

ANEXO III – MEIO FÍSICO

3.1. Geologia, Geomorfologia e Pedologia

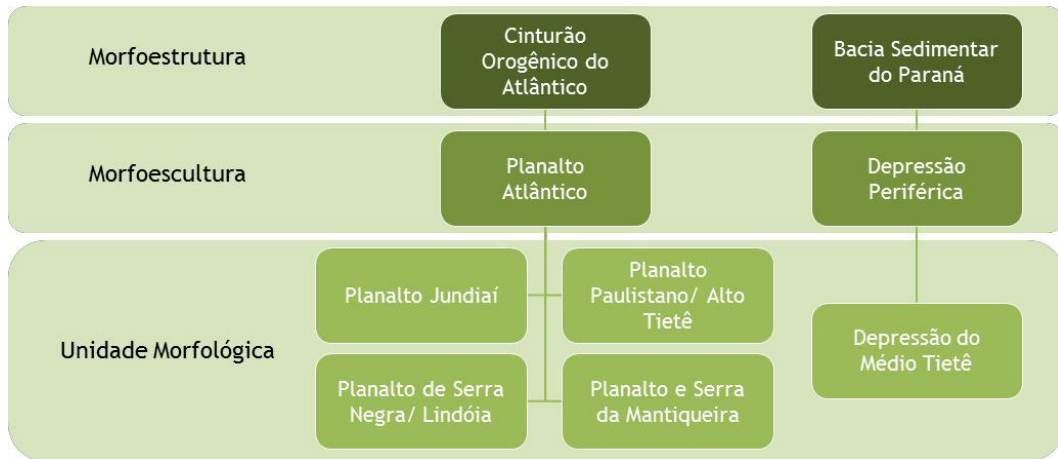


Figura 3.1-a - Unidades morfológicas compreendidas no território das APAs.

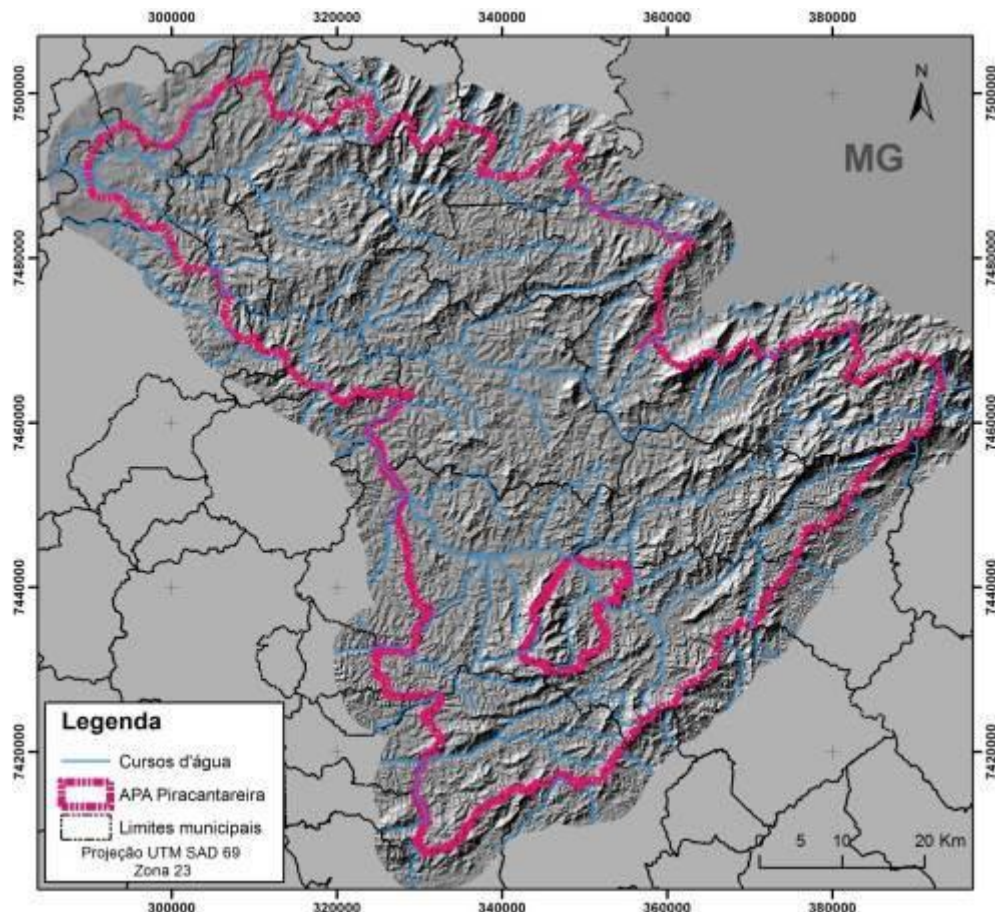


Figura 3.1-b – Relevo sombreado da área das APAs Sis. Cantareira

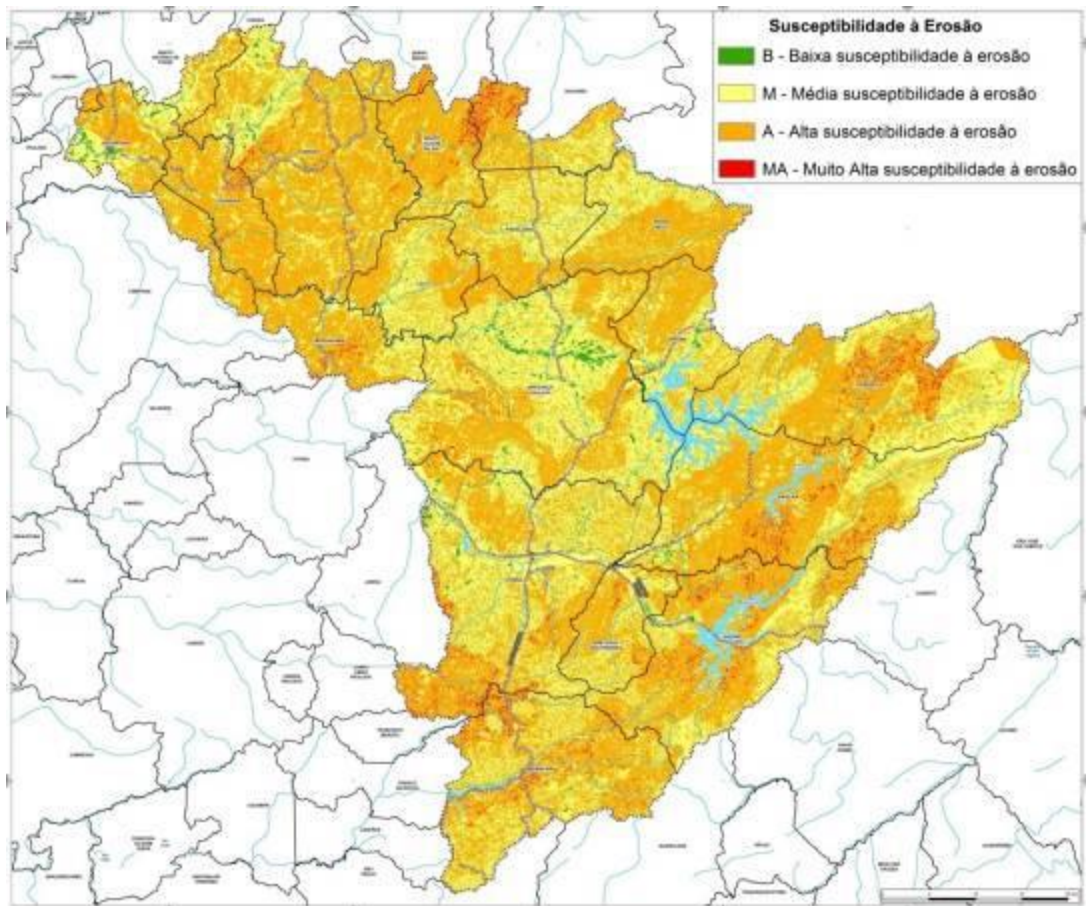


Figura 3.1-c – Mapa de susceptibilidade à erosão nas APAs Sistema Cantareira.

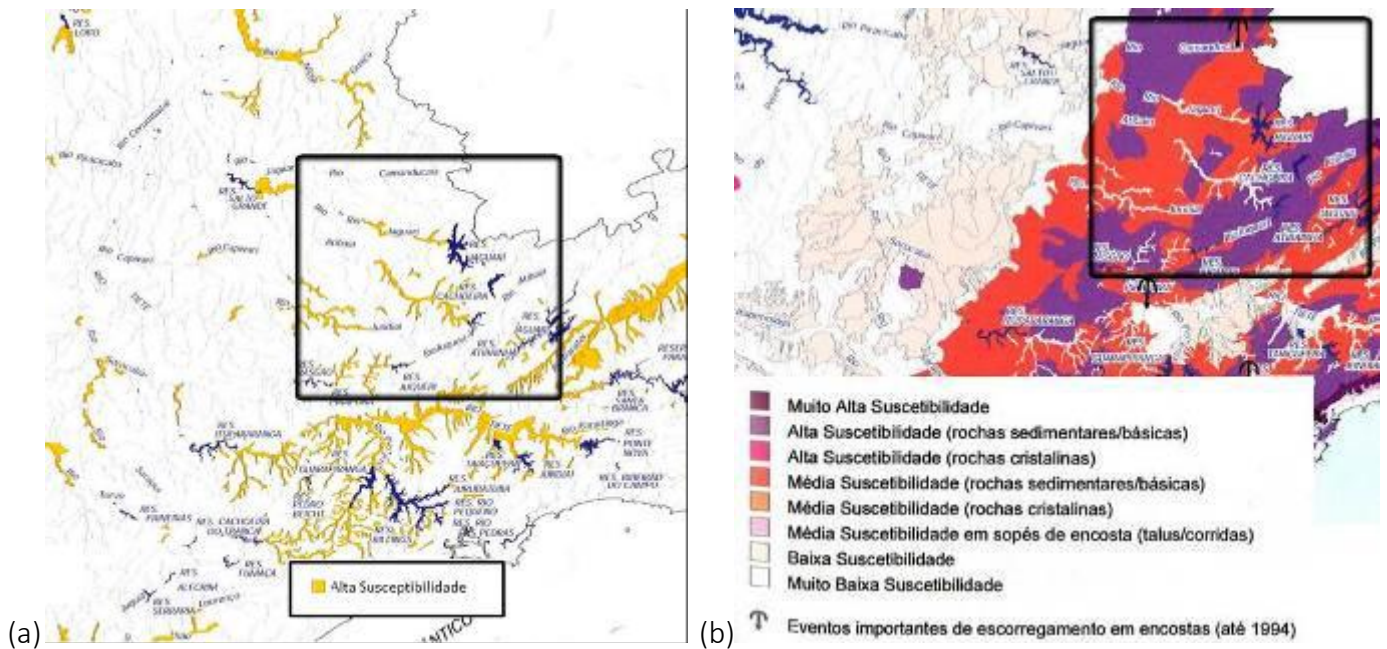


Figura 3.1-d – (a) Trecho da Carta de Assoreamento do estado de São Paulo. (b) Trecho da Carta de Movimento de Massa do estado de São Paulo

3.2. Perigo, Vulnerabilidade e Risco

Método

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

O método de análise de risco aos processos geodinâmicos envolve, inicialmente, a identificação e caracterização das variáveis que compõem a equação do risco, que são: perigo, vulnerabilidade e dano potencial. 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; Vulnerabilidade e Dano Potencial);
- d) Elaboração dos produtos cartográficos.

A Unidade Territorial Básica - UTB (SÃO PAULO, 2017) compreende um sistema de classificação hierarquizado e multinível que abrange todo o território do Estado de São Paulo, resultante da intersecção dos planos de informação das Unidades Básicas de Compartimentação - UBC (SÃO PAULO, 2014, VEDOVELLO et al., 2015) e das Unidades Homogêneas de Uso e Cobertura da Terra e do Padrão da Ocupação Urbana - UHCT (SÃO PAULO, 2016). As unidades territoriais, associadas a um banco de dados relacional, integram informações do substrato geológico-geomorfológico-pedológico, da cobertura da terra, do uso do solo e do padrão da ocupação urbana.

O método das UTBs possibilita a espacialização de diferentes atributos do território, favorecendo a análise das inter-relações espaciais entre os sistemas ambientais, socioeconômicos e culturais. Além disso, permite a identificação das limitações, vulnerabilidades e fragilidades naturais, bem como dos riscos e potencialidades de uso de uma determinada área.

As UTBs foram obtidas a partir da classificação e interpretação de produtos de sensoriamento remoto de média e alta resolução espacial do ano de 2010, apresentando polígonos com expressão espacial na escala adotada.

Com base nas UTBs foram obtidos e associados os atributos do meio físico, do uso e cobertura da terra e do padrão da ocupação urbana, socioeconômicos, de infraestrutura sanitária e de excedente hídrico. Nesta etapa foram utilizadas ferramentas de geoprocessamento e operações de análise espacial em Sistemas de Informação Geográfica para a espacialização de dados, geração de grades numéricas, consultas espaciais, cálculo dos atributos e atualização automática do banco de dados alfanumérico (FERREIRA & ROSSINI-PENTEADO, 2011; FERREIRA *et al.*, 2013).

A modelagem envolveu, inicialmente, a seleção dos fatores de análise que interferem ou tem influência direta no desencadeamento dos processos e, posteriormente, a aplicação de fórmulas, regras e pesos aos fatores de análise para a estimativa dos índices simples e

compostos de cada variável da equação de risco. Nesta etapa foram obtidas as variáveis: perigo de escorregamento e inundação (P_{ESC} , P_{INU}), vulnerabilidade de áreas de uso do tipo Residencial/Comercial/Serviço (V_{RCS}), dano potencial (DAP) e risco de áreas de uso do tipo Residencial/Comercial/Serviço aos processos de escorregamento e inundação (R_{ESC} e R_{INU}).

Os índices de perigo para os processos de escorregamento e inundação (P_{ESC} , P_{INU}) 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 (V_{RCS}) 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. Os índices de risco (R_{ESC} e R_{INU}) foram calculados 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 que apresentaram disponíveis dados do IBGE.

A descrição detalhada das variáveis e equações utilizadas estão disponíveis em (ROSSINI-PENTEADO & FERREIRA, 2017; SÃO PAULO, 2017).

As classes de perigo de escorregamento e de inundação, constantes na legenda dos respectivos mapas (figuras 2 a 5), 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 3.2.1 apresenta os valores estimados para cada classe descrita na legenda.

Tabela 3.2.1. Valores absolutos estimados para as variáveis da legenda dos mapas de escorregamento planar e de inundação (Figuras 2 a 5).

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

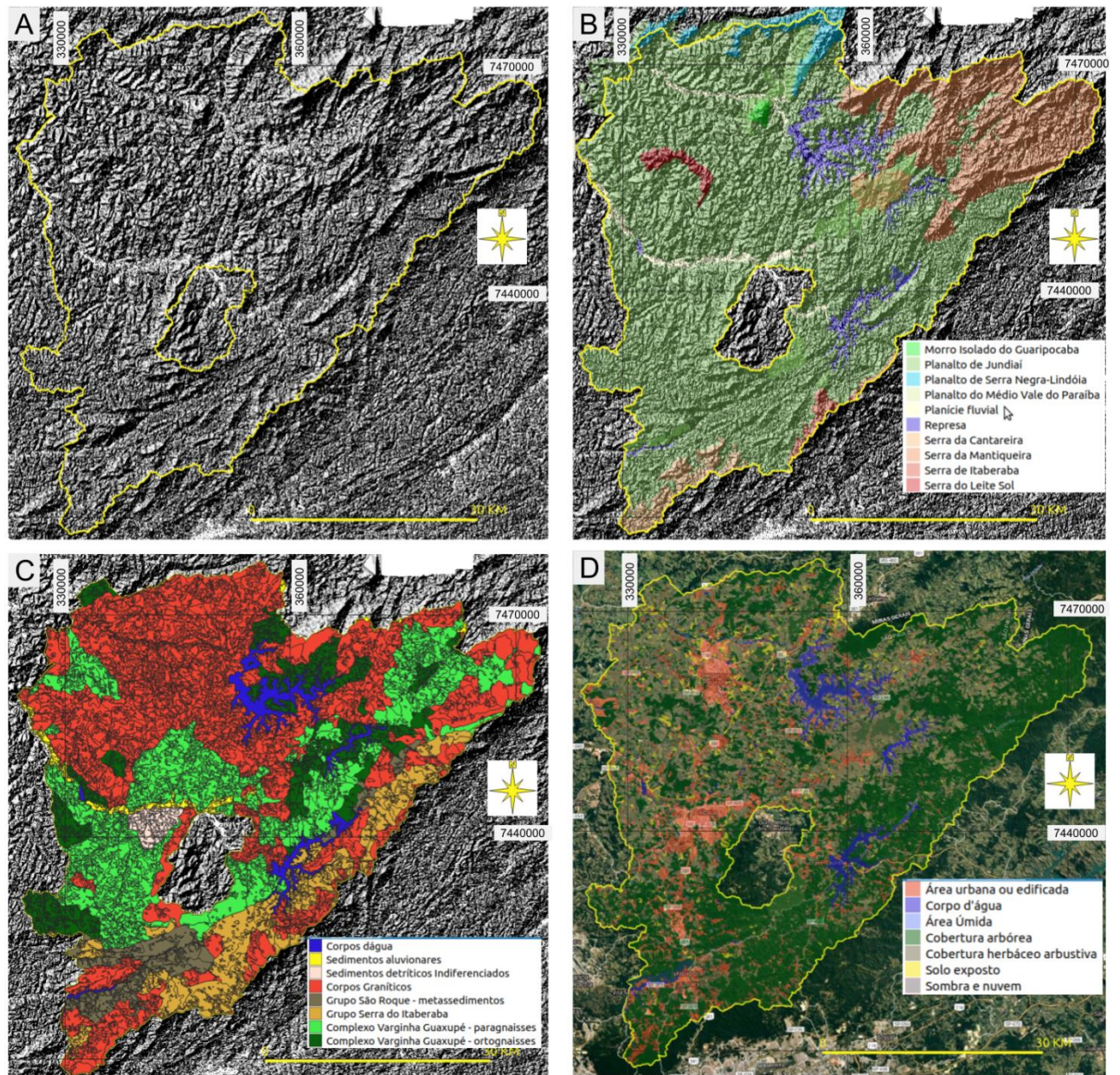


Figura 3.2. Aspectos do relevo (A), geomorfologia (B), geologia (C) e Cobertura da Terra (D) da APA Sistema Cantareira, obtidos das Unidades Territoriais Básicas - UTB do Estado de São Paulo (ROSSINI-PENTEADO & FERREIRA, 2017; SÃO PAULO, 2017). Fonte: autores. Relevo sombreado obtido a partir de Modelo Digital de Superfície Emplasa. Imagem: Google Earth, de 19/04/2019.

Tabela 3.2.2. 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
DEDESC	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	-	12,9 - 18,5	11,1 - 12,9	9,2 - 11,1	3,7 - 9,2	0 - 3,7
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: DEDESC - declividade para escorregamento (°), DECINU - declividade para inundação (°), 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 - índice de foliação (adimensional), POIESC - potencial de indução para escorregamento (adimensional), POIINU - potencial de indução para inundação (adimensional), ORU= ordenamento urbano, AGU = abastecimento de água, ESG = coleta e destinação de esgoto, LIX = coleta e destinação de lixo, ALF= índice 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.

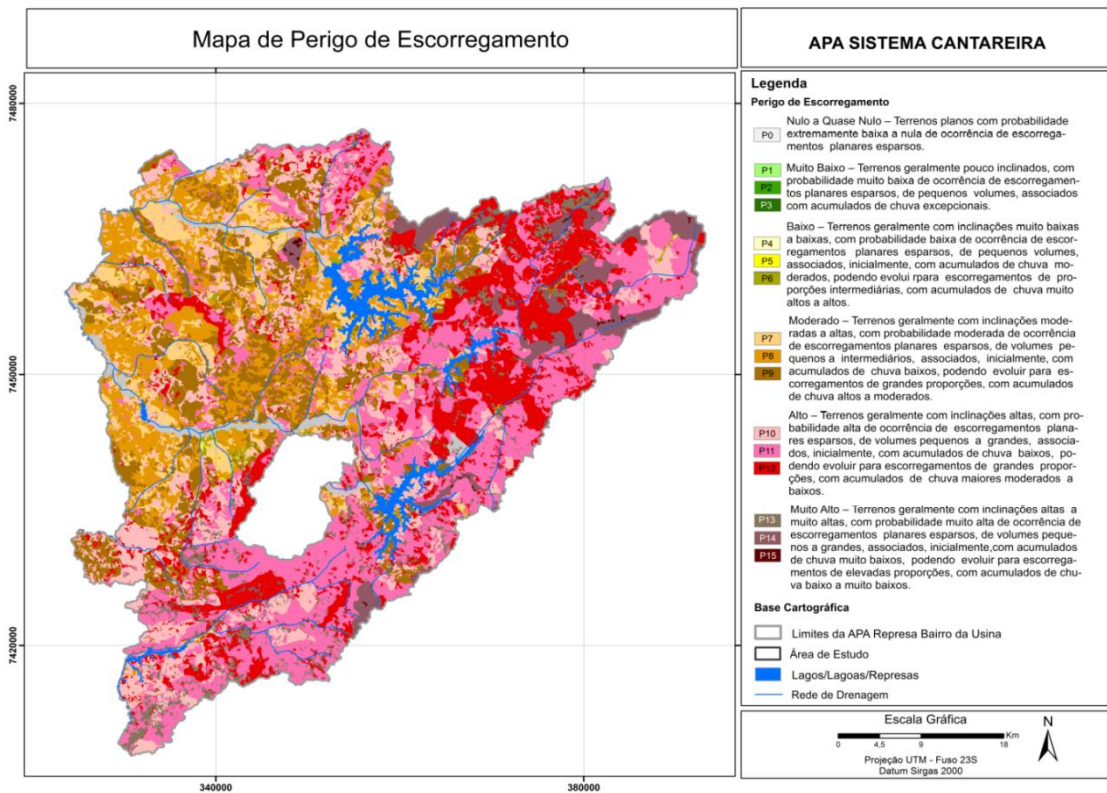


Figura 3.2.1 Mapa de Perigo de Escorregamento da APA Sistema Cantareira (SÃO PAULO, 2017).
Fonte: Cláudio José Ferreira e Denise Rossini Penteadó - Instituto Geológico

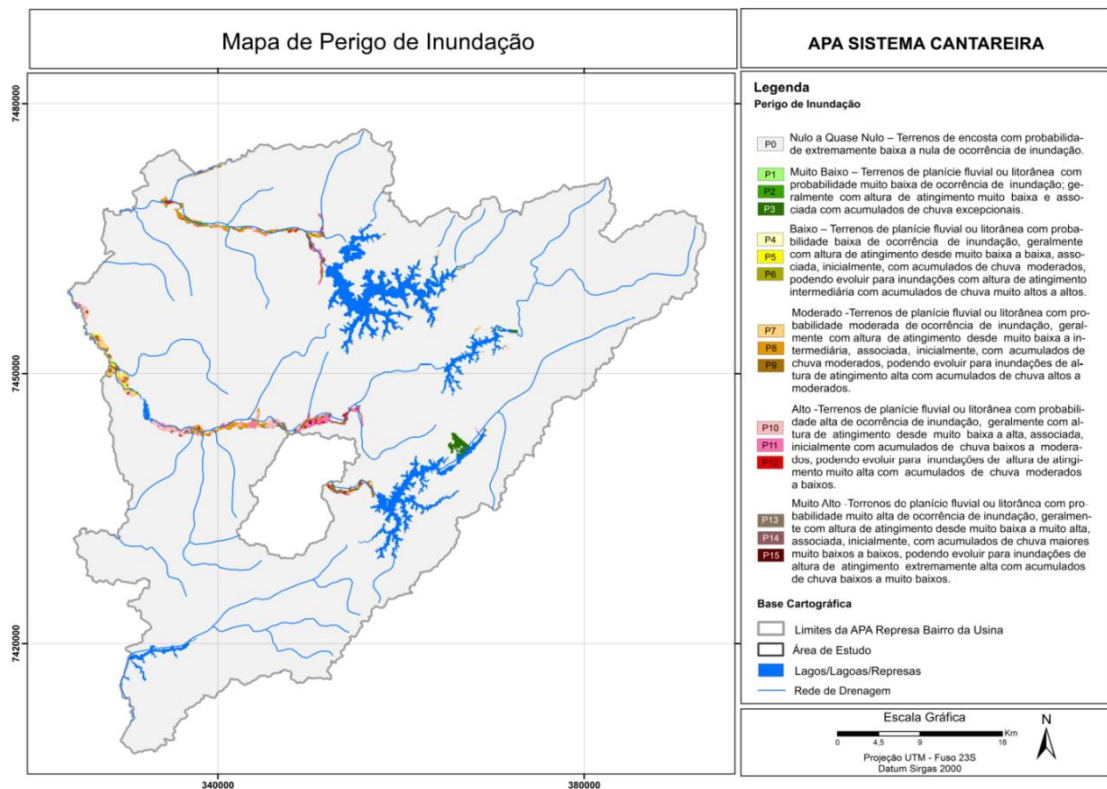


Figura 3.2.2 Mapa de Perigo de Inundação da APA Sistema Cantareira (SÃO PAULO, 2017). Fonte: Cláudio José Ferreira e Denise Rossini Penteadó - Instituto Geológico

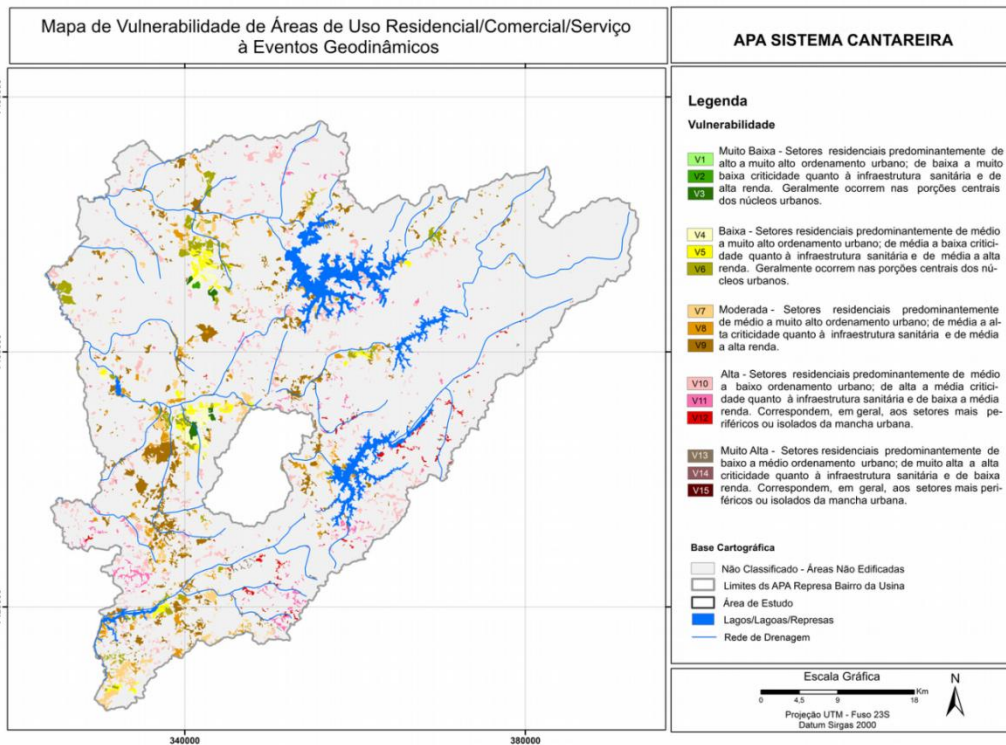


Figura 3.2.3 Mapa de Vulnerabilidade de áreas do tipo residencial-comercial-serviço da APA Sistema Cantareira. Fonte: Cláudio José Ferreira e Denise Rossini Penteadó - Instituto Geológico

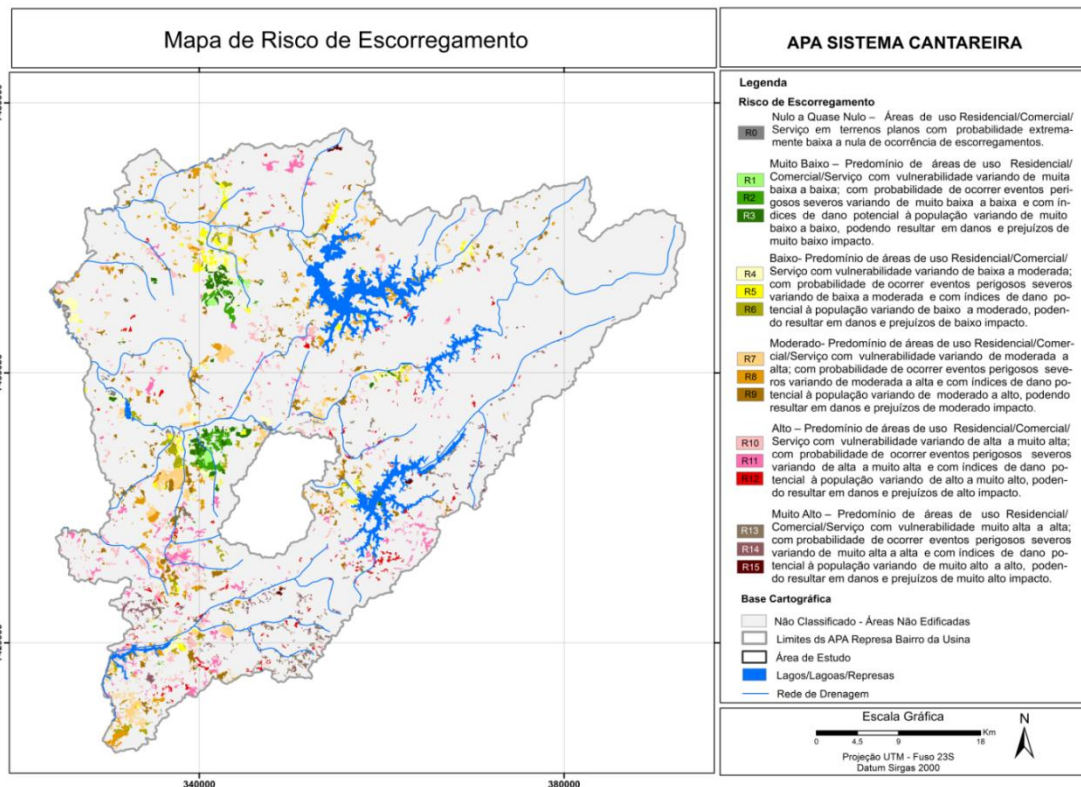


Figura 3.2.4 Mapa de Risco de Escorregamento da APA Sistema Cantareira. Fonte: Cláudio José Ferreira e Denise Rossini Penteadó - Instituto Geológico

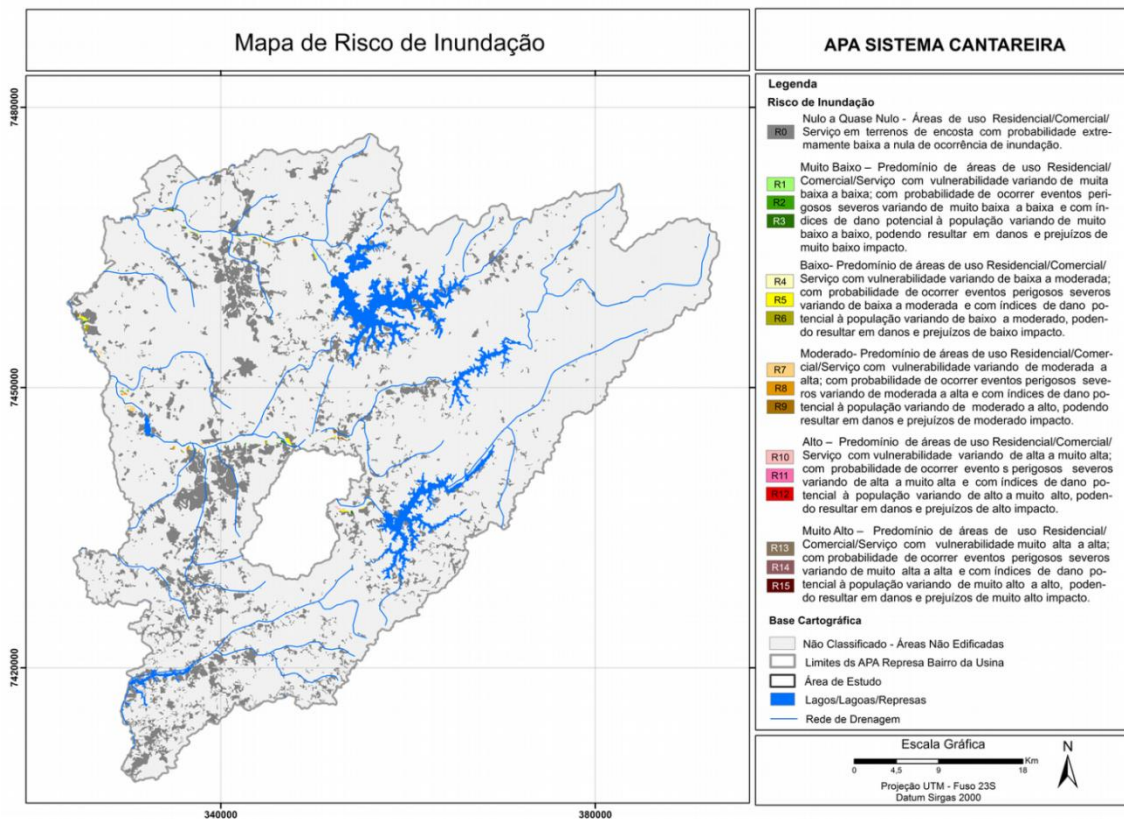


Figura 3.2.5 Mapa de Risco de Inundação da APA Sistema Cantareira. Fonte: Cláudio José Ferreira e Denise Rossini Penteadó - Instituto Geológico

3.5. Clima

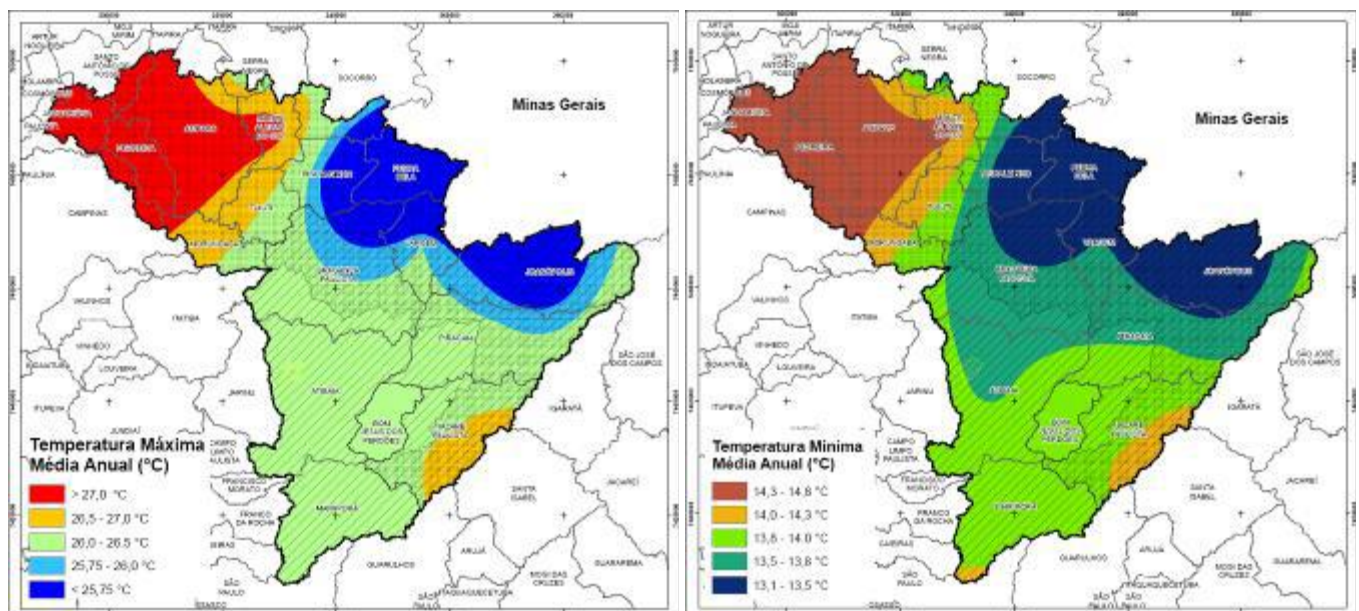


Figura 3.5-a – Distribuição das médias das temperaturas máximas e mínimas ao longo do território das APAs.

3.6. Mineração

Quadro 3.1.2-22 – Bens minerais e seu contexto no Estado de SP.

Substâncias	Setor de consumo	Contexto geológico
Areia	Construção civil	Sedimentos aluvionares e costeiros quaternários, formações arenosas da bacias do Paraná, Taubaté e São Paulo, e coberturas elúvio-coluvionares em rochas quartzo-feldspáticas do embasamento cristalino
Rocha Britada	Construção civil	Rochas ígneas e metamórficas: embasamento cristalino pré-cambriano e rochas básicas e alcalinas fanerozóicas
Água Mineral	Bebidas	Aqüíferos e fontes em terrenos cristalinos e sedimentares
Calcário	Cimento, Cal, Corretivos agrícolas, Siderurgia, Vidro, e Cerâmica	Unidades metamórficas pré-cambrianas e formações permianas da Bacia do Paraná
Areia Industrial	Fundição, Vidro, Cerâmica, e Tintas e vernizes	Formações mesozóicas da Bacia do Paraná, coberturas cenozóicas continentais e sedimentos praias
Argilas Comuns e Plásticas	Cerâmica e Cimento	Sedimentos aluvionares e formações paleozóicas da Bacia do Paraná
Fosfato	Fertilizantes e Ácido fosfórico	Maçiços alcalinos mesozóicos
Caulim	Cerâmica, Papel e celulose, Tintas e vernizes, Produtos farmacêuticos e veterinários, Fertilizantes, Vidro, e Borracha	Mantos de alteração intempérica em granitos e pegmatitos
Filito	Cerâmica, Construção civil, e Defensivos agrícolas	Unidades metamórficas pré-cambrianas (grupos Açungui e São Roque)
Feldspato	Cerâmica, Vidro, e Tintas e vernizes	Granitos e pegmatitos
Bentonita e Argila Decorante	Fundição, Descoramento/Recuperação de óleos, e Fertilizantes	Bacia terciária de Taubaté
Dolomito	Corretivos agrícolas, Siderurgia, Tintas e vernizes, e Vidro	Unidades metamórficas pré-cambrianas (Grupo Açungui)
Rochas Ornamentais	Construção civil	Maçiços ígneos e metamórficos pré-cambrianos, arenitos silicificados e basaltos da Bacia do Paraná
Bauxita	Metalurgia do alumínio	Mantos de alteração intempérica em rochas alcalinas mesozóicas e granitóides pré-cambrianos
Metalúrgica		
Talco	Cerâmica, Defensivos agrícolas, Borracha, e Tintas e vernizes	Unidades metamórficas pré-cambrianas (Grupo Açungui)
Quartzito Industrial	Siderurgia, Tintas e vernizes, Abrasivos, Perfumes, sabões e velas, e Cerâmica	Unidades metamórficas pré-cambrianas (Grupo São Roque)
Argilas Refratárias	Cerâmica	Sedimentos aluvionares quaternários e mantos de alteração intempérica em rochas alcalinas
Bauxita Refratária	Cerâmica e Sulfato de alumínio	Mantos de alteração intempérica em rochas alcalinas mesozóicas e granitóides pré-cambrianos
Turfa	Agricultura	Aluviões quaternários
Calcita	Tintas e vernizes, Plásticos, Tapetes e carpetes, Vidro, Borracha, e Cerâmica	Unidades metamórficas carbonáticas pré-cambrianas (Grupo Açungui)

Quadro 3.1.2-23 – Importância dos setores relativa.

Tipologia dos APLs		Importância para o Setor	
		Reduzida	Elevada
Importância Local	Elevada	Vetor de Desenvolvimento Local - Importante para a região, sem contribuição significativa para o setor no Estado	Núcleo de Desenvolvimento Setorial-Regional - Ao mesmo tempo importante para a região e para o setor
	Reduzida	Embrião de Arranjo Produtivo - Estágio incipiente de aglomeração, pouco importante para a região e para o setor	Vetor Avançado - Importante para o setor, com baixo impacto na região

Fonte: adaptado de Cabral Jr, 2008.

Quadro 3.1.2-24 – Atividade minerária ordenada por tipologia de APL e microrregião (MR).

Tipologia	Descrição Atividade	Descrição MR	Tipologia	Descrição Atividade	Descrição MR		
Núcleo de Desenvolvimento Regional e Setorial	1 Águas minerais	Amparo	Aglomerado	24 Pedra, areia e argila	Rio Claro		
	2 Minerais não - metálicos	Itapeva		25 Pedra, areia e argila	Jundiaí		
Vetor de Desenvolvimento Local	3 Pedra, areia e argila	Capão Bonito		26 Pedra, areia e argila	Bragança Paulista		
	4 Pedra, areia e argila	Registro		27 Pedra, areia e argila	São João da Boa Vista		
	5 Minerais não - metálicos	Capão Bonito		28 Pedra, areia e argila	Mogi Mirim		
	6 Minerais não - metálicos	Amparo		29 Pedra, areia e argila	Araraquara		
	7 Minerais não - metálicos	Piedade		30 Pedra, areia e argila	Bauru		
	8 Minerais não - metálicos	Registro		31 Pedra, areia e argila	Presidente Prudente		
	9 Águas minerais	São João da Boa Vista		32 Pedra, areia e argila	São José do Rio Preto		
Vetor Avançado	10 Pedra, areia e argila	São José dos Campos		Embrião	33 Pedra, areia e argila	Tatui	
	11 Pedra, areia e argila	Mogi das Cruzes			34 Pedra, areia e argila	Itapeva	
	12 Pedra, areia e argila	São Paulo			35 Pedra, areia e argila	Botucatu	
	13 Pedra, areia e argila	Campinas			36 Pedra, areia e argila	Pirassununga	
	14 Pedra, areia e argila	Guarulhos			37 Minerais não - metálicos	Piracicaba	
	15 Pedra, areia e argila	Osasco			38 Minerais não - metálicos	São José dos Campos	
	16 Minerais não - metálicos	São Paulo			39 Minerais não - metálicos	Ribeirão Preto	
	17 Minerais não - metálicos	Mogi das Cruzes			40 Minerais não - metálicos	Itapeçerica da Serra	
Aglomerado	18 Pedra, areia e argila	Sorocaba			41 Minerais não - metálicos	Campinas	
	19 Pedra, areia e argila	São Carlos			42 Minerais não - metálicos	Sorocaba	
	20 Pedra, areia e argila	Limeira			43 Minerais não - metálicos	Bragança Paulista	
	Embrião	21 Pedra, areia e argila			Guaratinguetá	44 Minerais não - metálicos	Mogi Mirim
		22 Pedra, areia e argila			Piracicaba	45 Águas minerais	São Paulo
		23 Pedra, areia e argila			Ribeirão Preto	46 Águas minerais	Itapeçerica da Serra
					47 Águas minerais	Rio Claro	

Fonte: adaptado de Cabral Jr, 2008.

Quadro 3.1.2-25 – Aglomerados Produtivos Locais conformados na região das APAs.

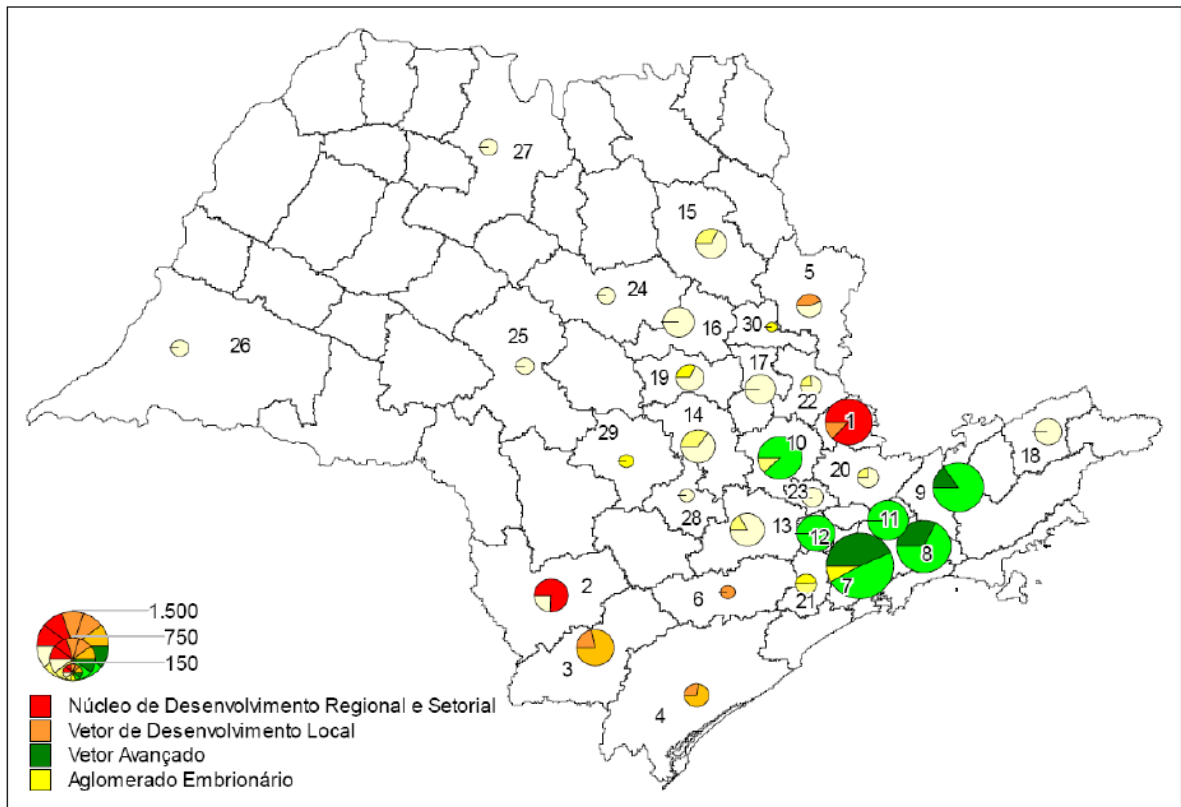
MR	Descrição atividade	Tipo de APL
1 Amparo	Engarrafamento e gaseificação de águas minerais	NDRS
	Extração de outros minerais não-metálicos	VDL
20 Campinas	Extração de pedra, areia e argila	VA
	Extração de outros minerais não-metálicos	E
	Fabric de artefatos de concreto, cimento, gesso	VA
	Fabric de produtos cerâmicos uso estrutural	VA
	Britamento, aparelh e outros trabalhos em pedras	VA
	Fabric de produtos cerâmicos refratários	VA
	Fabric de produtos cerâmicos usos diversos	VA

NDRS - Núcleo de Desenvolvimento Regional - Setorial

VDL - Vetor de Desenvolvimento Local

VA - Vetor Avançado

E - Aglomeração Embrionária



Fonte: adaptado de Cabral Jr, 2008.

Figura 3.1.2-14 – APLs no Estado de São Paulo.

Gráfico 3.1.2-1 – Bens minerais operando em regime de concessão de lavra na região em estudo.

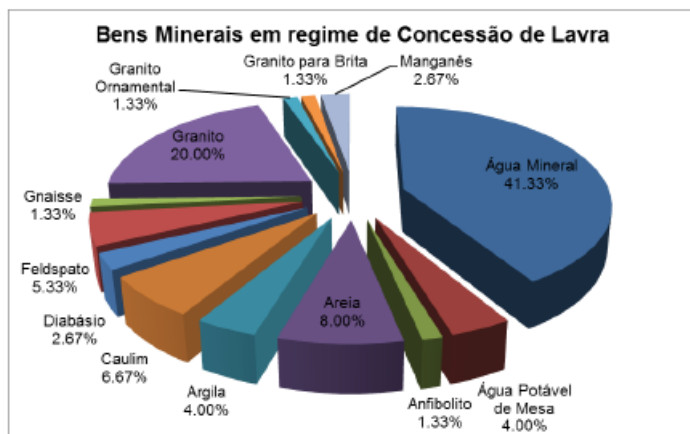
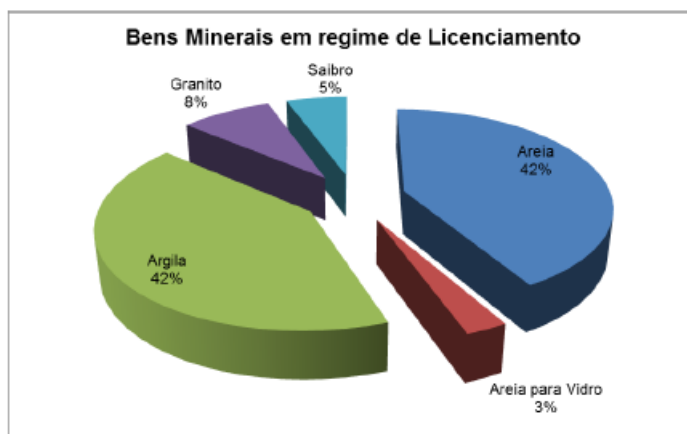
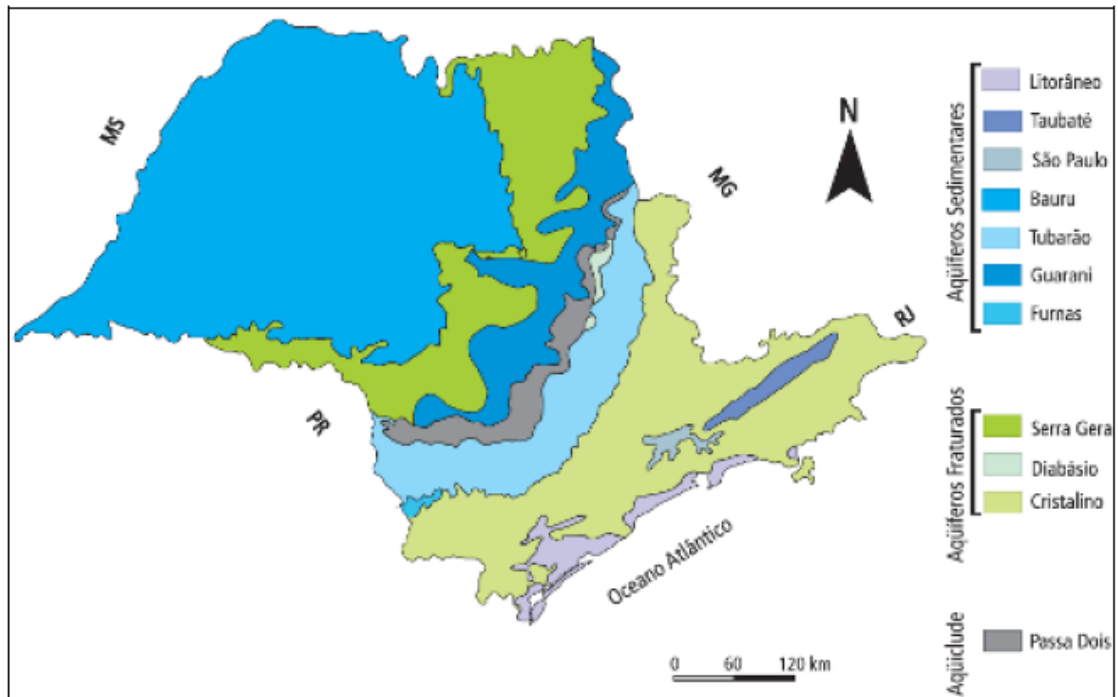


Gráfico 3.1.2-2 – Bens minerais operando em regime de licenciamento na região em estudo.



3.5 Recursos hídricos subterrâneos



Fonte: adaptado de IGG (1974).

Figura 3.1-9 - Distribuição dos principais aquíferos no Estado de São Paulo.

3.6 Recursos Hídricos Superficiais



Figura 3.1-7 - Divisão das UGRHs no Estado de São Paulo.



Figura 3.1-8 - Zonas de escassez hídrica no cenário atual, 2013.

3.7 Fragilidade

Quadro 3.10-a - Classes de Fragilidade Natural e sua Hierarquia.

Classes de Fragilidade	Características das Classes de Fragilidade Natural	Características das Classes de Fragilidade
Muito Forte	Área de muito alta fragilidade mesmo sob presença de vegetação natural, muito suscetível ao desenvolvimento de ravinas e à ocorrência de corridas de massa, além de elevadas perdas de solo por escoamento difuso na ausência de cobertura vegetal. Área altamente suscetível a inundações e processos de assoreamento.	Área de muito alta fragilidade mesmo sob presença de vegetação natural, muito suscetível ao desenvolvimento de ravinas e à ocorrência de corridas de massa, além de elevadas perdas de solo por escoamento difuso na ausência de cobertura vegetal. Área altamente suscetível a inundações e processos de assoreamento
Forte	Formas muito dissecadas, com vales entalhados associados a vales pouco entalhados, com alta densidade de drenagem. Áreas sujeitas a processos erosivos agressivos, com probabilidade de ocorrência de movimentos de massa e erosão linear com voçorocas.	Formas muito dissecadas, com vales entalhados associados a vales pouco entalhados, com alta densidade de drenagem. Áreas sujeitas a processos erosivos agressivos, com probabilidade de ocorrência de movimentos de massa e erosão linear com voçorocas
Média	Formas de dissecação média e alta, com vales entalhados e densidade de drenagem média a alta. Áreas sujeitas a forte atividade erosiva.	Formas de dissecação média e alta, com vales entalhados e densidade de drenagem média a alta. Áreas sujeitas a forte atividade erosiva
Fraca	Formas com dissecação do relevo baixas, vales pouco entalhados e densidade de drenagem baixa. Baixo potencial erosivo.	Formas com dissecação do relevo baixas, vales pouco entalhados e densidade de drenagem baixa. Baixo potencial erosivo
Muito Fraca	Formas com dissecação do relevo baixas (quase imperceptíveis) vales pouco entalhados e densidade de drenagem baixa. Potencial erosivo muito baixo e de baixa declividade.	Formas com dissecação do relevo baixas (quase imperceptíveis) vales pouco entalhados e densidade de drenagem baixa. Potencial erosivo muito baixo, baixa declividade (<5%)

¹ Esta classe não existe nas APAs Represa do Bairro da Usina , sendo produto do método.

ANEXO IV – MEIO ANTRÓPICO

Método

O diagnóstico demográfico, socioeconômico, territorial e jurídico-institucional foi elaborado por meio de pesquisa e análise de dados secundários produzidos pelos órgãos municipais, estaduais e federais oficiais, a saber:

- 1) Tradições culturais e turismo dos municípios da APA: portal da Secretaria de Cultura do Estado de São Paulo; portais das Prefeituras Municipais e do Plano de Manejo das APAS Piracantareira (SÃO PAULO, 2015).
- 2) Patrimônios histórico, cultural, artístico e arqueológico tombados: portal do Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico (CONDEPHAAT, 2019) e do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN, 2019).
- 3) Dados demográficos e socioeconômicos para os anos de 2010, 2012 e 2016/2017/2018: portal da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE), no link “Informações dos Municípios Paulistas” (SEADE, 2019a) e, especificamente para projeção populacional, no link “Sistema Seade de Projeções Populacionais” (SEADE, 2019); Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos – 2018 (CETESB, 2018b); dados do Censo IBGE 2010 (IBGE, 2011) de infraestrutura de saneamento dos domicílios e de número de moradores, dos setores censitários na área de estudo.