

IDENTIFICAÇÃO DO POTENCIAL A EROÇÃO EM RODOVIAS: EXEMPLO DA TRANSAMAZÔNICA/Pa

ALINE MARIA MEIGUINS DE LIMA ¹

¹ UFPA – Universidade Federal do Pará
Av. Almirante Barroso, 892, apto 203 A. CEP 66095-000. Belém – Pará. Brasil.
amglima@aol.com / alinelima@hotmail.com

Abstract. This work presents the geological and geotechnical mapping to identification the erosion potential of materials, to the long one of the Transamazônica road in Pará state. In this Arc View, Idrisi and Auto Cad Map programs was used in cartographic base generation, information treatment and analysis. The results was a better evaluation, where was used a great number of physical attributes and identified the erosion potential, specially in the stretches most vulnerable and apt to produce sheet erosion and gully erosion, in order to contain the incidence of accidents, mainly in the rainier times.

Keywords: geological and geotechnical mapping and erosion potential

1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os fenômenos de erosão e assoreamento consistem na ação combinada de um grupo de agentes naturais (gravidade, chuvas, vento, gelo) ou gerados (desmatamentos, queimadas, construções inadequadas), que produzem a desagregação dos materiais, já influenciados pelos processos tanto de intemperismo químico e/ou físico; estes são transportados pelas águas superficiais, e depositados nos sistemas naturais de drenagem. Este ciclo é o principal responsável pelo modelamento da paisagem. Dentre os fatores que condicionam a erosão das margens fluviais, destacam-se o tamanho, a geometria e a estrutura dos barrancos, as propriedades mecânicas dos materiais, as características hidrodinâmicas de fluxo nas proximidades das margens e as condições climáticas.

Na literatura são diversas as citações a fenômenos erosivos, das mais variadas naturezas (Wisler e Brater, 1964; Ponce, 1989; Ward & Elliot, 1995). Para o fim que se destina este estudo, os processos erosivos serão definidos em função de dois principais agentes: o homem (acelerada ou induzida) e os fenômenos naturais (ação das águas e vento).

A área escolhida para aplicação deste trabalho foi à região da rodovia Transamazônica entre a cidade de Altamira e a vila de Belo Monte, que corresponde a um importante setor de trânsito e ligação entre o sudoeste e sudeste do Estado do Pará, sendo fundamental para a integração estadual como corredor de trocas de serviços e mercadorias (**Figura 1**).

As dificuldades encontradas por motoristas e pessoas na locomoção ao longo da Transamazônica são históricas, já tendo sido registrado um volumoso número de acidentes, ao longo das décadas de abertura da rodovia. E o principal agente causador é de ordem natural, pois a rodovia encontra-se em uma zona de contato entre o embasamento cristalino e a bacia sedimentar, marcada por uma forte heterogeneidade composicional e controle estrutural, que favorecidos pelo forte escoamento superficial, nos períodos mais chuvosos, produz feições erosivas de grande porte, podendo atingir o nível de boçorocas, tornando o tráfego perigoso, com grande probabilidade de ocorrência de acidentes nesses períodos.

1.1 Objetivos Propostos

- Geração da carta de Potencial à Erosão na escala 1:100.000, para identificação das zonas onde deverão ser efetuadas obras de controle, e redução da ação do escoamento superficial.
- E fornecer informação sobre o grau de erodibilidade dos solos, em associação com a pedologia.

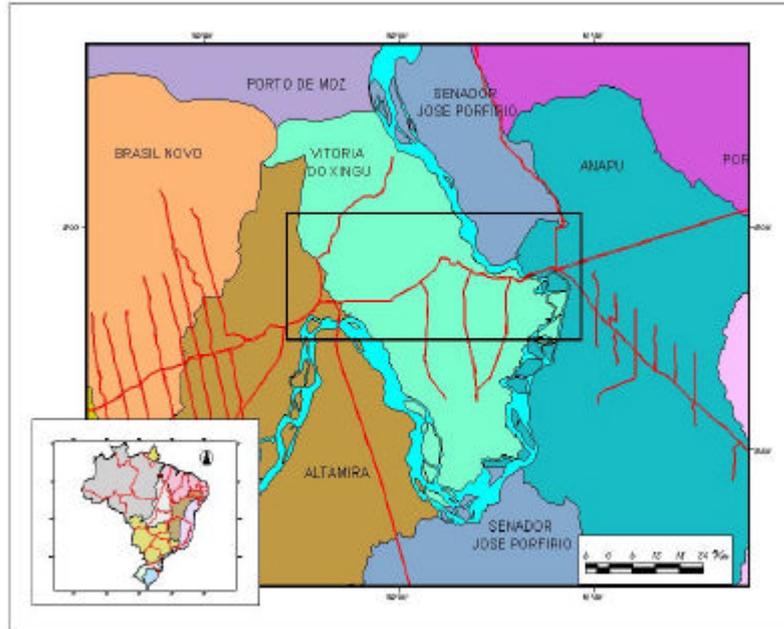


Figura 1. Localização da área de estudo.

2 IDENTIFICAÇÃO DOS PROCESSOS EROSIVOS

As atividades de campo envolveram trabalhos que tiveram por objetivo a complementação do levantamento das características gerais da área de estudo. Basicamente buscou-se identificar as feições erosivas, qualifica-las quanto suas dimensões e classificação, identificando os atributos do meio físico (condições naturais e/ou artificiais) que ocasionaram sua geração.

A **Tabela 1** ilustra a classificação adotada e seus principais critérios para a avaliação do potencial à erosão; a natureza do terreno e as formas de relevo foram os parâmetros mais explorados (Thomas, 1990; Thorne, 1990).

3 RESULTADOS OBTIDOS

3.1 Quanto ao substrato rochoso associado

A área estudada é basicamente composta por duas categorias de tipos rochosos: as rochas sedimentares da Bacia Amazônica e as rochas cristalinas pertencentes ao Complexo Xingu. Essas duas unidades diferem em termos extremos com relação ao comportamento erosivo. As rochas sedimentares da bacia são compostas principalmente por arenitos, siltitos e folhelhos. Sendo que na área de estudo os maiores perfis são representados por sedimentos arenosos e silto-arenosos. As rochas cristalinas são representadas por granitos, gnaisses e migmatitos, sendo predominante a presença de granitos, metagranitos, gnaisses e migmatitos.

Com base nessas associações classificou-se em campo o comportamento erosivo dessas unidades, conforme ilustrado na **Tabela 2**, segundo três graus: Baixo, Médio e Alto.

3.2 Avaliação das informações geotécnicas

As informações geotécnicas de interesse são:

1. Granulometria: o material coluvionar apresenta teores variáveis de areia fina e silte, configurando um material fino, por isso que as feições erosivas associadas são no geral de origem laminar e linear, produto da lenta remoção de partículas pelas águas superficiais e pluviais. O material derivado da alteração do Complexo Xingu (indiscriminado) apresenta um

equilíbrio na sua distribuição granulométrica, o que corresponde ao comportamento erosivo variável conforme a seção do perfil observada.

Tabela 1. Definição das classes de potencial à erosão.

CLASSES	TERRENO	RELEVO	COB. VEGETAL	AÇÃO ANTRÓPICA	CLIMA
Alta	<i>materiais arenosos</i>	<i>declividades maiores que 10%, encostas convexas; com mais de 500m de extensão</i>	<i>culturas anuais; terrenos descobertos e com ocupação desordenada</i>	<i>áreas com ocupação desordenada e destruição das condições naturais sem proteção</i>	<i>grandes volumes de água em períodos curtos, provocando escoamento</i>
Média	<i>materiais com predomínio de finos (silte+argila)</i>	<i>declividades de 5% à 10%; encostas côncavas de média extensão (100-400m); convexas com mais de 500m de extensão</i>	<i>culturas semi-permanentes</i>		
Baixa	<i>materiais argilosos</i>	<i>declividades menores que 5%, encostas côncavas de extensão variada; e convexa com extensão menor que 100m</i>	<i>cobertura vegetal nativa; reflorestamento de grande porte</i>	<i>ocupação respeitando as condições naturais e existência de formas de proteção; ou sem ocupação</i>	<i>grandes volumes, porém distribuídos de forma uniforme durante o ano.</i>

Tabela 2. Comportamento erosivo das unidades litológicas da região.

LITOTIPOS	PERFIL	POTENCIAL EROSIVO
Sedimentos arenosos da Formação Alter do Chão	<i>Material de alta permeabilidade e porosidade, facilmente desagregável e carregado pelas águas superficiais.</i>	Alto
Diabásio Penatecaua	<i>Material de coloração avermelhada, baixa permeabilidade e porosidade, desagregável somente quando sofre intervenção antrópica.</i>	Baixo à Médio
Siltitos da Formação Curuá	<i>Material de coloração cinza-esbranquiçado, baixas permeabilidade e porosidade, porém quando em processo de ressecamento, sofrem intenso empastilhamento, podendo tornar-se facilmente erodível</i>	Baixo à Médio
Arenitos da Formação Ererê	<i>Material de coloração esbranquiçada, alta permeabilidade e porosidade, facilmente desagregável e carregado pelas águas superficiais.</i>	Alto
Arenitos da Formação Maecuru		
Arenitos da Formação Trombetas		
Complexo Xingu	<i>O perfil de alteração das rochas cristalinas desta unidade mostrou comportamento bastante coeso, porém heterogêneo, com inúmeras fraturas e blocos de rocha.</i>	Variável as porções menos e mais alteradas apresentam um potencial baixo, as faixas intermediárias um potencial médio à alto.

2. Permeabilidade e Porosidade: para qualificação quanto a permeabilidade foi empregado o procedimento de Honorato e Mackenna (1982). Como resultado obteve-se a seguinte distribuição:

K (cm/s)	n (%)	Solo de Alteração Derivado	Classificação	Qualificação dos materiais
$> 10^{-3}$	30 - 50	<i>Coluvionar</i>	<i>alta</i>	<i>permeáveis</i>
$10^{-5} - 10^{-3}$	30 - 50	<i>Complexo Xingu (solo residual)</i>	<i>Moderada</i>	<i>permeáveis</i>
$> 10^{-3}$	30 - 50	<i>Sedimentos da Bacia (derivado de arenitos)</i>	<i>Alta</i>	<i>permeáveis</i>

3.3 Associação com as informações geomorfológicas

Segundo a geomorfologia da área, principalmente suas morfoestruturas, foram definidos os seguintes domínios:

a) Domínio 1: representado pelo conjunto Depressão Periférica/Planaltos Residuais, representam relevos colinosos, de declividades variáveis, com alto escoamento superficial, estas

características facilitam a erodibilidade dos materiais, porém o substrato rochoso representado pelo Complexo Xingu, com rochas cristalinas (granitos, gnaisses) associado a um perfil tipicamente rochoso possibilitam o baixo potencial a erosão

b) Domínio 2: são áreas de Coberturas de Plataforma/Planalto Dissecado onde observa-se um moderado potencial a erosão, correspondem principalmente as litologias mais resistentes da bacia.

c) Domínio 3: são os Planaltos rebaixados/Planaltos Dissecados, onde estão localizados os materiais mais facilmente erodíveis (alto potencial a erosão), são observadas as características de relevos colinosos, declividades variáveis e alto escoamento superficial, em materiais de baixa resistência a compressão (desagregam com apenas 1 golpe de martelo).

3.4 Associação com as informações de pedologia e de vegetação

Na avaliação desses dois fatores quanto a erosão, foram associados os tipos de solos identificados, seu potencial e o tipo de vegetação presente, a **Tabela 3** resume as conclusões obtidas.

3.5 Quanto à estruturação tectônica da região

Neste quadro será avaliada a influência das principais descontinuidades presentes e seu efeito atual (reativações).

Para este estudo serão enfocados dois conjuntos de estruturas, as de caráter dúctil (foliação) e as de caráter rúptil (fraturamentos e falhas):

a) Foliação: comportamento predominante – direção NW-SE com mergulhos subverticais. Observada nas rochas do Complexo Xingu.

b) Lineamentos: comportamento predominante – direção NW-SE. Observadas tanto nas rochas do Complexo Xingu quanto nos Sedimentos da Bacia.

c) Falhas e fraturas: duas famílias se destacam – (F1) direção NE-SW com mergulhos subverticais; (F2) direção W-E horizontais. Observadas tanto nas rochas do Complexo Xingu quanto nos Sedimentos da Bacia.

O escoamento superficial é fortemente marcado pela direção NW-SE variando para EW; e secundariamente pela direção NE-SW a N-S.

3.6 Influência de condicionadores externos

Entendam-se como condicionadores externos à presença modificadora do homem na região. As alterações mais inadequadas registradas, que tiveram por consequência a geração de feições erosivas de porte diferenciado e assoreamento de cursos d'água foram:

a) Taludamentos irregulares na Transamazônica e nas vicinais associadas;

b) Construção de pontes (trancos de madeira colocados para possibilitar o acesso) sobre drenagens gerando ravinamentos crescentes e assoreamento, que tornam-se extremamente perigosos com as grandes chuvas, para qualquer forma de trânsito;

c) Desmatamento de encostas e queimadas – a retirada da cobertura vegetal de forma agressiva (com fogo), propicia o carreamento de partículas (camada de solo superficial), com isso alterando as condições de estabilidade natural do maciço e deposição cursos d'água próximos;

d) Retirada irregular de materiais para construção civil em alguns pontos, produzindo ravinamentos e assoreamento de drenagens superficiais de pequeno porte;

e) Ocupação irregular de encostas com alta declividade (>15%) com pasto (principal atividade na região), com queimadas e desmatamento associados.

3.7 Geração da base de informações e cartográfica

As informações foram estruturadas em uma base de dados (Acess), por ordem de importância ou hierarquicamente para o processo avaliado.

Tabela 3. Associação com as informações de pedologia e de vegetação.

GRAUS DE ERODIBILIDADE		TIPOS DE SOLOS	TIPOS DE VEGETAÇÃO
CLASSE 1	Fraco	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Argissolo vermelho-amarelo/amarelo de textura média/argilosa, relevo ondulado a fortemente ondulado. ▪ Material rochoso derivado do Complexo Xingu, fracamente alterado. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Áreas desmatadas recentes ▪ Áreas de conservação da cobertura vegetal (matas primárias e secundárias)
CLASSE 2	Médio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Solo derivado das rochas sedimentares da bacia, de textura argilosa a média/argilosa, associado a um relevo ondulado de baixas declividades. ▪ Relacionado as rochas cristalinas, faixa de alteração composta pela alternância de fragmentos de rocha dispersos na matriz e solo residual (composta por mais de 50% de fragmentos) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Formações arbustivas naturais abertas com estrato de gramíneas ▪ Formações naturais ou cultivadas de gramíneas (pastos)
CLASSE 3	Forte	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Argissolo amarelo de textura arenosa/média e latossolo amarelo de textura média associado a relevo suavemente ondulado ▪ Argissolo vermelho-amarelo de textura média/argilosa, nitossolo de textura argilosa e cambissolo de textura argilosa, associado a relevo ondulado e fortemente ondulado ▪ Cambissolo de textura argilosa e argissolo vermelho-amarelo de textura média/argilosa, associado a relevo ondulado. ▪ Todos associados a material derivado de sedimentos da bacia. ▪ Relacionado as rochas cristalinas, faixa de alteração composta pela alternância de fragmentos de rocha dispersos na matriz e solo residual (composta por mais de 50% de solo residual) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Regiões intensamente desmatadas onde os ciclos de queimadas são muito próximos; ▪ Formações arbustivas naturais abertas com estrato de gramíneas recentes

No modelamento foi elaborada uma matriz de valores e pesos relativos admitidos para cada atributo. No total foram avaliados 7 atributos (substrato rochoso, perfil de alteração, controle estrutural, escoamento superficial, tipos de solos, formas de relevo e atividade antrópica), representados nos seguintes produtos cartográficos: mapa geológico, carta de declividade, mapa geomorfológico, mapa pedológico, mapa de cobertura vegetal e carta de uso e ocupação do solo. No estabelecimento dos pesos para cada atributo foram consideradas as características físicas importantes para o desenvolvimento do processo.

Definidas as classes segundo estes 7 fatores, estes valores foram recalculados em função de uma matriz de correlação, onde se analisa a relação de características de importância (mais, igualmente ou menos importantes), para a ocorrência de feições erosivas. Desta forma, os valores finais computaram a relevância de cada um dos fatores adotados para o Potencial a Erosão por Escoamento concentrado ao longo da rodovia Transamazônica.

Na elaboração da base cartográfica, seu tratamento e análise foram empregados os programas AUTO CAD MAP, SURFER e IDRISI.

4 CARTOGRAFIA FINAL - CONCLUSÃO

Em termos de feições erosivas, em campo, foram observadas as seguintes configurações:

- a) Erosão laminar e Erosão linear – principalmente em arenitos, nos sedimentos arenosos da Formação Alter do Chão e no material coluvionar. Associadas a declives íngremes tanto naturais quanto produzidos pelo homem. Carregam grande quantidade de material nas grandes chuvas;
- b) Sulcos e Ravinamentos – gerados pela remoção de volumes significativos de material, a partir dos processos mais superficiais (laminar e linear), geralmente associadas aos períodos mais chuvosos e a taludamentos inadequados;

A cartografia final gerada corresponde ao potencial de erosão dos materiais frente ao escoamento superficial concentrado (em anexo), ao longo da Rodovia Transamazônica, considerando o seu atual estado de uso e ocupação. Tendo sido agrupadas informações de caráter geológico-geotécnico, as de hidrologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e de clima.

A **Tabela 4** resume todas as classes identificadas e suas principais características, segundo os principais segmentos dimensionados para região.

A faixa que marca a transição bacia/cristalino de mais alto potencial erosivo pelo escoamento concentrado, pois reúne as condições naturais de heterogeneidade litológica, facilidade de concentração do fluxo superficial pelas estruturas tectônicas (lineamentos, falhas, fraturas, discordâncias) presentes e marcantes nessa região, em adição existe a ação expressiva de processos artificiais como estradas, agricultura e pasto de desenvolvimento inadequado, queimadas e desmatamentos constantes, com expansão urbana e rural.

As demais regiões demonstraram moderado a baixo potencial, exceção feita, onde ocorrem sedimentos da bacia, principalmente arenitos da Formação Ererê e os sedimentos arenosos da Formação Alter do Chão.

As obras de engenharia a serem projetadas ao longo da Rodovia Transamazônica deverão empregar amplos planos de estabilização de encostas diante dos processos erosivos, de modo a minimizar os problemas durante o período das chuvas, por tratar-se de uma região de elevada ocorrência de feições erosivas de grande porte. Assim como o processo de ocupação ao longo desta rodovia deverá ser direcionado, para que não ocorra obstrução das vias naturais de escoamento das águas fluviais (igarapés e pequenos canais que cortam a região) e pluviais, o que propicia uma maior concentração do fluxo, podendo ocasionar o surgimento de grandes voçorocas.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Honorato, S; Mackena, J.(1975). Influencia de la granulometria de um medio poroso en su permeabilidad. In: Cong. Panamericano de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, 5. Buenos Aires. (3): 135-148.

Ponce, V.M..1989. *Engineering Hydrology – Principles and Practices*. Prentice Hall. 640p.

Thomas, M.F.. 1990. *Geomorphology in the Tropics*. Ed. John Wiley & Sons. 460p.

Thorne. C. R.. 1990. *Effects of vegetation on the riverbank erosion and stability*. Vegetation and Erosion. Ed. Jonh Willey and Sons.

Ward, A.D.; Elliot, W.J..1995. *Environmental Hydrology*. Lewis Publishers. 462p.

Wisler, C.O.; Brater, E.F..1964. *Hidrologia*. Ed, Ao Livro Técnico. 484p.

Tabela 4. Classes de potencial a erosão identificadas e suas principais características.

Potencial Erosivo		Características Gerais	
BAIXO	PBE1	Substrato rochoso:	Rochas derivadas do Complexo Xingu (granitos, gnaisses)
		Perfil de alteração:	Em superfície variando de 2 a 3m, com dados geofísicos comprovando as maiores espessuras em torno de 10m. Predomínio de rocha sã a levemente alterada, com a presença de matações de fragmentos de rocha de dimensões métricas.
		Controle estrutural:	Forte controle estrutural com presença de extensos lineamentos WNW-ESE e NW-SE, definindo o comportamento da drenagem e das formas de relevo
		Escoamento Superficial:	Alto, favorecido pelo predomínio de rochas aflorantes e declividades médias a altas relacionadas as encostas das colinas e morros; e baixas ao longo dos vales
		Tipos de solos associados:	Solos de textura média/argilosa e material rochoso derivado do Complexo Xingu, fracamente alterado
		Formas de relevo existentes:	Colinas e morros com vales fechados; e nas principais drenagens vales abertos com formação de planície de sedimentação
		Atividade antrópica:	Baixa e tipicamente rural, porém desmatamentos e queimadas constantes tem prejudicado o equilíbrio natural da região
	PBE2	Substrato rochoso:	Rochas derivadas do Complexo Xingu (granitos, gnaisses), porém com forte ocorrência de depósitos de material retrabalhado
		Perfil de alteração:	Em superfície variando de 2 a 3m, com dados geofísicos comprovando as maiores espessuras em torno de 10m. Predomínio de rocha sã a levemente alterada, com a presença de matações de fragmentos de rocha de dimensões métricas. O material transportado varia de espessura em superfície de 1 a 3 m.
		Controle estrutural:	Fraco, com a presença de lineamentos NNE-SSW
		Escoamento Superficial:	Moderado a baixo, com predomínio de declividades menores que 5°

ALTO	PBE3	Tipos de solos associados:	Solo de textura média/argilosa a argilosa
		Formas de relevo existentes:	Colinas e morros com vales abertos com formação de planície de sedimentação
		Atividade antrópica:	Baixa e tipicamente rural.
		Substrato rochoso:	Rochas derivadas do Complexo Xingu (granitos, gnaisses), porém com forte ocorrência de depósitos de material retrabalhado
		Perfil de alteração:	Em superfície variando de 2 a 3m, com dados geofísicos comprovando as maiores espessuras em torno de 10m. Predomínio de rocha sã a levemente alterada, com a presença de matacões de fragmentos de rocha de dimensões métricas. O material transportado varia de espessura em superfície de 1 a 3 m.
		Controle estrutural:	Forte, responsável por diversas estruturas neotectônicas, relacionadas a formação das ilhas e acomodações do material transportado pelo rio Xingu e seus tributários.
		Escoamento Superficial:	Alto, facilitado pela intensa massa de rocha cristalina aflorante, mesmo com declividades menores que 5°
	PME1	Tipos de solos associados:	Solo de textura média/argilosa a argilosa
		Formas de relevo existentes:	Colinas e morros com vales abertos com formação de planície de sedimentação
		Atividade antrópica:	Baixa e tipicamente rural, porém desmatamentos e queimadas constantes tem prejudicado o equilíbrio natural da região
		Substrato rochoso:	Rochas derivadas dos sedimentos da bacia correspondentes principalmente as formações Trombetas e Curuá; e pelos litotipos do Complexo Xingu, nas proximidades do rio Xingu
		Perfil de alteração:	Formado por um material que varia de silto-arenoso à silto-argiloso, com feições de pequeno porte (erosão laminar e pequenos ravinamentos) associadas, onde aflora o Complexo Xingu ocorrem perfis pouco evoluídos formados pela rocha sã a moderadamente alterada
		Controle estrutural:	Fraco, marcado pela presença de poucos lineamentos NNE-SSW
		Escoamento Superficial:	Fraco, associado a declividades predominantes menores que 4°
PME2	Tipos de solos associados:	Solo derivado de rochas sedimentares, de textura média a argilosa, e derivado de rochas cristalinas com menos de 50% de fragmentos de rocha na matriz	
	Formas de relevo existentes:	Morros e colinas espaçados, com vales abertos; localmente próximo ao rio escarpamentos com declividades superiores a 20°, formados basicamente pela rocha sã a levemente alterada, recoberta pela vegetação	
	Atividade antrópica:	Presente, sendo esta uma região com restrições a ocupação, devendo a mesma respeitar e se adequar as limitações naturais, evitando a geração efetiva de processos erosivos, desencadeados basicamente por agentes artificiais.	
	Substrato rochoso:	Rochas derivadas da Formação Curuá e os Diabásios Pinatecaua; e localmente coberturas recentes	
	Perfil de alteração:	Formado por um material que varia de silto-arenoso à silto-argiloso, com feições pequenos ravinamentos associados	
	Controle estrutural:	Fraco a moderado, marcado pela presença de lineamentos WNW-ESE	
	Escoamento Superficial:	Alto, facilitado por declividades predominantes menores que 8°	
MÉDIO	PME1	Tipos de solos associados:	Solo derivado de rochas sedimentares, de textura média a argilosa, e derivado de rochas cristalinas com menos de 50% de fragmentos de rocha na matriz
		Formas de relevo existentes:	Morros e colinas, com vales mais fechados; formados por perfis evoluídos (rocha sã a solo residual)
		Atividade antrópica:	Presente, sendo esta uma região onde o processo a ocupacional, deve respeitar e se adequar as limitações naturais, evitando a geração efetiva de processos erosivos, desencadeados basicamente por agentes artificiais.
		Substrato rochoso:	Rochas derivadas principalmente da Formação Ererê
		Perfil de alteração:	Formado por um material arenoso, permeável, de baixa resistência, com feições de grande porte associadas (ravinamentos)
		Controle estrutural:	Alto, marcado pelo contato entre a bacia e o cristalino, representado por uma forte discordância ENE-WSW
		Escoamento Superficial:	Alto, associado a declividades variáveis
	PME2	Tipos de solos associados:	Solo derivado de rochas sedimentares, de textura média a argilosa, e derivado de rochas cristalinas com mais de 50% de fragmentos de rocha na matriz
		Formas de relevo existentes:	Colinas espaçadas, com vales abertos; de forte condicionamento estrutural
		Atividade antrópica:	Presente e intensa sendo a principal responsável pelo crescimento das feições observadas.
		Substrato rochoso:	Rochas derivadas principalmente da Formação Ererê
		Perfil de alteração:	Formado por um material arenoso, permeável, de baixa resistência, com feições de grande porte associadas (ravinamentos)
		Controle estrutural:	Fraco, marcado pela presença de poucos lineamentos NNE-SSW
		Escoamento Superficial:	Alto, associado a declividades que variam de 8 a 20°
PAE1	Tipos de solos associados:	Solo derivado de rochas sedimentares, de textura média a argilosa, e derivado de rochas cristalinas com mais de 50% de fragmentos de rocha na matriz	
	Formas de relevo existentes:	Morros e colinas, com vales mais fechados; formados por perfis evoluídos (rocha sã a solo residual)	
	Atividade antrópica:	Presente mas pouco intensa, devendo somente se assegurar que o fluxo de deslocamento ocupacional não se concentre sem controle segundo esta região.	
	Substrato rochoso:	Rochas derivadas principalmente da Formação Ererê	
	Perfil de alteração:	Formado por um material arenoso, permeável, de baixa resistência, com feições de grande porte associadas (ravinamentos)	
	Controle estrutural:	Fraco, marcado pela presença de poucos lineamentos NNE-SSW	
	Escoamento Superficial:	Alto, associado a declividades que variam de 8 a 20°	
PAE2	Tipos de solos associados:	Solo derivado de rochas sedimentares, de textura arenosa e média/argilosa, e derivado de rochas cristalinas com mais de 50% de fragmentos de rocha na matriz	
	Formas de relevo existentes:	Morros e colinas, com vales mais fechados; formados por perfis evoluídos (rocha sã a solo residual)	
	Atividade antrópica:	Presente mas pouco intensa, devendo somente se assegurar que o fluxo de deslocamento ocupacional não se concentre sem controle segundo esta região.	
	Substrato rochoso:	Rochas derivadas principalmente da Formação Ererê	
	Perfil de alteração:	Formado por um material arenoso, permeável, de baixa resistência, com feições de grande porte associadas (ravinamentos)	
	Controle estrutural:	Fraco, marcado pela presença de poucos lineamentos NNE-SSW	
	Escoamento Superficial:	Alto, associado a declividades que variam de 8 a 20°	

