# 4.4. CLIMATOLOGIA

#### APÊNDICE 4.4.A. Método

O trabalho foi desenvolvido com base em dados climáticos secundários existentes nas proximidades das unidades de conservação, que permitiram a compreensão dos climas regionais e locais onde as unidades estão inseridas.

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 citados nos quadros-síntese apresentados, que descrevem suscintamente os principais aspectos climáticos daquela unidade.

A fim de se ter uma rápida e resumida leitura do clima para a UC a foi desenvolvida 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.

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, mantém-se 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 a essa caracterização utiliza-se a descrição do clima apresentada por MONTEIRO (1973) 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, foram destinados alguns espaços para a pluviosidade, temperatura do ar, evapotranspiração e balanço hídrico climatológico normal.

Para a precipitação devem ser incluídas 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. Deverão ser sempre mencionados 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 absolutas 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 apêndices do diagnóstico 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 THORNTHWAITE & 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 Departamento de Águas e Energia Elétrica – Centro Tecnológico de Hidráulica e Recursos Hídricos (DAEE CTH), 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.

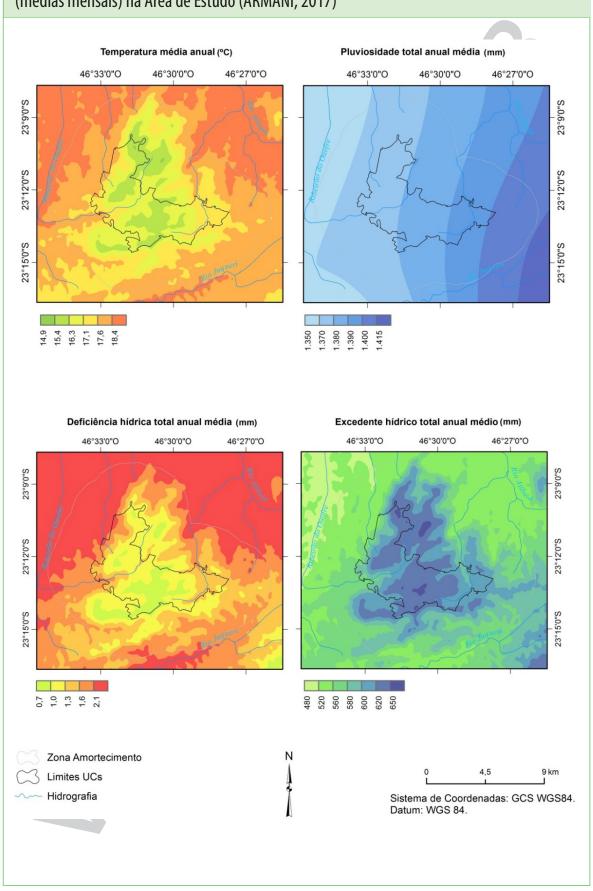
O regime pluviométrico é a primeira aproximação para o ritmo pluvial, sendo definido pelas variações anuais percebidas por meio das variações mensais da chuva em vários e sucessivos anos (MONTEIRO, 1971). O diagrama de representação do regime pluviométrico foi baseado naquele proposto por SCHRÖ-DER (1956), 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. 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). A classificação 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.



APÊNDICE 4.4.B. Mapas de Temperatura, Chuva, Deficiência e Excedente Hídrico (médias mensais) na Área de Estudo (ARMANI, 2017)

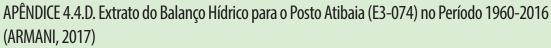


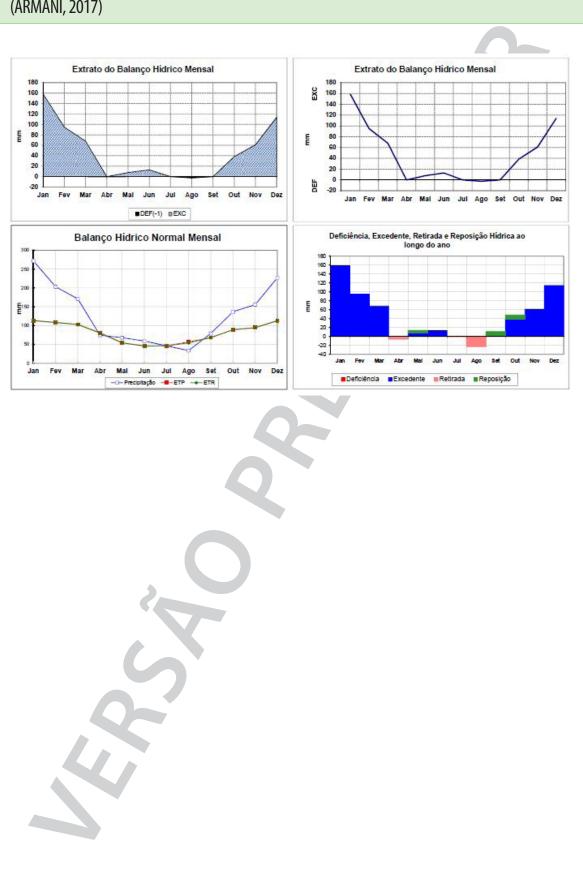
APÊNDICE 4.4.C. Regime Pluviométrico do Posto Atibaia (E3-074) no Período 1960-2016 (ARMANI,2017)

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Δαο	Set	Out	Nov	Dez	Total anual (mm)
1000	-	LGA	-	ADI	IVIAI	Jun	Jui	Ago	Set	-	Nov	Dez	
960	9	7	9	$\sim$	8	$\sim$	$\sim$	2	8				163
961	0	0	9	•	0	0	$\odot$	0	0	$\mathcal{L}$		•	133
962	0		0	$\bigcirc$	0	0	$\bigcirc$	2	0		0		159
963	•		•	$\bigcirc$	0	0	$\circ$	0	$\bigcirc$			0	9:
964	•	•	$\circ$	•	0	$\circ$	$\bigcirc$	0	•		•	•	143
965	•	•		$\circ$	$\circ$	$\circ$		$\circ$	•				169
966	•			0	0	0	$\circ$	$\circ$	•	•	•	1	118
967	•			0	0	•	$\circ$	0					14:
968		•		•	0	0	$\circ$	0	0	•	•		11:
969		•			•	0	$\circ$	$\circ$	•				11:
970		•		0	0	0	$\circ$	•	•	0	•		163
971				0	0	•	$\circ$	0	0				153
972	•		•	•	0	0		$\circ$	0				150
973			•		0	0	$\circ$	$\circ$	0				144
974		Ô		Ô	0		Ō	Ō	0				12
975		Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ		Ŏ	14:
976	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	170
977	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Õ		Ŏ	Ŏ	Ŏ	14
978		()	(	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	3	Ŏ	123
979	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	120
980	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ		Ŏ	Ŏ	150
981	1		Ğ		$\sim$	Ŏ	Ŏ	ŏ	Ŏ	ŏ	7	1	100
982	Ŏ	Ŏ	Ğ	$\sim$	$\sim$	Ŏ	X	Ă	ŏ	0	Ŏ	0	186
983	1		$\overline{}$		Ŏ	$\sim$	X	$\sim$	ŏ				23:
984	3	X		Ŏ			$\times$	ă	7	X		ŏ	
985	3	Ğ	$\sim$			$\sim$	$\times$			$\times$	7		129
							$\sim$		9	0			124
986		9		$\sim$	$\sim$	$\sim$	$\otimes$	9	$\otimes$			•	160
987	•	0				9	$\sim$	9	8	$\sim$			164
988	•	0	0		0	$\circ$	$\mathcal{Q}$	$\bigcirc$	$\sim$	0	•	$\sim$	178
989	0	9	0	•	$\mathcal{Q}$	$\bigcirc$		$\mathcal{Q}$	9	$\mathcal{Q}$	0	0	184
990	•	0	0	$\mathcal{Q}$	•	0		$\mathcal{Q}$	0	•	$\circ$	0	128
991	•		•	•	$\circ$	$\bigcirc$	$\bigcirc$	0	0		Q	0	200
992	•		•	$\bigcirc$	0	0	$\bigcirc$	$\circ$	•		1	0	15
993			•	$\circ$	•	0	$\bigcirc$	0		•	•		194
994						0	$\circ$	$\circ$	0		•		183
995		•			0	0	$\circ$	$\circ$	0				200
996				0	0	0	$\circ$	0			•		173
997				0	0	•	0	0		•			179
998		•		0	•	0	0	0	•		0		183
999	•	•				0	$\circ$	0	0	0			130
000				0	0	0			0	0		•	169
001												•	134
002	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ			10
003	3	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	13:
004	1	Ŏ	1	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ	Ŏ		169
005	3		7	$\tilde{}$	Ŏ	Ŏ	$\tilde{}$	$\tilde{}$	Ŏ	7	Ŏ	Ŏ	123
006	0	Ă	1	X		X	Ğ	ŏ	Ğ		Ă	Ŏ	133
007	3			$\sim$	$\sim$	$\sim$	Ŏ	$\sim$	$\sim$	Ö		1	100 100 100 100 100 100 100 100 100 100
007		Ŏ	ŏ	$\sim$	$\sim$	$\sim$		$\sim$	Ŏ		7	3	12
008	_	)		0	0	8	Ŏ	2	•		7	6	155 194
	0			$\simeq$	)(			0	0				
010		$\sim$		$\mathcal{Q}$	0	2	9	2	9		<u>Q</u>	)	164
011			Q	0	0		0	0	0		•	0	164
012	•	•	•	•	0		$\bigcirc$	0	0	0	0	0	188
013	•		0	•	0	•	0	0	0	•	•	1	143
014	•				0	0	0	0	•	0			103
015	•		1	0	0	0		0		•			14
:016		1		0	•			0	0	•	•		193
1édia													153

% do tot. mês no ano

mais de 30% de 20 a 30% de 10 a 20% de 5 a 10%





### 4.5. PERIGO, VULNERABILIDADE E RISCO

## 4.5.A. MÉTODO

Para o mapeamento dos riscos com abordagem regional foi aplicada a metodologia descrita em FER-REIRA 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 5000m<sup>2</sup>.

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 inundação. Quanto maior a densidade de drenagem, maior a probabilidade de ocorrência dos processos de escorregamento e inundação. Fator condicionante da variável perigo.  Fonte: carta topográfica do IBGE – (DAEE, 2008). Unidade: metros/10000m².	Obtido a partir da interpolação de valores de Densidade de Drenagem em grades de 10x10m; e cálculo de média zonal.

ATRIBUTO	DESCRIÇÃO	FORMA DE OBTENÇÃO	
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 inundação. Fator condicionante da variável perigo.	Obtido a partir da interpolação de valores de cota do MDS em grades de 10x10m; e cálculo d média zonal.	
	Fonte: carta topográfica do IBGE – (DAEE, 2008). Unidade: graus.		
Excedente Hídrico (EXH)	Expressa a quantidade de chuva. Quanto maior o excedente hídrico, maior a probabilidade de ocorrência de escorregamento e inundação. Fator condicionante da variável perigo.	Obtido a partir da interpolação de valores de Excedente Hídrico em grades de 10x10m e cálculo de média zonal.	
	Fonte: Armani et al. (2007). Unidade: milímetros.		
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.	Obtido a partir da interpolação de valores de Erodibilidade em grades de 100 x 100m; e cálculo de média zonal.	
	Fonte: reclassificação das unidades pedológicas (Oliveira et al. 1999; Silva e Alvares, 2005). Unidade: t.ha <sup>-1</sup> .MJ <sup>-1</sup> mm <sup>1-</sup> .	categora de media zona.	
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.	Obtido pela ponderação de classes conforme Tabela 2	
	Fonte: reclassificação das unidades litológicas (Perrota et al. 2005). Unidade: adimensional.		
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 inundação e dano potencial.	Obtido pela interpretação visual de produtos de sensoriamento remoto	
	Fonte: Ortofotos Digitais (EMPLASA, 2010). Unidade: Adimensional. Classes: Muito alta, alta, média, baixa e muito baixa densidade.		
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.	Obtido pela interpretação visual de produtos de sensoriamento remoto.	
	Fonte: Ortofotos Digitais (EMPLASA, 2010). Unidade: Adimensional. Classes: consolidado; em consolidação e rarefeito.		
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.	Obtido pela interpretação de produtos de sensoriamento remoto.	
	Fonte: Ortofotos Digitais (EMPLASA, 2010). Unidade: Adimensional. Classes: muito alto, alto, médio, baixo e muito baixo ordenamento.		
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 ponderado 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.	Obtido a partir da interpolação de valores médios ponderado dos dados censitários em grades de 10x10m e cálculo do média zonal.	
	Fonte: dados censitários do IBGE de 2010. Unidade: Adimensional.	media zonal.	

ATRIBUTO	DESCRIÇÃO	FORMA DE OBTENÇÃO
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.	Obtido a partir da interpolação de valores médios ponderados dos dados censitários em grades de 10x10m e cálculo de média zonal.
Índice Renda (REN)	Unidade: Porcentagem (%).  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)		Obtido pela combinação matricia 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.