFRA, C.Q.T. 1990. *Sistemas Gerenciadores de Informações Geoambientais como um produto da cartografia geotécnica. Exemplo voltado à disposição de resíduos*. In: Congr. Bras. de Geologia de Engenharia, 9, Águas de São Pedro, SP. Anais ABGE... E, 1999.
- VEDOVELLO, R.; RIEDEL, P.S.; BROLLO, M.J.; HAMBURGER, D.S.; CAMARGO, A.A.X. 2002. *Modelagem e arquitetura de um Sistema Gerenciador de Informações Ambientais (SGIG) como produto de avaliações geológico-geotécnicas*. In: Congr. Bras. de Geologia. de Engenharia e Ambiental, 10, Ouro Preto. Anais...ABGE.
- VEDOVELLO, R.; SULTANUM, H.J.; FERREIRA, C.J.; TORREJON, R.A.; TOMINAGA, L.K.; TAVARES, R. (2005). *Modelo conceitual e de programação para a obtenção e atualização automática de cartas de riscos em sistemas gerenciadores de informações geoambientais - SGIGS*. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 11, Florianópolis. 2005. Anais..., ABGE, p. 2327-2339, CD-ROM.
- VEDOVELLO, R.; RUSCHEL, C.; GUEDES, A.C.M.; SILVA, S.; ROSSINI-PENTEADO, D.; ROCHA, G.A.; FERREIRA, C.J. 2022. *Arquitetura e modelagem de plataforma e ambiente tecnológico para gerenciamento, integração e aplicação de dados e informações relacionados à gestão de riscos e desastres*. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 17, Belo Horizonte. 2022. Anais ..., ABGE, 10 p.