



MAPEAMENTO DE RISCO SIMPLIFICADO DE DESLIZAMENTO DE ENCOSTAS NO MUNICÍPIO DE TIBAU DO SUL – RN

D. S. S. Moura

Departamento de Construção Civil - CEFET-RN.

Av. Sen. Salgado Filho, 1559 Tirol - CEP 59.015-000 - Natal-RN.

E-mail: darciasamia@hotmail.com

R. N. F. Severo

Departamento de Construção Civil - CEFET-RN.

Av. Sen. Salgado Filho, 1559 Tirol - CEP 59.015-000 - Natal-RN.

E-mail: ricardoflores@cefetrn.br

O. F. S. Júnior

Departamento de Engenharia Civil - UFRN.

Caixa Postal 1524 - Campus Universitário Lagoa Nova - CEP 59072-970 - Natal – RN.

E-mail: Olavo@ct.ufrn.br

O. F. Neto

Departamento de Engenharia Civil - UFRN.

Campus Universitário Lagoa Nova - CEP 59072-970 - Natal – RN.

E-mail: osvaldocivil@yahoo.com.br

A. C. Pereira

Departamento de Construção Civil - CEFET-RN.

Rua Raimundo Firmino de Oliveira, 400 Costa e Silva - CEP 59.628-330 - Mossoró - RN.

E-mail: alexandre@cefetrn.br

E. V. Borja

Departamento de Construção Civil - CEFET-RN.

Av. Sen. Salgado Filho, 1559 Tirol - CEP 59.015-000 - Natal-RN.

E-mail: edilberto@cefetrn.br

M. F. D. Araújo

Departamento de Construção Civil- CEFET-RN

Av. Sen. Salgado Filho, 1559 Tirol - CEP 59.015-000 - Natal-RN.

E-mail: marcos.arq@gmail.com

A. E. Silva

Departamento de Construção Civil- CEFET-RN

Av. Sen. Salgado Filho, 1559 Tirol - CEP 59.015-000 - Natal-RN.

E-mail: adrifloc@yahoo.com.br

RESUMO

O litoral do RN é caracterizado pela presença de uma formação geológica denominada "Formação Barreiras", de origem sedimentar terceiro-quaternária, constituída de camadas intercaladas de arenitos argilosos, argilitos e arenitos ferruginosos, com colorações variadas devido a lateritação. Este trabalho tem como objetivo desenvolver mapas de riscos simplificados de deslizamento ao longo de dezesseis quilômetros de falésias compostas de solos da Formação Barreiras no litoral oriental do município de Tibau do Sul - RN, visando subsidiar a busca de soluções construtivas (estradas, edificações e equipamentos turísticos) aceitáveis sob o ponto de vista ambiental e econômico. No desenvolvimento do estudo foram realizadas revisões bibliográficas, levantamentos topográficos simplificados e retirada de fotografias, identificando as principais categorias de fatores que afetam a estabilidade, como fatores geológicos, topográficos e ambientais. Em área de reduzidas dimensões, como a estudada, os fatores meteorológicos não são levados em conta, haja vista que são os mesmos para a área toda, nesse caso, é considerada a situação mais desfavorável, ou seja, a época das chuvas. Em continuidade foram quantificados e agrupados esses fatores, atribuindo-se um peso específico a cada um deles. O risco potencial de um lugar, para todos os fatores de riscos selecionados, pode ser avaliado através de critérios estabelecidos para cada fator, na base da experiência e julgamento técnico. Uma vez tendo os riscos potenciais nas três categorias principais, o mapa de risco pode, assim, ser traçado. Com os resultados obtidos elaborou-se um mapa de risco "simplificado" de deslizamento de toda a região estudada, onde o maior valor numérico apresentado corresponderá ao maior risco de deslizamento do terreno.

PALAVRAS-CHAVE: Mapeamento de Risco, Formação Barreiras, Deslizamentos.

1. INTRODUÇÃO

Este estudo trata do desenvolvimento de mapas de risco simplificado de deslizamentos nas falésias do município de Tibau do Sul – RN, visando estabelecer critérios para a sua ocupação ordenada. Essa região apresenta como um de seus principais problemas os constantes processos erosivos. Esses processos geram movimentos de massas, como deslizamentos, principalmente em épocas chuvosas, os quais têm causado sérios prejuízos econômicos. O nordeste do Brasil, assim como toda a zona costeira do Rio Grande do Norte, vem experimentando uma elevada taxa de ocupação devido a indústria do turismo. A construção de residências de veraneio e equipamentos turísticos, tais como resorts, hotéis, pousadas e restaurantes no município de Tibau do Sul – RN acelerou a taxa de ocupação a partir da década de 80. Com a agravante desses equipamentos serem instalados nas bordas das falésias presentes na faixa costeira do município; área considerada bastante frágil sob o ponto de vista ambiental.

2. DESCRIÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

A área de estudo está localizada na zona costeira leste do Rio Grande do Norte (Figura 1), aproximadamente 60 km ao sul de Natal. Em termos geológicos a área é constituída por sedimentos térico-quaternários da Formação Barreiras, os quais consistem de camadas intercaladas de arenitos argilosos, argilitos e conglomerados. Em alguns locais aparecem camadas de elevada consistência devido à cimentação com óxido de ferro. É verificada também a presença de sedimentos arenosos eólicos (dunas) recobrindo parcialmente os sedimentos da Formação Barreiras. Em termos morfológicos a região é formada por Tabuleiros Costeiros, os quais consistem em relevo plano com altitude variando de 40 a 100 metros. As bordas dos Tabuleiros são constituídas por falésias com alturas entre 20 e 40 metros.

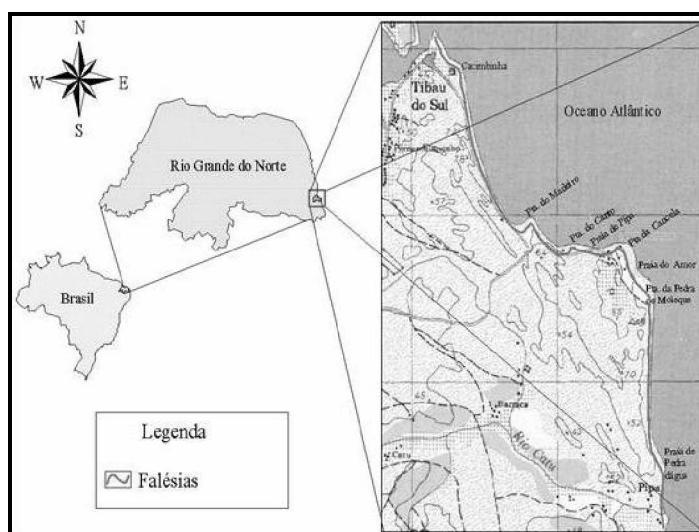


Figura 1. Mapa de Localização.

Para este estudo a região das falésias foi subdividida em trechos, inicialmente se adotou a subdivisão proposta por Amaral (2001), que segue as seguintes delimitações:

- Trecho Norte compreendido entre a barra de Tibau do Sul e a Ponta do Madeiro, possuindo orientação aproximadamente N-S;
 - Trecho Central inicia na Ponta do Madeiro e vai até a Pedra do Moleque, com orientação E-W;
 - Trecho Sul inicia na Pedra do Moleque e culmina na desembocadura do rio Catú ou Cibaúma, com orientação N-S.
- Em um segundo momento se adotou a subdivisão apresentada por Braga (2005), que subdivide cada um desses trechos em três sub-trechos conforme apresentado na Figura 2.

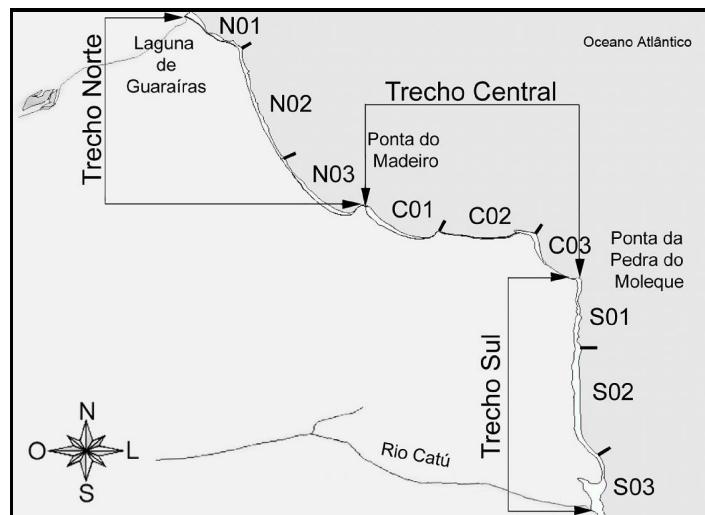


Figura 2. Mapa Temático da Região Estudada (Braga, 2005).

3. METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido em cinco etapas. Na primeira foram definidos os objetivos e a metodologia para a análise do grau de risco. Na segunda etapa foi feito um levantamento de dados existentes e de informações pertinentes para essa análise, como características ambientais e sócio-econômicas da região.

Na terceira etapa deste trabalho foram realizadas visitas de reconhecimento que tiveram como objetivo identificar os processos de instabilidade mais freqüentes nas encostas do município (erosão e estabilidade), os padrões de ocupação e as principais unidades geológicas, além de um levantamento topográfico simplificado utilizando aparelhos de GPS.

Na quarta etapa foi feita a aquisição dos dados de campo de forma tabelada levando em conta os fatores e atributos analisados, segundo intervalos de risco pré-definidos. A Tabela I apresenta os fatores de risco analisados no município de Tibau do Sul (topográficos, geológicos e ambientais), com seus respectivos atributos de risco. Cada um dos atributos de risco foi dividido em quatro classes associadas ao grau de risco: Baixo (R1); Médio (R2); Alto (R3) e Muito Alto (R4).

O cálculo do Grau de Risco Topográfico, geológico e ambiental foi feito através da soma dos valores dados a seus atributos (variando de 1,0 a 4,0), conforme os respectivos graus de risco (baixo, médio, alto e muito alto) constantes da Tabela I, divididos pela quantidade de atributos considerados nessa tabela.

Nas equações (1), (2) e (3) estão apresentados o cálculo dos respectivos graus de risco: Grau de Risco Topográfico (1), Grau de Risco Geológico (2) e Grau de Risco Ambiental (3).

$$GRT = \frac{\sum \text{Atributos}}{3} \quad (1)$$

$$GRG = \frac{\sum \text{Atributos}}{3} \quad (2)$$

$$GRA = \frac{\sum \text{Atributos}}{4} \quad (3)$$

Tabela I. Faixas de grau de risco de acordo com os fatores e atributos em Tibau do Sul – RN (Adaptada de Coutinho, 2005).

Fatores/Atributos	Grau de Risco			
	Baixo-R1	Médio-R2	Alto-R3	Muito alto-R4
Topográficos				
Altura da encosta (m)	<19	19-32	32-45	>45
Morfologia (perfil)	Inclinada	Reta sem incisão c/ talus	Reta sem incisão basal	Reta c/ incisão basal
Declive da encosta	<45°	45°-60°	60°-75°	>75°
Geológicos	Baixo-R1	Médio-R2	Alto-R3	Muito alto-R4
Textura	Areno-argilosa	Argilo-arenosa	Argilosa/arenosa	Argilosa/cascalhosa
Presença de camada cimentada	2 camadas	1 camada	1 camada pouco perceptível	Ausente
Movimento e transporte de massa	Ausente, fendas superficiais	Ravinas	Fendas profundas e voçorocas	Deslizamentos pré- existentes
Ambiental	Baixo-R1	Médio-R2	Alto-R3	Muito alto-R4
Vegetação (%)	>70	70-30	<30	Ausente
Drenagem e tratamento	Parcial extensiva	Insuficiente	Precária	Inexistente
Saneamento	Saneada ou área de preservação	Estação de tratamento	Fossa e sumidouro	Água servida escoando
Densidade (hab/ha)	<61	61-106	106-152	>152

Ao considerar-se o Fator Topográfico levou-se em conta os seguintes atributos: altura da encosta em metros, onde constatou-se, que quanto maior a altura maior o grau de risco; a morfologia do talude que pode ser inclinada, reta sem incisão basal, normalmente onde a presença de arenitos de praia amortecem a energia das ondas, e reta com incisão basal onde a ação das ondas se faz sentir diretamente sobre a base da encosta; ainda considerou-se a declividade da encosta onde constatou-se, que quanto maior a inclinação em graus maior o risco.

No Fator Geológico levou-se em conta a textura do solo, a presença de camada cimentada, que é uma faixa horizontal de 1 a 2 metros de largura onde houve uma cimentação com óxido de ferro ao longo de sua história geológica, nessa faixa as coesões são extremamente elevadas e de acordo com Severo (2005) só podem ser estimadas oscilando entre 500 e 1000 kpa; também se considerou os movimentos de massa pré-existentes e as ações erosivas, principalmente a erosão hídrica que ocasiona ravinas e voçorocas onde está presente a percolação de água subterrânea.

Na análise do Fator Ambiental considerou-se a presença percentual de vegetação na base, na encosta, e no topo da falésia; a disponibilidade de sistemas artificiais de drenagem e outros tratamentos de proteção do topo e encosta das falésias, bem como a existência de instalações de tratamento de esgotos ou sua inexistência em áreas habitadas não saneadas e para efeito do cálculo da densidade na Tabela I foi considerada uma faixa de 100 metros em direção ao continente a partir da borda das falésias; cada residência com quatro moradores e cada quarto de hotel com dois hóspedes.

Para o cálculo do Grau do Risco Final (GRF), para cada trecho de encosta, utilizou-se uma média ponderada entre os fatores de risco para ressaltar a sua importância relativa frente à ocorrência de acidentes. O grau de risco dos fatores geológicos (GRG) e topográficos (GRT) receberam peso 2 e o grau de risco do fator ambiental (GRA) recebeu peso 3 (COUTINHO, 2005).

Na Equação (4) é apresentado o cálculo do Grau de Risco Final em Tibau do Sul (COUTINHO, 2005).

$$GRF = \left[\frac{(2xGRT) + (2xGRG) + (3xGRA)}{7} \right] \quad (4)$$

Na quinta e ultima etapa foi feita a análise do grau de risco final para as encostas do município de Tibau do Sul – RN. A Tabela II apresenta a classificação final do grau de risco em Tibau do Sul. Para esse resultado foram obtidos os valores dos graus de risco final de todos os trechos de encostas e observando os valores extremos dividimos o intervalo em quatro faixas para associá-lo ao termo lingüístico: Baixo, Médio, Alto e Muito Alto.

Tabela II. Faixa de classificação do risco final em Tibau do Sul - RN (Adaptado de Coutinho, 2005).

Valores de Grau de Risco Final (GRF)	Termo Lingüístico	Classe
< 1,67	Risco Baixo	R1
1,68 - 2,03	Risco Médio	R2
2,03 – 2,38	Risco Alto	R3
> 2,38	Risco Muito Alto	R4

4. RESULTADOS OBTIDOS

Foram efetuadas visitas de reconhecimento ao longo de toda a extensão da área de pesquisa. Durante essas visitas identificou-se a presença de regiões homogêneas nos trechos Norte, Central e Sul; como forma de melhor organizá-los foram então definidos três sub-trechos, apresentados na metodologia. Os sub-trechos foram nomeados conforme Braga (2005), da seguinte maneira: trecho norte (N01, N02, N03), trecho central (C01, C02, C03) e trecho sul (S01, S02, S03).

4.1. Trecho Norte

O trecho norte tem início na barra de Tibau do Sul e se prolonga até a Ponta do Madeiro, perfazendo aproximadamente um total de 5,3km. A maior parte do trecho é composta pela praia de Cacimbinha, trata-se de uma praia arenosa, levemente arqueada, com direção NW/SE. Nas extremidades dessa praia são encontrados promontórios constituídos por arenitos ferruginosos. Em sua parte inicial são encontrados, dispostos paralelamente à linha de costa, os arenitos de praia, menos resistentes que os arenitos ferruginosos. Os comprimentos aproximados de cada sub-trecho são respectivamente 1,2km, 2,3km e 1,8km. Na Figura 3 é apresentada a divisão do trecho norte com seus respectivos sub-trechos.

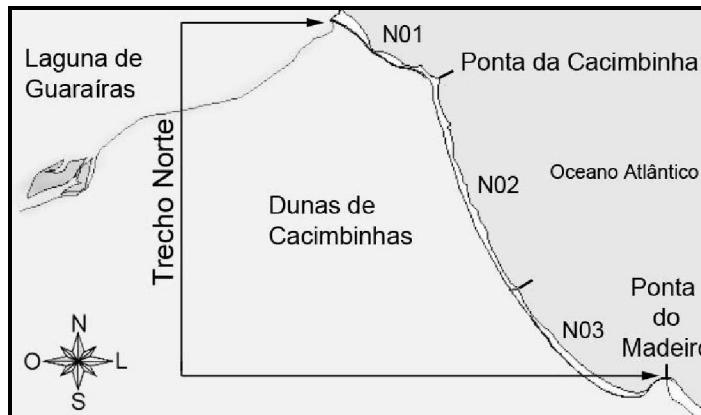


Figura 3. Divisão do Trecho Norte em Sub-trechos (Braga, 2005).

O sub-trecho N01 é limitado fisicamente ao sul pela ponta da Cacimbinha e ao norte pela barra de Tibau do Sul. É nele que começa a formação das falésias, que se estendem pelos trechos Norte, Central e Sul, de acordo com o zoneamento realizado por Amaral (2001).

Limitando-se ao norte pela ponta da Cacimbinha e ao sul por um pequeno promontório de arenitos, o sub-trecho N02 possui falésias constituídas por materiais com diversas colorações, com alturas que variam entre 25 e 40 m, perfil com inclinação média a forte (40° - 80° aproximadamente) e recobertas em poucos pontos de sua base por vegetação rala.

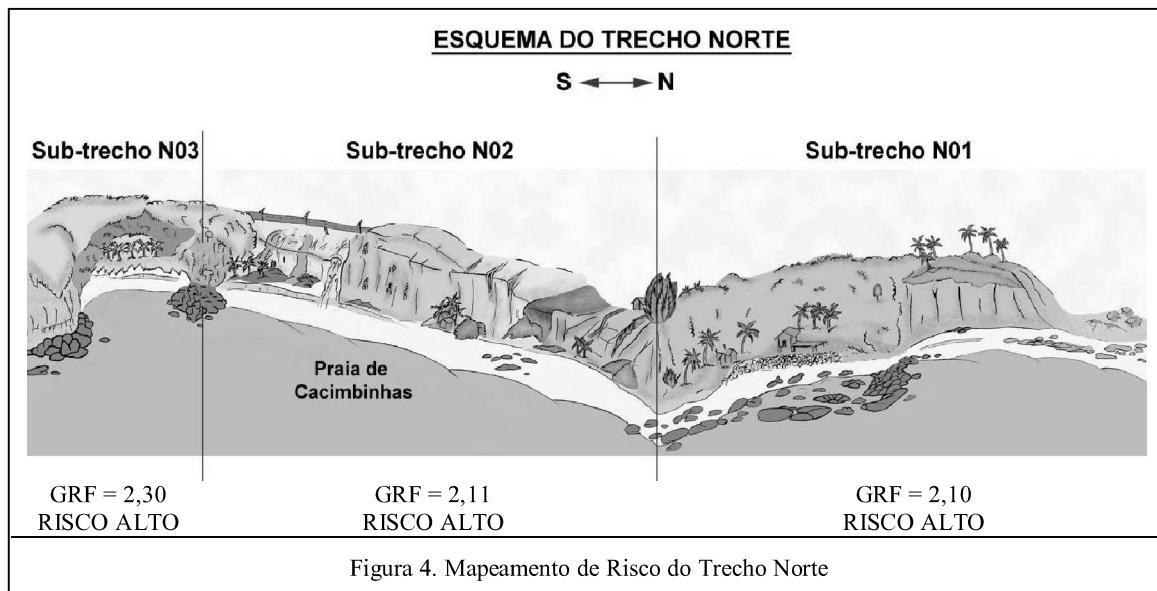
O sub-trecho N03 compreende uma pequena baía, limitada ao norte por um curto promontório de arenitos e ao sul pela Ponta do Madeiro. Suas falésias possuem perfil com inclinação média (60° aproximadamente.), altura em torno de 35m e vegetação abundante, recobrindo topo, face e base.

Na Tabela III é apresentado o grau de risco de acordo com os fatores e atributos nos Sub-trechos do Trecho Norte.

Tabela III. Grau de risco nos sub-trechos do Trecho Norte.

Fatores	N 01		N 02		N 03	
Topográficos	Valores	Atributos	Valores	Atributos	Valores	Atributos
Altura da encosta (m)	25	2	40	3	35	3
Morfologia (perfil)	Inclinada c/ talus	1	Inclinada	1	Inclinada	1
Declive da encosta	80°	4	75°	3	60°	2
GRT		2,33		2,33		2,00
Geológicos	Valores	Atributos	Valores	Atributos	Valores	Atributos
Textura	Areno-argilosa	1	Areno-argilosa	1	Areno-argilosa	1
Presença de camada cimentada	2 camadas	1	2 camadas	1	1 camada pouco perceptível	3
Movimento e transporte de massa	Deslizamentos	4	Fendas profundas e voçorocas	3	Deslizamentos	4
GRG		2,00		1,67		2,67
Ambientais	Valores	Atributos	Valores	Atributos	Valores	Atributos
Vegetação (%)	85	1	10	3	85	1
Drenagem e tratamento	Precária	3	Insuficiente	2	Inexistente	4
Saneamento	Fossa e sumidouro	3	Fossa e sumidouro	3	Fossa e sumidouro	3
Densidade (hab/ha)	50	1	10	1	15	1
GRA		2,00		2,25		2,25
GRF	R. Alto	2,10	R. Alto	2,11	R. Alto	2,30

Na Figura 4 é apresentado o mapeamento de risco do Trecho Norte.



4.2. Trecho Central

O trecho central inicia-se na Ponta do Madeiro e vai até a Ponta da Pedra do Moleque (Figura 5). Ao longo do seu comprimento (aproximadamente 3,8 km) são encontradas pequenas praias separadas por pontais rochosos, constituídos por arenitos ferruginosos. Entre a Ponta do Madeiro e a Ponta do Canto, se encontra a praia do Curral. Em seguida, indo em direção ao sul, são encontradas as praias localizadas na zona urbana, destacando-se a famosa praia de Pipa. Os comprimentos aproximados de cada sub-trecho são respectivamente 1,2km, 1,4km e 1,2km.

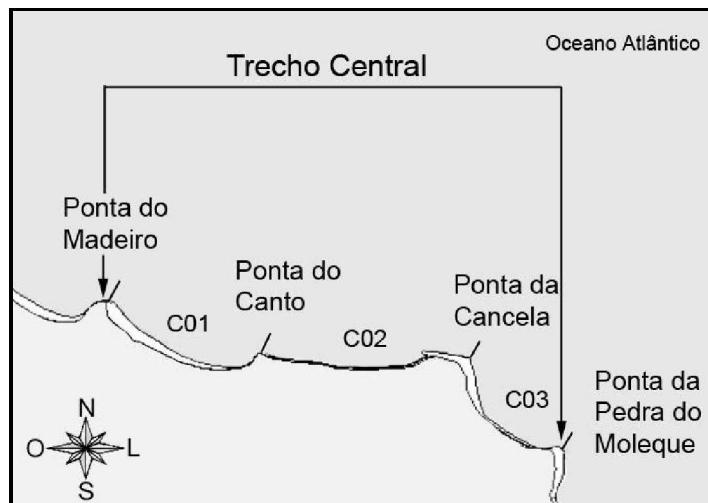


Figura 5. Divisão do Trecho Central em Sub-trechos (Braga, 2005).

O sub-trecho C01 é limitado fisicamente a Oeste pela Ponta do Madeiro e a Leste pela Ponta do Canto. Possui falésias recuadas, com altura de aproximadamente 35 m e perfil de inclinação forte, com até 90°. Este sub-trecho é localizado em uma área de preservação ambiental (Santuário Ecológico de Pipa), possuindo vegetação densa no topo das falésias, em quase toda sua extensão. Na sua parte média, observa-se vegetação em toda a encosta, cobrindo topo, face e base.

Compreendido a Oeste pela Ponta do Canto e a Leste pela Ponta da Cancela, o sub-trecho C02 é o mais habitado, apresentando forte atividade turística e sofrendo grandes pressões do mercado imobiliário. Em seu início (Oeste), ainda pouco habitado, as falésias são altas, aproximadamente 30 m e vegetadas apenas em seu topo, estando sujeitas a movimentos de massa, como deslizamentos, quedas e tombamentos.

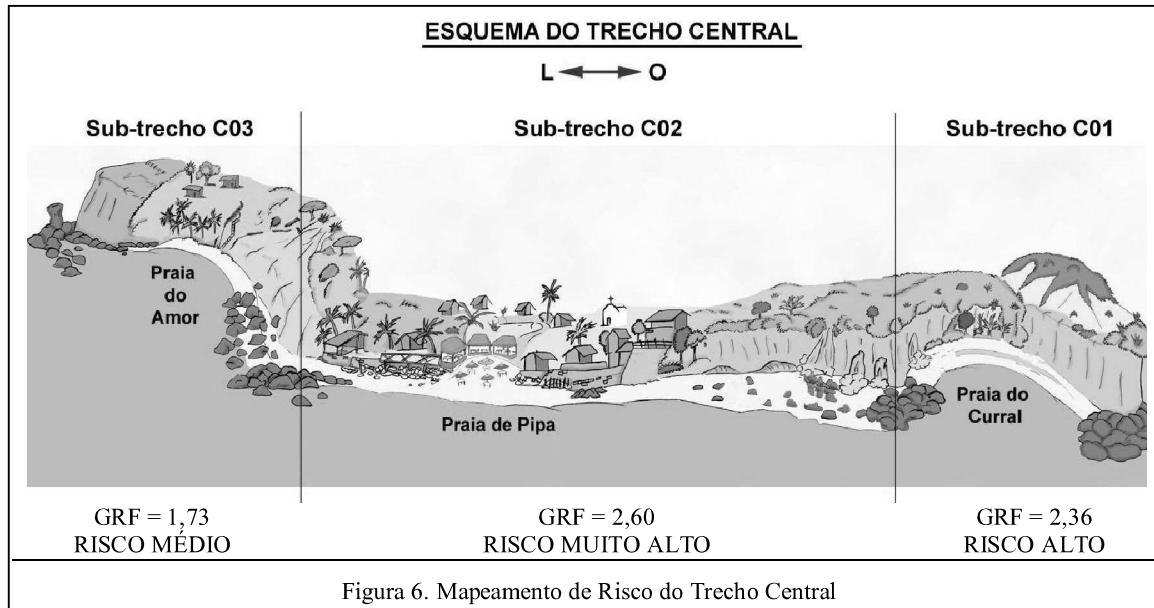
O sub-trecho C03 está localizado entre a ponta da Cancela (Oeste) e a Ponta da Pedra do Moleque, estando apenas parcialmente habitadas, com alguns bares, na base das falésias, e pousadas situadas no topo das mesmas. Nesse sub-trecho, as falésias possuem alturas variadas, sendo mais freqüente as de 10 m, com inclinações variando de suave (aproximadamente 30°), a média (aproximadamente 40°) e vegetação densa (topo, face e base) apenas em sua parte central.

Na Tabela IV é apresentado o grau de risco de acordo com os fatores e atributos nos Sub-trechos do Trecho Central.

Tabela IV. Grau de risco nos sub-trechos do trecho Central.

Fatores	C 01		C 02		C 03	
Topográficos	Valores	Atributos	Valores	Atributos	Valores	Atributos
Altura da encosta (m)	35	3	30	2	10	1
Morfologia (perfil)	Reta com incisão basal	4	Reta sem incisão com tálus	2	Inclinada	1
Declive da encosta	90°	4	90°	4	30°	1
<i>GRT</i>		3,67		2,67		1,00
Geológicos	Valores	Atributos	Valores	Atributos	Valores	Atributos
Textura	Argilo-arenosa	2	Areno-argilosa	1	Areno-argilosa	1
Camada cimentada	2 camadas	1	1 camada pouco perceptível	3	2 camadas	1
Movimento e transporte de massa	Deslizamentos	4	Deslizamentos	4	Fendas profundas e voçorocas	3
<i>GRG</i>		2,33		2,67		1,67
Ambientais	Valores	Atributos	Valores	Atributos	Valores	Atributos
Vegetação (%)	50	2	30	2	60	2
Drenagem e tratamento	Insuficiente	2	Insuficiente	2	Insuficiente	2
Saneamento	Área de preservação	1	Estação de tratamento	2	Fossa e sumidouro	3
Densidade (hab/ha)	10	1	300	4	70	2
<i>GRA</i>		1,5		2,5		2,25
<i>GRF</i>	R. Alto	2,36	R. Muito Alto	2,60	R. Médio	1,73

Na Figura 6 é apresentado o Mapeamento de Risco do trecho Central.



4.3. Trecho Sul

Este trecho é limitado ao Norte pela Ponta da pedra do Moleque e ao Sul pela desembocadura do Rio Catú (aproximadamente 5km). Um aspecto interessante do trecho sul é a presença dos “chapadões”. O Chapadão de Pipa e o Chapadão da Praia das Minas são os maiores em dimensões e pressão de ocupação. Assim como nos trechos anteriores, o trecho Sul foi subdividido em três sub-trechos (Figura 7). O critério utilizado por Braga (2005) nessa subdivisão foi baseado nos elementos físicos encontrados na zona de praia. O sub-trecho S01 tem aproximadamente 1,6km de extensão e é caracterizado pela ausência de faixa de praia e por falésias com arenitos em sua base; o sub-trecho S02, de aproximadamente 2,1km, é marcado por uma longa praia retilínea e o sub-trecho S03 possui aproximadamente 1,3km e corresponde a um promontório com bancadas de arenitos na arrebentação.

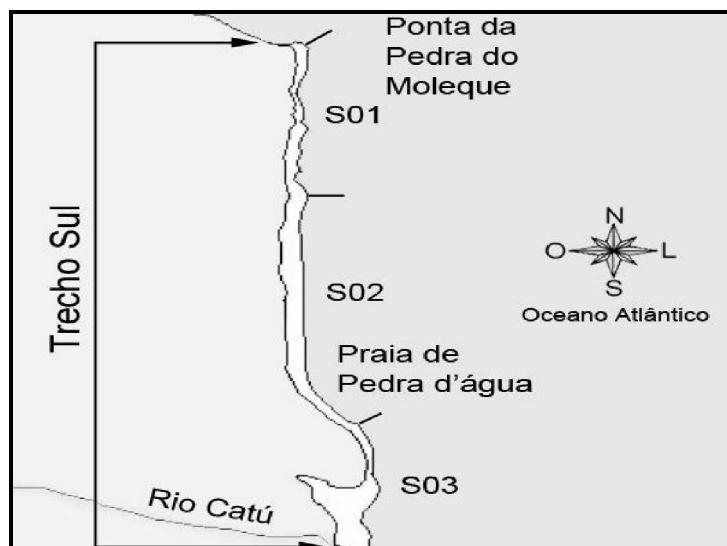


Figura 7. Divisão do Trecho Sul em Sub-trechos (Braga, 2005).

O sub-trecho S01 começa ao Norte pela Ponta da Pedra do Moleque e vai até onde estão presentes os arenitos de praia. Ele é caracterizado por falésias de coloração escura e altura aproximada de 30m, há também arenitos dispostos na estreita faixa de praia. O “Chapadão” presente neste sub-trecho é usado como parada turística (mirante) e como rota de bugueiros, além de suportar alguns equipamentos turísticos próximos a sua borda.

O início do sub-trecho S02 é caracterizado pelo fim da ocorrência dos arenitos na faixa de praia, e começo de uma extensa praia retilínea, estendendo-se até próximo da praia da Pedra d’água. Este sub-trecho possui inicialmente falésias recuadas e parcialmente encobertas por dunas e vegetação, a partir de seu ponto médio a vegetação e as dunas ficam mais recuadas e menos constantes.

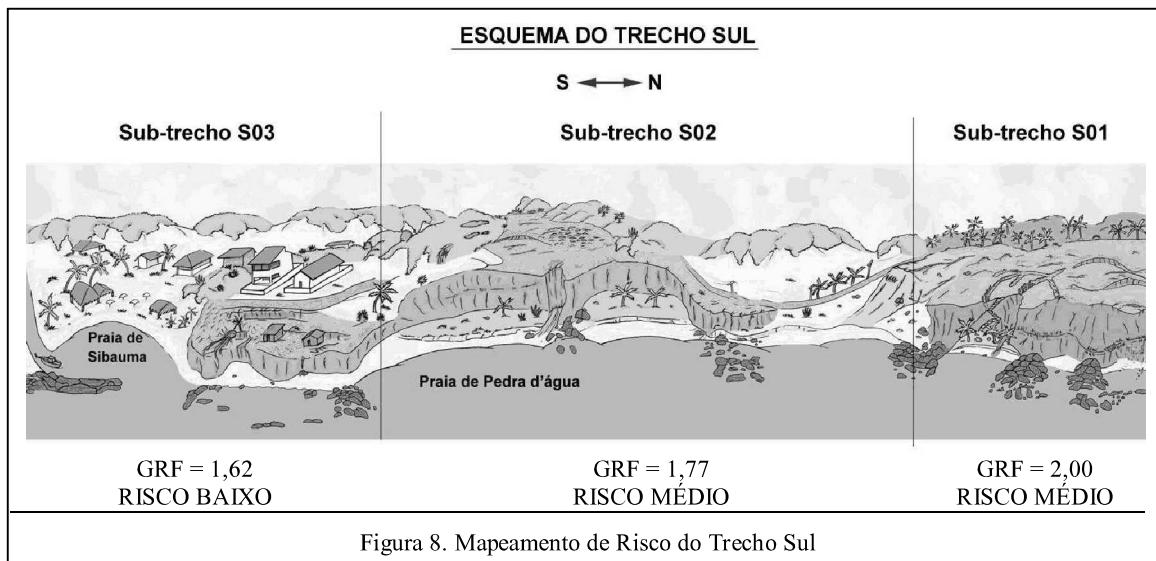
O sub-trecho S03 começa numa ponta impregnada de arenitos, que se entendem além da linha da costa. Nessa formação rochosa há diversos pontos de arrebentação de ondas. Esses bancos de arenitos funcionam como uma espécie de quebra-mar natural, fazendo com que as ondas cheguem à linha de costa com menos energia. Este sub-trecho possui falésias escuradas de baixa altitude (10m) e perfil do talude com baixa declividade, aproximadamente 30°, apresenta uma ocupação mais diversificada, desde grandes casas de veraneio a pequenas residências de pescadores, ocupando as áreas próximas à borda das falésias.

Na Tabela V é apresentado o grau de risco de acordo com os fatores e atributos nos sub-trechos do trecho Sul.

Tabela V. Grau de risco nos sub-trechos do Trecho Sul.

Fatores	S 01		S 02		S 03	
Topográficos	Valores	Atributos	Valores	Atributos	Valores	Atributos
Altura da encosta (m)	30	2	20	2	10	1
Morfologia (perfil)	Inclinada	1	Inclinada	1	Inclinada	1
Declive da encosta	75°	3	80°	4	30°	1
GRT		2,00		2,33		1,00
Geológicos	Valores	Atributos	Valores	Atributos	Valores	Atributos
Textura	Argilo-arenosa	2	Areno-argilosa	1	Areno-argilosa	1
Camada cimentada	2 camadas	1	1 camada	2	1 camada pouco perceptível	3
Movimento e transporte de massa	Ravinhas e Voçorocas	3	Fendas Profundas	3	Microravinhas	1
GRG		2,00		2,00		1,67
Ambientais	Valores	Atributos	Valores	Atributos	Valores	Atributos
Vegetação	30	2	75	1	35	2
Drenagem e tratamento	Insuficiente	2	Insuficiente	2	Insuficiente	2
Saneamento	Fossa e sumidouro	3	Área de preservação	1	Fossa e sumidouro	3
Densidade (hab/ha)	30	1	0	1	50	1
GRA		2		1,25		2,00
GRF	R. Médio	2,00	R. Médio	1,77	R. Baixo	1,62

Na Figura 8 é apresentado o Mapeamento de Risco do trecho Sul.



5. CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia aplicada após os levantamentos de campo e processamento dos dados, com o objetivo de elaborar um mapa de risco simplificado de deslizamento com a determinação do grau de risco final verificou-se que o Trecho Norte com seus respectivos sub-trechos N01, N02 e N03 apresentou grau de risco final alto. O Trecho Norte, onde fica a sede do município de Tibau do Sul, é uma região com falésias altas com forte inclinação, onde já foram registrados grandes deslizamentos; aliado a esses fatores, o que torna o risco alto neste trecho é a presença de diversos hotéis e resorts muito próximos da borda das falésias, como por exemplo, o Hotel Village Natureza, na extremidade sul do sub-trecho N03, que têm seus bangalôs situados à cerca de dez metros da borda de uma falésia de trinta metros com inclinação de oitenta graus, onde já ocorreu um grande deslizamento destruindo um mirante no local.

No Trecho Central os graus de risco final foram variados. Risco alto no sub-trecho C01, principalmente devido aos fatores topográficos, haja vista que grande parte desse trecho é uma área de preservação ambiental privada, e, portanto, mesmo que ocorram deslizamentos, eles dificilmente provocarão danos materiais e pessoais. O sub-trecho C02 apresentou o grau de risco final muito alto, principalmente devido aos fatores ambientais, pois é nesse trecho que está localizada a praia de Pipa onde ocorreu uma ocupação desordenada de residências, hotéis, lojas, bares e restaurantes, acarretando uma densidade demográfica muito alta, com drenagem e tratamento das falésias insuficiente, e embora possua estação de tratamento de esgotos, um grande número de residências não estão interligadas a rede, lançando águas servidas a céu aberto e depositando seus esgotos em fossas e sumidouros. O sub-trecho C03 apresenta risco final médio, sendo os fatores ambientais os mais importantes na obtenção do grau de risco, devido à densidade demográfica nesse trecho ser média e as residências não possuírem rede coletora de esgotos.

O Trecho Sul apresentou grau de risco final médio para os sub-trechos S01 e S02 e baixo para o sub-trecho S03. O grau de risco médio e baixo se deve principalmente a esse trecho ser uma área pouco habitada com falésias inclinadas e na maior parte do trecho com pouca altura.

Observou-se que a metodologia empregada para o mapeamento de risco identificou claramente os sub-trechos onde o grau de risco final de deslizamento é mais, ou menos alto, mas não necessariamente onde há mais susceptibilidade de ocorrência dos deslizamentos. No caso do sub-trecho S02 que apresenta fatores topográficos e geológicos que o credenciam para um grau de risco alto, os fatores ambientais, por ser uma área de preservação, fazem com que esse sub-trecho apresente um grau de risco final médio, embora não livre da ocorrência de deslizamentos.

Diante desse fato observa-se que os trechos que possuem determinado grau de risco final, à medida que a região próxima a borda das falésias for ocupada por pressão imobiliária, aumentarão o seu grau de risco final. Portanto, por ser a área de estudo, uma área de frágil equilíbrio ambiental e com um grau de risco final de deslizamento alto ou muito alto em pelo menos cinco de seus nove sub-trechos é importante um plano diretor que discipline a ocupação dessa área com vistas a não aumentar o grau de risco final de deslizamento.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, R.F. **Contribuição ao Estudo da Evolução Morfodinâmica do Litoral Oriental Sul do Rio Grande do Norte, Entre Ponta de Búzios e Baia Formosa.** 2000. Tese (Doutorado em Geociências) Instituto de Geociências – UFRGS, Porto Alegre.
- AMARAL, R.F. **A Dinâmica Ambiental e o Problema da Erosão na Zona Costeira do Município de Tibau do Sul.** IDEMA, Relatório Interno. 45p. 2001.
- BRAGA, K.G. **Uso do Checklist na Identificação dos Processos Erosivos.** 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) - UFRN, Natal.
- COUTINHO, R.Q.; ALHEIROS, M. M.; BANDEIRA, A. P. N. **Mapeamento de risco de escorregamento: contextualização e estudo de caso em Camaragibe (PE).** IV COBRAE, Salvador, v. 1, p. 61-73. 2005.
- DINIZ, R. F. **A Erosão Costeira ao Longo do Litoral Oriental do Rio Grande do Norte:** Causas, Consequências e Influência nos Processos de Uso e Ocupação da Região Costeira. 2002. Tese (Doutorado em Geociências) Instituto de Geociências – UFBA, Salvador.
- IBGE. Encontrado em: <http://www.ibge.com.br/cidadesat/default.php>. Acessado em : 20/06/06.
- SANTOS Jr, O. F.; AMARAL, R. F.; SCUDELARI, A. C. **Geotechnical Properties of Tertiary Sediments and Failure Mechanism of a Sea Cliff in the State of Rio Grande do Norte, North East Brazil.** IX ISL, v. 1, p. 729-733. 2004.
- SANTOS Jr. e NÓBREGA. **Relatório Técnico Sobre Instabilização de Encostas em Pipa-RN.** Circulação Interna. 21p. 2000
- SANTOS Jr., O.F.; EHRLICH, M. **Discussão a Respeito do Mecanismo de Rotura de Taludes Induzida pela Elevação do Nível de Água.** 1^a Conferência Brasileira Sobre Estabilidade de Encostas - COBRAE, Rio de Janeiro, v. 3, p. 877-882. 1992.
- SEVERO, R.N.F. **Analise da estabilidade das falésias entre Tibau do Sul e Pipa – RN.** 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) - UFRN, Natal.
- SEVERO, R.N.F.; SANTOS Jr, O. F.; FREITAS NETO, O.; FRANÇA, F. A. N. **Análise de estabilidade nas falésias entre Tibau do Sul e Pipa-RN.** IV COBRAE, Salvador, v.1, p.481-496. 2005.
- SEVERO, R.N.F.; SANTOS Jr, O. F.; FREITAS NETO. **Propriedades Geotécnicas de Sedimentos da Formação Barreiras no Litoral do Rio Grande do Norte.** XIII COBRAMSEG/IV SBMR, Curitiba, v.1, p.1-6. 2006.
- SILVA, W. de S. **Estudo da Dinâmica Superficial e Geotécnico das Falésias do Município de Tibau do Sul – Litoral Oriental do RN.** 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) – UFRN, Natal.