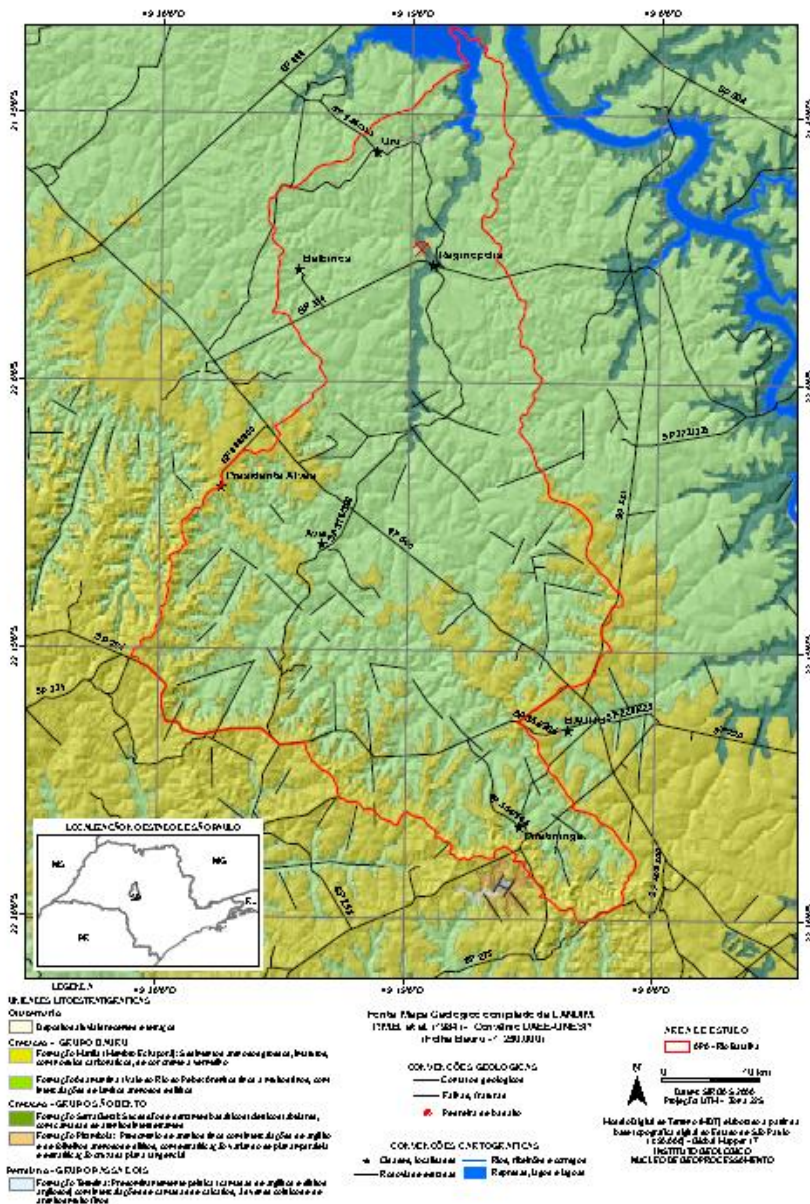


ANEXO IV – MEIO FÍSICO**4.1 GEOLOGIA**

APÊNDICE 3.3.D. Vegetação natural em em área de preservação permanente (APP) na APA do Rio Batalha. %¹ - em relação à vegetação total da APA, %² - em relação à área de APP (área total de 15.718,91 ha, segundo dados FBDS)

Tipo vegetacional	Área (ha)	%¹	%²
Floresta Estacional Semidecidual Aluvial	1127,91	35,88	7,18
Floresta Estacional Semidecidual Montana	114,07	3,63	0,73
Floresta Estacional Semidecidual Submontana	61,04	1,94	0,39
Savana	91,51	2,91	0,58
Savana Florestada	56,67	1,80	0,36
Vegetação Secundária da Floresta Estacional Semidecidual Montana	939,02	29,87	5,97
Vegetação Secundária da Floresta Estacional Semidecidual Submontana	753,67	23,97	4,79
Total Geral	3143,90	100	20

Apendice 4.1.A. Mapa geológico da APA da Bacia Hidrográfica do Rio Batalha (adaptado de LANDIM,1984)



Apendice 4.1.B. Metodologia

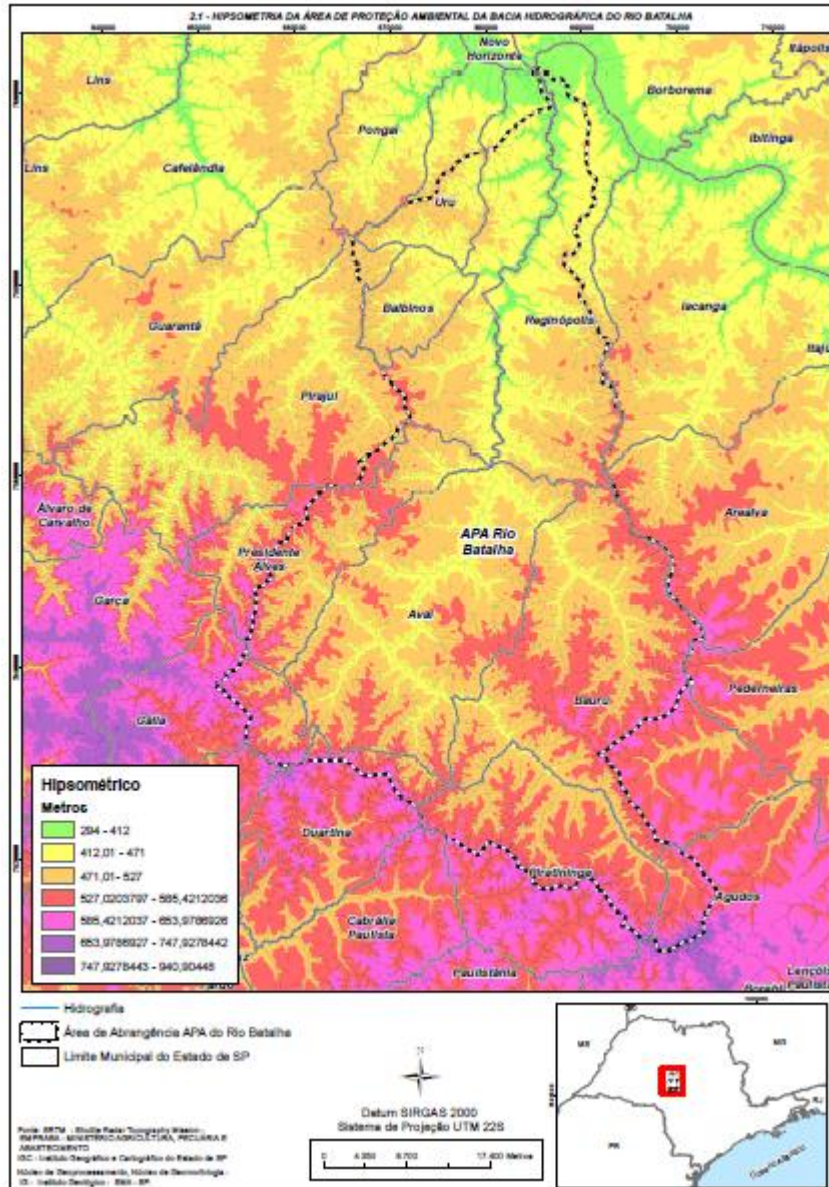
A metodologia do subtema Geologia para a APA da Bacia Hidrográfica do Rio Batalha consistiu na utilização de dados cartográficos compilados e modificados do Mapa Geológico do Estado de São Paulo, na escala 1:250.000, realizado sob a coordenação geral do Prof. Dr. Paulo Milton Barbosa Landim, através do Convênio DAEE-UNESP (1984). As modificações propostas são baseadas nos trabalhos de campo realizados pelas equipes do IG em projetos de pesquisa executados anteriormente na região. O Modelo Digital de Terreno (MDT) foi elaborado a partir da base topográfica digital do Estado de São Paulo (1:50.000) utilizando-se o Global Mapper 17®.

Informações adicionais incluem também a consulta de banco de dados de livre acesso, disponíveis nos sites de órgãos de governo ou instituições de pesquisa e de informações fornecidas ou não, pelo Comitê de Integração dos Planos de Manejo. Estas informações incluem dados da geologia em subsuperfície obtidas pela perfuração de poços tubulares profundos para captação de águas subterrâneas, auxiliando na identificação das unidades litológicas que, pelo intemperismo, encontram-se capeadas por solo, às vezes, bastante espessos. Outras informações inseridas foram extraídas do *Relatório de solos para o diagnóstico das Unidades de Conservação da*

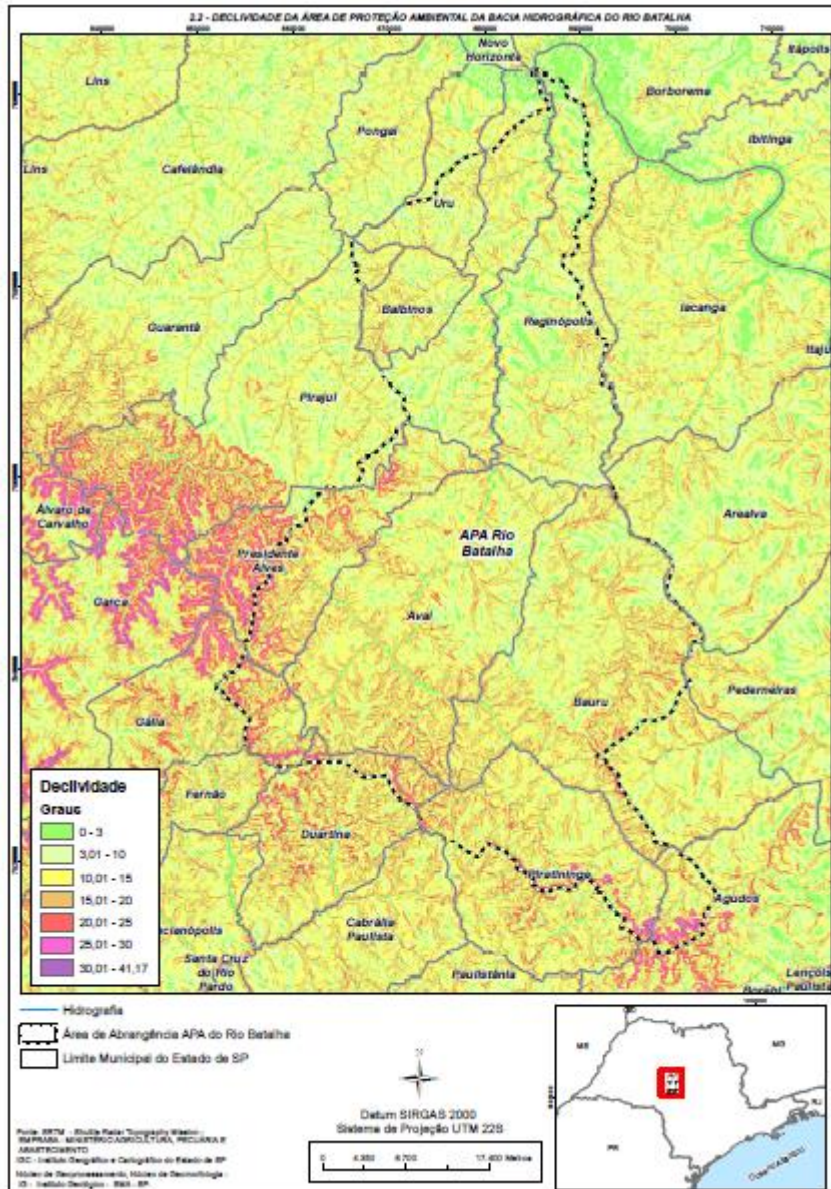
SMA, apresentado pelo Pesquisador Científico do Instituto Florestal Marcio Rossi (2017) no início dos trabalhos.

4.2 GEOMORFOLOGIA

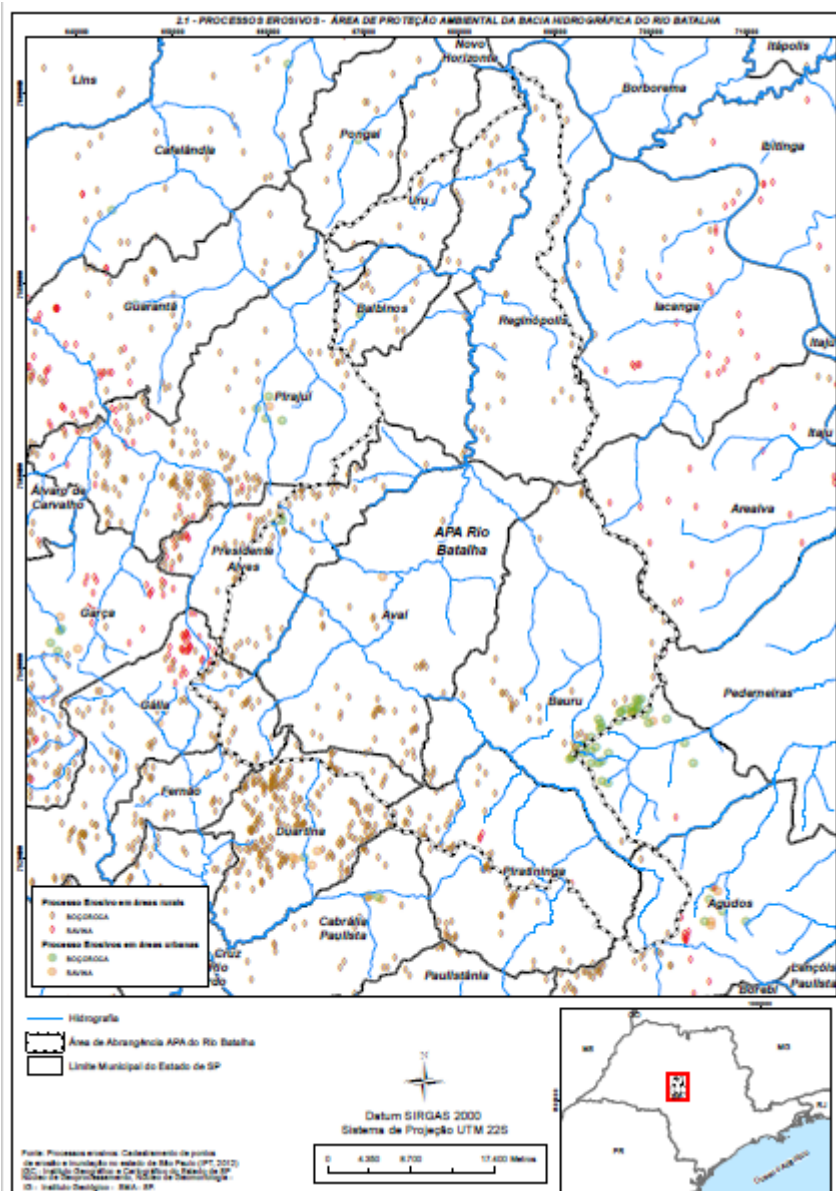
Apêndice 4.2.A. - A Mapa hipsométrico da APA Rio Batalha



APÊNDICE 4.2.B Mapa de declividade da APA Rio Batalha



APENDICE 4.2.C Mapa de processos erosivos na APA Rio Batalha



Apêndice 4.2.D. Metodologia

A compartimentação geomorfológica regional baseou-se na classificação de Ross & Moroz (1996), utilizada para a elaboração do Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000, que aplica os conceitos de morfoestrutura, morfoescultura e a taxonomia das formas de relevo. As morfoestruturas dizem respeito às características estruturais, litológicas e geotectônicas, enquanto as morfoesculturas referem-se aos produtos morfológicos de influência climática atual e pretérita. Segundo Ross & Moroz (1996), *as morfoesculturas são representadas pelo modelado ou morfologias ou tipologias de formas geradas sobre diferentes morfoestruturas através do desgaste erosivo promovido por ambientes climáticos diferenciados tanto no tempo quanto no espaço.*

A classificação taxonômica de ROSS (1992), considera seis táxons:

1° Taxon - Unidades Morfoestruturais

2° Taxon - Unidades Morfoesculturais - representadas por planaltos, serras e depressões contidas em cada uma das morfoestruturas

3° Taxon - Unidades Morfológicas ou dos Padrões de Formas Semelhantes/Tipos de Relevo (altimetria, declividades das vertentes, morfologias dos topos e vertentes, dimensões interfluviais e entalhamento dos canais de drenagem). Cada unidade foi codificada pelo conjunto de letras (formas denudacionais e de acumulação) e números arábicos (grau de entalhamento dos vales e dimensão interfluvial média). Formas denudacionais (D) são acompanhadas da informação do tipo de modelado dominante: convexo (c), tabular (t), aguçado (a), plano (p). As formas de acumulação (A) são seguidas do tipo de gênese: fluvial (pf), marinha (pm), lacustre (pl). O “grau de entalhamento dos vales” refere-se à profundidade que o canal tem escavado do seu leito, enquanto a “dimensão interfluvial média”, à distância média entre os cursos d’água (vide matriz a seguir).

Matriz dos índices de dissecação do relevo

		Densidade de drenagem / Dimensão Interfluvial Média (Classes)				
		Muito baixa (1) >3.750 m	Baixa (2) 1.750 a 3.750 m	Média (3) 750 a 1.750 m	Alta (4) 250 a 750 m	Muito alta (5) < 250 m
Grau de entalhamento dos vales (Classes)	Muito Fraco (1) (< 20 m)	11	12	13	14	15
	Fraco (2) (20 a 40 m)	21	22	23	24	25
	Médio (3) (40 a 80 m)	31	32	33	34	35
	Forte (4) (80 a 160 m)	41	42	43	44	45
	Muito Forte (5) (> 160m)	51	52	53	54	55

4° Taxon - formas de relevo encontradas nas Unidades dos Padrões de Formas Semelhantes

5° Taxon - tipos de vertentes (convexas/côncavas/retilíneas/planas, extensão e declividade)

6° Taxon - formas menores produzidas pelos processos atuais, ou ainda, pela ação antrópica (sulcos/ravinas/boçorocas/cicatrizes de escorregamentos/depósitos coluviais ou de movimentos de massa/depósitos fluviais/assoreamentos/ aterros entre outros).

O Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo foi elaborado a partir da interpretação de imagens de radar na escala 1:250.000 e contempla os três primeiros táxons.

Com o intuito de refinar a análise geomorfológica (4° e 5° taxons), utilizou-se cartas topográficas do IBGE na escala 1:50.000 vetorizadas por meio do Projeto GISAT (DAEE, 2008) para a geração das cartas de hipsometria e declividade.

As cartas geradas têm a seguinte função:

- Hipsometria: classificação topográfica do relevo, no qual a compartimentação é realizada por meio de faixas altitudinais, onde as cores seguem uma gradação onde os tons de verde indicam as áreas mais baixas e os tons de vermelho e violeta indicam as áreas mais altas;
- Declividade: classificação do relevo em função da inclinação da superfície. As classes podem ser divididas em graus (°) ou porcentagem (%), onde 100% tem como referência a inclinação de 45°.

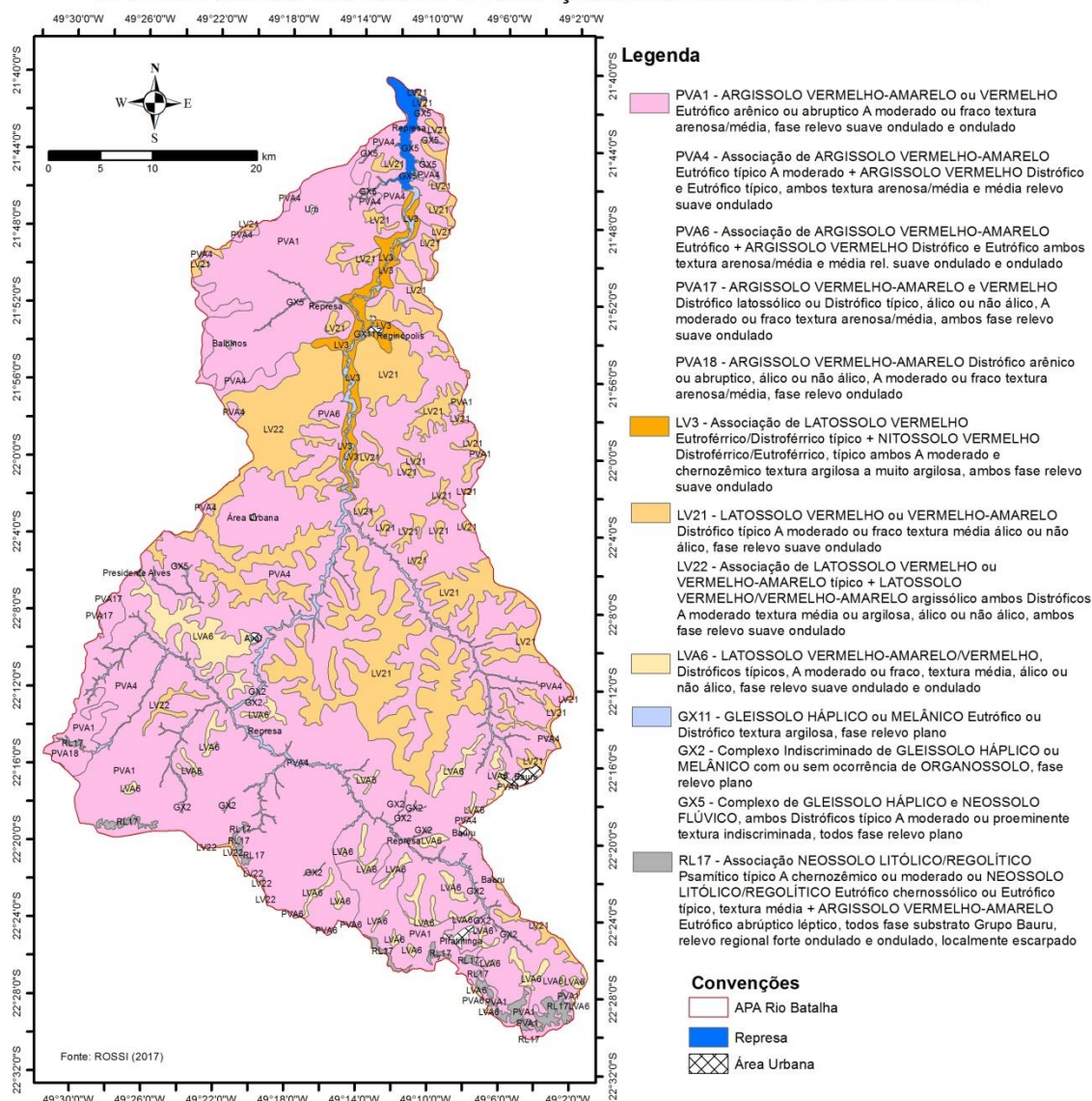
As ocorrências de processos erosivos lineares (ravinas e boçorocas) em áreas urbanas e rurais foram extraídas da base de

dados do projeto *Cadastramento de pontos de erosão e inundação no Estado de São Paulo* (IPT, 2013). O mapeamento dessas feições foi realizado a partir da interpretação do foto-mosaico do Projeto de Atualização Cartográfica do Estado de São Paulo – Mapeia SP (<http://www.emplasa.sp.gov.br/emplasa/cartografia/mapeiaSP.asp>), desenvolvido pela Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano – EMPLASA, elaborado a partir do levantamento aerofotogramétrico realizado entre 2010 e 2011 – na época as ortofotos não estavam ainda disponíveis. Cartas topográficas do IBGE na escala 1:50.000 foram utilizadas para solucionar dúvidas quanto à dinâmica do escoamento superficial. Em relação à tipologia do processo erosivo, foi feita a distinção entre ravina e boçoroca, bem como do possível agente desencadeador do processo, inferido pela observação das características da ocupação de montante (escoamento superficial, lançamento de águas pluviais de estrada, etc). Não foram realizadas vistorias de campos durante o projeto para atestar a tipologia dos processos (ravinas ou boçorocas); desse modo, as informações devem ser analisadas com cautela.

O Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE), elaborado pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas – CECAV (ICMBio/MMA) foi consultado em 26/03/2017 no site <http://www.icmbio.gov.br/cecav>, para se verificar a existência de cavidades subterrâneas na UC e em sua área de abrangência.

Apêndice 4.3.A. Mapa compilado de solos da APA Rio Batalha

MAPA DE SOLOS DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO RIO BATALHA



Apêndice 4.3.B. Metodologia

O presente trabalho se propõe a uma concisa caracterização dos solos e sua espacialização, a partir de bibliografia existente, para compor análise e elaboração de plano de manejo expedito de Unidades de Conservação do Estado de São Paulo, para atendimento de demandas decorrentes da Resolução SMA n. 95 de 08/12/2016.

A bibliografia apresenta para todas as áreas de estudo, apenas material cartográfico de solos de escala generalizada **1:500.000** (OLIVEIRA et al., 1999) e que, por muitas vezes, contem apenas uma classe de solos para uma unidade de conservação, o que poderia causar conclusões equivocadas quanto às potencialidades e limitações pedológicas em análises de interpretações do meio físico para subsidiar atividades de manejo.

Individualmente para as unidades, há bibliografia que pode abranger parte da área de interesse ou sua totalidade em níveis de detalhamento melhor (**1:50.000** de forma geral). Quando o trabalho de solos de maior detalhe ocupa somente uma

porção da unidade de conservação, o restante da área fica recoberto pelo material generalizado de Oliveira et al. (1999). Assim, para o **Parque Estadual Restinga de Bertioxa** existe material de maior detalhe para parte da área (ROSSI, 1999); na **APA do Rio Batalha** existe material de maior detalhe para parte das cabeceiras da Bacia (ZORNOFF et al., 2011; ROSSI et al. (2009a); para a **Estação Ecológica de Itapeti**, o **Parque Estadual de Itapetinga** e o **Monumento Natural da Pedra Grande (MONA)**, somente Oliveira et al. (1999); a **Floresta de Guarulhos** está recoberta por trabalhos de Rossi et al. (2009b,c); o **Parque Estadual de Itaberaba**, Rossi et al. (2009b, 2009c); para a **Floresta Estadual de Pederneiras**, Rossi et al (2015); a **Estação Ecológica de Paranapanema**, Novais et al (2010) e Rossi et al (2014b); a **Estação Ecológica de Avaré**, Rossi et al. (2014a); a **Estação Ecológica de Marília**, Santos et al. (2014).

Para as unidades de conservação pertencentes ao Instituto Florestal foram utilizados relatórios internos de trabalhos em andamento que abrangeram também os temas geologia, geomorfologia e suscetibilidade do meio físico.

Para as unidades da Fundação Florestal foram utilizados os dados disponíveis do tema solos, já que os demais temas do meio físico foram abordados pela equipe do Instituto Geológico.

ADEQUAÇÃO DOS DADOS COLETADOS

Em uma segunda fase de trabalho foi solicitado uma adequação dos mapeamentos aqui apresentados extraídos de dados secundários em diferentes escalas e que não se mostraram suficientes para atingir os objetivos dos Planos de Manejo, buscando harmonizar as diferentes legendas e delineamentos, elaborando um novo mapa sempre que possível, seguindo uma abordagem que melhore a informação existente adequando-as para propiciar o zoneamento das áreas abordadas. Para isso, utilizou-se de trabalho inédito de ROSSI (2017), seguindo-se os procedimentos de fointerpretação (Buringh, 1960) de ortofotos digitais da EMPLASA de 2010/2011, para dirimir possíveis dúvidas e melhorar delineamentos, quando possível. Cabe ressaltar a necessidade de trabalhos de campo para caracterizar de forma mais detalhada as unidades de conservação, visando à melhoria do planejamento e manejo das áreas.

Dessa forma, as unidades de conservação que necessitaram dessa abordagem foram a Estação Ecológica de Itapeti; o Parque Estadual de Itaberaba; o Parque Estadual de Itapetinga; o Monumento Natural Estadual da Pedra Grande; o Parque Estadual Restinga de Bertioxa; e, a Área de Proteção Ambiental do Rio Batalha.

Tabela: Distribuição dos solos da APA do Rio Batalha

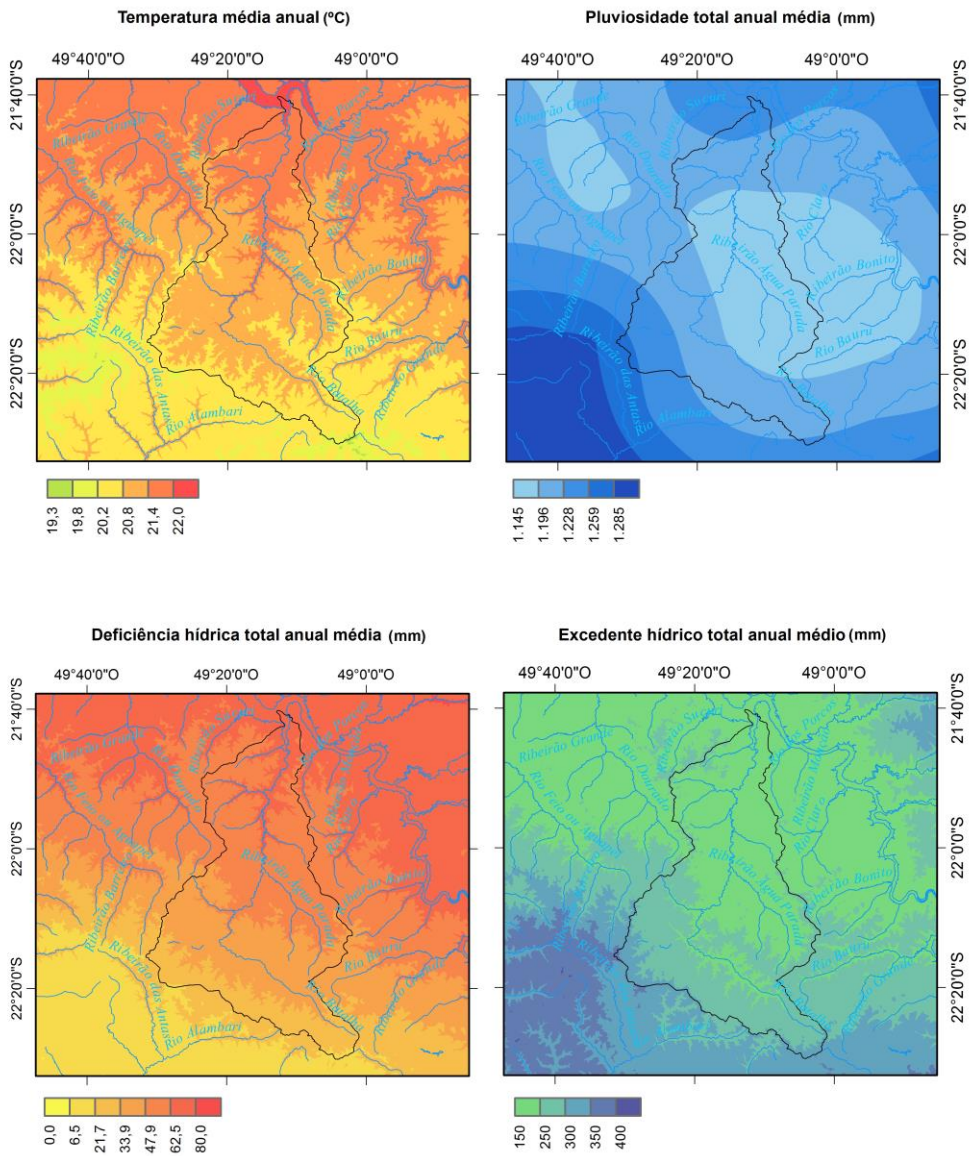
Unidades de mapeamento			APA rio Batalha	
Oliveira et al. (1999)	Zornoff et al. (2011)	Rossi (2017)	Área (ha)	%
Área urbana (Avaí)			63,84	0,03
Área urbana (Balbinos)			41,32	0,02
Área urbana (Presidente Alves)			49,23	0,02
Área urbana (Reginópolis)			62,55	0,03
Área urbana (Urú)			31,99	0,01
LV45			725,87	0,31
LV56			54,3	0,02
LV6			5.036,14	2,13
LV78			37.464,17	15,86
PVA1			24.094,95	10,20
PVA10			21.790,46	9,22
PVA2			117.629,42	49,78
	GX		2.665,84	1,13
	LV2		321,83	0,14
	LV3		316,10	0,13
	LV5		3.578,43	1,51

	PVA1		9.979,50	4,22
	PVA2		9.921,35	4,20
	RL		1.829,41	0,77
represa			1.399,68	0,59
		Área Urbana	25,95	0,01
		Avaí	102,35	0,04
		Balbinos	41,32	0,02
		Bauru	511,79	0,22
		Piratininga	266,34	0,11
		Presidente Alves	34,26	0,01
		Reginópolis	109,33	0,05
		Urú	36,91	0,02
		GX11	1.075,33	0,46
		GX2	3.755,74	1,59
		GX5	472,75	0,20
		LV21	33.157,92	14,03
		LV22	13.665,01	5,78
		LV3	4.091,85	1,73
		LVA6	8.610,12	3,64
		PVA1	64.009,76	27,09
		PVA4	99.319,72	42,04
		PVA6	2.321,91	0,98
		PVA18	910,82	0,39
		RL17	2.277,41	0,96
		Represa	1.405,51	0,59

Tendo em vista a importância da APA do Rio Batalha para as questões hídricas, principalmente quanto à recarga do aquífero Bauru e visando a melhoria do zoneamento a ser proposto, foi elaborado um mapa que mostra as principais áreas úmidas, levando-se em consideração as áreas de solos hidromórficos ou com feições ou caráter de hidromorfismo, detectadas a partir da interpretação das planícies fluviais na escala 1:50.000. Ressalta-se aqui, que essas áreas abrangem parte das áreas de proteção permanente (APP).

Apendice 4.4.A. Mapas de Temperatura, Chuva, Deficiência e Excedente Hídrico (médias anuais) da APA da Bacia Hidrográfica do Rio Batalha (ARMANI, 2017)

APA Rio Batalha

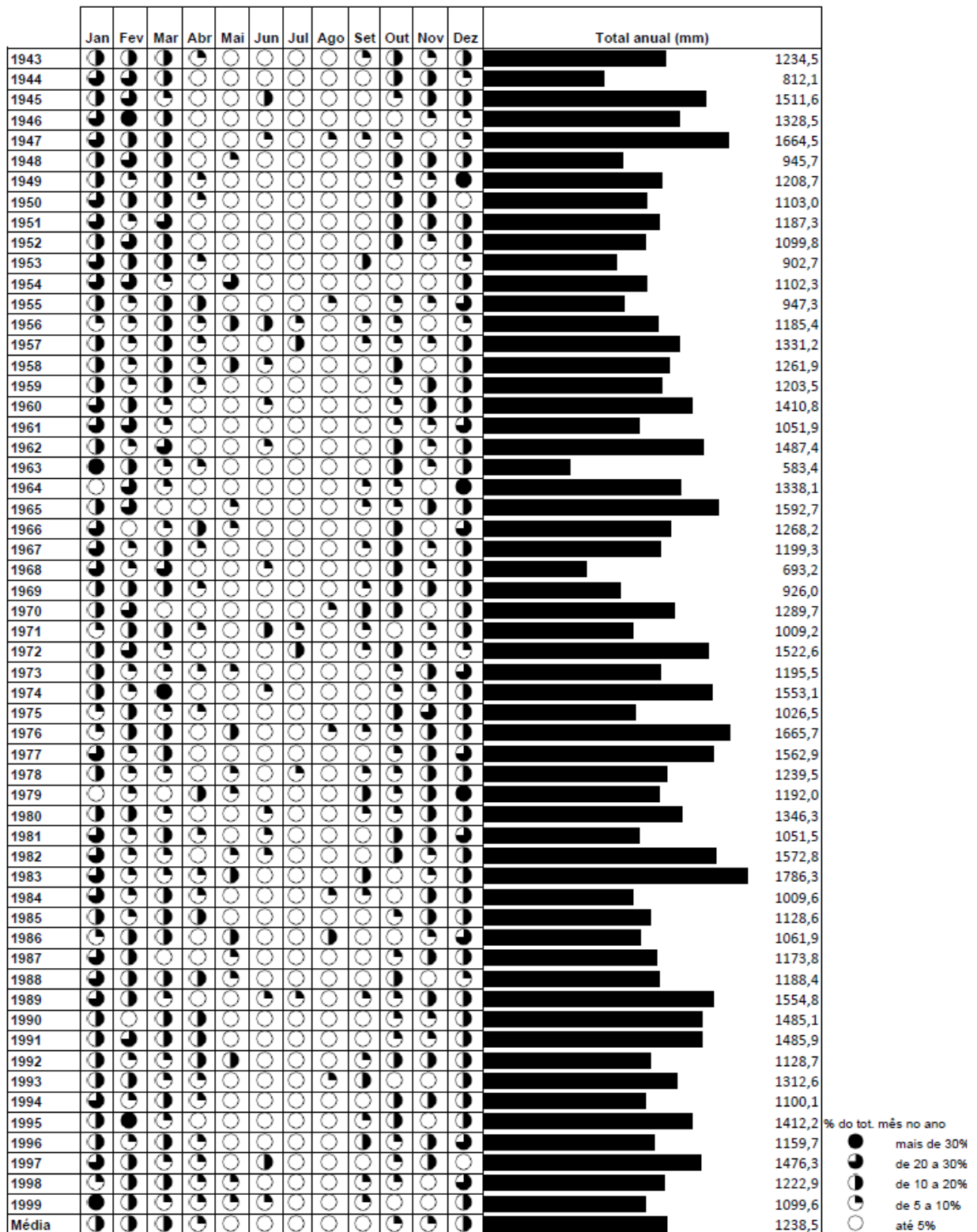


Limites UCs
 Hidrografia



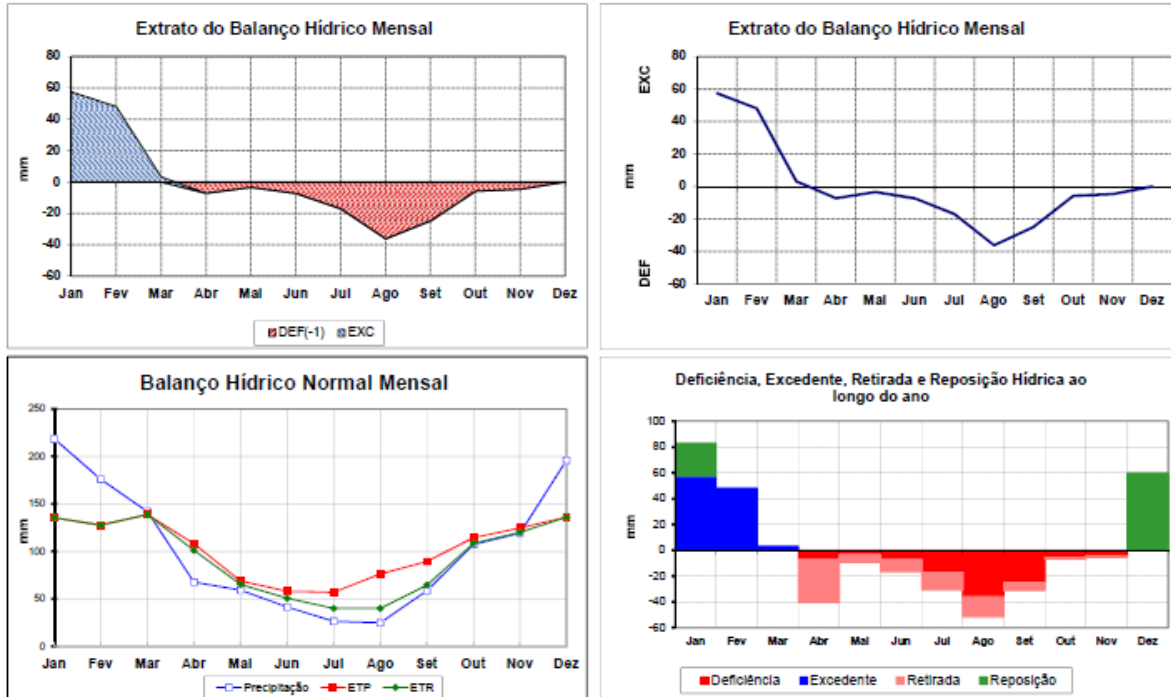
Sistema de Coordenadas: CGS, WGS 1984.
Datum: WGS 1984.

APÊNDICE 4.4.B. Regime pluviométrico para o Posto Pluviométrico Reginópolis (C6-050) na área de abrangência da APA da Bacia Hidrográfica do Rio Batalha para o período 1943-1999 (ARMANI, 2017)



APENDICE 4.4.C. Extrato do Balanço hídrico para o Posto Pluviométrico Reginópolis (C6-050) na área de abrangência da APA da Bacia Hidrográfica do Rio Batalha para o período 1943-1999 (ARMANI, 2017)

BHN Mensal



Apêndice 4.4 D. Metodologia

Para a elaboração do diagnóstico climatológico das Unidades de Conservação, e diante do prazo exíguo que foi estipulado, a equipe de climatologia procurou estabelecer uma metodologia que contemplasse a execução do melhor estudo possível no curto prazo determinado. Os 30 dias para elaboração do diagnóstico de 11 unidades de conservação inviabilizou a execução de trabalhos de campo para levantamento de dados primários e reconhecimento das áreas estudadas. Desta forma, todo o trabalho foi desenvolvido com base apenas em dados climáticos secundários existentes nas proximidades das unidades de conservação. Assim, as características climáticas específicas das unidades não alcançarão níveis explicativos satisfatórios à compreensão da realidade das unidades, ou seja, as características meso, topo e microclimáticas não serão apresentadas e exploradas neste trabalho. Outrossim, os dados secundários nos permitiram a compreensão dos climas regionais e locais onde as unidades estão inseridas.

Poucos mapas foram elaborados, pois para cada mapa a demanda de tempo para sua apresentação é relativamente grande e o tempo para execução exíguo.

Foram coletados os dados das estações e postos pluviométricos mais próximos das unidades de conservação e com a melhor série de dados, sendo considerados o período e a consistência deles. As fontes dos dados e o período deles são citadas nos quadros-síntese apresentados, que descrevem sucintamente os principais aspectos climáticos daquela unidade.

A fim de se ter uma rápida e resumida leitura do clima para cada unidade de conservação a equipe desenvolveu uma tabela (quadro-síntese) que apresenta as principais características climáticas no local da Unidade de Conservação, de forma que pudesse trazer elementos essenciais à discussão de um plano de manejo dentro do cronograma estipulado pela Secretaria do Meio Ambiente.

O clima regional e local são aqueles definidos e descritos por MONTEIRO (1973), quando classificou os climas a partir da frequência dos sistemas atmosféricos no estado de São Paulo. Essa classificação para o Estado de São Paulo, apesar de antiga, se mantém atual, pois sua concepção foi realizada a partir da dinâmica dos sistemas atmosféricos e do ritmo climático, que a aproxima da gênese dos processos climáticos no território. Nestes espaços destinados à essa caracterização utiliza-se a descrição do clima apresentada pelo autor para a localização da unidade de conservação.

Os controles climáticos dizem respeito àquilo que traz identidade climática àquele clima definido por MONTEIRO (1973). Normalmente nas escalas regionais e locais o compartimento do relevo, a altitude e a distância do oceano são os principais. Em função de outras características que possam existir nas UCs há um espaço para a sua inclusão.

Para a descrição expedita dos principais atributos do clima, destinou-se alguns espaços para a pluviosidade, temperatura do ar, evapotranspiração e balanço hídrico climatológico normal.

Para a precipitação deve-se incluir as informações dos trimestres mais e menos chuvosos, para a média, mínimo e máximo totais anuais, o máximo mensal observado na série e o máximo em 24 horas. Deverá ser sempre mencionada a fonte dos dados e o período de dados disponível para esta série. Para a temperatura foi informada a média anual, média do mês mais quente e do mês mais frio e indicado qual é o mês mais frio e quente. A mínima e a máxima absoluta também foram acrescentadas quando houve dados disponíveis.

Os dados de evapotranspiração (potencial e real), deficiência e excedente hídrico foram obtidos a partir do método proposto por Thorthwaite & Matter (1955) considerando-se um solo teórico com capacidade de armazenamento de 100 mm. Cabe salientar que a evapotranspiração potencial é aquela que aconteceria caso houvesse disponibilidade de água suficiente no solo ou superfície vegetada para ser evaporada, dada pela energia disponível para evaporar. A evapotranspiração real é aquela que efetivamente ocorre em função da água disponível para ser evaporada, ou seja, a evapotranspiração real será igual à potencial nos meses mais úmidos ou com excedente hídrico, e menor que a potencial naqueles meses mais secos ou com deficiência hídrica.

Os anexos do diagnóstico expedito do meio físico do subtema Climatologia são compostos por quatro mapas da unidade de conservação, zona de amortecimento e entorno em que representam a variação espacial dos atributos climáticos:

- a) Temperatura do ar média anual;
- b) Média Total pluvial anual;
- c) Média Total anual da deficiência hídrica;
- d) Média Total anual do excedente hídrico.

Os mapas utilizados foram elaborados por ARMANI (inédito) a partir de melhoramentos da metodologia desenvolvida por ARMANI et al. (2007). Essa metodologia constitui-se na determinação do balanço hídrico climatológico normal proposto por THORNTHWAITTE & MATTER (1955) cartografado a partir das equações ortogonais empíricas determinadas por meio da altitude, latitude e longitude.

A partir dos dados pluviométricos de postos do DAEE-CTH (Departamento de Águas e Energia Elétrica – Centro Tecnológico de Hidráulica e Recursos Hídricos) coletados nas proximidades da unidade de conservação, selecionou-se aquele que possuía a maior e melhor série de dados. Para cada posto elaborou-se um diagrama do regime pluvial.

O regime pluviométrico é a primeira aproximação para o ritmo pluvial, sendo definido pelas variações anuais percebidas por meio das variações mensais da chuva em vários e sucessivos anos (MONTEIRO, 1971). O diagrama de representação do regime pluviométrico foi baseado naquele proposto por SCHRÖDER (1956), com uma alteração no valor das classes de porcentagem que o mês representa do total anual, de modo a ressaltar melhor os meses mais chuvosos. Foram definidas as classes: até 5%; de 5 a 10%, de 10 a 20%; de 20 a 30%;

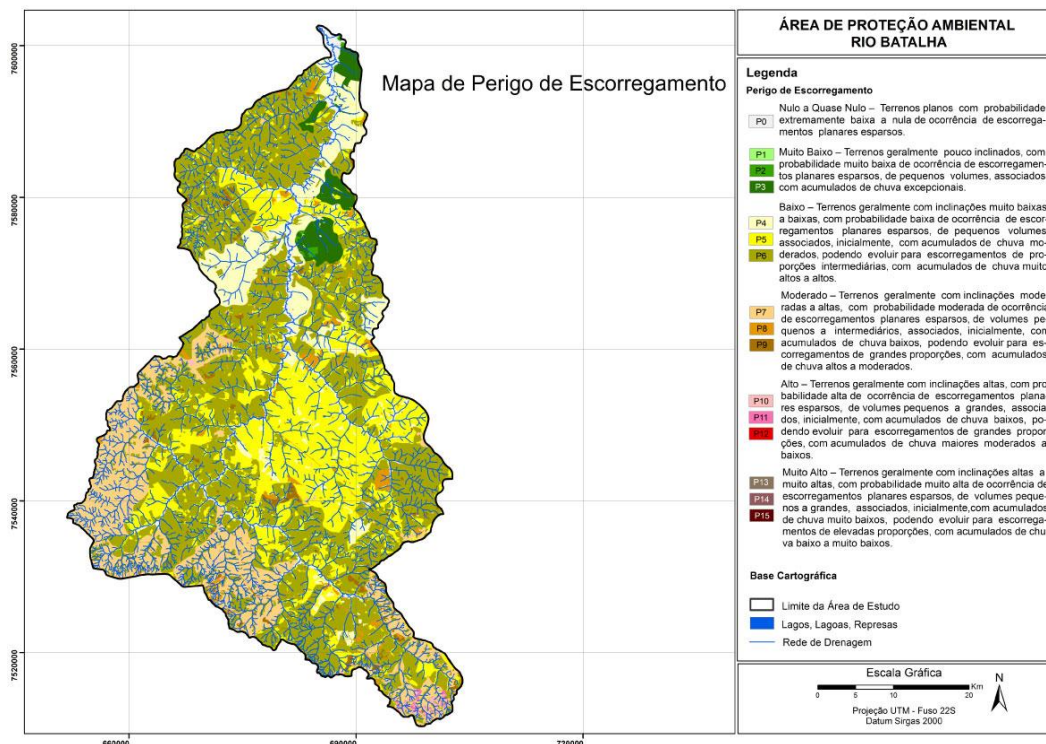
maior que 30% do total anual.

Esse tipo de representação permite avaliar não somente a oscilação dos totais anuais ao longo do tempo cronológico, como a ocorrência de meses chuvosos, secos, bem como a extensão do período chuvoso para meses habitualmente secos, e vice-versa.

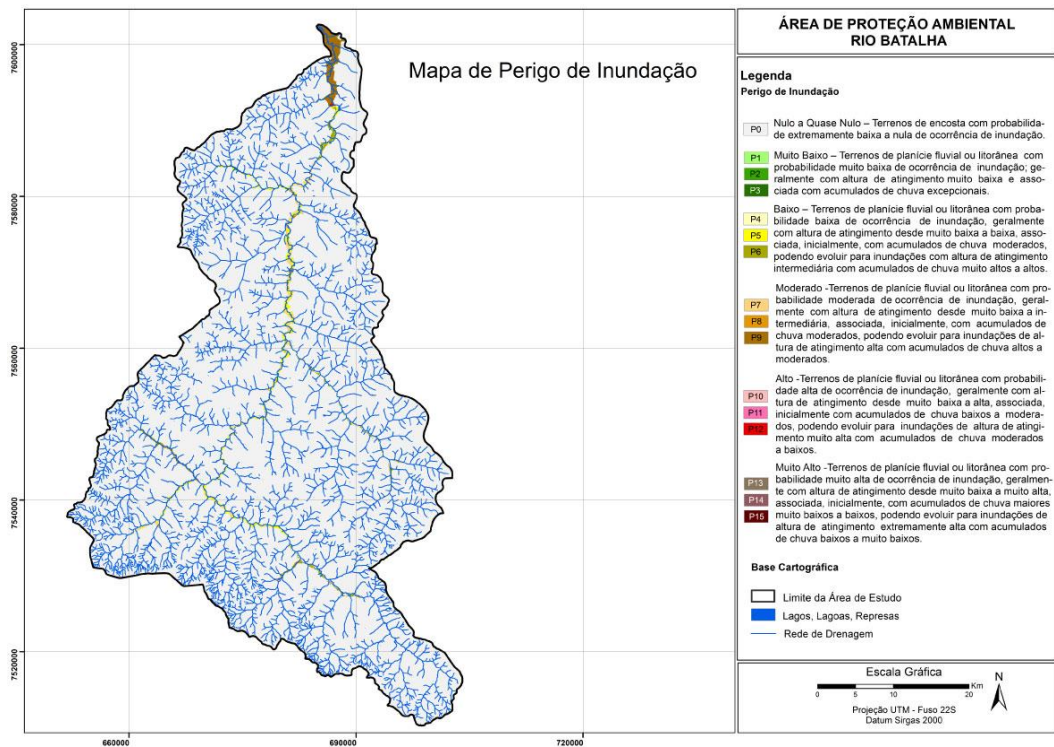
Os totais anuais e anos secos e chuvosos também foram representados graficamente conforme segue. A série de chuva dos totais anuais foi classificada do menor para o maior valor. A partir dessa série foi elaborado um gráfico de barras com a abcissa representando os totais anuais e a ordenada os anos. A esta representação foi adicionada a barra de desvio padrão, e a ordenada do gráfico foi posicionada na média dos totais anuais. Desta forma, os valores à esquerda da ordenada são os anos com totais anuais inferiores à média anual (representados em laranja), e à direita os anos com totais superiores à média (representados em azul). Diante da brevidade do tempo para as análises estatísticas, a classificação expedita em anos secos e anos chuvosos pode ser feita a partir deste gráfico podendo ser considerado, grosso modo, como anos extremos aqueles que superarem o desvio padrão.

4.5 PERIGO, VULNERABILIDADE E RISCO

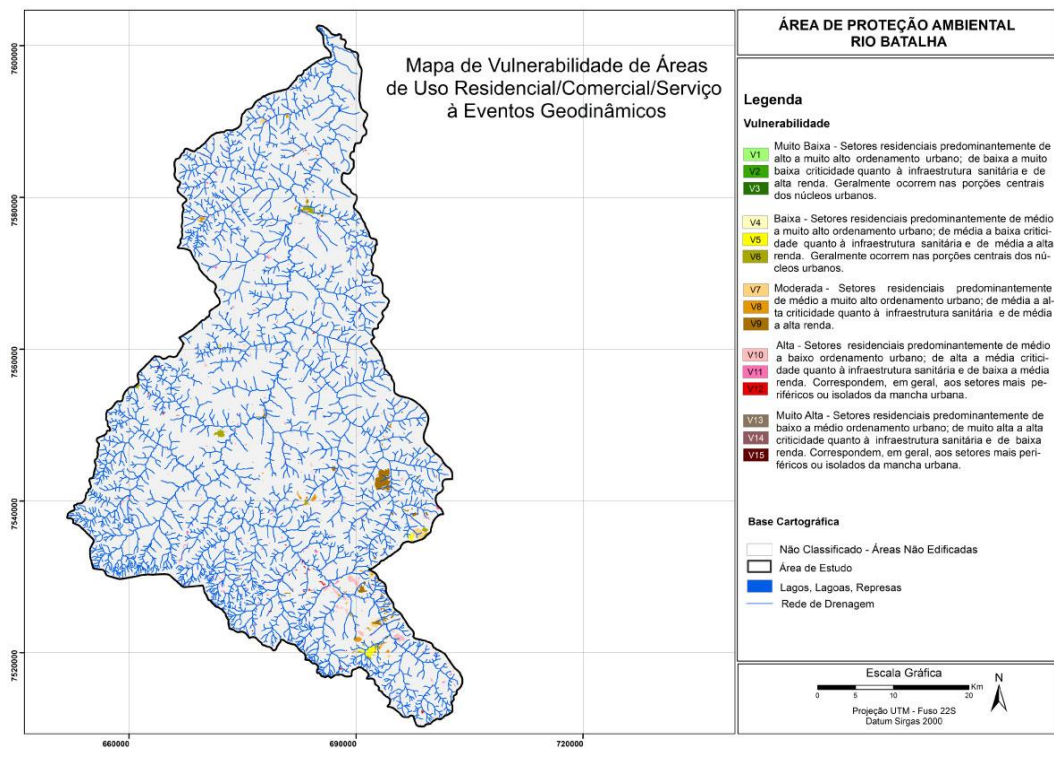
Apêndice 4.5.A. Mapa de perigo de escorregamento na APA Rio Batalha (FERREIRA _ ROSSINI-PENTEADO, 2017)



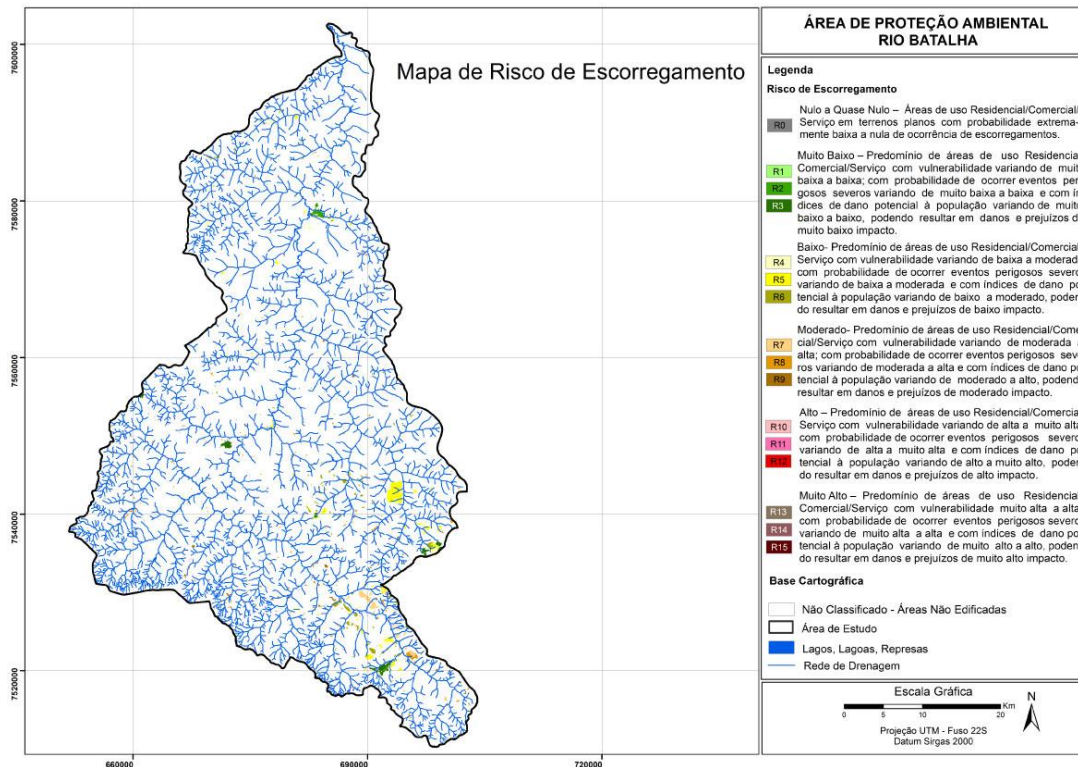
Apendice 4.5.B. Mapa de perigo de inundação na Rio Batalha (FERREIRA _ ROSSINI-PENTEADO, 2017)



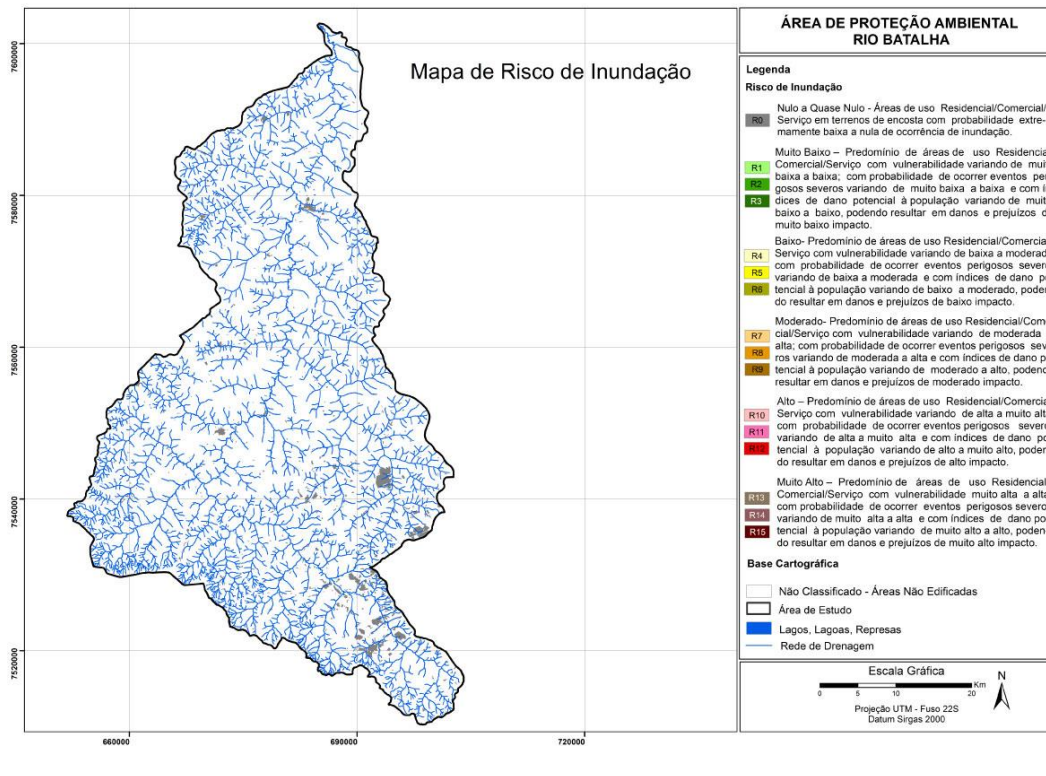
Apendice 4.5.C. Mapa de vulnerabilidade de áreas de uso residencial, comercial e serviços à eventos geodinâmicos na APA Rio Batalha (FERREIRA _ ROSSINI-PENTEADO, 2017)



APENDICE 4.5.D Mapa de risco de escorregamento na APA Rio Batalha (FERREIRA _ ROSSINI-PENTEADO, 2017)



APENDICE 4.5.E Mapa de risco de inundação na APA Rio Batalha (FERREIRA _ ROSSINI-PENTEADO, 2017)



Apendice 4.5.F - Metodologia

Para o mapeamento dos riscos com abordagem regional foi aplicada a metodologia descrita em FERREIRA e ROSSINI-PENTEADO (2011), que utiliza as Unidades Territoriais Básicas (UTB) como unidades de análise, com um detalhamento compatível com a escala de análise 1:50.000. Foi realizada a análise de riscos relacionados aos processos de escorregamento planar e de inundação.

O método de análise de risco a processos geodinâmicos inclui a identificação e caracterização das variáveis que compõem a equação do risco (R), que incluem: perigo (P), vulnerabilidade (V) e dano potencial (DP). Entre as etapas metodológicas destacam-se:

- a) Delimitação das unidades espaciais de análise: Unidades Territoriais Básicas (UTB);
- b) Seleção e obtenção dos atributos que caracterizam os processos perigosos, a vulnerabilidade e o dano potencial;
- c) Modelo e cálculo das variáveis de risco (Perigo (P); Vulnerabilidade (V) e Dano Potencial (DP));
- d) Elaboração dos produtos cartográficos.

O método das UTBs possibilita uma visão espacial do território, com seus diferentes atributos e relações e favorece a análise das inter-relações espaciais entre os sistemas ambientais, culturais e socioeconômicos, identificando limitações, vulnerabilidades e fragilidades naturais, bem como os riscos e potencialidades de uso de determinada área.

O plano de informação (PI) UTB foi obtido da interseção dos planos de informação das Unidades Básicas de Compartimentação (UBC) (SÃO PAULO, 2014) e das Unidades Homogêneas de Uso e Cobertura da Terra e Padrão da Ocupação Urbana (UHCT) (SÃO PAULO, 2016). Nesta etapa foram eliminados os polígonos menores que 5000m².

A partir das UTBs foram obtidos e associados atributos do meio físico, do uso e cobertura da terra, do padrão da ocupação urbana, socioeconômicos, de infraestrutura sanitária e de excedente hídrico, sendo utilizadas ferramentas de geoprocessamento e operações de análise espacial em Sistemas de Informação Geográfica para a espacialização de dados, interpolações, consultas espaciais, cálculo dos atributos e atualização automática do banco de dados alfanumérico (FERREIRA & ROSSINI-PENTEADO, 2011, FERREIRA *et al.*, 2013). Os atributos considerados e seus métodos de obtenção são apresentados nas tabelas 1 a 8.

A modelagem envolveu, inicialmente, a seleção dos fatores de análise que tem influência direta sobre os processos considerados e, posteriormente, a aplicação de fórmulas, regras e pesos aos fatores considerados para a estimativa dos índices simples e compostos de cada variável da equação de risco. Neste processo foram obtidas as variáveis: perigo (PESC, PINU), vulnerabilidade (VUL), dano potencial (DAP) e risco (RIS).

Tabela 1. Atributos das Unidades Territoriais Básicas utilizados para a estimativa do Perigo (PESC, PINU), Vulnerabilidade (VUL) e Dano Potencial (DAP).

ATRIBUTO	DESCRIÇÃO	FORMA DE OBTENÇÃO
Amplitude (AMP)	Representa o desnível entre o topo e a base da encosta, indicando a quantidade de solo na encosta. Quanto maior a amplitude maior a probabilidade de ocorrência do processo. Fator condicionante da variável perigo. Fonte: carta topográfica do IBGE – (DAEE, 2008). Unidade: metros.	Obtido a partir da interpolação de valores de cota altimétrica de grades de 10x10m; obtenção da diferença entre cota máxima e cota mínima e cálculo de média zonal.
Densidade de Drenagem (DED)	Expressa a permeabilidade, grau de fraturamento do terreno e número de canais fluviais suscetíveis a inundações. Quanto maior a densidade de drenagem, maior a probabilidade de ocorrência dos processos de escorregamento e inundações. Fator condicionante da variável perigo. Fonte: carta topográfica do IBGE – (DAEE, 2008). Unidade: metros/10000m ² .	Obtido a partir da interpolação de valores de Densidade de Drenagem em grades de 10x10m; e cálculo de média zonal.
Declividade Média (DEC)	Expressa a inclinação das vertentes. Quanto maior a declividade, maior a probabilidade de ocorrência de escorregamento e inversamente, quanto mais plano o terreno, maior a possibilidade de ocorrência de inundações. Fator condicionante da variável perigo. Fonte: carta topográfica do IBGE – (DAEE, 2008). Unidade: graus.	Obtido a partir da interpolação de valores de cota do MDS em grades de 10x10m; e cálculo de média zonal.
Excedente Hídrico (EXH)	Expressa a quantidade de chuva. Quanto maior o excedente hídrico, maior a probabilidade de ocorrência de escorregamento e inundações. Fator condicionante da variável perigo. Fonte: Armani et al. (2007). Unidade: milímetros.	Obtido a partir da interpolação de valores de Excedente Hídrico em grades de 10x10m; e cálculo de média zonal.
Erodibilidade (ERO)	Expressa o grau de determinado solo sofrer erosão. Quanto maior o índice de erodibilidade, maior a probabilidade de ocorrência do processo. Fator condicionante da variável perigo de escorregamento. Fonte: reclassificação das unidades pedológicas (Oliveira et al. 1999; Silva e Alvares, 2005) . Unidade: t.ha ⁻¹ .MJ ⁻¹ mm ⁻¹ .	Obtido a partir da interpolação de valores de Erodibilidade em grades de 100 x 100m; e cálculo de média zonal.
Índice de Foliação (FOL)	Expressa o grau de estruturação do terreno e de descontinuidade das rochas. Quanto maior o índice de foliação, maior a probabilidade de ocorrência do processo. Fator condicionante da variável perigo. Fonte: reclassificação das unidades litológicas (Perrota et al. 2005). Unidade: adimensional.	Obtido pela ponderação de classes conforme Tabela 2
Densidade de Ocupação (DEO)	Corresponde a relação entre o tamanho ou número de lotes por unidade de área. Indica o grau de impermeabilização do terreno. Fator condicionante da variável perigo de inundações e dano potencial. Fonte: Ortofotos Digitais (EMPLASA, 2010). Unidade: Adimensional. Classes: Muito alta, alta, média, baixa e muito baixa densidade.	Obtido pela interpretação visual de produtos de sensoriamento remoto
Estágio de Ocupação (ESO)	Representa a porcentagem de lotes efetivamente construídos, sendo o estágio em consolidação apresenta maior influência no desencadeamento dos processos perigosos. Indica o grau de impermeabilização do terreno. Fator condicionante do perigo de escorregamento. Fonte: Ortofotos Digitais (EMPLASA, 2010). Unidade: Adimensional. Classes: consolidado; em consolidação e rarefeito.	Obtido pela interpretação visual de produtos de sensoriamento remoto.
Ordenamento Urbano (ORU)	Expressa o padrão ou qualidade da ocupação, sendo utilizado na determinação do potencial de indução de perigos. Fator condicionante do perigo de escorregamento. Fonte: Ortofotos Digitais (EMPLASA, 2010). Unidade: Adimensional. Classes: muito alto, alto, médio, baixo e muito baixo ordenamento.	Obtido pela interpretação de produtos de sensoriamento remoto.

Índice Abastecimento de Água (AGU)	Expressa as condições de abastecimento de água. Vazamentos e rompimentos de tubulações ocasionam infiltrações que agravam as situações de risco. Fator condicionante do perigo de escorregamento e da vulnerabilidade. Fonte: dados censitários do IBGE de 2010. Unidade: Adimensional.	Obtido a partir da interpolação de valores médios ponderados dos dados censitários em grades de 10x10m e cálculo de média zonal.
Índice Coleta de Esgoto (ESG)	Expressa as condições do esgotamento sanitário. Ausência ou inadequação do sistema pode acarretar o lançamento de águas servidas que agravam as condições de estabilidade do terreno. Fator condicionante do perigo de escorregamento e da vulnerabilidade. Fonte: dados censitários do IBGE de 2010. Unidade: Adimensional.	Obtido a partir da interpolação de valores médios ponderados dos dados censitários em grades de 10x10m e cálculo de média zonal.
Índice Coleta de Lixo (LIX)	Expressa as condições da coleta e disposição do lixo. Acúmulo de lixo e entulho em propriedades favorecem a absorção de grande quantidade de água que agravam as condições de instabilidade do terreno. Fator condicionante do perigo de escorregamento e da vulnerabilidade. Fonte: dados censitários do IBGE de 2010. Unidade: Adimensional.	Obtido a partir da interpolação de valores médios ponderados dos dados censitários em grades de 10x10m e cálculo de média zonal.
Índice de Alfabetização (ALF)	Expressa o número de pessoas não alfabetizadas em relação ao total de pessoas (alfabetizadas e não alfabetizadas). Maior índice de pessoas não alfabetizadas pode determinar menor capacidade de enfrentamento de uma situação de risco. Fator condicionante da vulnerabilidade. Fonte: dados censitários do IBGE de 2010. Unidade: Porcentagem (%).	Obtido a partir da interpolação de valores médios ponderados dos dados censitários em grades de 10x10m e cálculo de média zonal.
Índice Renda (REN)	Expressa a renda média da população. Condições econômicas precárias pode levar à ocupação inadequada de locais impróprios, aumentando a exposição da população. Fator condicionante da vulnerabilidade. Fonte: dados censitários do IBGE de 2010. Unidade: Salários Mínimos.	Obtido a partir da interpolação de valores médios ponderados dos dados censitários em grades de 10x10m e cálculo de média zonal.
Índice de População (POP)	Expressa o número de pessoas em risco. Fator condicionante da variável dano potencial. Fonte: Ortofotos Digitais (EMPLASA, 2010). Unidade: adimensional.	Combinação matricial entre os atributos densidade, estágio da ocupação e ordenamento urbano e área Tabela 6.
Potencial de Indução do Uso e Cobertura da Terra (POI)	Expressa o grau de influência do uso e cobertura da terra no desencadeamento dos processos perigosos de escorregamento e inundação. Fator condicionante da variável perigo. Unidade: Adimensional.	Obtido pela ponderação de classes e cálculo do Índice de Infraestrutura conforme Tabela 3.
Índice Pavimentação (PAV)	Indica a impermeabilização do terreno. Fator condicionante do perigo de inundação. Fonte: Ortofotos Digitais (EMPLASA, 2010). Unidade: Adimensional. Classes: pavimentada e não pavimentada	Obtido pela ponderação de classes do Ordenamento Urbano, conforme Tabela 4.
Índice Densidade e Estágio da Ocupação (DOEO)	Indica a impermeabilização do terreno. Fator condicionante do perigo de inundação. Unidade: Adimensional. Fonte: Ortofotos Digitais (EMPLASA, 2010).	Obtido pela combinação matricial das classes de Densidade de Ocupação e Estágio da Ocupação, conforme Tabela 5.

Tabela 2. Reclassificação das unidades geológicas para obtenção do índice de foliação.

UNIDADE GEOLÓGICA (segundo Perrota et al., 2005)	VALOR
Sedimentos inconsolidados, formações sedimentares	0,1
Formação Serra Geral (basaltos), Rochas alcalinas (Ilhabela, Búzios)	0,3
Granito indiferenciado, Ortognaisses, Gnaisses migmatíticos, Gabro Apiaí	0,5
Paragnaisses, metagrauvacas, meta-arenitos, metabásicas, metavulcanossedimentar, metacarbonáticas	0,7
Milonitos, xistos, filitos	0,9

Os índices de perigo para os processos de escorregamento e inundação (PESC, PINU) foram calculados considerando-se os fatores do meio físico que interferem na suscetibilidade natural do terreno, bem como os fatores relacionados ao padrão de uso e cobertura da terra e padrão da ocupação urbana que potencializam a ocorrência do processo perigoso.

O índice de vulnerabilidade (VUL) foi obtido a partir de fatores físicos da ocupação urbana e de fatores socioeconômicos e de infraestrutura sanitária, obtidos dos dados censitários do IBGE. O índice de Dano Potencial (DAP) foi calculado a partir da inferência da população residente com base nos atributos físicos de uso e padrão da ocupação urbana, ponderada pela área de cada unidade de análise. O índice de risco (RIS) foi calculado como uma função do índice de perigo, do índice de vulnerabilidade e do índice de dano potencial. Estas análises foram realizadas apenas nas áreas de uso urbano ou edificado do tipo residencial/comercial/serviço com dados do IBGE disponíveis.

Tabela 3. Reclassificação das unidades do uso do solo para obtenção do índice de potencial de indução (POI) para perigos de escorregamento e inundação.

CLASSES DE USO E COBERTURA DA TERRA	POTENCIAL DE INDUÇÃO	
	PERIGO ESCORREGAMENTO	PERIGO INUNDAÇÃO
Vegetação Arbórea	0,1	0,1
Espaço Verde Urbano	0,2	0,2
Vegetação Herbáceo-Arbustiva	0,3	0,3
Solo Exposto/Área Desocupada	0,9	0,5
Corpos D'Água	0,1	0,9
Loteamento	0,7	0,3
Grande Equipamento	0,5	0,5
Residencial/comercial/serviços	0,5 a 1 (aplicação da fórmula $INFESC = (AGU + ESG + LIX + ESO + ORU) / 5$)	0,5 a 1 (aplicação da fórmula $INFINU = (ESG + LIX + DOEO + PAV) / 4$)

Sendo: INFESC = índice de infraestrutura para escorregamento; INFINU = índice de infraestrutura para inundação; AGU= índice abastecimento de água; ESG= índice coleta de esgoto; ESO= estágio de ocupação; ORU= ordenamento urbano; DOEO = índice densidade/estágio de ocupação; PAV = índice de pavimentação.

Tabela 4. Combinação matricial e notas ponderadas para obtenção do índice Ordenamento Urbano (ORU).

CLASSE DE ORDENAMENTO URBANO	ELEMENTOS URBANOS			NOTAS Ordenamento Urbano (ORU)	NOTAS Pavimentação inundação (PAV)
	TRAÇADO DO SISTEMA VIÁRIO	PAVIMENTAÇÃO	VEGETAÇÃO URBANA		
Muito Alto	sim	sim	sim	0,1	0,7
Alto	sim	sim	não	0,3	0,7
Médio	sim	não	sim ou não	0,5	0,3
Baixo	não	não	sim	0,7	0,3
Muito Baixo	não	não	não	0,9	0,3

Tabela 5. Combinação matricial entre os atributos densidade e estágio da ocupação e notas ponderadas para obtenção do índice Densidade e Estágio de Ocupação (DOEO).

DENSIDADE DA OCUPAÇÃO	ESTÁGIO DA OCUPAÇÃO		
	CONSOLIDADO	EM CONSOLIDAÇÃO	RAREFEITO
Muito Alta	0,9	0,7	0,3
Alta	0,9	0,5	0,3
Média	0,7	0,3	0,3
Baixa	0,5	0,3	0,1
Muito Baixa	0,1	0,1	0,1

Tabela 6. Combinação matricial entre os atributos densidade, estágio da ocupação e ordenamento urbano para obtenção do índice de população (POP).

CLASSE	DENSIDADE DE OCUPAÇÃO	ESTÁGIO DE OCUPAÇÃO		ORDENAMENTO URBANO	ÁREA DA UTB
Muito Alta	0,9	Consolidado	0,6666	Existe sistema viário	Valores únicos de cada polígono
Alta	0,7				
Moderada	0,5	Em consolidação	0,5	0,25	
Baixa	0,3	Rarefeito	0,33333	Não existe sistema viário	
Muito Baixa	0,1				

Para operacionalização dos conceitos na quantificação do risco de escorregamento foram adotadas as seguintes equações e regras:

- Índice de Perigo de Escorregamento Planar (Pesc):
 - a. Quando setores geomorfológicos de planície ou declividade média < 3:
 - PESC = 0;
 - b. Quando declividade média >= 3 e declividade média < 7 ou declividade média >= 37:
 - $PESC = 0.8 * "DEDESC" + 0.02 * "AMP" + 0.02 * "EXHESC" + 0.02 * "DEDESC" + 0.02 * "FOL" + 0.02 * "ERO" + 0.1 * "POIESC";$

c. Quando declividade média ≥ 7 e declividade média < 17 ou declividade média ≥ 25 e declividade média ≥ 25 e < 37 :

$$\text{Pesc} = 0.5 * \text{"DECESC"} + 0.06 * \text{"AMP"} + 0.06 * \text{"EXHESC"} + 0.06 * \text{"DEDESC"} + 0.06 * \text{"FOL"} + 0.06 * \text{"ERO"} + 0.2 * \text{"POIESC"};$$

d. Quando declividade média ≥ 17 e declividade média < 25 :

$$\text{Pesc} = 0.1333 * \text{"DECESC"} + 0.1333 * \text{"AMP"} + 0.1333 * \text{"EXHESC"} + 0.1333 * \text{"DEDESC"} + 0.1333 * \text{"FOL"} + 0.1333 * \text{"ERO"} + 0.2 * \text{"POIESC"};$$

Índice de Perigo de Inundação (Pinu):

Quando setor geomorfológico de encosta:

$$\text{PINU} = 0;$$

a. Quando setor geomorfológico de planície fluvial ou costeira:

$$\text{PINU} = 0.3 * \text{"DECINU"} + 0.2 * \text{"EXHINU"} + 0.2 * \text{"DEDINU"} + 0.3 * \text{"POIINU"}.$$

Índice de Vulnerabilidade (VUL):

Quando uso e ocupação diferente de residencial/comercial/serviços:

$$\text{VUL} = \text{não classificado (N_CLASS)};$$

a. Quando uso e ocupação = residencial/comercial/serviços:

$$\text{VUL} = (0.125 * \text{"ESG"} + 0.125 * \text{"AGU"} + 0.125 * \text{"LIX"} + 0.125 * \text{"ORU"}) + (0.25 * \text{"ALF"} + (0.25 * (1 - \text{"REN"})).$$

Índice de Dano Potencial (DAP):

Quando uso e ocupação diferente de residencial/comercial/serviços:

$$\text{DAP} = \text{não classificado};$$

a. Quando uso e ocupação = residencial/comercial/serviços:

$$\text{DAP} = \text{POP}.$$

Índice de Risco de Escorregamento (RESC) e de Inundação (RINU):

Quando uso e ocupação diferente de residencial/comercial/serviços:

$$\text{RESC} = \text{não classificado e RINU} = \text{não classificado}$$

a. Quando uso e ocupação = residencial/comercial/serviços:

$$\text{RESC} = \text{PESC} * \text{VUL} * \text{DAP e RINU} = \text{PINU} * \text{VUL} * \text{DAP}.$$

Sendo:

PESC = perigo de escorregamento; PINU = perigo de inundação; VUL = vulnerabilidade; DAP = dano potencial; RESC= risco de escorregamento; RINU = risco de inundação; AMP= amplitude altimétrica; DECESC= declividade para escorregamento; DECINU= declividade para inundação; DEDESC= densidade de drenagem; FOL = índice de foliação; EXHESC= excedente hídrico para escorregamento; EXHINU= excedente hídrico para inundação; POIESC= potencial de indução para escorregamento; POIINU= potencial de indução para inundação; AGU = abastecimento de água; LIX = coleta e destinação de lixo; ESG = coleta e destinação de esgoto; ORU= ordenamento urbano; ALF= índice de alfabetização; REN= renda; POP = índice de população.

Os valores de cada atributo e dos índices referidos na tabela 1, exceto para as variáveis declividade, erodibilidade e atributos do censo, foram normalizados para o intervalo de 0 a 1, considerando a amostragem para todo o Estado de São Paulo, da seguinte forma:

$$C1 = ((Vn - VminC1) / (VmaxC1 - VminC1) * 0,2) + 0,0;$$

$$C2 = ((Vn - VminC2) / (VmaxC1 - VminC2) * 0,2) + 0,2;$$

$$C3 = ((Vn - VminC3) / (VmaxC3 - VminC3) * 0,2) + 0,4;$$

$$C4 = ((Vn - VminC4) / (VmaxC4 - VminC4) * 0,2) + 0,6;$$

$$C5 = ((Vn - VminC5) / (VmaxC5 - VminC5) * 0,2) + 0,8;$$

Sendo:

C1 = classe Muito Baixa do atributo considerado; C2 = classe Baixa do atributo considerado; C3 = classe Moderada do atributo considerado; C4 = classe Alta do atributo considerado; C5 = classe Muito Alta do atributo considerado; Vn= valor a ser normalizado; Vmin= valor mínimo da classe considerada; Vmax= valor máximo da classe considerada. O valor 0,2 corresponde ao intervalo de cada classe, considerando-se cinco classes; e 0,0; 0,2; 0,4, 0,6 e 0,8 correspondem aos limites inferiores das classes 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente.

Para a declividade adotou-se uma composição entre as classes de DE BIASI (1992) e da EMBRAPA (1979), para erodibilidade, as classes de SILVA e ALVARES (2005) e para abastecimento de água, coleta de esgoto, coleta de lixo, alfabetização e renda adotou-se uma normalização linear para o intervalo 0-1.

Para geração dos mapas de perigo, vulnerabilidade e risco, os índices calculados foram reclassificados em 15 intervalos a partir do método de “Quebras Naturais”, os quais foram agrupados, para fins de descrição e legenda, em cinco classes de probabilidade de ocorrência: Muito Baixa (intervalo 1 a 3), Baixa (intervalo 4 a 6), Moderada (intervalo 7 a 9), Alta (intervalo 10 a 12) e Muito Alta (intervalo 13 a 15). A classe de probabilidade Nula a Quase Nula (0) foi adotada nos seguintes casos:

- para o perigo de escorregamento: nos setores geomorfológicos classificados como planície ou com declividade média < 3;
- para o perigo de inundação: nos setores geomorfológicos classificados como encosta;
- para o risco de escorregamento: casos em que o índice de perigo de escorregamento apresentou valor igual a zero (0);
- para o risco de inundação: casos em que o índice de perigo de inundação apresentou valor igual a zero (0);

O mapeamento da vulnerabilidade e do risco foi realizado apenas nas áreas de uso do tipo residencial/comercial/serviço. As demais áreas não foram classificadas, devido à ausência do elemento em risco. A tabela 7 exhibe os limites adotados para os atributos considerados na análise de risco.

Tabela 7. Distribuição em cinco classes de influência/probabilidade de ocorrência dos processos, dos atributos e índices analisados.

	Nula	Muito Baixa	Baixa	Moderada	Alta	Muito Alta
AMP	-	1,77 - 142,26	142,26 - 236,93	236,94 - 407,37	407,37 - 728,13	728,13 - 1997,06
DECESC	0 - 3	3-7	7-17	17-25	25-37	37-85
DECINU	-	40 - 15	15 - 10	10 - 7	7 - 5	5 - 1
DEDESC	-	0,00 - 0,66	0,66 - 1,03	1,03 - 1,54	1,54 - 2,65	2,65 - 11,12
DEDINU	-	0-0,9	0,9-1,74	1,74-2,57	2,57-3,63	3,63-8,19
EXHESC	-	79,60 - 330,74	330,74 - 529,15	529,15 - 781,62	781,62 - 1265,55	1265,55 - 2443,87
EXHINU	-	67,67 - 250,70	250,70 - 425,70	425,70 - 680,96	680,96 - 1179,63	1179,63 - 2154,20
ERO	-	0 - 0,01529		0,01529 - 0,03058	0,03058 - 0,06100	
FOL	-	0 - 0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-0,8	0,8-1,0
POIESC	-	0 - 0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-0,8	0,8-1,0
POIINU	-	0 - 0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-0,8	0,8-1,0
ORU	-	0 - 0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-0,8	0,8-1,0
AGU	-	0 - 16	16 - 33	33 - 49	49 - 66	66 - 82
ESG	-	0-17	17-35	35-52	52-70	70-87
LIX	-	0 - 16	16 - 33	33 - 49	49 - 66	66 - 82
ALF	-	0 - 12	12 - 25	25 - 36	36 - 42	42 - 62
REN	-	0 - 3,7	3,7 - 9,2	9,2 - 11,1	11,1 - 12,9	12,9 - 18,5
PESC	-	0 - 0,1679	0,1679 - 0,2885	0,2885 - 0,4277	0,4277 - 0,5992	0,5992 - 0,9242
PINU	-	0,1558 - 0,3747	0,3747 - 0,4713	0,4713 - 0,5650	0,5650 - 0,6720	0,6720 - 0,9096
VUL	-	0,0844 - 0,2174	0,2174 - 0,3504	0,3504 - 0,4835	0,4835 - 0,6165	0,6165 - 0,74956

DAP	-	16 - 12764	12764 - 47412	47412 - 134859	134859 - 317410	317410 - 1222946
RESC	-	0 - 0,0536	0,0536 - 0,0976	0,0976 - 0,1387	0,1387 - 0,1849	0,1849 - 0,3689
RINU	-	0 - 0,0234	0,02343 - 0,0620	0,0620 - 0,1169	0,1169 - 0,2133	0,2133 - 0,4225

Sendo: DECESC - declividade para escorregamento ($^{\circ}$), DECINU - declividade para inundação ($^{\circ}$), AMP - amplitude altimétrica (m), EXHESC - excedente hídrico para escorregamento (mm), EXHINU - excedente hídrico para inundação (mm), DEDESC - densidade de drenagem para escorregamento(m/m²), DEDINU - densidade de drenagem para inundação (m/m²), ERO - erodibilidade (t.ha-1.MJ-1.mm-1), FOL -  ndice de foliação (adimensional), POIESC - potencial de indução para escorregamento (adimensional), POIINU - potencial de indução para inundação (adimensional), ORU= ordenamento urbano, AGU = abastecimento de  gua, ESG = coleta e destinação de esgoto, LIX = coleta e destinação de lixo, ALF=  ndice de alfabetização, REN= renda, PESC - perigo de escorregamento, PINU - perigo de inundação, VUL = vulnerabilidade, DAP - dano potencial, RESC= risco de escorregamento e RINU - risco de inundação. Intervalos obtidos pelo método de quebras naturais, exceto para declividade, erodibilidade, abastecimento de água, coleta de esgoto, coleta de lixo, alfabetização e renda.

As legendas dos mapas de perigo de escorregamento, inundação, vulnerabilidade e risco de escorregamento e inundação foram elaboradas com base nos principais atributos dos respectivos índices e são apresentadas a seguir:

- Perigo de Escorregamento

- Nulo a quase nulo (P0ESC) – Terrenos planos com probabilidade extremamente baixa a nula de ocorrência de escorregamentos planares esparsos.
- Muito Baixo (P1ESC, P2ESC, P3ESC) – Terrenos geralmente pouco inclinados, com probabilidade muito baixa de ocorrência de escorregamentos planares esparsos, de pequenos volumes, associados com acumulados de chuva excepcionais.
- Baixo (P4ESC, P5ESC, P6ESC) – Terrenos geralmente com inclinações muito baixas a baixas, com probabilidade baixa de ocorrência de escorregamentos planares esparsos, de pequenos volumes, associados, inicialmente, com acumulados de chuva moderados, podendo evoluir para escorregamentos de proporções intermediárias, com acumulados de chuva muito altos a altos.
- Moderado (P7ESC, P8ESC, P9ESC) – Terrenos geralmente com inclinações moderadas a altas, com probabilidade moderada de ocorrência de escorregamentos planares esparsos, de volumes pequenos a intermediários, associados, inicialmente, com acumulados de chuva baixos, podendo evoluir para escorregamentos de grandes proporções, com acumulados de chuva altos a moderados.
- Alto (P10ESC, P11ESC, P12ESC) – Terrenos geralmente com inclinações altas com probabilidade alta de ocorrência de escorregamentos planares esparsos, de volumes pequenos a grandes, associados, inicialmente, com acumulados de chuva baixos, podendo evoluir para escorregamentos de grandes proporções com acumulados de chuva maiores moderados a baixos.
- Muito Alto (P13ESC, P14ESC, P15ESC) – Terrenos geralmente com inclinações altas a muito altas com probabilidade muito alta de ocorrência de escorregamentos planares esparsos, de volumes pequenos a grandes, associados, inicialmente, com acumulados de chuva muito baixos,

podendo evoluir para escorregamentos de elevadas proporções com acumulados de chuva baixo a muito baixos.

- Perigo de Inundação

- Nulo a Quase Nulo (P0INU) – Terrenos de encosta com probabilidade extremamente baixa a nula de ocorrência de inundação.
- Muito Baixo (P1INU, P2INU, P3INU) – Terrenos de planície fluvial ou litorânea com probabilidade muito baixa de ocorrência de inundação, geralmente com altura de atingimento muito baixa e associada com acumulados de chuva excepcionais.
- Baixo (P4INU, P5INU, P6INU) – Terrenos de planície fluvial ou litorânea com probabilidade baixa de ocorrência de inundação, geralmente com altura de atingimento desde muito baixa a baixa, associada, inicialmente, com acumulados de chuva moderados, podendo evoluir para inundações com altura de atingimento intermediária com acumulados de chuva muito altos a altos.
- Moderado (P7INU, P8INU, P9INU) – Terrenos de planície fluvial ou litorânea com probabilidade moderada de ocorrência de inundação, geralmente com altura de atingimento desde muito baixa a intermediária, associada, inicialmente, com acumulados de chuva moderados, podendo evoluir para inundações de altura de atingimento alta com acumulados de chuva altos a moderados.
- Alto (P10INU, P11INU, P12INU) – Terrenos de planície fluvial ou litorânea com probabilidade alta de ocorrência de inundação, geralmente com altura de atingimento desde muito baixa a alta, associada, inicialmente com acumulados de chuva baixos a moderados, podendo evoluir para inundações de altura de atingimento muito alta com acumulados de chuva moderados a baixos.
- Muito Alto (P13INU, P14INU, P15INU) – Terrenos de planície fluvial ou litorânea com probabilidade muito alta de ocorrência de inundação, geralmente com altura de atingimento desde muito baixa a muito alta, associada, inicialmente, com acumulados de chuva maiores muito baixos a baixos, podendo evoluir para inundações de altura de atingimento extremamente alta com acumulados de chuva baixos a muito baixos.

- Vulnerabilidade

- Muito Baixa (V1, V2, V3) - Setores residenciais predominantemente de alto a muito alto ordenamento urbano; de baixa a muito baixa criticidade quanto à infraestrutura sanitária e de alta renda. Geralmente ocorrem nas porções centrais dos núcleos urbanos.
- Baixa (V4, V5, V6) - Setores residenciais predominantemente de médio a muito alto ordenamento urbano; de média a baixa criticidade quanto à infraestrutura sanitária e de média a alta renda. Geralmente ocorrem nas porções centrais dos núcleos urbanos.
- Moderada (V7, V8, V9) - Setores residenciais predominantemente de médio a muito alto ordenamento urbano; de média a alta criticidade quanto à infraestrutura sanitária e de média a alta renda.
- Alta (V10, V11, V12) - Setores residenciais predominantemente de médio a baixo ordenamento urbano; de alta a média criticidade quanto à infraestrutura sanitária e de baixa a média renda. Correspondem, em geral, aos setores mais periféricos ou isolados da mancha urbana.
- Muito Alta (V13, V14, V15) - Setores residenciais predominantemente de baixo a médio ordenamento urbano; de muito alta a alta criticidade quanto à infraestrutura sanitária e de

baixa renda. Correspondem, em geral, aos setores mais periféricos ou isolados da mancha urbana.

- Risco de Escorregamento e Inundação

- Nulo a Quase Nulo (R0) – Áreas de uso Residencial/Comercial/Serviço em terrenos planos com probabilidade extremamente baixa a nula de ocorrência de escorregamentos (escorregamento) ou Nulo a Quase Nulo (R0) - Áreas de uso Residencial/Comercial/Serviço em terrenos de encosta com probabilidade extremamente baixa a nula de ocorrência de inundação (inundação).
- Muito Baixo (R1, R2, R3) – Predomínio de áreas de uso residencial/comercial/serviço com vulnerabilidade variando de muita baixa a baixa; com probabilidade de ocorrer eventos perigosos severos variando de muito baixa a baixa e com índices de dano potencial à população variando de muito baixo a baixo, podendo resultar em danos e prejuízos de muito baixo impacto.
- Baixo (R4, R5, R6) – Predomínio de áreas de uso residencial/comercial/serviço com vulnerabilidade variando de baixa a moderada; com probabilidade de ocorrer eventos perigosos severos variando de baixa a moderada e com índices de dano potencial à população variando de baixo a moderado, podendo resultar em danos e prejuízos de baixo impacto.
- Moderado (R7, R8, R9) – Predomínio de áreas de uso residencial/comercial/serviço com vulnerabilidade variando de moderada a alta; com probabilidade de ocorrer eventos perigosos severos variando de moderada a alta e com índices de dano potencial à população variando de moderado a alto, podendo resultar em danos e prejuízos de moderado impacto.
- Alto (R10, R11, R12) – Predomínio de áreas de uso residencial/comercial/serviço com vulnerabilidade variando de alta a muito alta; com probabilidade de ocorrer eventos perigosos severos variando de alta a muito alta e com índices de dano potencial à população variando de alto a muito alto, podendo resultar em danos e prejuízos de alto impacto.
- Muito Alto (R13, R14, R15) – Predomínio de áreas de uso residencial/comercial/serviço com vulnerabilidade muito alta a alta; com probabilidade de ocorrer eventos perigosos severos variando de muito alta a alta e com índices de dano potencial à população variando de muito alto a alto, podendo resultar em danos e prejuízos de muito alto impacto.

As classes de perigo de escorregamento e de inundação, constantes na legenda dos respectivos mapas (figuras 1-45), foram caracterizadas quanto aos atributos: inclinação do terreno; probabilidade de ocorrência de um evento perigoso; volume de material escorregado; altura de atingimento da inundação e acumulados de chuva. A tabela 8 mostra os valores estimados para cada classe descrita na legenda.

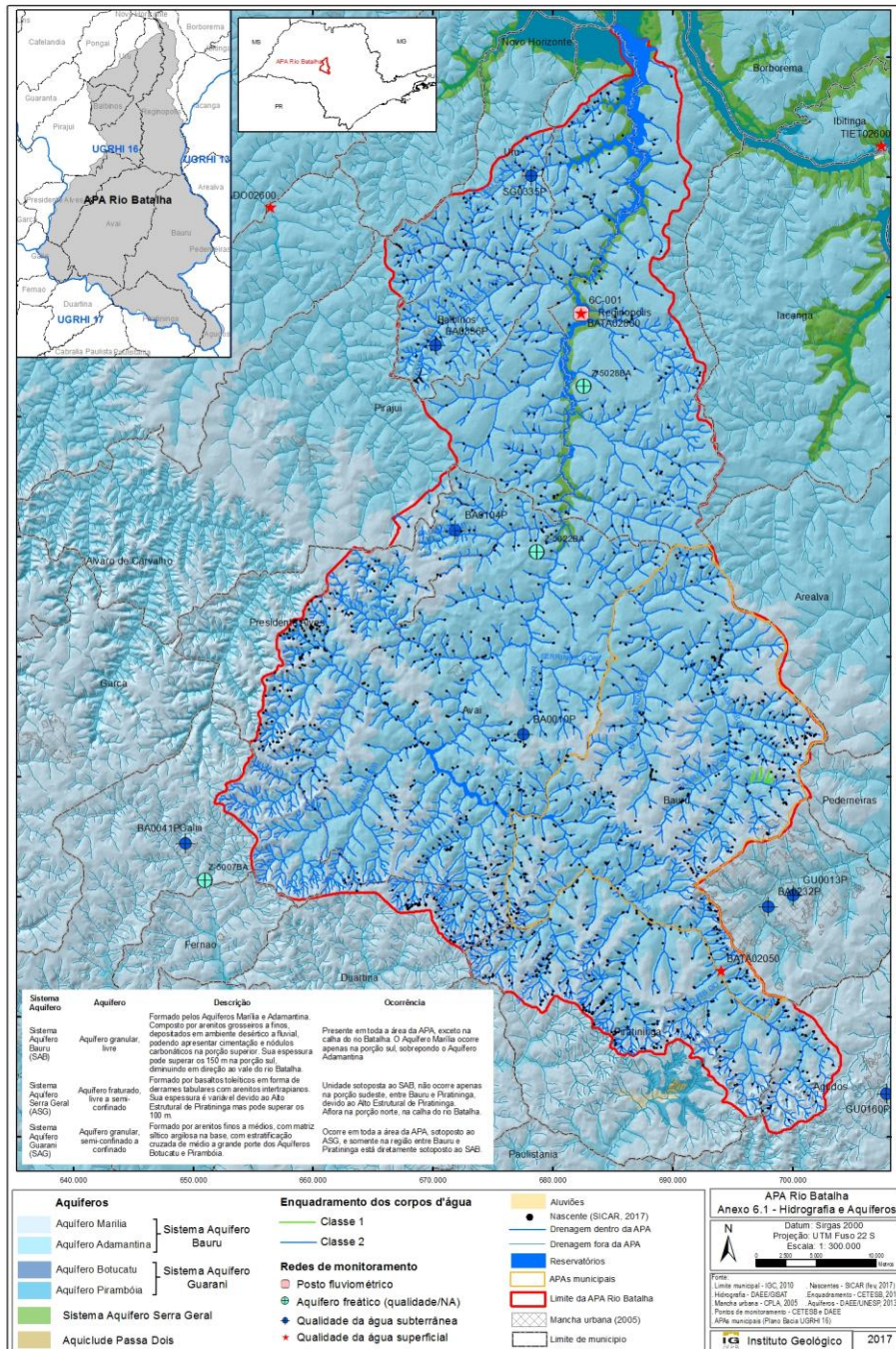
Tabela 8. Valores absolutos estimados para as variáveis da legenda dos mapas de escorregamento planar e de inundação.

VARIÁVEL	CATEGORIAS					
	NULA A QUASE NULA	MUITO BAIXA	BAIXA	MODERADA	ALTA	MUITO ALTA
Inclinação Escorregamento (°)	0-3	3-7	7-17	17-25	25-37	>37

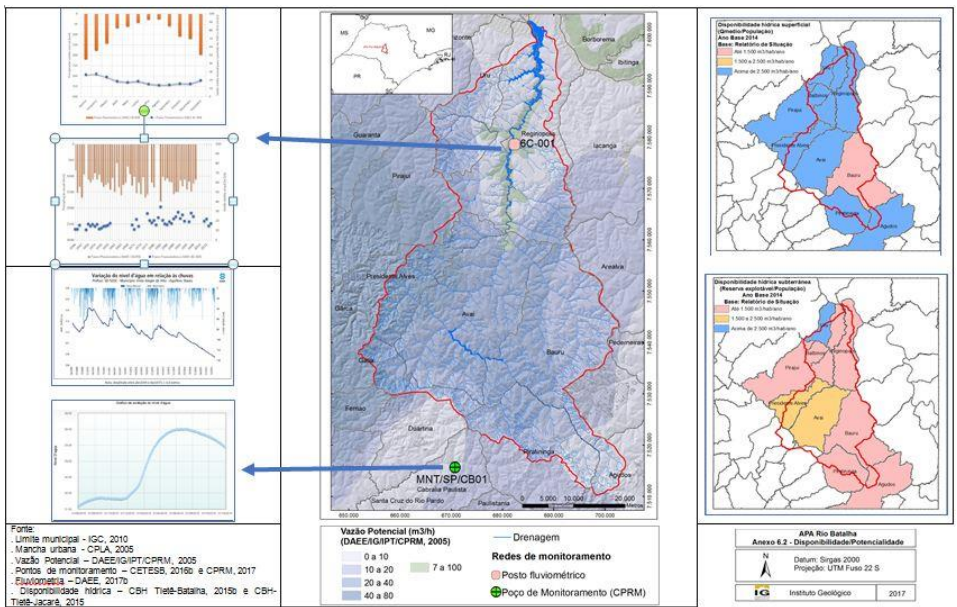
Inclinação Inundação (°)	Setor de encosta	>15	10-15	7-10	5-7	0-5
Probabilidade (evento/ano)	0-1	1-5	5-10	10-15	15-40	>40
Volume escorregamento (m ³)	0	> 0-50	50-100	100-150	150-200	>200
Altura inundação (cm)	0	0-10	10-30	30-50	50-100	>100
Acumulado chuva (mm/24h)	0-40	40-60	60-80	80-120	120-180	>180

4.6 RECURSOS HÍDRICOS

Apêndice 4.6.A. Mapa da hidrografia e aquíferos da APA Rio Batalha (IG, 2017)



Apendice 4.6.B. Mapas de disponibilidade e potencialidade hídrica na APA da Bacia Hidrográfica do Rio Batalha (IG, 2017)



Apêndice 4.6.C. Mapas de disponibilidade e demanda hídrica na APA da Bacia Hidrográfica do Rio Batalha (IG, 2017)

	Disponibilidade (m³/s)			Disponibilidade per capita (m³/hab/ano)		Demanda estimada (m³/s)					Proporção de captações em relação ao total (%)				
	Água superficial			Água subterrânea	Ano Base 2014		Ano base 2014					Ano base 2014			
	Q7.10	Q25%	Q90%	Reserva explorável	Água superficial	Água subterrânea	urbana	industrial	rural	outros usos	abastecimento urbano	Água superficial	Água subterrânea	Água superficial	Água subterrânea
Agudos	3,54	4,45	8,56	0,91	7.669,2	815,3	0,001	0,306	0,018	0,000	0,101	0,010	0,315	3,8	96,2
Avaí	1,28	1,65	4,03	0,37	24.958,8	2.291,5	0,010	0,000	0,186	0,000	0,009	0,186	0,010	40	60
Balbina	0,21	0,28	0,68	0,07	5.814,7	598,6	0,013	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,013	0	100
Bauru	1,78	2,27	5,19	0,49	464,1	43,8	0,999	0,091	0,082	0,003	1,198	0,370	0,804	2,4	97,6
Pirajul	1,89	2,51	6,09	0,62	8.341,5	849,2	0,025	0,000	0,490	0,000	0,069	0,489	0,025	58,8	41,2
Piratinga	1,18	1,51	3,26	0,33	8.202,9	830,4	0,001	0,000	0,037	0,000	0,032	0,037	0,002	65	35
Presidente Alves	0,88	0,89	2,18	0,21	16.879,1	1.626,0	0,001	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,001	0	100
Reginópolis	0,95	1,23	3,02	0,28	13.109,3	1.215,4	0,010	0,000	0,288	0,000	0,019	0,254	0,045	31,3	68,8
Uru	0,35	0,45	1,10	0,10	28.225,9	2.566,0	0,004	0,000	0,005	0,000	0,003	0,005	0,004	50	50

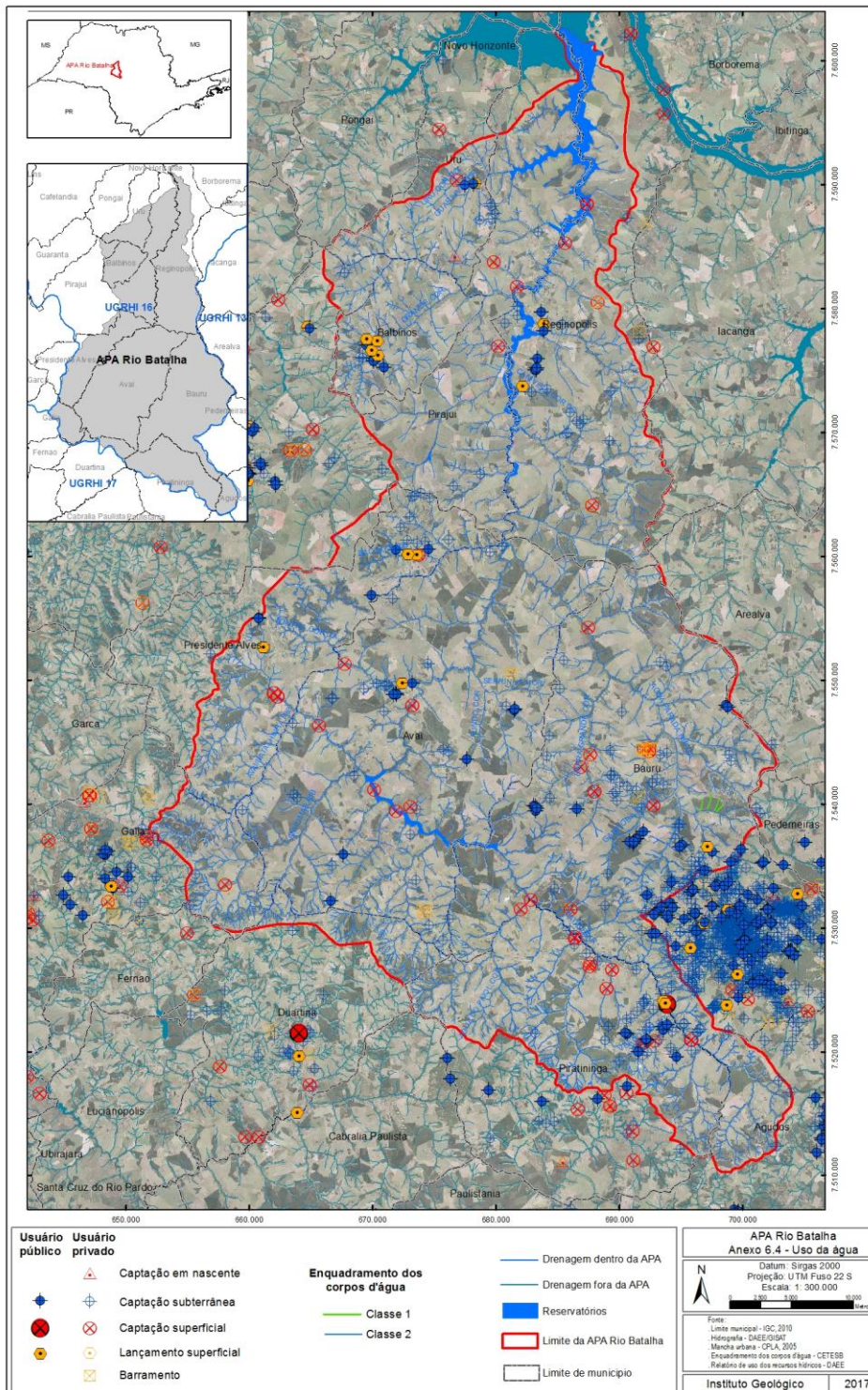
Fonte: CBH Tietê-Jacaré (2015) e CBH Tietê-Batalha (2015b)

	Demanda total / Q90 (%) Ano base 2014	Demanda total / Qmed (Q) (%) Ano base 2014	Demanda superficial / Q7.10 (%) Ano base 2014	Demanda subterrânea / Reserva explorável (%) Ano base 2014
Agudos	7,30	3,30	0,35	34,61
Avaí	11,28	4,26	14,33	2,70
Balbina	4,64	1,91	0,00	18,57
Bauru	20,78	22,36	20,79	189,08
Pirajul	20,48	8,44	23,87	4,03
Piratinga	3,58	1,20	3,14	0,61
Presidente Alves	0,11	0,05	0,00	0,48
Reginópolis	24,31	9,90	26,74	16,07
Uru	2,00	0,82	1,43	4,00

Obs: Situação boa - verde; Situação de atenção - amarelo; Situação crítica - vermelho

Fonte:
 Limite municipal - IGC, 2010
 Disponibilidade e demanda hídrica - CBH Tietê-Batalha, 2015b e CBH-Tietê-Jacaré, 2015

Apêndice 4.6.D. Mapa de uso da água na APA da Bacia Hidrográfica do Rio Batalha (IG, 2017)



Apêndice 4.6.E - Método

O diagnóstico dos recursos hídricos da APA Rio Batalha foi realizado com base em levantamento bibliográfico, na consulta a bancos de dados com livre acesso, disponíveis nos sites de órgãos de governo ou instituições de pesquisa e nas informações fornecidas pelo Comitê de Integração dos Planos de Manejo.

Baseado na compilação e avaliação desses dados secundários, foi possível realizar uma análise regional da situação em relação à qualidade, quantidade e principais usos da água superficial e subterrânea na UC.

Os principais trabalhos e bancos de dados de referência consultados e os parâmetros e indicadores ambientais utilizados para caracterização das águas superficiais e subterrâneas estão relacionados a seguir.

Caracterização regional

Para o entendimento da importância dos recursos hídricos no contexto regional onde se insere a APA Rio Batalha foram consultadas as informações contidas no Plano de Bacia e no Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das UGRHs 13 (CBH-TJ, 2015; CBH-TJ, 2016) e 16 (CBH-TB, 2015a; CBH-TB, 2015b) e o relatório de Qualidade das Águas Superficiais (CETESB, 2016a).

Para identificar as unidades de conservação ou proteção ambiental inseridas na APA Rio Batalha foram consultados os materiais fornecidos pelo Comitê de Integração dos Planos de Manejo, pelo Instituto Florestal e pela Fundação Florestal, como CBH-TB (2015a), Prefeitura Municipal de Bauru (sem data), Prefeitura Municipal de Bauru (2008), IF/FF (2010) e SEMMA (sem data).

Hidrografia

Efetou-se um levantamento e descrição dos principais cursos d'água e tributários, utilizando-se a base cartográfica digital do Projeto GISAT (DAEE), na escala 1:50.000. Os principais cursos d'água e sua extensão foram obtidos em CBH Tietê-Batalha (2015a) e no site do DAEE (DAEE, 2017a).

Foram plotadas também as nascentes cadastradas pelo Sistema do Cadastro Ambiental Rural (SICAR-SP), declaradas pelos proprietários de imóveis rurais, fornecidas pelo Comitê de Integração dos Planos de Manejo.

Aquíferos

A identificação dos principais aquíferos que ocorrem na região da UC foi baseada em bibliografia existente, a saber:

- i) Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da UGRHI 17 (CBH-MP, 2013);
- ii) Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo (DAEE/IPT/IG/CPRM 2005);
- iii) Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo – Diretrizes de utilização e proteção (DAEE/UNESP, 2013);
- iv) Trabalhos técnico-científicos específicos. Os aquíferos foram caracterizados com relação a sua forma de ocorrência, composição litológica, espessura. Quando existente, informações sobre a piezometria regional dos aquíferos foi avaliada para identificar as principais direções de fluxo da água subterrânea.

Regime hidrológico

A partir do levantamento de dados das redes de monitoramento hidrológico operadas pelo DAEE e pela CPRM foram identificados pontos de medição de vazão dos rios e de precipitação (DAEE, 2017b) e de medição da piezometria dos aquíferos (CPRM, 2017) na região da APA.

Para o posto fluviométrico existente na UC foram analisadas a precipitação e as vazões anuais mensais, de forma a identificar a variação sazonal e eventuais alterações associadas a intervenções antrópicas.

Os dados de piezometria do poço de monitoramento da rede da CPRM (CPRM, 2017) são diários, porém, o ponto encontra-se fora da área da UC.

A rede de monitoramento do DAEE também possui pontos de monitoramento da piezometria dos aquíferos,

porém não estão disponíveis para livre acesso. As informações utilizadas neste diagnóstico foram obtidas no Relatório de Qualidade das Águas Subterrâneas (CETESB, 2016a) para um poço localizado fora da área da UC.

Aspectos Quantitativos

Os dados de disponibilidade e de demanda de água superficial e subterrânea de cada município abrangido pela UC foram levantados nos Relatórios de Situação dos Recursos Hídricos das UGRHs 13 (Tietê-Jacaré) e 16 (Tietê-Batalha). Os dados de densidade de captações superficiais e subterrâneas também foram compilados dos Relatórios de Situação para avaliar a pressão sobre os recursos hídricos.

De acordo com esses relatórios, a disponibilidade de água superficial é avaliada a partir das vazões $Q_{7,10}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{\text{médio}}$. Para a água subterrânea, a disponibilidade, representada pela reserva explorável, é calculada a partir da diferença entre $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$ e representa a estimativa do volume de água disponível para consumo sem comprometimento das reservas totais, considerando somente aquíferos livres (CBH Tietê-Batalha, 2015b, CBH Tietê-Jacaré, 2016).

Para avaliar a condição dos recursos hídricos, os dados de demanda e disponibilidade para cada município abrangido pela UC foram analisados e classificados de acordo com os critérios utilizados nos Relatórios de Situação (Tabela 1), a saber:

Tabela 1 – Critérios de classificação de indicadores da situação dos recursos hídricos utilizados nos Relatórios de Situação (CBH-TB, 2015b; CBH-TJ, 2016)

- Disponibilidade per capita ($Q_{95\%}$ para água superficial e Reserva explorável para água subterrânea)	
Faixa de referência	Classificação
>2500 m ³ /hab.ano	Boa
1500 a 2500 m ³ /hab.ano	Atenção
<1500 m ³ /hab.ano	Crítica
- Demanda total (superficial + subterrânea) em relação à disponibilidade $Q_{95\%}$ - Demanda superficial em relação a $Q_{7,10}$ - Demanda subterrânea em relação às reservas exploráveis	
<30%	Boa
30% a 50%	Atenção
>50%	Crítica
- Demanda total (superficial + subterrânea) em relação à disponibilidade $Q_{\text{médio}}$	
<10%	Boa
10 a 20%	Atenção
>20%	Crítica

A informação sobre a potencialidade hídrica foi extraída de DAEE/IG/IPT/CPRM (2005), que estabeleceu as vazões exploráveis dos aquíferos sedimentares como “aquela que pode ser extraída de forma sustentável por

longos períodos e com rebaixamentos moderados da espessura saturada". Para os aquíferos fraturados, a vazão explorável corresponde à vazão provável calculada a partir da correlação entre dados de vazão e de capacidade específica de poços existentes, com teste de vazão com duração maior que 20h.

Para complementar a avaliação da potencialidade, foram levantados, no estudo de DAEE/UNESP (2013), os valores de vazão de teste de bombeamento de poços existentes na UC e em sua área de abrangência.

Para identificar os principais usos da água superficial foram levantadas as outorgas para captação superficial, captação em nascentes, barramento e lançamento superficial (DAEE, 2017a)

A avaliação dos aquíferos mais explotados, os principais usos da água subterrânea e a distribuição dos poços existentes na região da UC foi baseada no levantamento de outorgas, disponível para consulta no site do DAEE (DAEE, 2017a).

Aspectos Qualitativos

O diagnóstico da qualidade da água do rio Batalha foi realizado pela CETESB, que avaliou a evolução, nos últimos anos, do Índice de Qualidade das Águas (IQA), do Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática (IVA) e dos parâmetros oxigênio dissolvido, fósforo total, Escherichia coli e turbidez (CETESB, 2017). Esta avaliação está registrada em uma ficha técnica (CETESB, 2017) apresentado no Anexo 1.

Para complementar também foram considerados os resultados analíticos de amostras de água superficial existentes no Plano de Manejo da APA Municipal Água Parada (Prefeitura municipal de Bauru, sem data).

Foi também considerado o Enquadramento dos Corpos d'Água doce do Estado de São Paulo, conforme Decreto Estadual 10.755/1977, disponível no site da CETESB (<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/enquadramento-dos-corpos-hidricos-arquivos-digitais/>).

Para a caracterização da qualidade da água subterrânea foram utilizados os dados das redes de monitoramento operadas pela CETESB, disponibilizados no sistema DATAGEO e em relatório digital publicado (CETESB, 2016b). Foram buscados dados também da Rede integrada de monitoramento das águas subterrâneas (RIMAS), operada pela CPRM (CPRM, 2017).

Adicionalmente compilou-se os dados de qualidade da água publicados no estudo DAEE/UNESP (2013), que analisou alguns parâmetros como cloreto, fluoreto e nitrato.

O levantamento das áreas contaminadas baseou-se no Cadastro de Áreas Contaminadas publicado em 2015 pela CETESB (CETESB, 2015) e disponibilizado no sistema DATAGEO.

Também foram plotados em mapa os lançamentos superficiais, muitas vezes associados a lançamento de efluentes, obtidos no site de outorgas do DAEE (DAEE, 2017a).

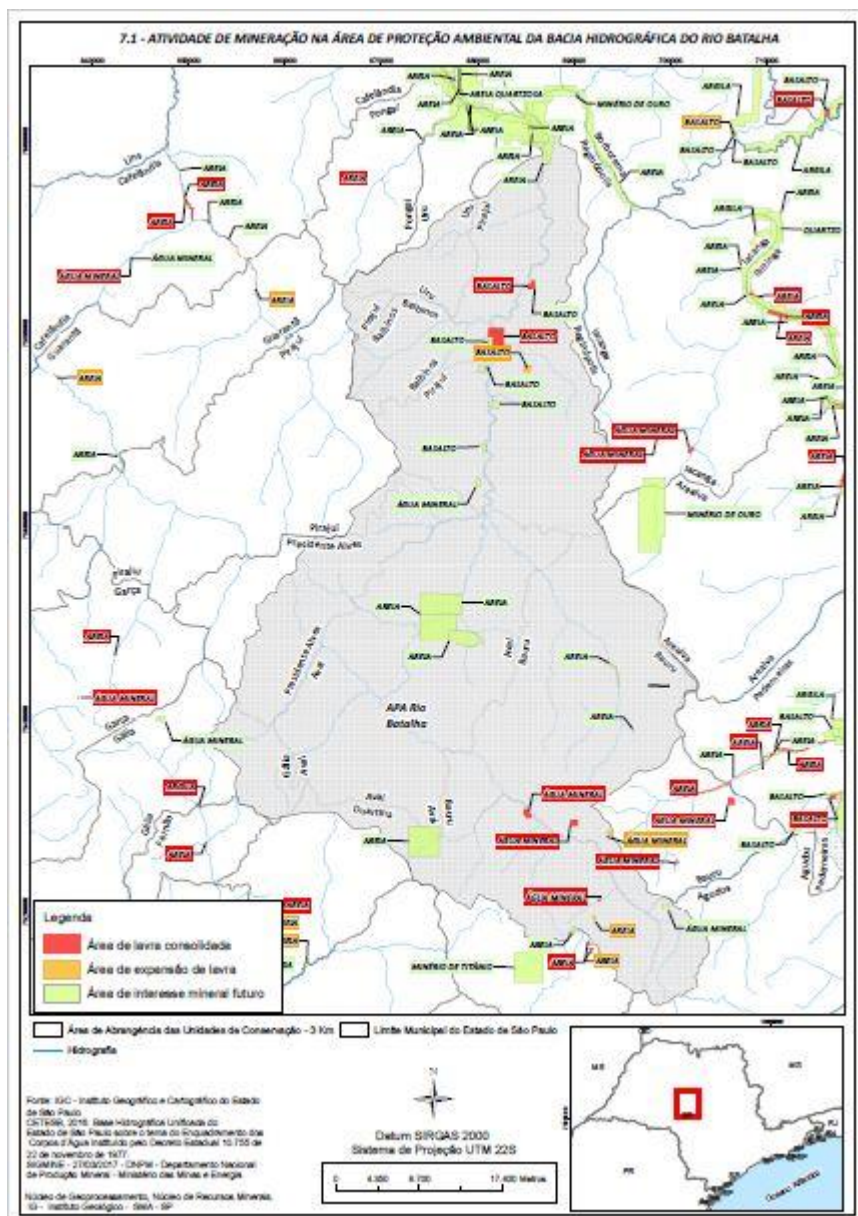
Aspectos regionais referentes à vulnerabilidade do aquífero à contaminação foram comentados com base em relatórios e trabalhos técnico-científicos, uma vez que os dados levantados não permitiram uma análise específica da UC.

O levantamento de informações foi fundamentado em pesquisa bibliográfica e a heterogeneidade na profundidade e na abrangência espacial e temporal dos dados levantados pode implicar em limitações quanto à atualidade e representatividade do diagnóstico realizado em relação à situação real.

Devido ao limitado prazo estabelecido para realização do diagnóstico, foram utilizadas apenas informações previamente existentes em formato digital, disponibilizadas pelo Comitê de Integração dos Planos de Manejo ou com livre acesso na internet, não sendo realizada checagem de consistência/duplicidade para consolidação da base de dados.

Caso seja necessária uma análise mais aprofundada em algum aspecto, recomenda-se que o leitor recorra às fontes originais de informações, citadas no item Bibliografia.

Apêndice 4.7.A. Mapa da atividade de mineração na APA da Bacia Hidrográfica do Rio Batalha (NOGUEIRA e RIBEIRO, 2017)



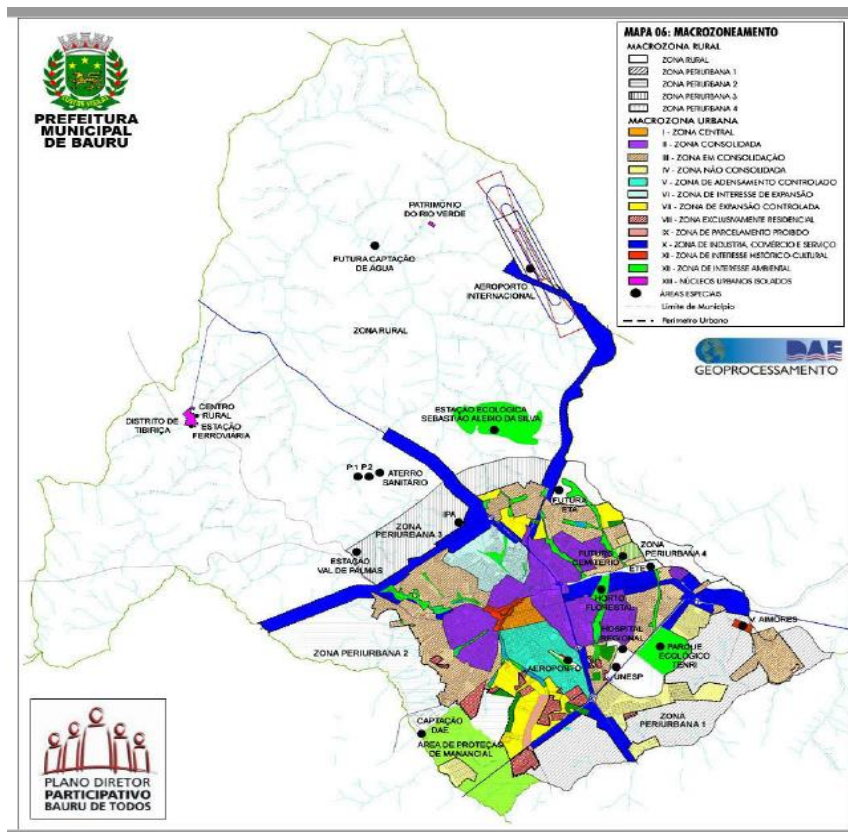
Apêndice 4.7.B - Método

A apresentação do aproveitamento dos recursos minerais nos limites da Unidade de Conservação e em sua zona de amortecimento fundamentou-se na utilização das informações disponíveis em dois sistemas do DNPM: na espacialização dos títulos minerários registrados no Sistema de Informações Geográficas da Mineração – SIGMINE (data base de 27/03/2017), e da sua análise apoiada no conjunto de dados do Sistema de Informações do Cadastro Mineiro. Acrescentou-se, à análise, a situação atual do licenciamento ambiental dos empreendimentos minerários junto à CETESB - Diretoria de Controle e Licenciamento Ambiental, além de se fazer uma breve contextualização com a geologia e usos e ocupação do solo da região.

APÊNDICE 5.1.A. Método

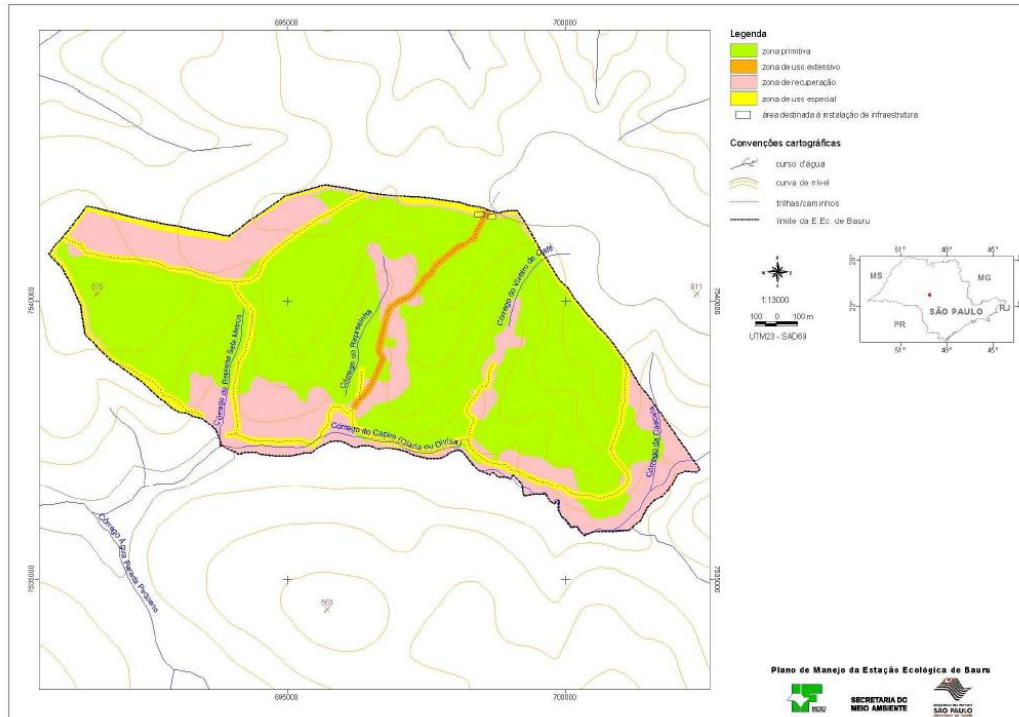
O diagnóstico jurídico-institucional da APA Rio Batalha foi elaborado por meio de pesquisa e análise de dados secundários produzidos por fontes diversas, dentre as quais, órgãos estaduais e federais. Os dados passíveis de espacialização foram analisados com o auxílio do software de Sistema de Informação Geográfica (SIG) Arcgis 10.3, utilizado para criação de mapas temáticos. Com o uso desta ferramenta, dados político-administrativos e legais puderam ser inter-relacionados, subsidiando a elaboração do diagnóstico jurídico-institucional.

APÊNDICE 5.1.B. Mapa de macrozoneamento. Plano diretor de Bauru.



Fonte: Bauru, 2008.

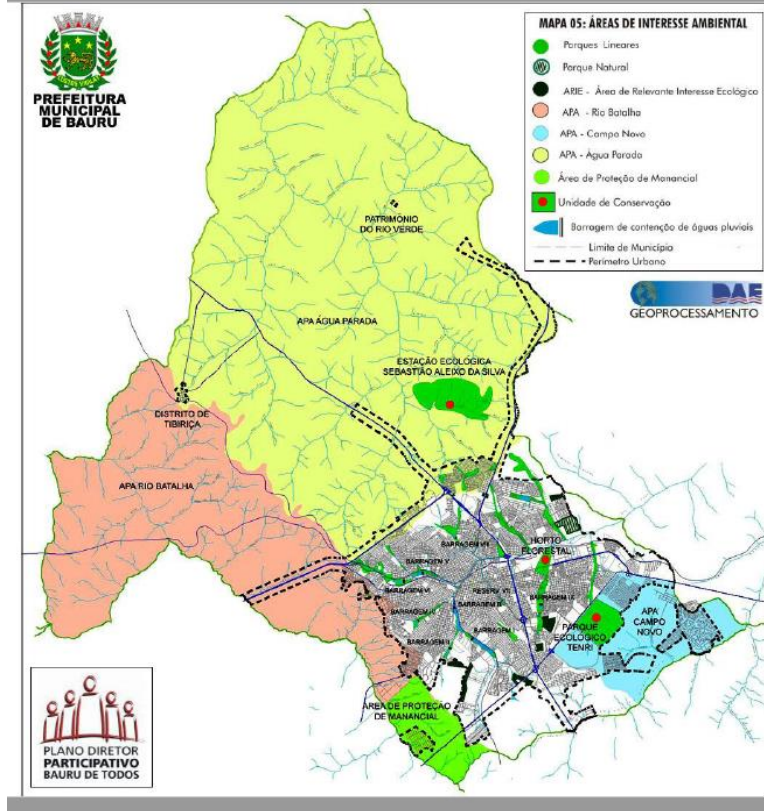
APÊNDICE 5.1.C. Zoneamento interno da Estação Ecológica de Bauru, Bauru, SP.



Fonte: (SMA/FF/EE Bauru, 2010).

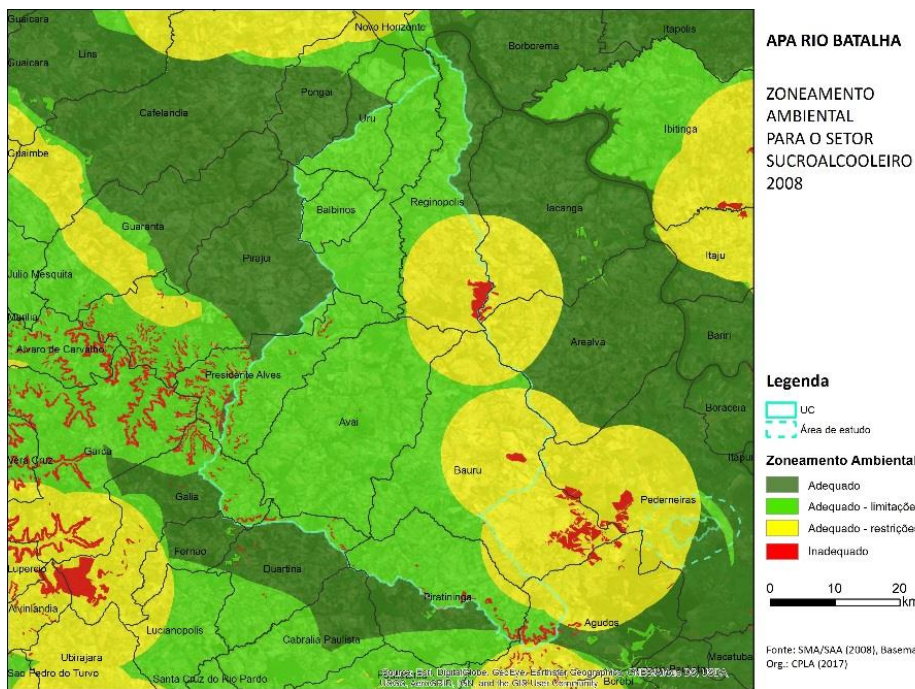
APÊNDICE 5.1.D. Mapa de áreas de interesse ambiental - APA Municipal Água Parada e APA Municipal Rio Batalha. Plano

diretor de Bauru



Fonte: Bauru, 2008.

APÊNDICE 5.1.E. Zoneamento Agroambiental para o Setor Sucroalcooleiro.



Fonte: SMA/SAA, 2008. Org. CPLA, 2017