

ANÁLISE DE CENÁRIOS FUTUROS E INDUTORES À OCUPAÇÃO APLICADA NA PREVISÃO E PREVENÇÃO DE RISCOS

Marília de Azevedo Baptista Leite¹; Fábio de Santis Campos²; Fernando Cerri Costa³; Ricardo de Sousa Moretti⁴

Resumo - A Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização - CGAU visa estabelecer diretrizes urbanísticas voltadas para o planejamento do uso e ocupação do solo e para a prevenção de desastres naturais (Lei nº12.608/2012). Em alguns casos constata-se a existência de altas taxas de crescimento populacional e em decorrência disso um acelerado processo de transformação do tecido urbano. Vale questionar por quanto tempo a aptidão definida na carta permanecerá a mesma.

O papel das CGAU, de identificação das áreas problemáticas à urbanização, se insere em um esforço mais abrangente, de ação do poder público para evitar a ocupação inadequada nesses espaços. Para concretizar essa ação, é estratégico dispor de informações sobre os indutores ao processo de urbanização, ou seja, compreender a possível pressão de ocupação de áreas problemáticas. Nesse contexto coloca-se a importância da análise de cenários futuros e de indutores à ocupação, como parte do processo de elaboração das CGAU.

Palavras-chave - Carta Geotécnica; Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização, Cenários Futuros; Riscos.

Abstract The Geotechnical Map for Urban Planning (GMUP) aims to establish urban planning guidelines for land use and for prevention of natural disasters (Federal Law 12,608 / 2012). In some cases, there are high rates of population growth therefore an accelerated process of transformation of the city characteristics. It is important to question for how long will remain valid the aptitude for land use defined in the Geotechnical Map.

The role of GMPUs, to identify risk areas to urbanization, is part of a more comprehensive effort of public authorities to avoid inadequate occupancy in these spaces. In order to carry out this action, it is strategic to have information about the inductors to the urbanization process, in other words, to understand the possible pressure to occupy problematic areas. In this context it is important to analyze future scenarios and inductors to the occupation, as part of the GMPU elaboration process.

Key words – Geotechnical Map; Geotechnical Map for Urban Planning, Future Scenarios, Risk.

¹ Bacharel em Ciência e Tecnologia, UFABC. mableite1@gmail.com

² Mestrando em Planejamento e Gestão do Território, UFABC. fsantiz@gmail.com

³ Bacharel em Engenharia Ambiental e Urbana, UFABC. fernando.cerri.costa@gmail.com

⁴ Professor do Programa de Planejamento e Gestão do Território da UFABC. ufabc.moretti@gmail.com

Contexto da análise de cenários futuros e indutores à ocupação nos estudos geotécnicos

A Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização (CGAU) é um dos instrumentos previstos na Lei 12.608 para previsão e prevenção de riscos de desastres. A Lei 12.608 institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC, onde se designa a realização da carta para indicação de diretrizes urbanísticas voltadas para a segurança dos **novos parcelamentos** do solo (Lei 12.608, 2012), isto é, analisa-se a aptidão de um determinado terreno, ainda não ocupado, ou com ocupação ainda não consolidada, aos processos de urbanização.

Em alguns casos constata-se a existência de altas taxas de crescimento populacional e em decorrência disso um acelerado processo de transformação do tecido urbano. Vale questionar por quanto tempo a aptidão definida na carta permanecerá a mesma, ou seja, uma área que pode ser considerada apta no momento atual, permanecerá apta ao longo do tempo? Quais os elementos que podem alterar essa aptidão?

No caso dos processos de enchente, por exemplo, pode-se chegar à conclusão que a área não apresenta problemas significativos, e que é apta para processos usuais de urbanização. Mas a depender da ocupação do solo na bacia hidrográfica, essa perspectiva pode se alterar significativamente. Sendo assim, evidencia-se a importância de uma análise temporal, isto é, considerando a situação presente e também possíveis tendências à transformação.

Nesse contexto coloca-se a importância da análise e concepção de mapas de cenários futuros e de tendências à ocupação como parte do processo de elaboração das CGAU.

Descrição de estudos realizados - Estudo da pressão de modificação das condições do ambiente natural na Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização de Santo André

A CGAU de Santo André se caracterizou pelo mapeamento de uma quantidade expressiva de terrenos com limitações ambientais aos processos de urbanização. O município localiza-se dentro da área de proteção e recuperação de mananciais da represa Billings - APRMB, que possui diretrizes e parâmetros urbanísticos para ocupação dirigida de acordo com Lei Específica, definindo diferentes restrições que orientam o planejamento e gestão territorial (São Paulo, 2010). Também possui uma parcela de seu território inserida no Parque Estadual da Serra do Mar.

Tendo em vista as especificidades do município, buscou-se, no decorrer da elaboração da Carta Geotécnica, incorporar essas restrições no mapeamento, evitando-se a indicação de áreas de relevância ambiental e com restrições legais à ocupação como aptas à urbanização.

Nesse sentido foi preparado um mapeamento de áreas prioritárias para conservação, cujas referências principais foram as publicações “Discussão metodológica para elaboração de cartas geotécnicas de aptidão à urbanização - Avaliação dos remanescentes florestais de mata atlântica do município de São Bernardo do Campo - SP” (GALERA & COSTA, 2015) e “Áreas com alta prioridade para conservação e sua importância para cartas geotécnicas de aptidão à urbanização do Grande ABC – SP” (GALERA & COSTA, 2016) apresentados no

15º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental e no III Congresso da Sociedade de Análise de Risco Latino Americana, respectivamente.

No processo de elaboração do mapa de áreas prioritárias para conservação de Santo André, foi realizada uma atualização do mapa de uso do solo da EMPLASA com base em imagens mais recentes. Percebeu-se que a análise do mapa de uso do solo da EMPLASA junto ao mapa de uso do solo atualizado, poderia auxiliar na compreensão das dinâmicas recentes de uso e ocupação do território, ou seja, mostrava se a tendência era de degradação das condições ambientais, ou ao contrário, de recuperação. A esse produto deu-se o nome de “Mapa de Tendências de Degradação e Recuperação do Ambiente”, e apresentou-se sua utilização no âmbito da cartografia geotécnica no Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto de 2017 por meio do artigo “O geoprocessamento na análise de tendências de degradação e recuperação do ambiente: estudo de caso em Santo André e Ribeirão Pires” (COSTA; JODAS; LEITE & MORETTI, 2017).

O mapa é uma síntese das transformações no uso e ocupação do solo sob a ótica da preservação do meio ambiente, sendo assim, os índices atribuídos às classes da EMPLASA representam sua importância do ponto de vista da prioridade para a conservação.

Segue abaixo tabela com a valoração das classes de uso e ocupação do solo utilizadas no mapeamento de tendências de degradação e recuperação, onde a classificação de número *um* representa nenhuma prioridade para conservação e a classificação de número *quatro* representa máxima importância do ponto de vista da conservação ambiental.

Tabela 1 | Indicação de valores para as classes de uso e ocupação do solo da EMPLASA de acordo com a prioridade para conservação.

Índice de prioridade para conservação	Classes de uso e ocupação do solo da EMPLASA
0	Áreas não classificadas dentro de cada polígono.
1	Área urbanizada, espelho d'água, aterro sanitário, equipamento urbano, assentamento precário, indústria, mineração, solo exposto e outros usos.
2	Campo, chácara, hortifrutigranjeiros e loteamento desocupado.
3	Capoeira e reflorestamento.
4	Mata e vegetação de várzea.

Com a etapa de atribuição de índices às classes de uso e ocupação da EMPLASA já executada, pôde-se dar continuidade a elaboração do mapa, como demonstra o esquema metodológico abaixo.

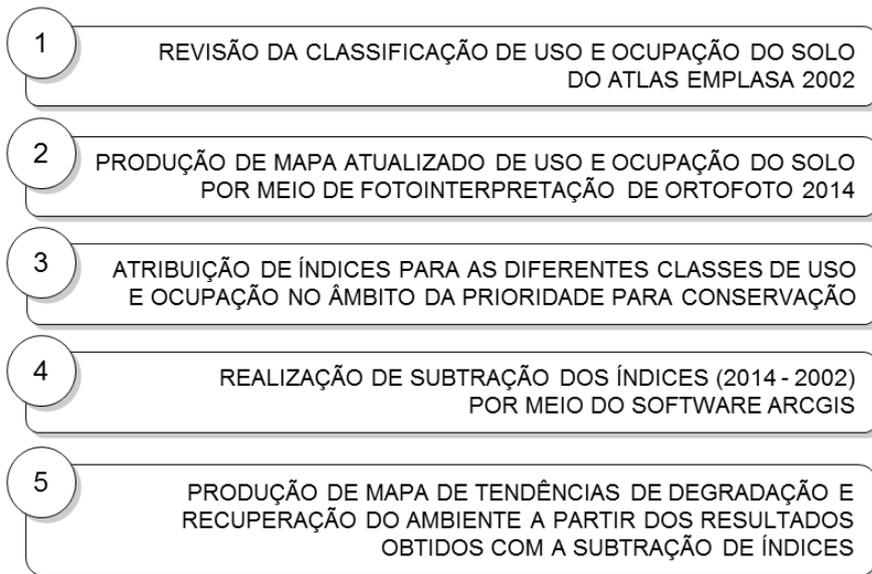


Figura 1: Procedimentos metodológicos adotados na elaboração do Mapa de tendências de degradação e recuperação do ambiente de Santo André.

O resultado da subtração de índices por meio do software ArcGis é uma coluna de valores para cada polígono analisado, de forma que para os polígonos onde não houve mudança a subtração resulta no número zero. Seguindo a mesma lógica, os valores obtidos para polígonos cujo uso “perdeu valor” do ponto de vista da importância ambiental são negativos, e para aqueles que “recuperaram valor” são positivos, resultando em uma escala gráfica de +4 à -4, do verde ao vermelho respectivamente.

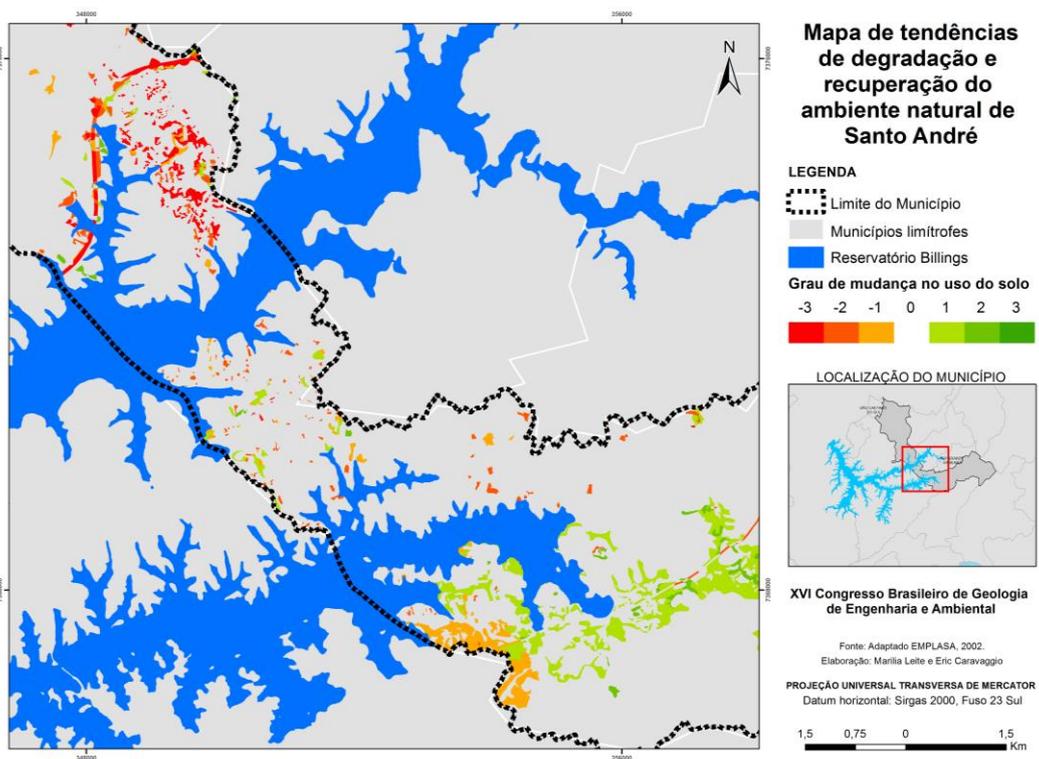


Figura 2: Recorte do mapa de tendências de recuperação e degradação do ambiente - Santo André.

Posteriormente, na fase final de preparação da CGAU, quando já se debatia as formas de utilização deste instrumento nas políticas municipais de orientação ao uso e ocupação do solo, chegou-se à conclusão que o Mapa de Tendências de Degradação e Recuperação do Ambiente poderia ser apresentado isolada e complementarmente, junto a CGAU, pois teria um papel importante na definição de políticas de proteção ambiental das áreas consideradas prioritárias para conservação.

O mapa, embora tenha sido feito com base em transformações do uso do solo ocorrido no passado, fornece elementos sobre tendências e pressões futuras sobre o ambiente natural e pode ser um instrumento importante para definir prioridades na política de proteção das áreas ainda não urbanizadas.

Descrição de estudos realizados - análise de indutores ao processo de urbanização

O papel das CGAU, de identificação das áreas problemáticas à urbanização, se insere em um esforço mais abrangente, de ação do poder público para evitar a ocupação inadequada nesses espaços. Para concretizar essa ação, é estratégico dispor de informações sobre os indutores ao processo de urbanização, ou seja, compreender a possível pressão de ocupação de áreas problemáticas.

O mapa de indutores do processo de urbanização apresenta áreas cujas condições levam a uma maior probabilidade de utilização para fins urbanos, antecipando situações que são propícias ao uso e ocupação do solo.

O proprietário da terra tem uma autonomia relativamente grande quanto ao momento de proposição de um processo de urbanização, apesar das limitações legais da função social da propriedade e dos instrumentos de urbanização compulsória previstos no Estatuto da Cidade. Ainda assim, a ocorrência simultânea de elementos como baixa declividade, presença de viário, proximidade de estações ferroviárias, presença de vazios urbanos, entre outros, podem sugerir que determinada área tem mais potencialidade para usos urbanos do que outras.

Prever as áreas que serão efetivamente urbanizadas é uma tarefa complexa, porém, identificar elementos indutores que podem acelerar o processo de urbanização é uma tarefa que pode auxiliar essa análise. Não se mapeiam tendências à urbanização, mas tão somente a **presença de indutores** deste processo.

Para a elaboração do mapa de presença de indutores à urbanização do município de Ribeirão Pires, utilizaram-se dados do uso do solo (EMPLASA, 2002); geomorfologia (UFABC, 2016); eixos estruturantes (UFABC, 2016); pressão sobre recursos naturais (UFABC, 2016); estações ferroviárias (Prefeitura Municipal de Ribeirão Pires); vazios urbanos (UFABC, 2016); declividade (CPRM).

O uso do solo é a primeira base a ser analisada e partir dele pode-se identificar as áreas de vazios urbanos. A geomorfologia, bem como a declividade, indicam locais favoráveis ou não à ocupação e permitem a identificação de barreiras físicas como as regiões de serras. Os

eixos estruturantes são as grandes vias ou rodovias que em muitos casos funcionam como uma barreira à expansão urbana, mas nos locais onde há acesso podem induzir a ocupação. A pressão sobre recursos naturais são os polígonos obtidos por meio do mapa de tendências de recuperação e degradação do ambiente debatido anteriormente, os polígonos que sofreram degradação foram utilizados para representar áreas que vem sendo foco de transformação. As estações ferroviárias e os vazios urbanos são indutores à urbanização.

Cada um dos parâmetros citados apresentam características específicas que podem ser qualificadas de acordo com a influencia positiva ou negativa para à ocupação urbana. A tabela abaixo indica os valores atribuídos para cada indutor:

Valor	Característica
-1	Uso do solo: aterro sanitário, indústria, mineração, e reflorestamento, mata e vegetação de várzea; Geomorfologia: morros altos e morros baixos; Eixos estruturantes: rodovias; Declividade: >30%
0	Uso do solo: espelho d'água, hortifrutigranjeiros e capoeira; Geomorfologia: morrotes; Declividade: 15 a 30%
1	Uso do solo: área urbanizada, equipamento urbano, assentamento precário, solo exposto e outros usos, campo, chácara e loteamento desocupado; Geomorfologia: planícies e colinas; Eixos estruturantes: acessos de rodovias; Pressão sobre recursos naturais; Presença de estações ferroviárias, Vazios urbanos; Declividade: 0 a 15%

Tendo feito a valoração, por meio do software ArcGis inseriu-se esses valores em uma coluna na tabela de atributos. Posteriormente gerou-se um único shapefile com todas as informações e para cada polígono gerou-se um ponto cujo valor era o resultado da somatória de todos os elementos favoráveis ou não ao uso urbano.

A partir dos pontos obtidos elaborou-se um mapa de calor através de metodologia de Kernel considerando os pesos de cada ponto, dessa forma obteve-se um mapa de densidade de indutores à ocupação, indicando zonas “quentes” e zonas “frias”, como pode-se observar no mapa abaixo.

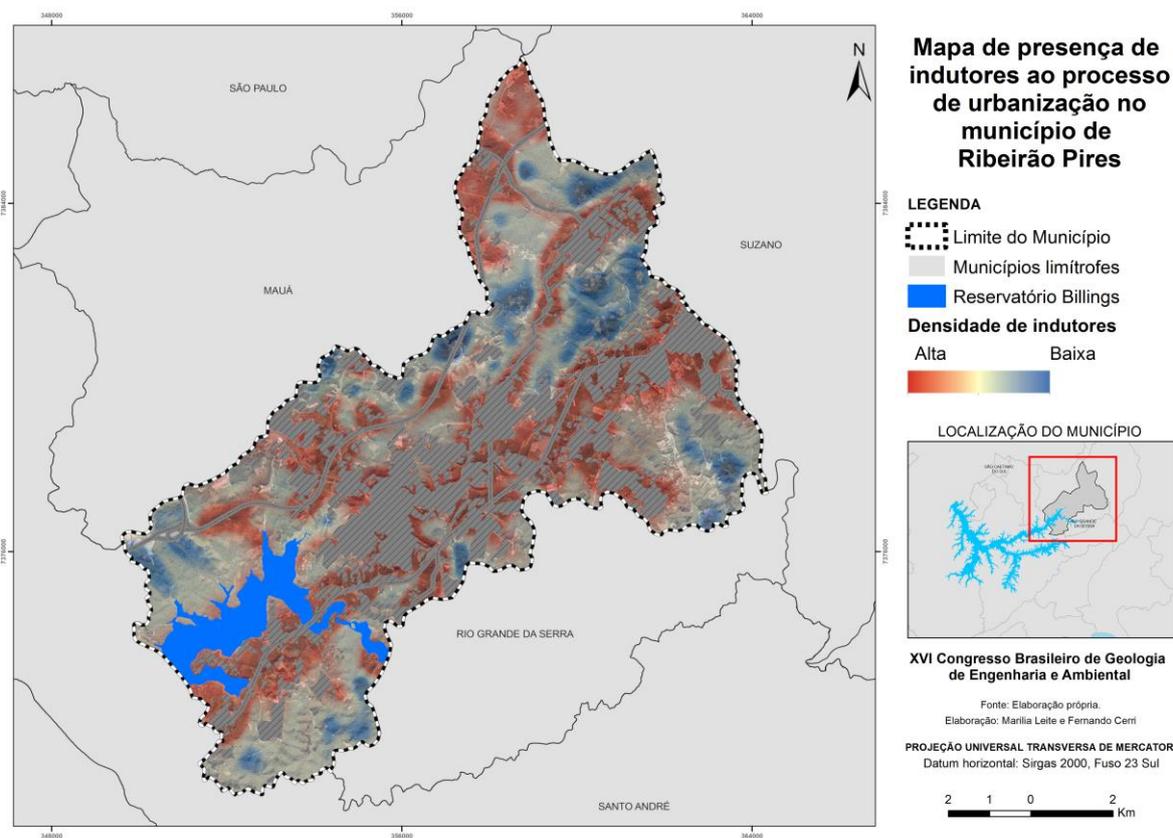


Figura 3: Mapa de presença de indutores ao processo de urbanização.

Esses mapas foram realizados também para imagens de datas anteriores, para verificar se as tendências de ocupação identificadas nesses mapas se confirmavam nos mais recentes, ou seja, esse procedimento foi utilizado para validar e calibrar as variáveis e os procedimentos utilizados na elaboração do mapa de presença de indutores ao processo de urbanização.

Considerações finais

A elaboração de mapas de presença de indutores ao processo de urbanização faz parte de uma iniciativa para avaliar tendências de transformação do espaço urbanizado e edificado da cidade, e de se antecipar aos problemas que podem advir deste processo. Considera-se que esse tipo de mapeamento pode ser bastante útil para diferentes aplicações relacionadas à prevenção de riscos. Inicialmente, a identificação de uma pressão de ocupação junto a terrenos que são considerados problemáticos do ponto de vista da aptidão à urbanização, permite intensificar políticas voltadas à fiscalização para evitar sua ocupação irregular e também para a indução de usos alternativos, compatíveis com as limitações identificadas. Vale lembrar que a simples indicação de baixa aptidão ou de inadequação dos terrenos face às limitações geotécnicas, ou mesmo a inclusão de limitações legais para sua utilização, são pouco eficientes se não se encontrarem usos alternativos que viabilizem uma função social para esses terrenos, evitando assim sua ocupação irregular.

A identificação da presença de indutores ao processo de urbanização pode ser bastante importante também no próprio processo de elaboração das cartas geotécnicas de aptidão à urbanização. Tomemos como exemplo a identificação de áreas que podem estar

submetidas a enchentes: a existência de terrenos vazios a montante da área em análise e da existência de fortes indutores ao processo de urbanização dessas áreas vazias, deve levar à utilização de procedimentos mais conservativos de indicação das áreas pouco aptas, inaptas ou inadequadas à urbanização, quer pela utilização de maiores alturas de atingimento das águas, caso o mapeamento seja feito pelo método HAND, quer contemplando a impermeabilização da área de montante, caso a delimitação das áreas a serem atingidas pelas enchentes esteja sendo feita através de modelo matemático.

Referências Bibliográficas

BRASIL. Decreto-lei n. 12608, de 10 de Abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC, dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres e dá outras providências. Lex: Diário Oficial da União. Seção 1. 11/04/2012. p1.

COSTA, E. A. C.; JODAS, A. ; LEITE, M. B. ; MORETTI, R. S. . **O geoprocessamento na análise de tendências de degradação e recuperação do ambiente: estudo de caso em Santo André e Ribeirão Pires**. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2017, Santos. Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2017.

EMPLASA. Atlas de Uso e Ocupação do Solo do Município de Ribeirão Pires. Governo do Estado de São Paulo. São Paulo, 2002.

EMPLASA. Atlas de Uso e Ocupação do Solo do Município de Santo André. Governo do Estado de São Paulo. São Paulo, 2002.

GALERA, R. A.; COSTA, F. C. **Áreas com alta prioridade para conservação ambiental e sua importância para as cartas geotécnicas de aptidão à urbanização do Grande ABC - SP**. In: III Congresso da Sociedade de Análise de Risco Latino Americana, 2016, São Paulo - SP. III Congresso da Sociedade de Análise de Risco Latino Americana, 2016.

GALERA, R. A.; COSTA, F. C. **Discussão metodológica para elaboração de cartas geotécnicas de aptidão à urbanização**: Avaliação dos remanescentes florestais de mata atlântica do município de São Bernardo do Campo - SP. In: XV Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2015, Bento Gonçalves. Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2015.

SÃO PAULO. Secretaria do Estado do Meio Ambiente. **Elaboração do Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings**. São Paulo: Cobrape, 2010. 274 p. Disponível em: <<http://pdpa.cobrape.com.br/Arquivos/Pdpas/PDPA-Billings.pdf>>. Acesso em: 11 jul. 2017.

UFABC. **Cartas geotécnicas de Aptidão à Urbanização frente a Desastres dos Municípios de Santo André e Ribeirão Pires, SP**. Santo André, 2016.