

**REURBANIZAÇÃO E REDUÇÃO DE RISCO DE ACIDENTES. ESTUDO DE CASO: COMPLEXO JARDIM IRENE, SANTO ANDRÉ/SP**

Bianca Morgado <sup>1</sup>; Eduardo Soares de Macedo <sup>2</sup>

**Resumo** – A ocupação irregular em zonas de encostas traz riscos de acidentes à população, sendo necessárias ações para mitigação de risco e prevenção de acidentes. As diretrizes para urbanização são de responsabilidade do governo federal, mas a elaboração de um plano detalhado para prevenção de riscos, bem como execução, é de responsabilidade dos municípios. Este trabalho descreve a dinâmica atual de reurbanização em zonas de encostas, demonstrando a colaboração entre diferentes instituições públicas e privadas, para execução de uma obra de contenção, estabilização de taludes e drenagem superficial. Um caso real, no Complexo do Jardim Irene, em Santo André/SP é apresentado. A região escolhida havia sido classificada como área de elevado risco, com histórico recente de deslizamentos, com famílias morando no local. O artigo apresenta informações detalhadas, desde a justificativa da obra, caracterização de solo, projeto e aspectos da execução, para macro visualização do projeto.

**Abstract** – Irregular occupation in hillside areas brings risks of accidents to the population, requiring actions by civil institutions to mitigate risk and prevent accidents. The guidelines for urbanization are the responsibility of the federal government, but the elaboration of a detailed plan for risk prevention, as well as execution, is the responsibility of the municipalities. This work describes the current dynamics of redevelopment in hillside areas, demonstrating the collaboration between different public and private institutions, for the execution of a containment work, slope stabilization and surface drainage. A real case, in the Jardim Irene Complex, in Santo André/SP is presented. The chosen region had been classified as a high risk area, with a recent history of landslides, with families living there. The article presents detailed information, from the justification of the work, soil characterization, design and execution aspects, for macro visualization of the project.

**Palavras-Chave** – Deslizamentos; urbanização; estruturas de contenção; estabilização de taludes.

---

<sup>1</sup> Concluinte do curso de Especialização do IPT/Fipt: São Paulo – SP, (11) 3767-4372, biancajennifer03@gmail.com

<sup>2</sup> Prof., Dr. do curso de Especialização do IPT/Fipt: São Paulo - SP, (11) 3767-4372, esmacedo@ipt.br

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento dos grandes centros urbanos pressiona a ocupação das áreas mais periféricas, ou de difícil acesso, como as zonas de encostas. No Brasil, como em outros países em desenvolvimento, frequentemente a ocupação destas regiões ocorre predominantemente pela população com menor capacidade financeira, socialmente excluída, sendo inúmeras as referências que discutem esse processo antropológico, como Schelee (2013), Filho e Cortez (2010) e Freire (2006). As encostas apresentam maior gradiente de potencial gravitacional e, portanto, maior suscetibilidade à acidentes causados por deslizamentos e outros movimentos de massa. As causas para a ocorrência dos deslizamentos, segundo a UNIDSR (2017), Nogueira (2006) e Vedovello e Macedo (2007), são diversas, como os processos erosivos, intemperização de rochas ou solo, ação antrópica, principalmente as alterações na topografia, dentre outras.

Os deslizamentos em encostas, decorrentes dos períodos pluviométricos intensos e/ou prolongados, estão entre os principais fenômenos relacionados aos desastres naturais no Brasil e entre os que mais causam vítimas fatais, segundo Carvalho e Galvão (2006) e o Anuário brasileiro de desastres naturais, de 2012. Por este motivo, ações para mitigação de risco são fundamentais e devem ser cuidadosamente analisadas. O antigo Ministério das Cidades, atual Ministério do Desenvolvimento Regional, é o órgão responsável pela orientação de políticas públicas, para o desenvolvimento dos centros urbanos e prevenção de risco de desastres. A execução das estratégias propostas, no entanto, é de responsabilidade dos municípios, em conformidade com suas peculiaridades regionais.

Dentre as estratégias empregadas no Brasil podemos citar os programas para prevenção e erradicação de assentamentos irregulares, a criação e fortalecimento do sistema nacional de Defesa Civil, o mapeamento das zonas de risco e a elaboração dos planos municipais. A prevenção e erradicação de assentamentos irregulares têm por objetivo prevenir que famílias ocupem regiões com alto risco de deslizamentos, reduzindo diretamente o número de vítimas fatais. O sistema nacional de defesa civil é extremamente importante para a atuação colaborativa entre instituições públicas e privadas, seja para o contingenciamento, execução de ações preventivas ou assistência geral. O mapeamento das regiões suscetíveis a deslizamentos e, com maior concentração populacional, é a etapa fundamental para maior assertividade dos planos municipais de prevenção e mitigação de risco.

As intervenções consideradas nos planos municipais contemplam ações que vão desde a recomposição de vegetação, terraplanagem, obras de drenagem, mas também a construção de estruturas de contenção, de pequeno a grande porte. Deve-se privilegiar, sempre que possível, as ações com menor modificação do ambiente, que preservam os elementos urbanísticos locais e se mantêm em sintonia com a cultura local. Atualmente há uma grande quantidade de métodos e técnicas para construção de estruturas de contenção e estabilização de encostas, como pode ser verificado em Luz, et al. (2019) e FIDEM (2003). A escolha adequada deve levar em consideração aspectos técnicos, financeiros, ambientais e estéticos. O objetivo deste trabalho será apresentar, a solução empregada em um caso real, onde estruturas de contenção e estabilização de taludes foram executadas no bairro do Jardim Irene, em Santo André/SP. Serão apresentados a justificativa do projeto, método empregado e aspectos da execução, bem como demonstrado a colaboração entre as diversas instituições para a execução do projeto de contenção, desde sua concepção à execução.

## 2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

### 2.1. Geografia local

A área de estudo corresponde ao Complexo do Jardim Irene, localizado no município de Santo André, no estado de São Paulo. Segundo o sumário de dados, emitido pela prefeitura de Santo André, em 2020, cerca de 8000 pessoas viviam na região, em aproximadamente 2400 domicílios, incluindo assentamentos irregulares e construções subnormais. A população local,

conforme estudo realizado por Gonçalves (2009), apresenta predominantemente baixa renda e baixo nível de instrução. A região do Jardim Irene permanece próxima à divisa do município de São Bernardo do Campo e centro de Santo André, sendo circundada por outros bairros de classe média e alta. A Figura 1 apresenta um mapa da região, para melhor visualização da localização geográfica dentro da região do grande ABC.



Figura 1. À esquerda mapa da região indicando o Complexo do Jardim Irene e localização geográfica, próximo a São Bernardo do Campo, na região do grande ABC. À direita foto tomada de área dentro do Complexo Jardim Irene, demonstrando que bairros de classe média e alta circundam os bairros adjacentes. Fonte: Gonçalves, M.B. (2009).

A região do Complexo apresenta topografia irregular, com regiões de alta declividade, com assentamentos em zonas de encostas com risco de deslizamentos. A área foi mapeada em um estudo envolvendo o IPT, o consórcio intermunicipal do grande ABC, a prefeitura de Santo André e Defesa Civil, entre outubro e dezembro de 2013. O estudo foi utilizado como base para elaboração do plano municipal de redução de riscos de acidentes, em Santo André. Durante o mapeamento 4 zonas do Complexo foram identificadas, onde intervenções eram necessárias, sendo duas prioritárias, devido ao elevado risco de acidentes e número de famílias vivendo na região. A Figura 2 apresenta um mapa de declividade da região e um sumário de informações do relatório emitido pelo IPT.

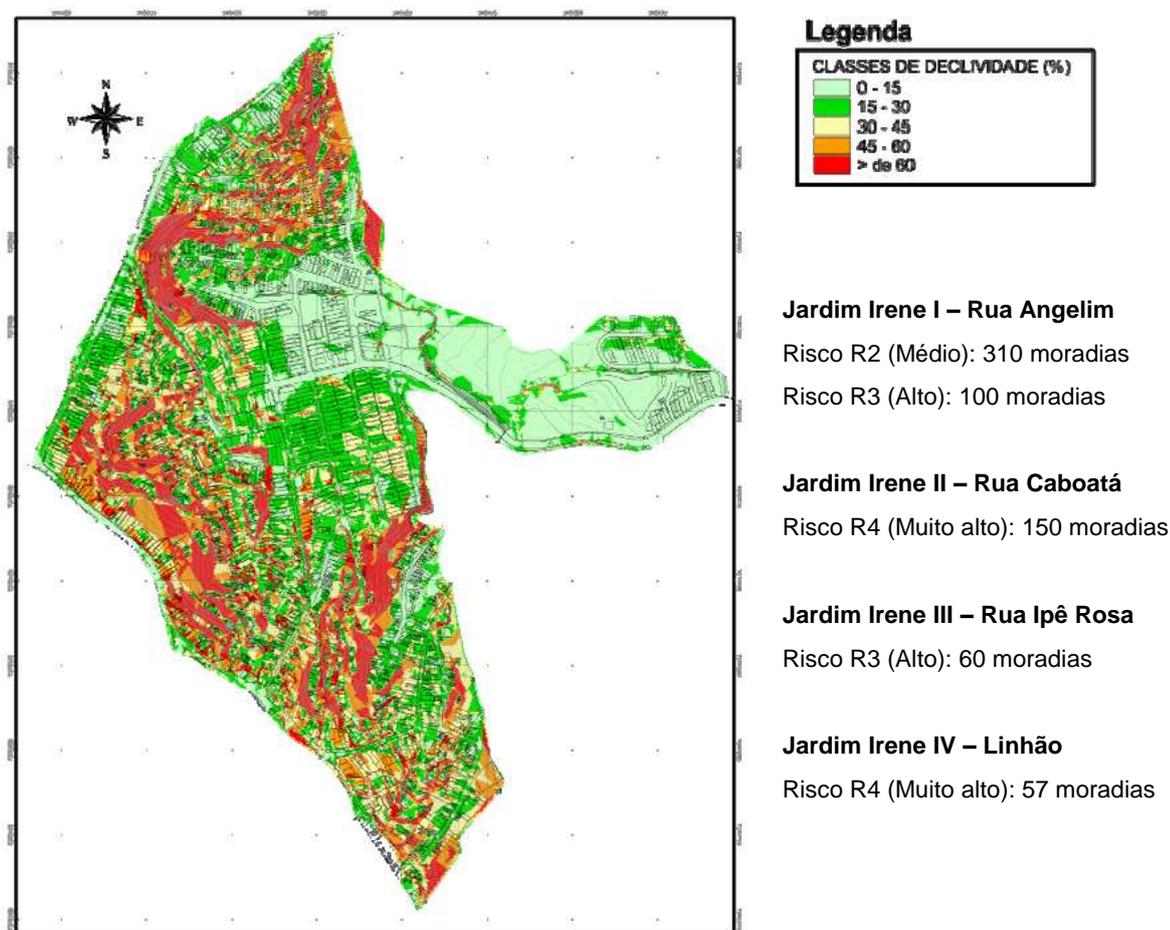


Figura 2. Declividade no Complexo do Jardim Irene e sumário de dados apresentados no relatório técnico 136.154-205, emitido pelo IPT, em 2014. Imagem modificada, fonte original: Prefeitura de Santo André (2005).

Em 2019, durante período de chuvas intensas, deslizamentos ocorreram na região, causando prejuízos para a população local. Algumas famílias tiveram de ser removidas pela Defesa Civil e passaram ao modelo de aluguel social. Após o incidente novas verbas foram disponibilizadas, permitindo a execução e a conclusão de parte das obras. A ALMEIDA SAPATA ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES Ltda é responsável por parte da reurbanização do Complexo do Jardim Irene, mediante contrato N° 454-14-PJ. Intervenções prioritárias, na Rua Caboatá e Linhão, foram executadas nos últimos anos, conforme indicado no plano de redução de risco. Nesse artigo serão apresentados os procedimentos executados para estabilização de talude e estrutura de contenção, na zona próxima ao Linhão. A Figura 3 apresenta imagens da região, para visualização da topografia, ocupação local e definição da área de execução.

Segundo relatório técnico emitido pelo IPT, a região de encosta apresenta cerca de 12 metros de altura, com inclinação média de 40°, taludes de corte de 3 a 4 metros, inclinação próxima a 90°. Há diversas moradias instaladas no topo e na base dos taludes, com distâncias entre 0-2 metros. Há diversos depósitos antrópicos na região, ausência de sistema de drenagem superficial e esgoto inadequado. Adicionalmente, existiam evidências de movimentação de terra, como postes, árvores e muros inclinados, bem como cicatrizes de deslizamentos.



Figura 3. Fotografias da área onde as intervenções foram executadas, próximos ao Linhão, no Jardim Irene, Santo André, SP.

## 2.2. Caracterização do solo

Para caracterização do solo foram realizadas duas sondagens próximas a área de execução, conforme procedimentos indicados na norma ABNT NBR 6484/2001. O subsolo é formado por uma camada de aterro de 50cm, seguido por silte arenoso mole, com 20,0m de espessura máxima, seguido por silte argiloso pouco arenoso micáceo, NSPT entre 10 e 18 golpes. Logo abaixo segue outra camada de silte argiloso pouco arenoso rijo, com NSPT em torno de 30 golpes até o limite da sondagem de aproximadamente 14,0m. A Figura 4 apresenta, a título de exemplo o boletim de sondagem e parâmetros adotados para as camadas de solo presentes, utilizados para cálculo de projeto.

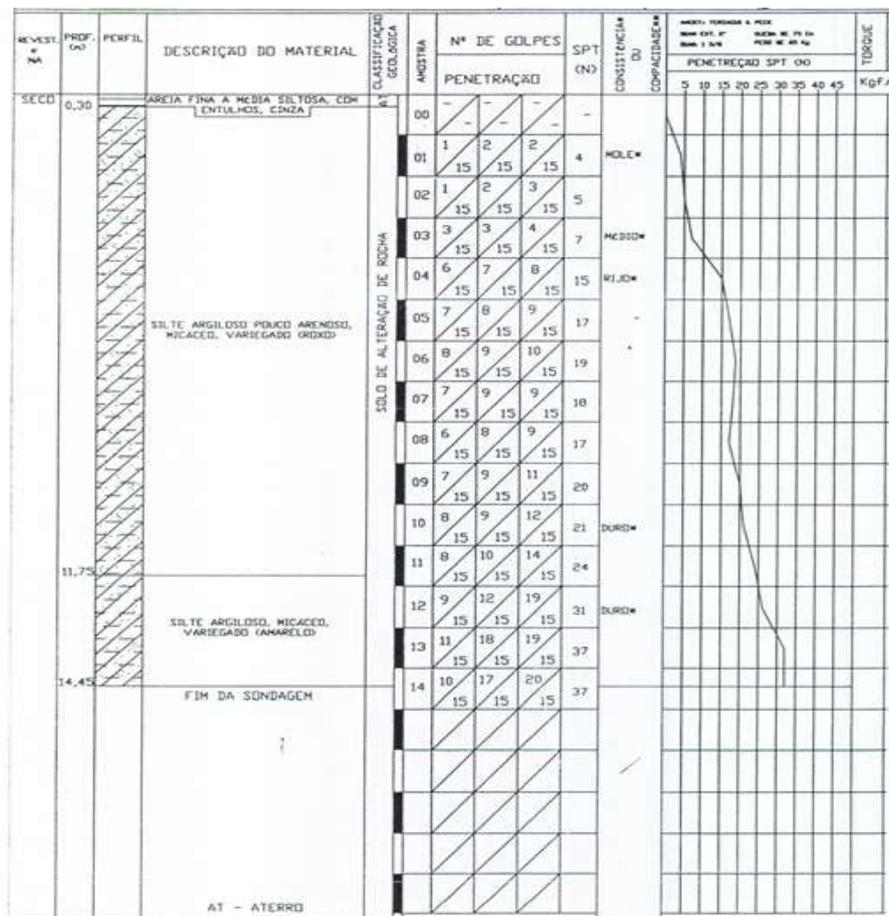


Figura 4. Boletim de sondagem da área de execução e parâmetros adotados para o solo, no cálculo do projeto executivo.  $\phi$  é o ângulo de atrito,  $c$  a coesão do solo,  $\gamma$  o peso específico do solo,  $k_a$  o índice de empuxo ativo e  $k_p$  o índice de empuxo passivo.

### 3. PROJETO E EXECUÇÃO

Após os incidentes de deslizamento em 2019, famílias foram removidas da base do talude, mas as famílias que habitavam o topo, em sua grande maioria, permaneceram. Com o intuito de aumentar a segurança das habitações projetou-se solo grampeado, com drenagem para escoamento da água pluvial e muro de arrimo com perfil metálico, tirantes e placas pré-moldadas, conforme Figura 5.

Para dimensionamento de projeto foram calculados o empuxo de terra, determinadas as condições de estabilidade estática, dimensionados os perfis metálicos e tirantes, bem como realizada a análise de estabilidade de taludes. Os métodos empregados são descritos em ABNT NBR 5629/2018, ABNT NBR 6122/2018, Guidicini e Nieble (1984) e ABEF (2012).

O empuxo de terra foi calculado segundo o método de Rankine. Como as casas existentes estão afastadas cerca de 80,0 cm do topo do muro, foi considerada uma sobrecarga atuante, devido às edificações existentes. As pressões laterais foram calculadas em acordo com a Teoria da Elasticidade e com os testes de Therzaghi. O método semi-empírico de viga contínua foi utilizado para cálculo de estabilidade estática. O cálculo considerou a parede feita sobre os apoios fixos, com um diagrama de carregamento correspondente ao diagrama de empuxo ativo retificado, exceto para a primeira fase de escavação (parede em balanço). Para cada fase de escavação os esforços horizontais foram equilibrados com a própria execução da cortina, até a cota do tirante, onde foi executado a viga de ancoragem, para prosseguir com nova etapa de escavação. Os perfis metálicos foram dimensionados conforme o empuxo passivo e momento fletor obtidos previamente.

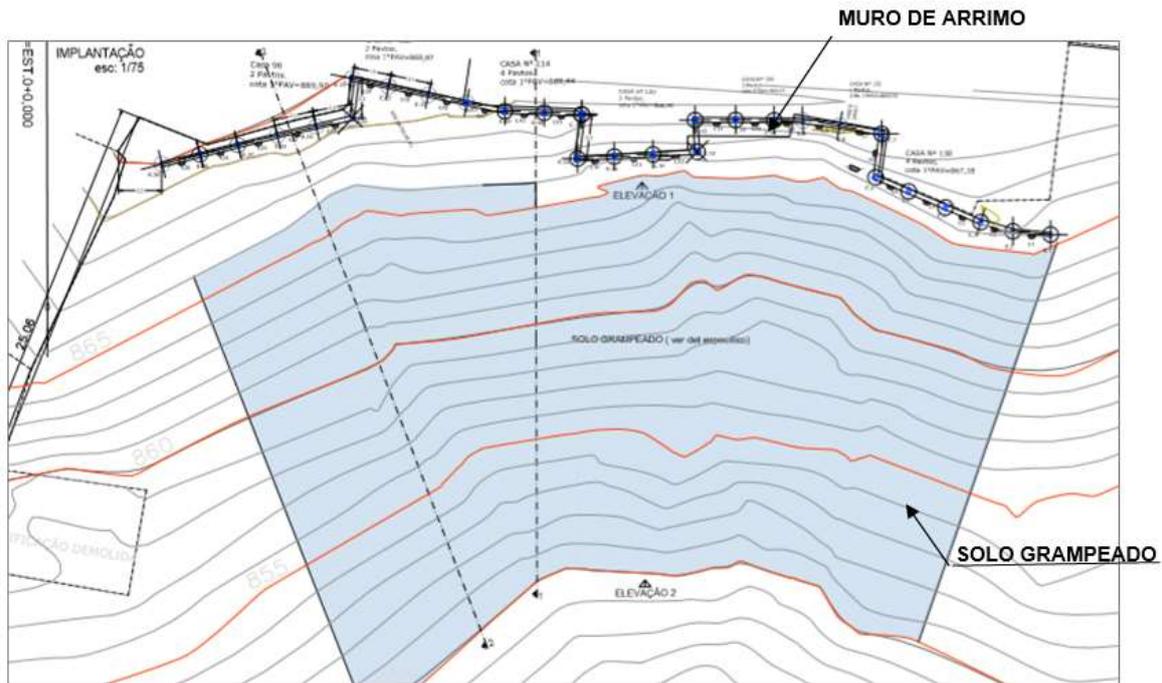


Figura 5. Estrutura projetada para contenção e estabilização de taludes na região.

A análise de estabilidade de talude foi feita, em duas configurações, ausente o solo grampeado e após sua construção, sendo os resultados apresentados na Figura 6. Ausente o solo grampeado o fator de segurança é de 1,16, ou seja, próximo de 1. Conforme ABNT NBR 11682 recomenda-se um fator de segurança mínimo de 1,5 para zonas de encostas. Assim, os cálculos de estabilidade corroboram as observações e justificam tecnicamente a necessidade de intervenção para estabilização de talude. Após a construção do solo grampeado o fator de segurança teórico passou a 1,633, conforme Figura 6.

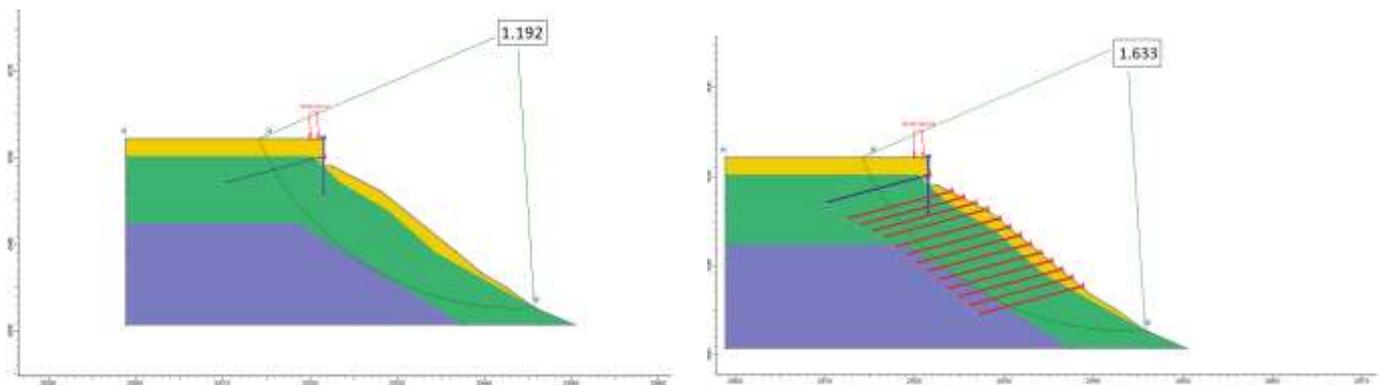


Figura 6. Fator de segurança para talude com (direita) e sem solo grampeado (esquerda).

O acesso à localização da área de execução foi um dos pontos críticos para viabilidade do projeto. Uma moradia, que se apresentava em condições críticas, foi demolida e os moradores incluídos no programa de aluguel social. Através desse espaço foi feito o acesso à obra. Ao final da obra a moradia foi reconstruída, já em condições adequadas segurança. A Figura 7 apresenta o acesso construído e ilustração da execução do muro de arrimo.



Figura 7. Imagens ilustrativas do andamento da obra e acesso para execução.

O sistema de drenagem superficial consistiu na execução de canaletas nas bases do muro de arrimo e solo grampeado, que convergem o fluxo de drenagem superficial para uma escada hidráulica. Por sua vez, a escada hidráulica se conecta a uma galeria de águas pluviais, à jusante da encosta. Todo o sistema foi construído neste projeto. Previamente às obras, as residências jogavam os dejetos de esgoto na encosta. Para evitar tal prática foram executados poços de inspeção e realizado o remanejamento de esgoto para o primeiro encontro do poço de visita da SABESP, à jusante da encosta, localizada na Rua Cajá. A Figura 8 apresenta imagens da obra de reurbanização concluída ou próxima à conclusão, com segurança adequada para utilização e ocupação do espaço.

Ao menos 30 famílias foram beneficiadas pelas obras de reurbanização na área, sendo o risco reduzido, de nível R4 para R1. Não há condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes, nem tão pouco indícios de desenvolvimento de processos de instabilização de encostas. O fator de segurança foi elevado para aproximadamente 1,6, reduzindo a suscetibilidade e vulnerabilidade no ambiente. As características da ocupação do terreno não o tornam propenso a eventos e permitem que as famílias permaneçam em suas residências no local.

#### 4. CONCLUSÕES

Obras de contenção, estabilização de taludes e drenagem superficial foram executadas e concluídas em zona de risco R4, no Complexo Jardim Irene, em Santo André, para aumento do fator de segurança, em acordo com norma NBR 11682/2009. Foram apresentadas justificativas técnicas para execução do projeto, dados referentes à caracterização do solo e descritos detalhes do projeto executado. As obras fazem parte do planejamento municipal, elaborado previamente, para redução de risco de desastres, sendo a área considerada prioritária. Novas estruturas e intervenções seguem sendo realizadas na área. Ao menos 30 famílias já foram beneficiadas, até o momento, permitindo que se mantenham em suas residências, com redução do risco de desastres para R1.

Numerosas instituições públicas e privadas participam do processo de reurbanização. No Brasil, a estratégia de reurbanização e redução de risco para acidentes é definida pelo governo federal, mas o levantamento de dados, planejamento e gestão são executados pelos municípios, em parceria com diversas instituições técnicas, públicas e privadas, sendo fundamental a participação da Defesa Civil. A execução, por fim, é repassada a empresas privadas, que

usualmente terceirizam parte de seus processos, devido ao elevado nível de atividades envolvidas. A cooperação entre as diferentes instituições é fundamental para sucesso e maior eficiência dos processos de reurbanização.



Figura 8. Imagens ilustrativas da etapa final da obra e imagem aérea pós-execução.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a ALMEIDA SAPATA ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES Ltda pela disponibilização de dados, plantas e informações; ao programa de pós-graduação em Movimentação de Solos, do IPT, pelo fomento e suporte oferecido, e ao Dr. Rafael Morgado, pelo suporte e consulta técnica, para elaboração do artigo.

## REFERÊNCIAS

ABEF, Associação Brasileira de Empresas de Engenharia de Fundações e Geotecnia (2012). Manual de execução de fundações e Geotecnia – Práticas recomendadas.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS:2012 (2012). Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2012. Disponível em: <<https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/publicacoes/Anurio-Brasileiro-de-Desastres-Naturais-2013.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2022.

ASEC, Almeida Sapata Engenharia e Construções, “*Documento Técnico - Memória de Cálculo.*”, Disponível em: Acervo da prefeitura municipal de Santo André, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11682: Estabilidade de encostas. Rio de Janeiro, p. 33. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5629: Tirantes ancorados no terreno – Projeto e execução. Rio de Janeiro, p. 38. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6122: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, p. 108. 2018.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6484: Solo – Sondagens simples de reconhecimento com SPT – Método de ensaio. Rio de Janeiro, p. 17. 2001.
- CARVALHO, C.S. e GALVÃO, T (2006) “Ação de apoio à prevenção e erradicação de riscos em assentamentos precários”. in: “Prevenção de riscos de deslizamentos em encostas: Guia para elaboração de políticas municipais” (2006). Brasília: Ministério das cidades, 2006. Disponível em: <<http://planodiretor.mprs.mp.br/arquivos/prevencaoriscos.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2022.
- FIDEM, Fundação do desenvolvimento municipal (2003) “Como estabilizar encostas” in: “Manual de ocupação de morros da região metropolitana de Recife”, Recife, Programa Viva o Morro, 2003. parte D, p.145-272. Disponível em: <<https://antigo.mdr.gov.br/desenvolvimento-regional-e-urbano/acoes-e-programas-sndru/136-secretaria-nacional-de-programas-urbanos/prevencao-e-erradicacao-de-riscos/1854-manual-de-ocupacao-de-morros-na-regiao-metropolitana-de-recife>>. Acesso em: 26 jan. 2022.
- FILHO, A.R. e CORTEZ, A.T.C. (2010) “A problemática sócio-ambiental da ocupação urbana em áreas de risco de deslizamento da “Suíça brasileira” in Revista Brasileira de Geografia Física, Vol. 3, p.33-40.
- FREIRE, L.M. (2006) “Encostas e favelas: deficiências, conflitos e potencialidades no espaço urbano da favela nova Jaguaré” in Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade São Paulo, 185p.
- GONÇALVES, M.B. (2009) “Qualidade urbana em assentamentos de população de baixa renda: O caso do Complexo Jardim Irene, Santo André, SP”, Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade São Judas Tadeu, 190p.
- GUIDICINI, G. e NIEBLE, C.M. (1984) “Estabilidade de taludes naturais e de escavação”. São Paulo: Editora USP, p.216.
- IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas (2014) “Gestão de áreas de risco na região do grande ABC – Município de Santo André”, Relatório Técnico 136.154-205, Consórcio municipal do grande ABC e Prefeitura de Santo André, Vols.1, 2 e 3.
- LUZ, P.A.C.; et al. (2019) “Ocupação antrópica de encostas e sua estabilização.” In: TULLIO, F.B.M. (org.) “Enfoques e possibilidades para a engenharia geotécnica.” Ponta Grossa: Atena Editora, 2019. Cap.7, p.78-90.
- NOGUEIRA, F.R. (2006) “Gestão dos riscos nos municípios”. in: “Prevenção de riscos de deslizamentos em encostas: Guia para elaboração de políticas municipais” (2006). Brasília: Ministério das cidades, 2006. Disponível em: <<http://planodiretor.mprs.mp.br/arquivos/prevencaoriscos.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2022.
- PREFEITURA DE SANTO ANDRÉ (2005) “Biomapa: metodologia e experiências – Santo André: democratizando a gestão em áreas de mananciais.” Santo André: Prefeitura de Santo André
- PREFEITURA DE SANTO ANDRÉ, “Sumário de dados de Santo André: Anos-base 2016-2020.” Disponível em: <[https://www2.santoandre.sp.gov.br/images/Sumario\\_de\\_Dados\\_2021\\_compressed\\_.pdf](https://www2.santoandre.sp.gov.br/images/Sumario_de_Dados_2021_compressed_.pdf)>. Acesso em: 26 jan. 2022.
- SCHELEE, M.B. (2013) “Padrões e processos de ocupação das encostas em cinco cidades brasileiras: estudo comparativo da morfologia da paisagem” in Paisagem e Ambiente: Ensaios, nº32, p.33-66.
- UNISDR, United Nations Office for Disaster Risk Reduction (2017). “Landslide Hazard and Risk Reduction” in: “Words into action - National disaster risk assessment: governance system, methodologies, and use of results.” Disponível em: <[https://www.unisdr.org/files/52828\\_03landslidehazardandriskassessment.pdf](https://www.unisdr.org/files/52828_03landslidehazardandriskassessment.pdf)>. Acesso em: 26 jan. 2022.
- VEDOVELLO, R. e MACEDO, E. (2007) “Deslizamentos de encostas.” in: SANTOS, R. F. (Org.). “Vulnerabilidade ambiental: desastres naturais ou fenômenos induzidos?” Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2007. Disponível em: < <https://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/pdf/vulnerabilidade-ambiental-desastres-naturais-ou-fenomenos-induzidos.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2022.