

Preparado para:

# CESAP

Consórcio Empresarial Salto Pilão

## **Plano de Manejo da Unidade de Conservação com propósito específico de proteção da *Raulinoa echinata***

### **Mapeamento Preliminar da Susceptibilidade de Ocorrência de Escorregamentos, Rolamento de Blocos e Enchentes**

Elaboração:

Davis Anderson Moreno

Geógrafo

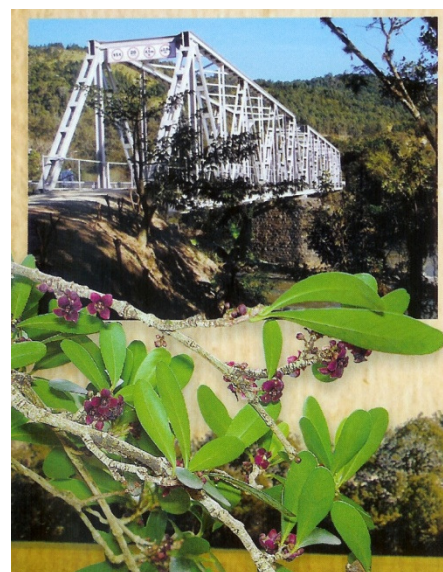
CREA/SC: 082220-4

Supervisão:

Maria Paula Casagrande Marimon

CREA/SC: 012765-6

Florianópolis, julho de 2010



## SUMÁRIO

<b>1. Apresentação .....</b>	<b>3</b>
1.1 Localização .....	4
<b>2. Metodologia.....</b>	<b>5</b>
2.1 Conceitos Básicos.....	5
2.2 Agentes de Origem.....	6
2.3 Metodologia Utilizada .....	6
<b>3. Resultados de Campo .....</b>	<b>9</b>
3.1 Setor 1 – Montante – UHE Salto Pilão.....	9
3.2 Setor 2 - Intermediário .....	13
3.3 Setor 3 – Jusante – UHE Salto Pilão .....	17
<b>4. Susceptibilidade a Movimentos de Massa e Inundação.....</b>	<b>18</b>
4.1 Escorregamentos .....	18
4.2 Inundação .....	18
4.3 Mapeamento de Susceptibilidade .....	21
<b>5. Considerações Finais.....</b>	<b>23</b>
<b>6. Bibliografia.....</b>	<b>24</b>

## 1. Apresentação

O presente Relatório apresenta os resultados do mapeamento preliminar da susceptibilidade à ocorrência de escorregamentos, rolamento de blocos e enchentes na área de ocorrência de *Raulinoa echinata* no rio Itajaí-Açu, sob influência da UHE Salto Pilão, dentro do polígono em estudo para implantação de uma unidade de conservação.

Importante ressaltar que este trabalho é um mapeamento preliminar da susceptibilidade à ocorrência de tipos específicos de desastres naturais, conforme apresentado anteriormente, e não um mapeamento de risco. Embora esses mapeamentos sejam empregados erroneamente como sinônimos, para a análise de risco seria necessário trabalhar em uma escala de maior detalhe, além de identificar e caracterizar a situação de cada casa localizada nas áreas suscetíveis aos fenômenos em questão (SAITO 2004 *apud* PARISE 2001).

Segundo alguns pesquisadores (Herrmann, 2001 e Beate Frank, 2003) e relatos de moradores da região do Vale do Itajaí têm-se registros históricos de enchentes e escorregamentos em virtude da confluência de uma série de fatores: climáticos, geológicos, morfológicos, hidrológicos e antrópicos.

De acordo com levantamento realizado por Herrmann (2001), o maior número de desabrigados e mortos por desastre natural em todo Estado catarinense, no período de 1980 a 2000 ocorreu nos anos de 1983 e 1984. Os três municípios mais atingidos nestes anos situam-se no Vale do Itajaí: Blumenau, Itajaí e Rio do Sul, respectivamente. A área de estudo está inserida entre Blumenau e Rio do Sul, conforme será apresentado mais adiante.

Em novembro de 2008 o município de Ilhota, também no Vale do Itajaí, sofreu drasticamente com diversos escorregamentos. Neste mesmo evento, Blumenau e Itajaí tiveram grandes inundações somando mais de três mil desabrigados e cento e trinta e cinco mortes em todo vale (<http://www.desastre.sc.gov.br>, acessado em 20/05/2010). Esses desastres naturais estão relacionados a episódios pluviais intensos decorrentes das passagens de frentes frias, ou de frentes estacionárias. A média anual de precipitação na área da UHE Salto Pilão, dentro do trecho de estudo, é de 1.530mm ao ano, segundo dados pluviométricos coletados pelo CESAP (PBA 24).

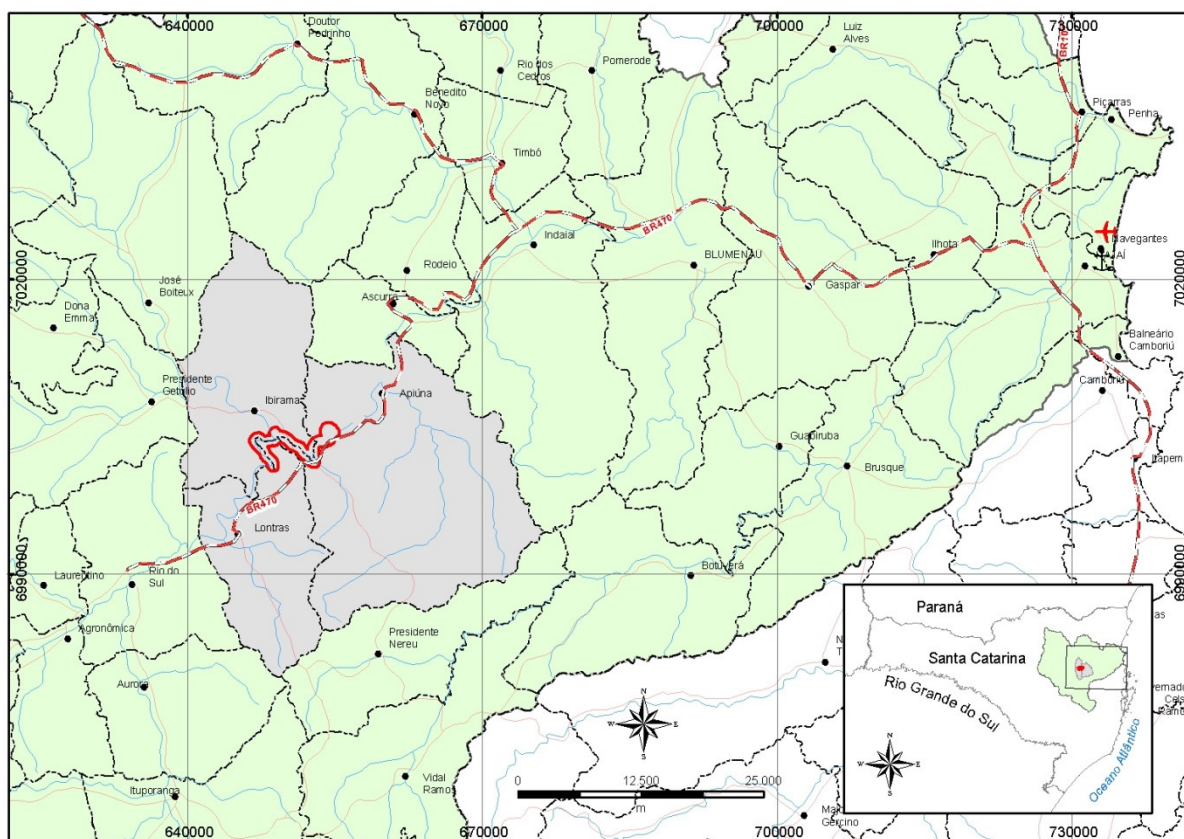
O número de mortos e desabrigados no Vale do Itajaí só não é maior devido a existência de sistema de alerta de enchentes na cidade de Blumenau, que conta com uma rede de municípios a montante com medições pluviais e fluviais, constantes. Além de três barragens de contenção de cheias instaladas nos principais tributários do rio Itajaí-Açu, conforme será abordado em diagnóstico específico sobre a questão hídrica.

/ /

## 1.1 Localização

A área de aproveitamento hidroelétrico - AHE Salto Pilão está localizada no Alto Vale do Itajaí, no trecho do rio Itajaí-Açu, que abrange os municípios de Lontras, a montante, Ibirama, em toda margem esquerda do rio, e Apiúna, a jusante.

O trecho de estudo se estende desde o ribeirão Baguaçu, 5 km a jusante do ponto de adução da usina hidroelétrica – UHE Salto Pilão, no município de Lontras, até o morro Santa Cruz, distante 6 km a montante da cidade de Apiúna.



**Figura 1.1-I: Mapa de localização da área de estudo dentro da Bacia Hidrográfica do Vale do Itajaí**

## 2. Metodologia

O presente estudo tomou como base os dados secundários fornecidos pelo Consórcio Empresarial Salto Pilão - CESAP, em pesquisas realizadas pelas universidades, Defesa Civil e Ministério das Cidades, os quais subsidiaram a discussão sobre os conceitos básicos utilizados referentes ao tema assim como a metodologia empregada em mapeamentos de áreas de risco e mapeamentos de susceptibilidade a movimentos de massa. Desta forma, buscou-se traçar uma linha metodológica adequada para a área de estudo, conforme consta neste relatório.

### 2.1 Conceitos Básicos

Segundo trabalhos já realizados por Augusto Filho (1994), Brasil (2002), Cristo (2002), Alcantara- Ayala (2002), Fernandes & Amaral (2003), Saito (2004), escorregamento é um tipo de movimento de massa.

Conforme classificação utilizada pela Defesa Civil Nacional e pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, os movimentos de massa podem ser classificados como:

- **Rastejos** (*Creep*): são movimentos com vários planos de deslocamento, com velocidades muito baixas a baixas (cm/ano) e decrescentes com a profundidade do solo.
- **Escorregamentos** (*slides*): movimentos com poucos planos de deslocamento, com velocidades médias (m/h) a altas (m/s), podendo movimentar grandes volumes de material. Os escorregamentos podem ser **translacionais**, que ocorrem em solos pouco espessos; **rotacionais**, aqueles que ocorrem em solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas; e em **cunha**, quando ocorrem em solos e rochas com dois planos de fraqueza.
- **Quedas** (*falls*): São movimentos em queda livre ou em plano inclinado em alta velocidade (vários m/s) de material rochoso, podendo ser lascas, placas ou blocos de diversos tamanhos.
- **Corridas** (*Flows*): movimentos semelhantes ao de um líquido em estado viscoso, com velocidades médias a altas, ocorrendo ao longo das drenagens, transportando grande volume de material e com extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas.
- **Enchentes / Inundações**: Enchentes referem-se ao aumento da vazão de um rio por um determinado período de tempo, entretanto, quando a vazão supera a capacidade de descarga do canal fluvial menor, indo extravasar para as áreas marginais (várzea ou planície aluvial), ocorre a inundação.

Importante ressaltar que devido a complexidade dos movimentos de massa e a diferença na classificação de cada autor, muitas vezes se torna difícil identificar um determinado tipo de movimento. Além disso, Além disso, outra dificuldade apontada é a recuperação de dados pretéritos.

Outros conceitos importantes que merecem atenção dentro desta temática se referem à vulnerabilidade e susceptibilidade a desastres naturais.

- **Susceptibilidade**: Susceptibilidade a movimentos de massa é entendida como característica inerente do meio, representando a fragilidade do ambiente em relação ao desencadeamento de escorregamentos e quedas de blocos.
- **Vulnerabilidade**: É a predisposição de um sujeito, sistema ou elemento, ser afetado por um acidente. Representa o grau de perdas, seja de vidas humanas, bens materiais ou infra estruturas, refletindo a fragilidade dos sistemas operados (SAITO 2004 apud ALHEIROS et al , 2003).

## 2.2 Agentes de Origem

Hermann, Pellerin e Saito (2004) apontam que os principais fatores controladores dos movimentos de massa são as precipitações, as propriedades dos solos e das rochas, a declividade do terreno, a cobertura vegetal e as características morfológicas das encostas.

A alta pluviosidade é um dos principais agentes condicionantes dos movimentos de massa nas vertentes de equilíbrio crítico. Entretanto, é necessário considerar o tempo e duração das chuvas, a condutividade hidráulica dos solos e a variação no grau de saturação, visto que, uma forte chuva concentrada tem maior probabilidade de provocar um escorregamento do que a mesma quantidade distribuída ao longo de um período maior. Se o solo já estiver saturado o resultado poderá ser de maior magnitude.

Os agentes condicionantes da estrutura geológica estão ligados aos padrões de fraturamento, diaclasamento, xistosidade e dobramentos. Os tipos de rochas e suas composições determinam predisposição ao intemperismo.

A morfologia, o ângulo de inclinação e altura das vertentes influenciam através da presença e espessura do manto de intemperismo. Horizontes impermeáveis (solo ou rocha) também podem atuar como plano de escorregamento.

A declividade é um dos fatores topográficos que interfere diretamente na velocidade das águas superficiais, principalmente nas enxurradas, o que pode ser agravada de acordo com existência ou não de cobertura vegetal.

A estrutura da cobertura vegetal exerce função importante na retenção e diminuição da velocidade de escoamento da água da chuva.

A ação humana também exerce forte influência nos escorregamentos, segundo os autores acima citados “(...) certamente a atividade antrópica constitui-se como uma das maiores potencializadoras dos movimentos de massa (...)”, (HERRMANN, PELERIN & SAITO, 2004, pg 161) por alterar a exposição do relevo aos processos superficiais, modificando as relações de equilíbrio natural da paisagem.

Devido a interação destes fatores, algumas áreas tendem a apresentar maior ou menor susceptibilidade a um determinado evento adverso.

## 2.3 Metodologia Utilizada

Para elaboração do mapa síntese de susceptibilidade a movimentos de massa, utilizou-se uma combinação de metodologias descritas e estabelecidas no meio acadêmico e que são utilizadas nos mapeamentos geotécnicos, como:

- Análise a partir de mapeamentos geomorfológicos e geotécnicos (método Heurístico): Neste método o mapa é elaborado a partir do cruzamento dos diferentes mapas temáticos (geológico, geomorfológico, do uso do solo, de declividade e da forma das encostas);
- Análise a partir da distribuição dos escorregamentos no campo: esta metodologia pressupõe que a distribuição das cicatrizes, depósitos e escorregamentos recentes podem sugerir futuros padrões de instabilidades.

Desta forma, foram analisados diferentes mapas temáticos (geológico, geomorfológico, uso do solo e declividade), elaborados previamente pela Socioambiental. Posteriormente, efetuou-se o cruzamento do mapa de declividade com o mapa geológico (**Figura 2.3-1**). Esse cruzamento elaborado previamente, somado a percepção de campo permitiu visualizar as áreas mais susceptíveis a movimentos de massa de acordo com a inclinação do terreno, composição das rochas e estrutura geológica (padrão de fraturamento) e ação antrópica.



O uso do solo também foi considerado como agente catalisador dos movimentos de massa, visto que em diversos pontos da área de estudo encontrou-se extração artesanal de rochas (serviços de corte de pedras) que promovem cortes na encosta e movimentação de terra para abertura de acessos, além da ocupação irregular das encostas.

Para melhor compreensão e análise deste relatório, a área de estudo foi dividida em três setores, onde estão espacializados os pontos de ocorrência de escorregamentos, rolamentos de blocos e extração (lavra) de rocha granítica conforme definição apresentada no mapa de ocorrências (**Figura 3-I**). Como a categoria inundação não representou um desastre natural significativo dentro da área de estudo, salvo em casos isolados nas pequenas planícies aluviais, este item não está representado no mapa de ocorrências, devido à escala utilizada. Desta forma, será abordado brevemente no item respectivo ao tema.

A classificação da declividade foi baseada no Atlas Ilustrado do Estado de Santa Catarina (SANTA CATARINA, 1986) conforme **Tabela 2.3-I**.

**Tabela 2.3-I: Classificação da declividade do relevo**

Plano	0 a 3% de declive
Suave ondulado	3 a 8% de declive
Ondulado	8 a 20% de declive
Forte Ondulado	20 a 45% de declive
Montanhoso e Escarpado	> 45% de declive

Fonte: Adaptado de SANTA CATARINA, 1986

Com base na análise dos trabalhos de gabinete, foram realizadas três campanhas de campo, em abril e maio de 2010, para identificar e avaliar a ocorrência de afloramentos rochosos seja em forma de campos de blocos ou paredões verticais, assim como cicatrizes e depósitos de material que indiquem escorregamentos anteriores. Além destas feições, foram identificadas as áreas planas marginais ao rio Itajaí-Açu (acumulação fluvial) que podem apresentar susceptibilidade a ocorrência de inundação.

A base para os levantamentos em campo dos diferentes tipos litológicos encontrados na área de estudo foram: o mapeamento geológico elaborado pelo Projeto Gerenciamento Costeiro/IBGE (2003) na escala 1: 100.000 e fotografias aéreas do ano de 1978 na escala 1:25.000, cedidas pelo DNPM. A partir desse mapeamento verificou-se *in loco* a ocorrência das litologias apontadas pelo mapa. Nesse sentido, algumas classes passaram por ajustes e modificações. O produto final, resultado do mapeamento geológico existente com as verificações de campo, gerou mapa em escala 1:35.000 representado na **Figura 3-1-I**.

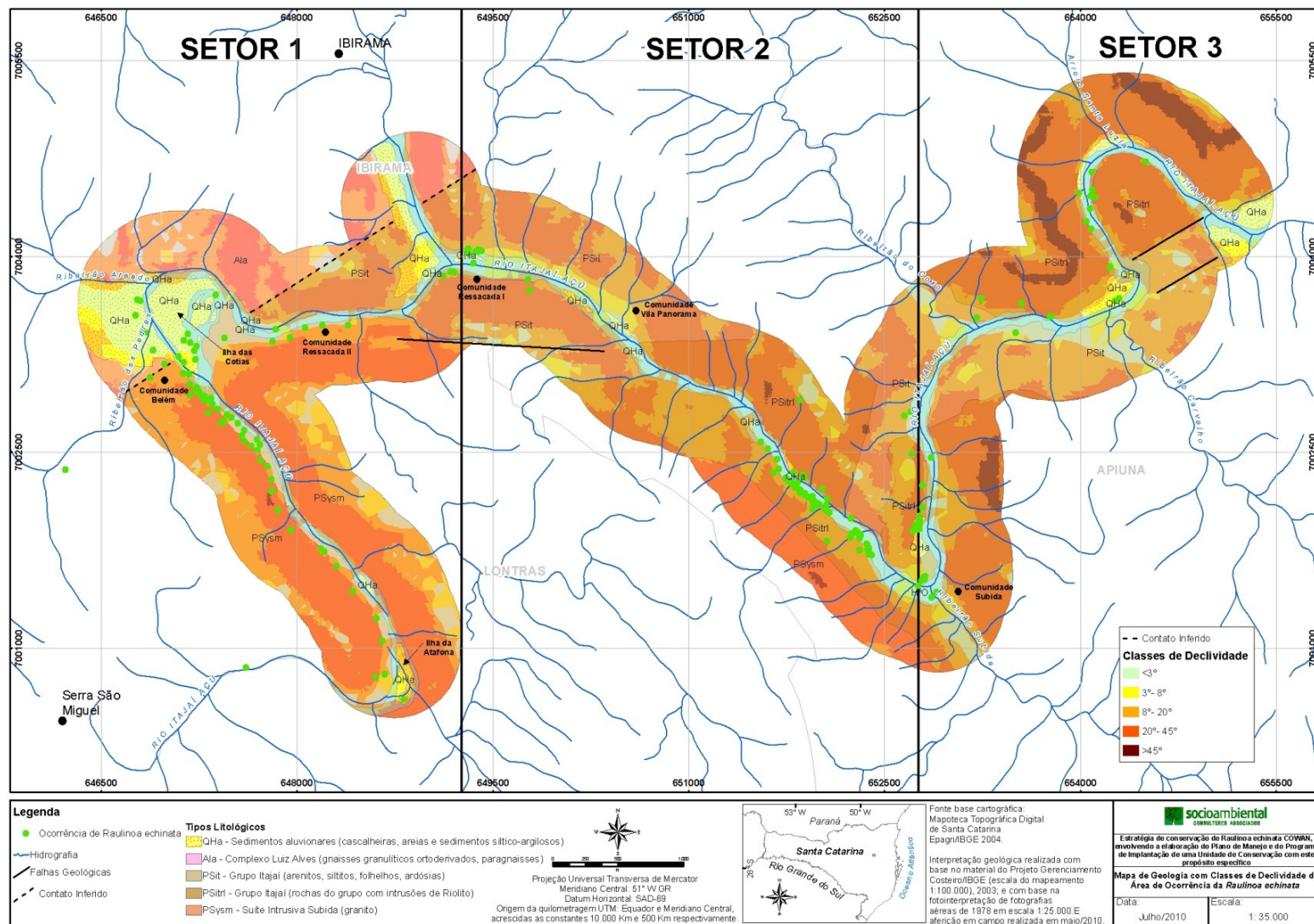
Os trabalhos de campo foram fundamentais para corrigir e atualizar o mapeamento geológico, haja vista a diferença de escalas de trabalho.

O mapa de susceptibilidade foi elaborado a partir do cruzamento dos mapas de declividade, geológico e uso do solo. Com isso, quatro classes de susceptibilidade (**Tabela 3.2-II**) foram atribuídas, conforme o conjunto de indicadores. A declividade e a geologia já indicam, de antemão, as áreas mais susceptíveis a escorregamentos e rolamentos de blocos, conforme metodologia utilizada por Marimon (2009a) no mapeamento de susceptibilidade a escorregamentos em Rio do Sul. Entretanto, o uso do solo se mostrou indispensável para a determinação das áreas mais críticas. Para a classificação “Muito Alta” considerou-se os indícios e registros de escorregamentos ocorridos e identificados em campo na área de estudo.

**Tabela 3.2-II: Classes de Susceptibilidade a ocorrência de escorregamentos e queda de blocos**

0 a 8% de declive	Baixa susceptibilidade
8 a 20% de declive	Moderada susceptibilidade
20 a > 45% de declive	Alta susceptibilidade
Escorregamentos pretéritos	Muito Alta susceptibilidade

CESAP- Plano de Manejo da Unidade de Conservação com propósito específico de proteção da *Raulinoa echinata*  
Relatório de Suscetibilidade



**Figura 2.3-I Mapa de Geologia com Classes de Declividade da Área de Ocorrência de *Raulinoa echinata***

CESAP- Plano de Manejo da Unidade de Conservação com propósito específico de proteção da *Raulinoa echinata*  
Relatório de Suscetibilidade



### 3. Resultados de Campo

De acordo com o mapa de declividade, as áreas mais íngremes (inclinação superior a 45°) estão localizadas nos setores onde afloram as intrusões de riolito, como no morro Santa Cruz, nas escarpas ao redor do Morro Santa Cruz e no paredão da margem direita do rio Itajaí-Açu, próximo a comunidade de Subida (**Figura 3-1**). Apesar de não aparecer no mapa de declividade por falta de detalhamento da base cartográfica. Além desses, nessa classe de declive também ocorre alguns afloramentos do granito Subida, na forma de grandes blocos, dispersos ao longo da margem direita do rio Itajaí-Açu, conformando paredes verticais no topo do morro da localidade de Alto Subida

As encostas intermediárias e menos íngremes apresentam acumulação de depósitos de tálus oriundos dos processos de escorregamentos e queda de blocos pretéritos, que estão bastante incorporados na paisagem local identificado por afloramento parcial de blocos.

#### 3.1 Setor 1 – Montante – UHE Salto Pilão

- Início : Ribeirão Baguaçu.
- Final : Encontro dos rios Itajaí-Açu e Hercílio.

Neste setor a declividade geral do relevo foi classificada como forte ondulada, entre 20° e 45°, segundo Tabela 2.3-I. Apesar das observações em campo terem detectado paredões verticais nas encostas com afloramentos de granito.

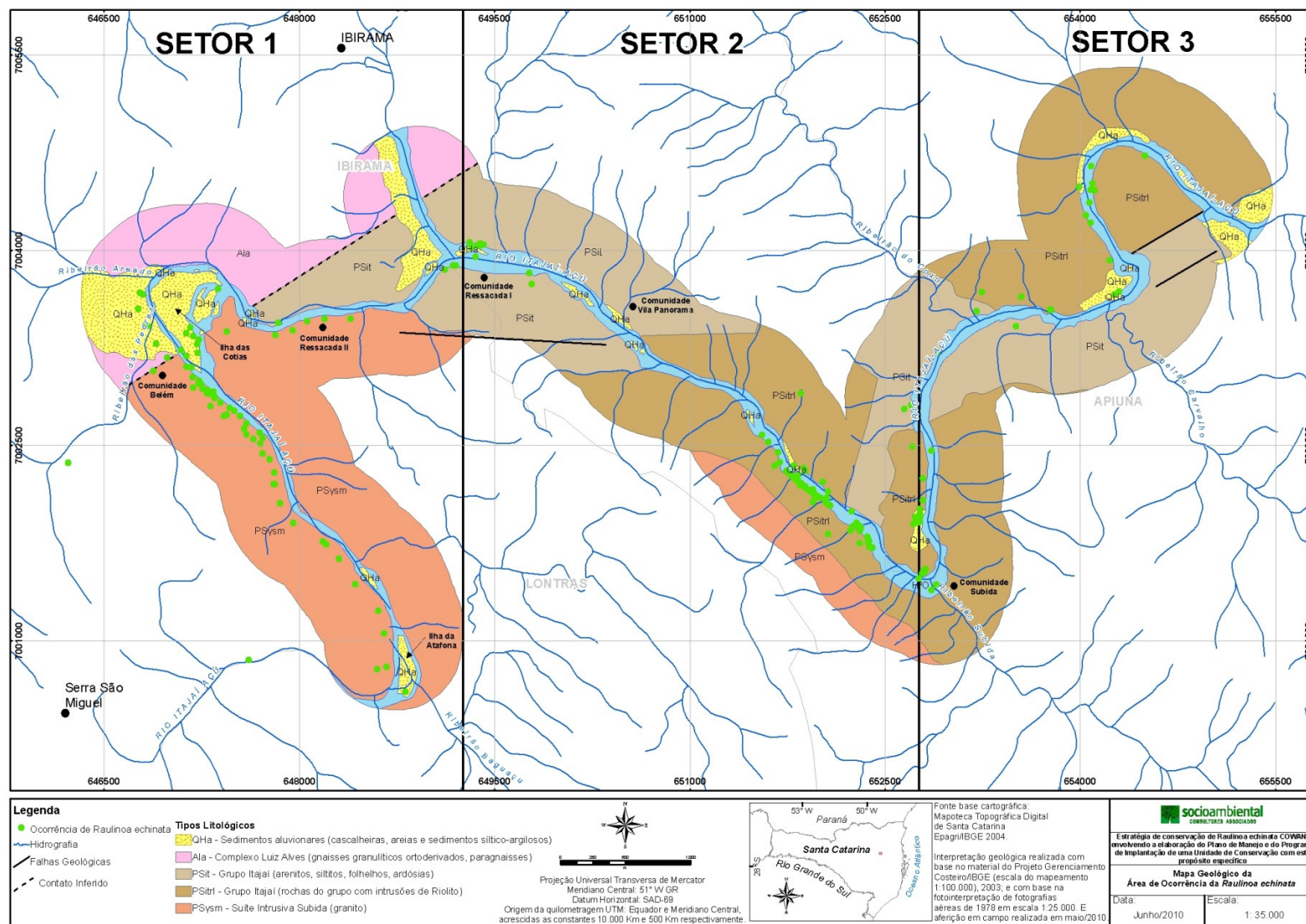
A estrutura geológica é formada pelos três tipos de rochas: ígneas, metamórficas e sedimentares.

As ígneas são representadas pelo granito Subida que apresenta cor rosada, esverdeada e cinza claro, ocorrendo nas duas margens do rio desde o ribeirão Baguaçu até o ribeirão das Pedras, na margem esquerda. O padrão de fraturamento apresentado forma grandes blocos em formato predominantemente alongados (face exposta retangular), o que não favorece o rolamento dos mesmos.

As rochas metamórficas, representadas pelo gnaiss do Complexo Luis Alves, ocorrem a partir do contato com o granito em faixa transversal ao rio no sentido SW/NE, abrangendo a margem esquerda do rio na curva da ilha das Cotias.

As rochas sedimentares são constituídas pelo Grupo Itajaí, formado por siltitos, arenitos e folhelhos, que apresentam, na área, moderado grau de metamorfismo de contato provocado pelas intrusões graníticas e riolíticas. Ocorrem também áreas de acumulação recente formadas pelos depósitos aluvionares que recobrem os gnaisses na comunidade do Ribeirão das Pedras, conforme mapa geológico (**Figura 3.1-I**).





**Figura 3.1-I: Mapa geológico da área de estudo**

CESAP- Plano de Manejo da Unidade de Conservação com propósito específico de proteção da *Raulinoa echinata*  
Relatório de Suscetibilidade



Em campo foi identificada a ocorrência de diversos pontos de extração de rochas, localizados principalmente no terço superior da encosta, onde apenas uma pedreira atua de forma profissional,. A grande maioria atua de forma artesanal e ilegal, deixando abandonadas as áreas após a extração, dispondo grandes blocos na borda das encostas, o que favorece o rolamento dos mesmos, conforme **Figura 3.1- II**.

Da mesma forma são deixados cortes na encosta, seja pela extração propriamente dita, ou para abertura de estradas de acesso, ambos expostos a ação do intemperismo e da gravidade, o que potencializa a probabilidade de ocorrência de escorregamentos, tal como confirmado em campo. (**Figuras 3.1-III, IV e V**).



Fonte: foto do auto, abril de 2010.

**Figura 3.1-II: Extração em atividade na margem esquerda do rio Itajaí-Açu, atrás do lixão de Ibirama. Blocos de granito na borda da encosta**



Fonte: foto do autor, abril de 2010.

**Figura 3.1-III: Extração abandonada na margem esquerda do rio com cicatriz de escorregamento**



Fonte: foto do autor, abril de 2010.

**Figura 3.1-IV: Detalhe da cicatriz de escorregamento, provocada pelo bota-fora de pedreira artesanal no alto da encosta. Margem esquerda do rio Itajaí-Açu, Comunidade São Miguel**



Fonte: foto do autor, abril de 2010.

**Figura 3.1-V: Cicatriz de escorregamento em pedreira abandonada na margem direita do rio, Alto Subida**

A pedreira Daclande Ltda. está fora do buffer da área de estudo, mas serve para comprovar a ocorrência do granito ao longo da margem esquerda do rio, fato esse que orientou a atualização do mapa geológico que é utilizado como base para esse diagnóstico (**Figuras 3.1 VI e VII**).



Fonte: foto do autor, maio de 2010.

**Figura 3.1-VI: Em primeiro plano a direita o granito esverdeado e ao fundo o granito rosa**



Fonte: foto do autor, maio de 2010.

**Figura 3.1-VII: Extração profissional com uso de máquinas pesadas**

Na margem direita do rio Itajaí-Açu, na comunidade Ressacada II, afloram grandes blocos fraturados de granito Subida no terço superior da encosta, conforme **Figura 3.1-VIII**. Já a base do morro é formada pelo contato do granito com as rochas sedimentares do Grupo Itajaí.

De acordo com relato de moradores, neste local o IBAMA impediu a extração de rochas há 10 anos atrás por medida de segurança, pois havia blocos instáveis oferecendo risco aos moradores. Entretanto durante os trabalhos de campo, não foi registrado relato de rolamento ou queda de blocos no local, apenas de pequenos escorregamentos.

Segundo relato de moradores, há cinco anos, foram observados pequenos escorregamentos, os quais não provocaram danos ou perdas materiais as pessoas da comunidade Ressacada II. Hoje a área onde ocorreu o escorregamento é utilizada para plantio de árvores frutíferas e roça de mandioca como pode ser observado na **Figura 3.1-IX**.



Fonte: foto do autor, maio de 2010.

**Figura 3.1-VIII: Blocos fraturados de granito, no alto da encosta, Ressacada II**



Fonte: foto do autor, maio de 2010.

**Figura 3.1-IX: Local de ocorrência de antigo escorregamento, Ressacada II**

### 3.2 Setor 2 - Intermediário

- Início : Encontro dos rios Itajaí-Açu e Hercílio
- Final : Ribeirão Subida.



### Afloramentos e extração de rochas

Na margem direita do rio Itajaí-Açu a base do morro é formada por siltitos e argilitos do Grupo Itajaí que sofreram metamorfismo de contato pelas intrusões de riolito, e no terço superior aflora o granito Subida. Na margem esquerda ocorre o Grupo Itajaí de rochas sedimentares intercalado com intrusões de riolito, conforme mapa geológico (**Figura 3.1-I**).

Os acessos aos pontos de extração de rocha podem ser feitos tanto pela comunidade Ressacada II na margem do rio, como pelo alto do morro, conhecido como Alto Subida. No entanto, no primeiro caso somente pode-se acessar com veículo tracionado.

Da mesma forma que no Setor 1, as áreas de extração de granito são abandonadas ao final da lavra sem qualquer medida de contenção das encostas ou dos blocos residuais que não foram aproveitados, conforme figuras abaixo.



Fonte: foto do autor, maio de 2010.

**Figura 3.2-I: Acesso das áreas de extração de rocha pela comunidade Ressacada I. Ao fundo no topo da foto identifica-se escarpa rochosa de granito com eucalipto plantado no topo**



Fonte: foto do autor, maio de 2010.

**Figura 3.2-II: Movimentação de terra formando patamares de aterros para acessos. Detalhe da inclinação do terreno**



Fonte: foto do autor, maio de 2010.

**Figura 3.2-III: Extração de granito cinza no topo do morro da Ressacada I. Contenção precária dos paralelepípedos de granito**



Fonte: foto do autor, maio de 2010.

**Figura 3.2-IV: Extração de granito rosa no terço superior da encosta. Ressacada I**

Na mesma margem mais a jusante da Ressacada I, ocorrem afloramentos de grandes blocos próximos a casa de força do CESAP (**Figura 3.2-V**). De acordo com Relatório Técnico nº 3, de abril de

2008, elaborado pela empresa PROSUL para o CESAP, estes blocos “apresentam boas características de estabilidade, favorecido pela presença de vegetação de médio a grande porte”, sendo assim, não apresentam risco de rolamento.

Já a sudeste deste afloramento próximo a comunidade Subida, a PROSUL identificou matacões que poderiam desencadear processos de instabilização ao longo do tempo (**Figura 3.2-V**). Nesse caso, o CESAP efetuou medidas de contenção visando evitar a possível queda em caso de ocorrência natural de processos erosivos do solo, conforme **Figura 3.2-VI**.



Fonte: foto do autor, maio de 2010.

**Figura 3.2-V: Blocos de rocha imediatamente acima da casa de força do CESAP**



Fonte: Acervo CESAP

**Figura 3.2-VI: Estabilização de matacões com muro de blocos de rocha na comunidade Subida**

## Escorregamentos

Os pontos de escorregamentos identificados através de cicatrizes recentes e outros através de relatos e indícios físicos como acúmulo de solo, cascalhos e rochas, estão espacializados no mapa de ocorrências (**Figura 3-I**)

Foram identificadas cicatrizes de escorregamentos na estrada de acesso da comunidade Subida para Alto Subida (**Figura 3.2-VII**), na interface de contado entre as rochas sedimentares do Grupo Itajaí com o granito Subida, na margem da BR 470 (**Figura 3.2-IX**). No pátio da usina UHE – Salto Pilão foi identificada área de escorregamento pretérito, informada por um dos funcionários da UHE (**Figura 3.2-VIII**).

Vale mencionar que outros pontos de pequenos escorregamentos foram identificados ao longo da BR 470, entre a comunidade Subida e o acesso principal a cidade de Ibirama. O material, proveniente desses movimentos de massa, foi retirado da rodovia e depositado nas margens do rio.

Diferente dos escorregamentos identificados no Setor I, que são associados à extração de rochas, nestes casos, ocorreram em cortes de estrada e da encosta.





Fonte: foto do autor, maio de 2010.

**Figura 3.2-VII: Escorregamento ocorrido em área de vegetação alterada, interface de mata nativa com silvicultura, Subida**



Fonte: foto do autor, maio de 2010.

**Figura 3.2-VIII: Área de antigo escorregamento ocorrido no pátio da UHE, acima da saída d'água**



Fonte: foto do autor, maio de 2010.

**Figura 3.2-IX: Escorregamento (ao fundo) ocorrido em corte da rodovia BR 470**



Fonte: foto do autor, maio de 2010.

**Figura 3.2-X: Detalhe do material rochoso do escorregamento ocorrido na BR 470 (siltito e riolito)**

De acordo com informações de moradores da comunidade Ressacada I e pela visualização em campo de acúmulo de material na borda da estrada foram identificados dois escorregamentos, os quais na época em que ocorreram atingiram três casas, porém nenhuma morte foi registrada.



Fonte: foto de Roberto Fabiano, maio de 2010.

**Figura 3.2-XI: A direita da foto resquícios de antigo escorregamento. Ressacada I**

CESAP- Plano de Manejo da Unidade de Conservação com propósito específico de proteção da *Raulinoa echinata*  
Relatório de Suscetibilidade

### 3.3 Setor 3 – Jusante – UHE Salto Pilão

- Início: Ribeirão Subida.
- Final: Morro Santa Cruz.

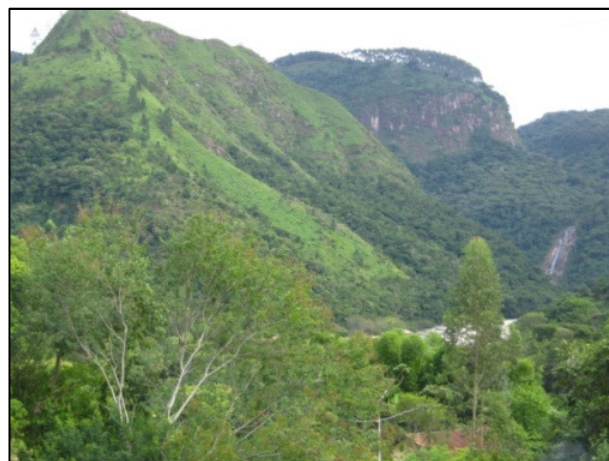
Este é o setor onde se apresentam as maiores concentrações de altas declividades (acima de 45°), desenvolvendo escarpas verticais nas intrusões de riolito. A geologia é composta predominantemente por riolito, pelas rochas sedimentares do Grupo Itajaí e pelas áreas de deposição de sedimentos aluvionares formadas nos remansos do rio.

Apesar da forte declividade deste setor, não há evidências ou relatos de escorregamentos e rolamento de blocos recentes (há pelo menos 40 anos). Entretanto, há depósito de tálus no sopé dos morros, indicando movimento de massa antigo.



Fonte: Acervo CESAP

**Figura 3.3-I: Vista geral do relevo escarpado. Ao fundo curva do rio Itajaí-Açu ao redor do morro Santa Cruz**



Fonte: foto do autor, maio de 2010.

**Figura 3.3-II: Vista do morro Santa Cruz a esquerda e escarpa vertical em riolito ao fundo**

Neste setor foi identificado apenas um escorregamento ocorrido no início de 2010 na saída do túnel da linha férrea, na comunidade Subida (**Figura 3.3-III**).



Fonte: foto do autor, maio de 2010.

**Figura 3.3-III: Vestígio de antigo escorregamento. Comunidade Subida**



## 4. Susceptibilidade a Movimentos de Massa e Inundação

### 4.1 Escorregamentos

O escorregamento é o evento mais propício a desencadear um desastre na área de estudo, seja nos cortes de estrada como no caso da BR 470 e nos acessos não pavimentados ao Alto Subida e as comunidades de Ressacadas I e II; ou através da extração de rochas no topo dos morros. Como visto anteriormente, o abandono destas áreas sem medidas de contenção dos blocos e das encostas degradadas favorecem a ocorrência de escorregamentos.

Os escorregamentos, de forma geral, estão associados às precipitações, as propriedades dos solos e das rochas, a declividade, a cobertura vegetal e as características das encostas, conforme descrito no Capítulo 2.2.

Na área de estudo eles ocorrem tanto no granito, associado à extração de rocha; como no riolito, por possuir um padrão mais denso de fraturamento; e nas rochas sedimentares recozidas que afloram nos cortes da BR 470. Os escorregamentos ocorrem também no topo e base dos morros e na meia encosta. O que fica evidente é que o principal agente deflagrador, que está presente em todos os casos identificados no presente trabalho, é a ação humana. Entretanto, isso não significa que os escorregamentos só ocorrem por influência antrópica.

A ocupação de áreas susceptíveis a determinado evento natural (**Figuras 4.1-I e 4.1-II**) somada à vulnerabilidade do tipo de ocupação, formam o cenário ideal para o desencadeamento de um desastre natural. Via de regra, a vulnerabilidade aos riscos é proporcional ao nível de miséria, ou seja, quanto mais carentes as populações, mais estão sujeitas aos efeitos do desastre (SAITO 2004).

Cabe mencionar que os moradores da comunidade Ressacada I relatam a existência de uma fenda profunda no solo, a qual não pode ser localizada. A falta de um guia local, além das condições atmosféricas desfavoráveis não permitiram o reconhecimento da mesma.



Fonte: foto do autor, maio de 2010.

**Figura 4.1-I: Ocupação de encosta na comunidade Belém**



Fonte: Roberto Fabiano, abril de 2010.

**Figura 4.1-II: Ocupação de risco na margem do rio Itajaí-Açu. Comunidade Ressacada I**

### 4.2 Inundação

Apesar do Vale do Itajaí sofrer historicamente com enchentes, esse não é o evento natural mais preocupante no trecho em estudo, segundo relatado pela Defesa Civil Municipal de Ibirama (comunicação pessoal, 2010). A elevação do nível da água do rio é natural e freqüente, em virtude do tamanho da bacia hidrográfica em que está inserido (**Figura 1.1-I**) e do elevado índice

*CESAP- Plano de Manejo da Unidade de Conservação com propósito específico de proteção da Raulinoa echinata  
Relatório de Suscetibilidade*



pluviométrico da região do Vale do Itajaí. Segundo dados do Comitê de Bacia do Itajaí, o Nível de Normal para o Município de Ibirama é de 2 metros e o Nível de Alerta é de 3 a 4,5 metros. Para Apiúna o Nível de Alerta está entre 6 e 8,5 metros, com Nível Médio de 4 metros. O detalhamento das características hidrológicas e climáticas será abordado em diagnóstico específico.

O rio apresenta, dentro da área de estudo, curso tortuoso com alguns trechos retilíneos naturais, refletindo a adaptação aos alinhamentos estruturais. Apresenta ainda trechos encachoeirados com a presença de muitos seixos e blocos rochosos em seu leito.

De forma geral, o trecho do rio Itajaí-Açu em estudo está encaixado em vale íngreme e com desnível favorável ao escoamento das águas, mesmo em períodos de cheia, conforme a **Figura 4.2-I**. A cota do rio Itajaí-Açu varia de 240m, nas proximidades da Ilha da Atafona (montante da UHE), até a cota de 100m no final do buffer da área de estudo (jusante da UHE), o que significa um desnível total de 140m em pouco mais de 17 km ou desnível médio de aproximadamente 8m/km. Desta forma, mesmo em período de cheia o rio se mantém em sua calha, o que é evidenciado pela rara presença de pequenas planícies aluviais (depósitos de sedimentos aluvionares), no trecho em estudo, conforme apresentado no mapa geológico (**Figura 3.1-I**).

Ao longo das campanhas de campo foi identificado apenas um caso em que o rio atingiu uma casa na comunidade Ressacada I, localizada em uma pequena área de acumulação aluvial. Entretanto, deve-se considerar que não foi feito detalhamento pontual das áreas de risco a este evento dada a escala de trabalho. Há situações conforme apresentada nas **Figuras 4.2-I e 4.2-II**, onde uma casa está completamente irregular no leito do rio, mas não houve relato de inundação desde que a mesma foi construída.

Se houver fiscalização e contenção da ocupação das margens, este evento natural não deverá ser considerado como risco de alta magnitude a população local.



Fonte: foto do autor, maio de 2010.

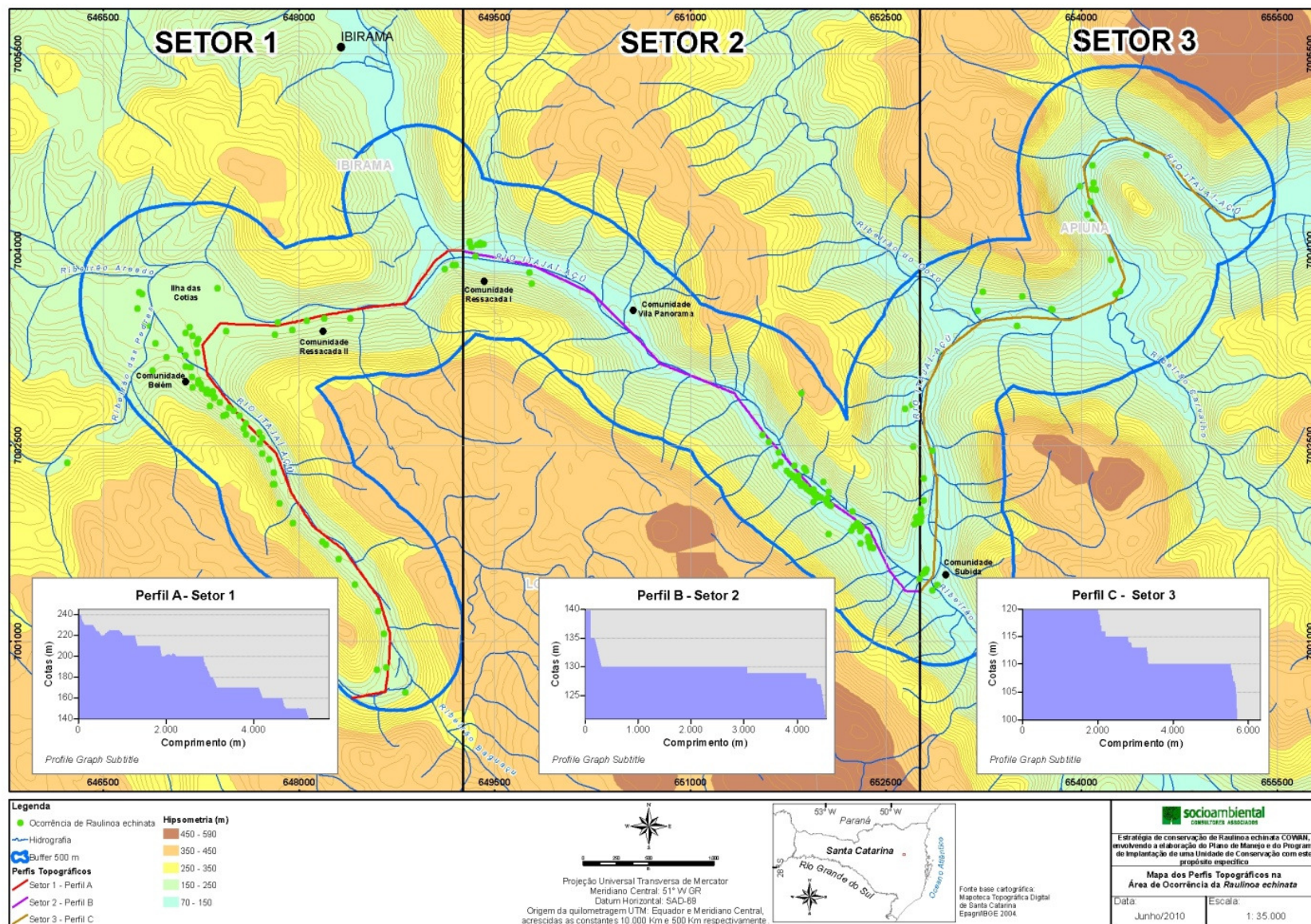
**Figura 4.2-I: Ocupação de risco na margem do rio em trecho de vazão reduzida. Período de seca. Comunidade Ressacada II**



Fonte: foto do autor, maio de 2010.

**Figura 4.2-II: Ocupação de risco em período de cheia. Comunidade Ressacada II**





**Figura 4.2-I: Mapa dos Perfis topográficos na Área de Ocorrência de *Raulinoa echinata***

CESAP- Plano de Manejo da Unidade de Conservação com propósito específico de proteção da *Raulinoa echinata*  
Relatório de Suscetibilidade

### 4.3 Mapeamento de Susceptibilidade

Este item ilustra e descreve as áreas mais susceptíveis a escorregamentos e queda de blocos ao longo da área de estudo.

Conforme descrito anteriormente no Capítulo 2.3, a classe Muito Alta susceptibilidade foi determinada com base nos indícios e registros de escorregamentos ocorridos na área de estudo, bem como pela presença de alta a muito alta declividade e a presença de rochas graníticas e riolíticas. A delimitação dos polígonos desta classe considerou majoritariamente o uso do solo (áreas de extração mineral, cortes da encosta e desmatamento) para diferenciar da classe Alta. Além deste, a declividade e a rede hidrográfica também foram importantes para a delimitação, haja vista que alguns escorregamentos ocorreram próximos ou associados a pequenos riachos, conforme o Mapa de Susceptibilidade (**Figura 4.3-I**)

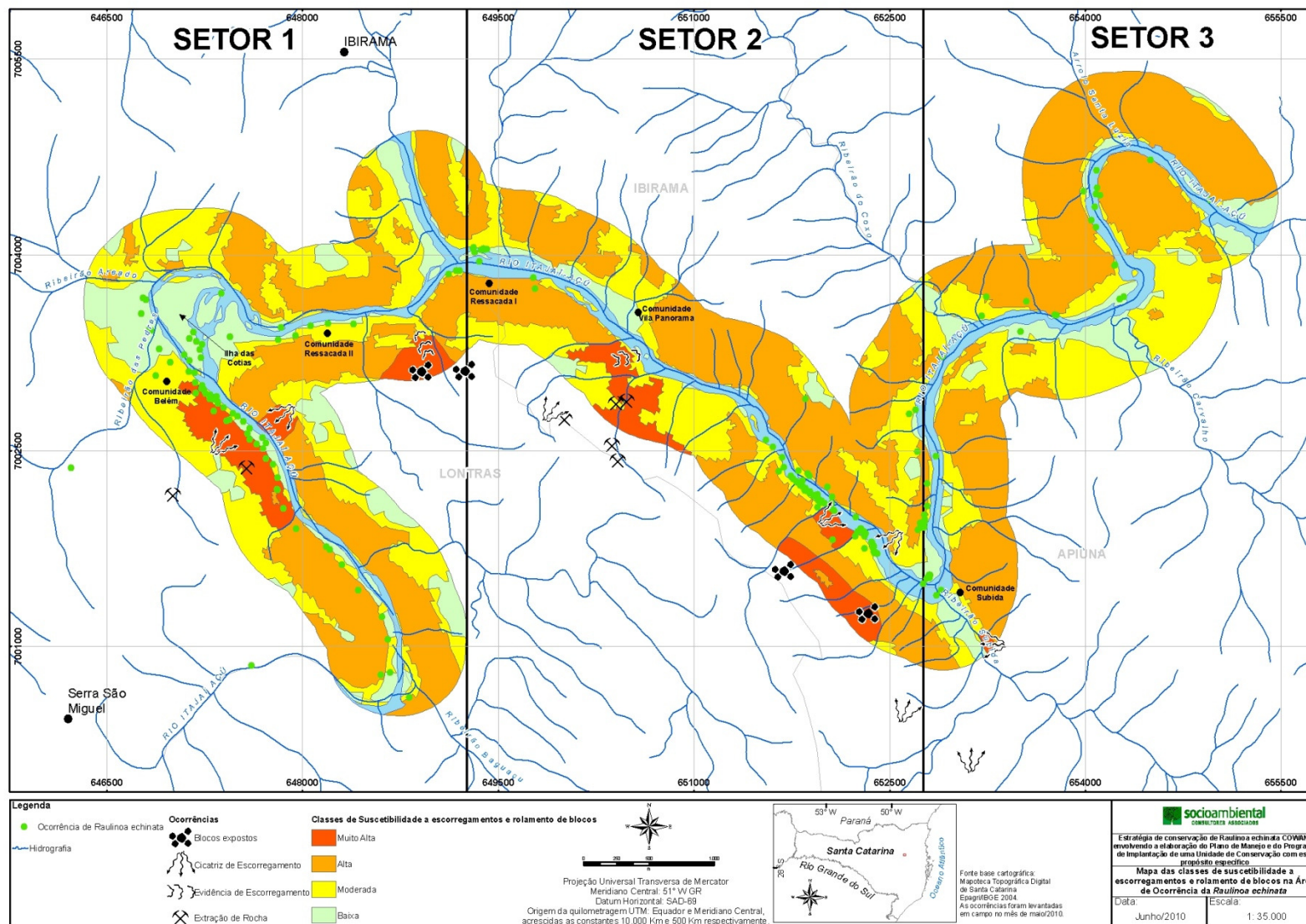
Relevante considerar que para conservação de *Raulinoa echinata*, a área crítica relativa ao tema deste trabalho, está localizada no Setor 1, no ponto de lavra de granito na borda da encosta de alta declividade. Pois, nesta margem do rio Itajaí-Açu, abaixo da lavra de granito ocorre uma concentração de agrupamentos da espécie. Com relação às comunidades humanas, as áreas mais susceptíveis situam-se nas localidades de Belém e Ressacada II, no setor 1; Ressacada I - margem da BR 470 e UHE - Salto Pilão, ambas no setor 2; e comunidade Subida, no setor 3.

É importante ressaltar que, embora situada em declividade moderada a UHE Salto Pilão está inserida na classe de Muito Alta susceptibilidade devido ao registro de escorregamento pretérito ocorrido no pátio da usina, conforme metodologia adotada. No entanto, o CESAP já adotou medidas de contenção e estabilização da encosta.

De forma inversa, algumas áreas com escarpas verticalizadas não foram classificadas como Muito Alta Susceptibilidade devido à ausência de cicatrizes, bem como relatos de escorregamentos por moradores locais. Este fato pode estar relacionado ao intenso fraturamento apresentado pelas intrusões de riolito e a recristalização observada nas fraturas, que refaz a unidade dos blocos de rochas aflorantes, da mesma forma que temperou (baixo metamorfismo de contato) as rochas sedimentares do Grupo Itajaí, que as mesmas intrudiram. Contudo, torna-se necessário um estudo geológico detalhado para confirmar essa hipótese com segurança.

Normalmente o padrão de fraturamento amplo apresentado pelo granito Subida favorece a queda ou rolamento de blocos, enquanto que o denso padrão de fraturamento do riolito em pequenos blocos favorece a formação de colúvios na base das encostas.





**Figura 4.3-I: Mapa de Classes de Susceptibilidade a Escorregamentos e Rolamento de Blocos na Área de Ocorrência de Raulinoa echinata**

CESAP- Plano de Manejo da Unidade de Conservação com propósito específico de proteção da Raulinoa echinata  
Relatório de Susceptibilidade

## 5. Considerações Finais

Com base no levantamento de dados secundários e nos trabalhos de campo é possível tecer algumas considerações relativas à susceptibilidade de ocorrências de escorregamentos, rolamentos de blocos e inundação para o trecho em estudo.

Como salientado, existe uma forte relação entre tipo de rocha e declividade. Os riolitos e granitos, quando presentes nos topos dos morros, encontram-se em altas declividades e exposição de rochas em paredões, que determina a susceptibilidade a ocorrência de queda e rolamentos de blocos.

A ocupação das margens do rio na área de estudo é relativamente baixa se comparada aos municípios vizinhos. Esse fato pode estar relacionado a alta declividade do terreno conforme apresentado anteriormente. No entanto, percebe-se através da identificação visual em trabalhos de campo que há um crescimento no número de casas em condições precárias em áreas impróprias para ocupação nas comunidades Ressacada I e II, Belém e Vila Panorama, fato que corrobora a ocorrência de desastres naturais.

O principal risco para conservação de *Raulinoa echinata* parece estar vinculado à ação antrópica. Além da ocupação das margens do rio, a falta de saneamento básico, os acessos para pesca e o despejo de lixo e material originado dos escorregamentos e lavra de rocha (terra, rochas, troncos de árvores) exercem pressão progressiva negativa sobre a espécie *Raulinoa echinata*.

Nesse sentido, conclui-se que a susceptibilidade da área de estudo para escorregamentos e queda de blocos está vinculada, principalmente, as atividades humanas. De fato, no Mapa de Ocorrências, conforme Figura 3-I, estão representados escorregamentos localizados nos cortes de estrada e lavras artesanais de rocha. Da mesma forma, o risco de rolamento de blocos está mais relacionado as áreas abandonadas de lavra do que a possibilidade de rolamento de blocos in situ. Conforme descrito anteriormente, inundação não representa um risco relevante neste trecho do rio, em virtude do forte desnível topográfico que permite um bom escoamento das águas do Itajaí-Açu, mesmo em períodos de cheia.

Tendo em vista a futura criação de uma Unidade de Conservação ao longo do rio Itajaí-Açu, com o propósito de conservação de *Raulinoa echinata*, é imprescindível a parceria entre as prefeituras de Apiúna, Ibirama e Lontras, juntamente com a Fundação Estadual do Meio Ambiente – FATMA, e CESAP na adoção de medidas como:

- Fiscalização da ocupação das Áreas de Preservação Permanente-APP;
- Fiscalização e regularização da atividade artesanal de lavra de rocha (pica pedra);
- Execução de medidas de contenção nas áreas abandonadas de lavra de rocha;
- Recomposição da mata ripária.

Como recomendação para futuras pesquisas a serem desenvolvidas na Unidade de Conservação a ser criada, sugere-se:

- Elaboração de mapeamento das áreas de risco principalmente nas áreas classificadas como Muito Alta susceptibilidade e onde há moradias, visto que o presente diagnóstico aborda de forma geral e introdutória o tema, devido a restrições cartográficas. Merece destaque a localização e avaliação de risco da suposta fenda do solo relatada por moradores da comunidade Ressacada I;
- Desenvolvimento de projetos de educação e conscientização ambiental, envolvendo as comunidades locais, focados na questão de risco e de conservação das matas ripárias, principalmente com relação à *Raulinoa echinata*.



## 6. Bibliografia

ALCANTARA- AYALA, I. Geomorphology, natural hazard, vulnerability and prevention of natural disaster in developing countries. **Geomorphology**, 1167, 2002, 18 p.

BRASIL, Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil- **Glossário de defesa civil: Estudos de riscos e medicina de desastres**. 3 ed. Brasília, MI, 2002, 283p.

CARDOSO, F. S. **Análise das áreas susceptíveis a inundações e escorregamentos na bacia do rio Forquilhas, São José**. Florianópolis 2009, 226 pg. Dissertação de Mestrado em Geografia – Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina.

FERNANDES, N. F. & AMARAL, C. P. **Movimentos de massa: Uma abordagem geológica-geomorfológica**. In: Geomorfologia e meio ambiente/ Guerra A. J. C. & CUNHA S. B. (Org.). 4ª edição, Rio de Janeiro, Ed. Bertrand Brasil, 2003, p 126 a 195.

FRANK, B. & PINHEIRO, A. (Org.) Enchentes na Bacia do Rio Itajaí : 20 anos de experiências, Ed. EDIFURB, Blumenau, 2003, 237 pg.

HERMANN, M. L. P. **Levantamento dos desastres naturais causados pelas adversidades climáticas no Estado de Santa Catarina, período de 1980 a 2000**, Imprensa Oficial – IOESC, Florianópolis, 92p, 2001

HERMANN, M. L. P.; PELERIN, J. R. G. M.; SAITO, S. Analise das ocorrências de escorregamentos no estado de Santa Catarina com base nos relatórios de avaliação de danos da Defesa Civil. 1980 a 2003. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1., 2004, Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. P. 159-173. (CD-ROM)

<http://www.comiteitajai.org.br/index.php/prevencaoenchentes/195-jicanasdr.html> - acessado em 05/05/2010.

[http://www.desastre.sc.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=91&Itemid=5](http://www.desastre.sc.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=91&Itemid=5) acessado em 20/05/2010.

MARIMON, M. P. C. ; SCOTTON, Giovani Colossi ; SANTO, M. A. D. ; Abreu, Janete Josina ; TOLEDO, Pedro . SUBSÍDIOS SOCIOAMBIENTAIS AO PLANEJAMENTO DO MUNICÍPIO DE RIO DO SUL /SC: Bacia Hidrográfica do Rio Itoupava . 2009a.

MARIMON, M. P. C. ; PIMENTA, Luiz Henrique Fragoas ; FRANCO, A. C. V. ; SIMAS, Pedro . Deslizamento Rotacional da Costa de Cima, Distrito de Pântano do Sul, Florianópolis/SC - novembro de 2008. In: 5 Conferência Brasileira de Estabilidade de Encostas, 2009, São Paulo. Anais COBRAE 2009b. São Paulo : ABMS, 2009. v. 01. p. 367-371.

MINISTERIO DAS CIDADES. Critérios para elaboração de mapeamentos de riscos em assentamentos precários. Disponível em <<http://www.cidades.gov.br>>. Acesso em 28 abril 2010

PBA 24 SALTO PILAO. Programa de Gerenciamento de Riscos, PROSUL, 2008

SANTA CATARINA - GABINETE DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL, SUBCHEFIA DE ESTATÍSTICA, GEOGRAFIA E INFORMÁTICA. 1986. **Atlas de Santa Catarina**. Florianópolis. 173p

SAITO, S. **Estudo analítico da susceptibilidade a escorregamentos e quedas de blocos no maciço central de Florianópolis, SC**. Florianópolis, 2004, 132 pg. Dissertação de Mestrado em Geografia – Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina.

SOCIOAMBIENTAL. Plano de Manejo da Unidade de Conservação Teixeira Soares, RS. Diagnóstico Sócio Ambiental, volume I, 111p, Florianópolis, 2000