

9º CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA

Panorama *da* Geologia *de* **Engenharia**



São Pedro (SP), 7 a 10, Novembro de 1999

INFORMAÇÕES SOBRE O CD-ROM

O acesso, leitura e impressão dos arquivos textos que compõem estes Anais em CD-ROM requerem o programa *Adobe Acrobat Reader*.



**Associação Brasileira
de Geologia de Engenharia**

**Unesp/Rio Claro/SP
USP/São Carlos/SP**

<http://www.adobe.com/prodindex/acrobat/readstep.html>

UM MODELO PARA AVALIAÇÃO DE RISCO EM ENCOSTAS URBANAS

Carlos Alberto Marques dos Anjos – CCEN – UFAL – e-mail: camanhos@fapeal.br

José Vicente Ferreira Neto – CCEN - UFAL

Leandro Eugenio Silva Cerri – IGCE - Unesp

Nilson Gandolfi – EESC - USP

RESUMO

O presente trabalho apresenta a sistemática de desenvolvimento de um modelo para avaliação de risco em encostas urbanas. Para tal, utilizou-se dados da cidade de Maceió e, na sua concepção, processos dedutivos, indutivos e experimentais.

No modelo, o valor do fator de segurança calculado é comparado com a variação desse mesmo fator de segurança submetido aos diferentes fatores exógenos reconhecidos.

O modelo permite identificar o grau de suscetibilidade e respectivas probabilidades de acidentes frente a esses diferentes fatores exógenos.

Reconhecidas as intervenções, identificadas as probabilidades e quantificadas as valorações dos possíveis danos, é então calculado o risco.

ABSTRACT

This work presents a systematic development model to risk evaluation in urban slopes. To achieve that aim, was used data from Maceió city, and deductive, inductive and experimental conceptions were elaborated.

In the model the values of computed safety factor was compared with the variation of the same safety factor submitted to different exogene factors recognized.

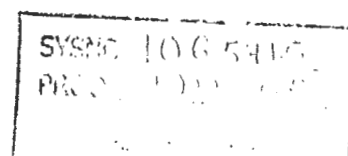
The model enables the identification of susceptibility degree and levels of probability related to accidents due to those different exogene factors.

Acknowledge the interventions, identified the level of probability and quantified the valuerations of possible damages, the risk is then computed.

INTRODUÇÃO

A noção de risco traduz as condições de perigo real para sócio-economia de uma coletividade. O avanço procurado é calcado na capacidade da ciência e da tecnologia em reduzir os graus de incerteza e, na capacidade de informar às coletividades envolvidas sobre as dimensões do risco a que estão submetidas.

1065415
120300



No zoneamento de riscos trabalha-se com fatores incontroláveis ou pouco conhecidos, e isto impõe margens de incertezas sobre o comportamento de suas variáveis.

Desta forma, a análise é aqui considerada como um indicador dinâmico das relações entre o meio físico natural e as intervenções a ele impostas em determinado lugar e por determinado período.

A análise de risco geológico associado a escorregamentos, vem sendo objeto de numerosas pesquisas em todo o mundo. O Estado-da-Arte, no Brasil, indica que os registros e dados disponíveis para retroanálise e conseqüentes estudos probabilísticos, são extremamente escassos. Isto, tem impedido um estudo mais adequado da avaliação desses riscos, conduzindo, muitas vezes, as pesquisas a um grau ainda mais elevado de incertezas.

Desta forma, são numerosos os trabalhos que, com base em processos intuitivos isolados, registram a qualificação do risco dentro de critérios pessoais e, assim, intransferíveis. Neste sentido, é imperativo que o caráter científico da pesquisa seja consubstanciado por processos metodológicos ou normativos sistêmicos, embasados em premissas bem fundamentadas e criteriosas que concebam a repetibilidade com confiabilidade. Assim foi idealizado o desenvolvimento de um modelo com simplicidade suficiente para permitir sua utilização por diferentes usuários e, por outro lado, com elevado grau de informações de entrada, permitido precisão e confiabilidade em seus resultados.

MÉTODOS

As teorias científicas são sempre constituídas pela combinação de termos relacionados com o raciocínio humano na observação ou sensação do que se passa no mundo empírico. Para efetuar tal correlação é que se desenvolvem os modelos.

A metodologia fez uso de duas concepções metodológicas fundamentais. A primeira baseia-se nas orientações de Vargas (1985), e a segunda, adota os processos operacionais propostos por Santos (1994).

Conforme preconizado em Vargas (1985), a metodologia mais adequada para o estudo da natureza deve envolver uma combinação de três métodos científicos: *dedutivo*, *indutivo* e *experimental*. Seus fundamentos metodológicos mostram que nas ciências da natureza não quantificadas, como as Geociências, domina o método *indutivo*. Esse processo inclui essencialmente três fases: na primeira desenvolve-se a formulação do problema a ser investigado, composto pela hipótese de trabalho (ou teoria prévia), coleta e organização de dados; a segunda fase, é essencialmente de descoberta que, em essência, é *indutiva* - esta é a fase criadora, pois a indução faz surgir algo de novo que não se sabia antes, é a fase onde se arma a

teoria, a partir de hipóteses induzidas; a terceira e última fase, a *experimental*, é onde são comprovadas as hipóteses, consistindo ainda na redação da memória da pesquisa. A essência do raciocínio indutivo é se chegar a uma "lei" a partir de observações de vários fatos onde se verifica algo em comum. Isto ocorre, principalmente, porque muitas vezes, nas Geociências, o pesquisador se defronta com qualidades em vez de quantidades, sendo necessário quantificar a qualidade.

Na presente pesquisa, os processos *indutivos* permitiram inferir quantificações aos diversos processos antrópicos que interferem na magnitude da instabilização. Desta maneira, foram quantificadas a presença maior ou menor de vegetação, suscetibilidade a infiltração e a presença de drenagem superficial.

Os processos *dedutivos* envolveram estudos das propriedades geotécnicas, geológicas e morfométricas, estendendo-se aos processos construtivos (edificações), escavações, retroanálises de acidentes e análises estatísticas envolvendo a distribuição normal dos processos de instabilização e a probabilidade associada ao acidente.

A fase experimental constituiu-se de alguns ensaios de laboratório, análises estatísticas, simulações e redação da memória descritiva da pesquisa que delinearam o modelo.

O modelo e a teoria estão intimamente correlacionados e pode ser entendido como o conjunto de proposições descrevendo, em linguagem científica, o fenômeno abrangido pela teoria. Assim, a presente metodologia permitiu a construção de um modelo para a análise e simulação da suscetibilidade e do risco associado ao deslizamento em encostas na cidade de Maceió. Isto, em função de atuação de agentes naturais ou induzidos, geradores da compreensão do mundo empírico, e da descrição do respectivo fenômeno. Isto impõe uma revisão bibliográfica também metódica que obedece a sistemática apresentada na Figura 1.

Santos (1994) desenvolveu o Método das Hipótese Progressivas que baseia-se no processo contínuo de adoção de hipóteses e conseqüentes aferições. Para tal é requerido o raciocínio indutivo, observativo e operacional. Este processo, combinado com o anterior, permite sistematizar etapas de trabalho delineadoras do modelo desenvolvido, que tem como princípio maior a busca da reprodutividade e da repetitividade: condições também necessárias para consubstanciar o indispensável caráter científico. Neste sentido, a Figura 2 ilustra a sistematização metodológica do MODELO EMPÍRICO onde está explicitada a inter-relação de fatores a quantificar nos processos indutores da instabilização, sejam eles endógenos ou exógenos.

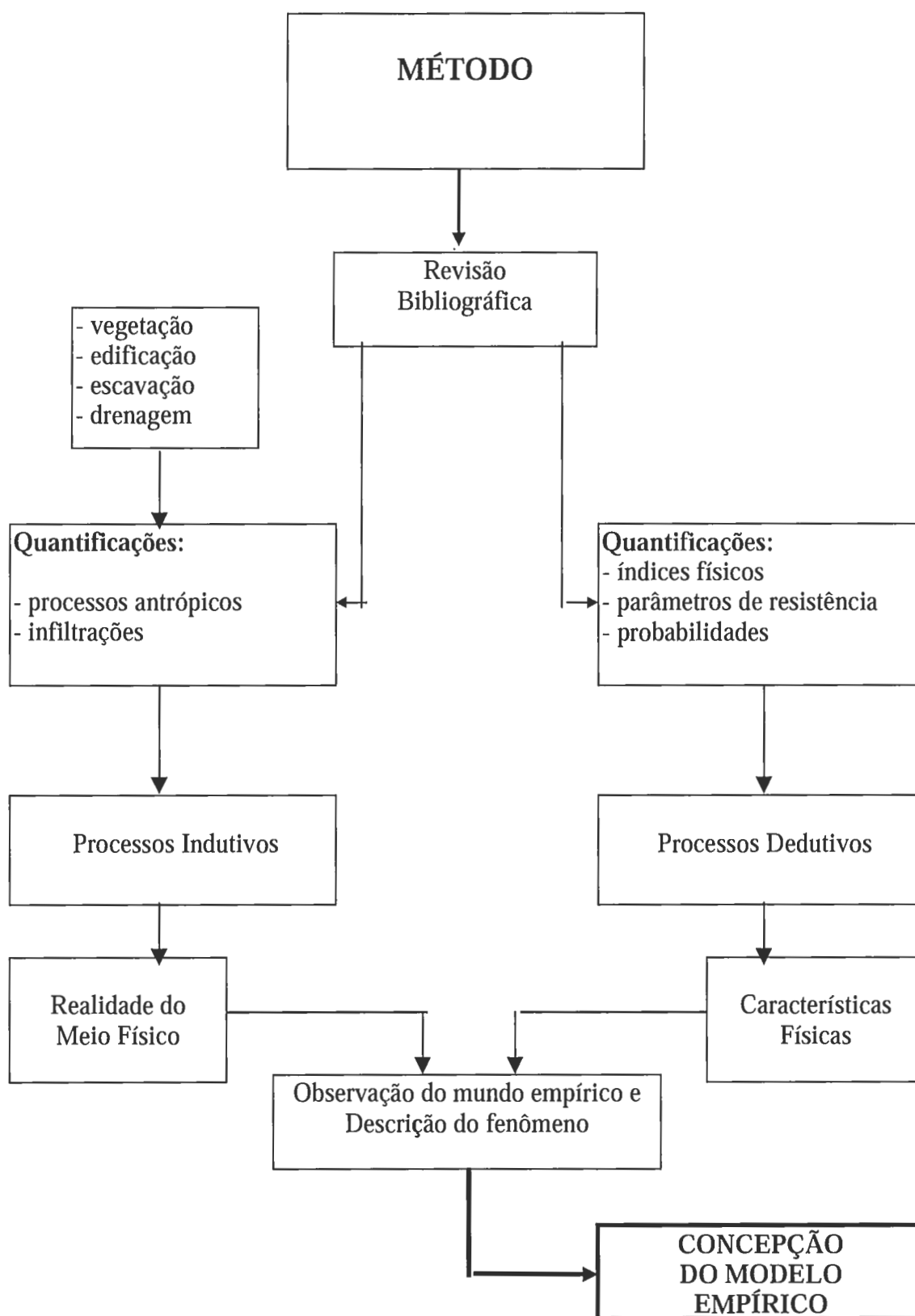


Figura 1 - Sequência metodológica da pesquisa bibliográfica

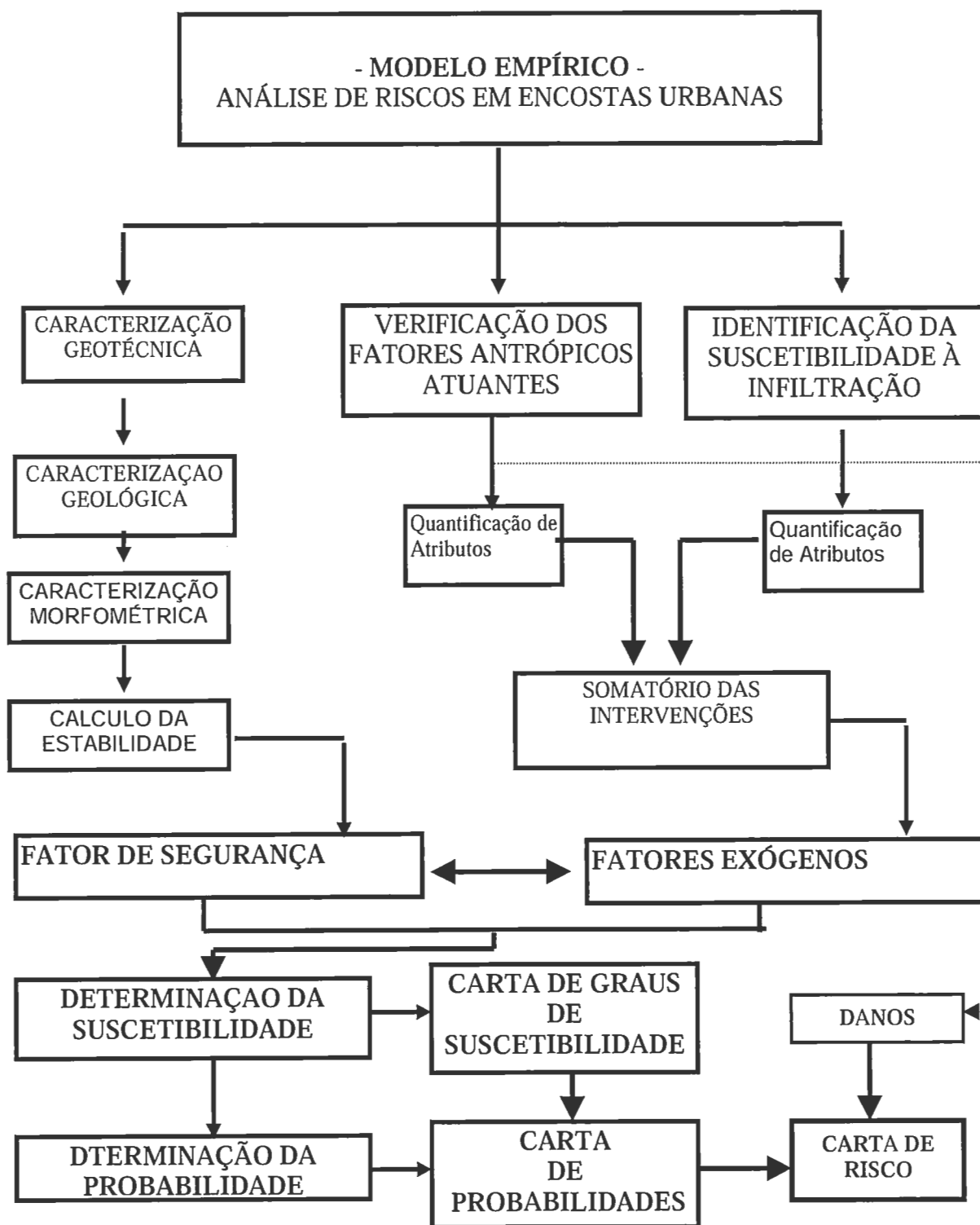


Figura 2 - Sistematização metodológica do MODELO EMPÍRICO concebido para a análise de riscos em encostas urbanas

Para a consecução do embasamento teórico dos processos de riscos e respectivos conceitos de acidente, evento e dano, adotou-se as proposições de Cerri (1993). Tomou-se a base a hierárquica de danos concebida por Valência e Velasquez (1977) e, daí, foram estimados valores em Reais na forma de um valor de referência padrão, que permita valorar o dano.

RESULTADOS

Assim, a pesquisa envolveu os parâmetros inerentes às intervenções indutoras do risco geológico na cidade de Maceió - AL, onde o primeiro registro de movimento de massa foi documentado por Lamego (1944). Fundamentou-se experimentalmente nos trabalhos desenvolvidos por Anjos (1991), Anjos (1992), Anjos *et al.* (1993a) Anjos *et al.* (1993b) Anjos (1994), Queiroz de Carvalho & Anjos (1994), Anjos & Barroso (1995) e Anjos *et al.* (1996), Anjos & Carvalho (1977), Anjos & Ferreira Neto (1997) e Anjos *et al.* (1997). Por outro lado, utiliza as proposições de Cerri & Barbosa (1990), Cerri *et al.* (1990), Cerri (1992a), Cerri (1992b) e Cerri (1993). A análise dos processos instabilizadores tiveram ainda seu reconhecimento prévio através dos trabalhos de Prandini *et al.* (1976), Stevenson (1984) e (1997), Suarez (1997a) e (1997b), Tucci *et al.* (1995), Tucci (1993).

Para atender as peculiaridades locais, foi então concebido um modelo empírico que utiliza a combinação de interferências no meio físico e cuja sistemática de funcionamento encontra-se ilustrada na Figura 3. Para sua consecução foram desenvolvidas as quantificações referentes aos principais fatores endógenos e exógenos que, de forma direta ou indireta, consubstanciam o processo de instabilização. Este modelo empírico está baseado em três grandes fatores pluritemáticos:

Processos Endógenos ou Internos (geradores do fator de segurança):

- ✓ Fator Morfométrico (envolvendo altura e inclinação) ;
- ✓ Fator Geológico (envolvendo, litologia, estratificação, estrutura, etc), e
- ✓ Fator Geotécnico (envolvendo os ensaios de Mecânica dos Solos e o cálculo da estabilidade).

Processos Exógenos (intervenções impactantes):

- ✓ Fator edificações (calculando a instabilização por diferentes tipos de casas);
- ✓ Fator escavações (calculando a instabilização por diferentes cortes e escavações);
- ✓ Fator de Infiltrações, inferindo valores para a rugosidade do terreno segundo seu uso e ocupação (densidade de cobertura vegetal, edificação, esgotamento sanitário, canaletas de drenagem, etc.), e

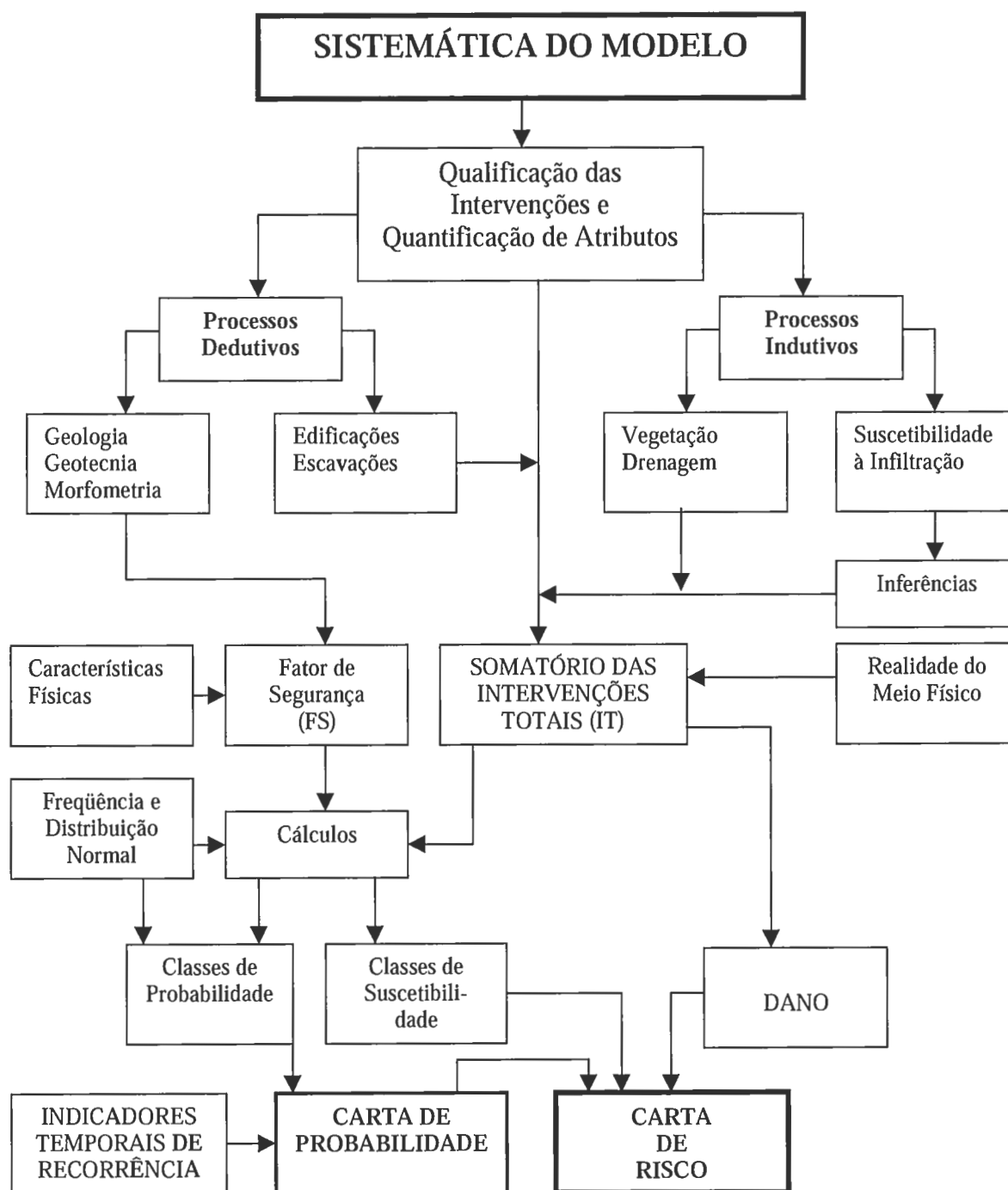


Figura 3 – Sistemática do Modelo Empírico desenvolvido para avaliação do risco

Fatores Conseqüentes ou Finais: determinando o grau de suscetibilidade e a probabilidade envolvida.

As intervenções e suas respectivas quantificações, na estruturação do modelo desenvolvido, são objeto de *input* na forma de planos individuais de informação, também denominados de *layers*. Os *layers* de intervenções (processos exógenos) são combinados através do somatório de seus valores acrescidos da constante de adequação de valor 2. O total das intervenções é combinado através de divisão com o fator de segurança. O resultado desta operação gera um novo *layer* denominado grau de suscetibilidade. Este, é indicativo da vulnerabilidade relativa do meio físico às intervenções instaladas. Para seu melhor entendimento, o grau de suscetibilidade foi classificado em três classes que variam segundo intervalos arbitrados em <10%, entre 10% e 30% e >30%, denominados de baixo, alto e iminente, respectivamente. Estas classes, por sua vez, foram correlacionadas a uma régua de probabilidade que sinaliza para a probabilidade de ocorrer o acidente. Isto gera o *layer* de probabilidade que, multiplicado pelo *layer* dano (este, gerado a partir do *layer* intervenções), fornece o *layer* final ou MAPA DE RISCO.

Fator de Segurança

O fator de segurança envolve um conjunto de forças concorrentes no interior do maciço, notadamente a inter-relação da combinação dos fatores geológicos, geotécnicos e morfométricos. Compreende a razão entre as forças resistentes ao movimento de massas e as forças que atuam favoravelmente a este movimento. Assim, quando as forças que atuam superarem, em valor, as forças que resistem, ocorre a ruptura do maciço e o conseqüente movimento de massas. Desta forma, por princípios conceituais, para indicar uma situação de equilíbrio estável, esta razão deve ser, obrigatoriamente igual ou superior a 1(um). As forças resistentes, embora mensuradas por técnicas de Mecânica dos Solos, encerram o conhecimento geológico do processo fenomenológico da ruptura com seus parâmetros de resistência, a saber: coesão, ângulo de atrito interno das partículas, tensões de sucção, tensões efetivas e totais. As forças atuantes compreendem basicamente a resultante da decomposição do peso do volume do material a ser movimentado no caso de ruptura. Aqui embute-se as características morfométricas, notadamente no que tange a altura e declividade. Assim, o fator de segurança encerra o processo interativo entre os fatores geológicos, morfométricos e geotécnicos, todos compondo os pressupostos de características endógenas.

Intervenções

Os processos exógenos constituem intervenções naturais ou induzidas no meio físico que, de forma positiva ou negativa, conduzem a análise da estabilidade a valores menores que aqueles obtidos antes dessa(s) intervenção(ões). Isto advém do fato de que os métodos de análise foram desenvolvidos para aplicações em seções de taludes ou de encostas sem prever as intervenções instabilizadoras. Assim, não tratam da análise espacial da estabilidade e, principalmente, não embutem em seu cálculo, as intervenções consubstanciadoras do processo de instabilização.

As intervenções (fatores exógenos) foram quantificadas segundo uma escala arbitrada que varia de 0,00 a 1,00 para cada uma e, cujo somatório das magnitudes dessas intervenções, é disponibilizado em uma escala relativa de compatibilidade com o fator de segurança. Essas quantificações obedeceram processos dedutivos e indutivos conforme as especificidades de cada intervenção, seu estado da arte e disponibilidade de dados. Os processos dedutivos foram utilizados para a quantificação de edificações, escavações e influência da umidade nos parâmetros de resistência à ruptura. Os processos indutivos foram aplicados para quantificar a vulnerabilidade de infiltrações frente aos principais usos e ocupação: edificações, sistema de esgotamento sanitário, proteção vegetal, e sistemas drenantes. Em ambas as situações utilizou-se como critério de quantificação e adequação de escala o seguinte processo:

Calcula-se o fator de segurança (FS) da encosta sem intervenção;

Calcula-se o fator de segurança da encosta após cada intervenção, isoladamente;

Calcula-se a variação percentual do fator de segurança para cada intervenção analisada;

A variação percentual encontrada é associada a escala de 0 (zero) a 1 (um), segundo uma regra de correspondência onde o valor calculado é dividido por 100. O resultado da operação determina a magnitude da intervenção no meio físico, aqui denominada de fator (de construções, escavações, infiltrações, etc.).

somatório de todas as intervenções resulta na magnitude dos fatores exógenos (FE);

A divisão de FE por FS, fornece o grau de suscetibilidade GS.

Diferentes valores do fator de segurança (FS) foram adotados para diversos valores de fatores exógenos (FE), calculando-se os graus de suscetibilidades correspondentes, e plotando-se os resultados em um gráfico de distribuição normal acumulada *versus* frequência observada.

Estes fatores quantificam a interferência do homem ao ocupar o meio físico natural, no caso as encostas. Essas interferências são quantificadas com base em processos *dedutivos* e *indutivos*.

Os processos dedutivos envolveram cálculos de estabilidade que simularam as condições adversas. São simulações matemáticas para análise de estabilidade pelo método do equilíbrio limite, desenvolvido por Bishop (1955) e com utilização do programa Bistat, desenvolvido por Felio (1987), para calibrar a magnitude de cada intervenção. Considerando que, no cálculo do fator de segurança estão inseridos valores obtidos através de processos empíricos, tornam-se dispensáveis, segundo Guidicini e Nieble (1976), níveis de detalhamentos maiores que aqueles admitidos na fase anterior de cálculo, visto que não irão alterar seu grau de precisão. Os processos indutivos envolvem o conhecimento técnico da bibliografia, experiências precedentes, bom senso e processo lógico. É igualmente um processo empírico.

Diante da bibliografia, observações de campo, ensaios laboratoriais e experiências anteriores, assumiu-se que as intervenções no meio físico, mais especificamente no que tange aos costumes e formas de habitabilidade em ambiente de encostas, embutem intervenções indutoras da instabilização. Neste âmbito, as edificações, as escavações, infiltrações, retirada de vegetação, construção de canais de drenagem superficial, etc., constituem processos exógenos carentes de quantificação.

As interferências são também denominadas de fatores e, cada fator, é qualificado por um adjetivo que o associa ao tipo de interferência. Assim, os Fatores Exógenos são apresentados segundo uma variação calculada da dinâmica lógica do processo e, em seguida, atribuídos valores para os fatores que o compõem (ex.: fator de edificações, fator de construções, fator de infiltração, etc.).

Os Fatores Exógenos ou Externos foram determinados pelo método das hipóteses progressivas ou de tentativas e erros. Assim, são fornecidos pelo somatório de todos os fatores componentes respeitando-se as exclusões. Esses fatores constituem variáveis aleatórias no tempo e no espaço. O grau de suscetibilidade (GS) é fornecido pela expressão:

$$GS = [(F_C; F_E; F_V; F_I; F_D) + 2] / FS \quad I$$

onde: GS = grau de suscetibilidade

FS = fator de segurança

F_C = fator de construções;

F_E = fator de escavações;

F_V = fator de proteção vegetal

F_I = fator de infiltração;

F_D = fator de drenagem

2 = constante de adequação

Como consequência direta da pluviosidade e do lançamento de águas servidas, a infiltração reveste-se de importância fundamental nos processos de instabilização. Daí a necessidade de destaque para alguns pressupostos básicos.

A ruptura da encosta dá-se essencialmente pela infiltração de água em meio não saturado, eventualmente com a formação de uma frente de saturação ou e consequente redução da sucção mátrica;

A evapotranspiração diminui a infiltração, melhorando as condições de estabilidade;

A densidade de vegetação é diretamente proporcional a quantidade de gotas ou volume retido em uma área;

A principal lacuna na análise da infiltração reside na determinação do grau de interceptação da infiltração pela vegetação;

A infiltração, no escoamento, está associada à rugosidade da superfície e,

A ocupação de encosta aumenta a “rugosidade” do terreno natural, impondo maiores infiltrações;

Danos

Na análise de risco, a percepção dos danos é uma fase de extrema importância. No entanto, os danos que envolvem, inclusive a vida de habitantes de uma encosta, reveste-se de grandes dificuldades técnicas para a valoração dos elementos expostos. Isto ocorre principalmente pelo desconhecimento da exposição real de cada elemento e do grau de intensidade que cada um estará exposto na hora do acidente. Complementarmente em função de:

Dificuldades para estimar o custo de cada vida envolvida (crianças, jovens, etc.), onde as indenizações normalmente norteiam-se pelo princípio do “lucro cessante”.

Dificuldade em se obter planilhas de custos públicos referentes a: socorro e atendimento médico, remoção, alojamento, alimentação, desobstrução de vias, galerias, sarjetas, etc.

Impossibilidade de mensurar custos sociais, como: Interrupção do tráfego, perda de emprego, seqüelas físicas, psíquicas, morais, etc.

Desta forma, os danos foram aqui estimados a nível de valoração média, no sentido de busca de um valor de referência padrão. Neste sentido, foi utilizada a base hierárquica desenvolvida por Valencia e Velasquez (1977), e inferidas as valorações dos diversos elementos expostos, conforme Quadro 1.

Quadro 1 – Demonstrativo da natureza, elementos, modos e valoração dos danos

NATUREZA DO DANO	ELEMENTOS EXPOSTOS	MODO DOS DANOS	VALORAÇÃO em -R\$-
CORPORAIS	PESSOAS	Danos Morais	1.000
		Danos Psicológicos	5000
		Ferimentos leves sem seqüelas	500
		Ferimentos graves (invalidez)	2500
		Mortes	10.000
ESTRUTURAIS	CONSTRUÇÕES	Danos pequenos, não estruturais	100
		Trincas de muros. Reparos não urgentes	200
		Deformações importantes, fissuras em elementos estruturais	500
		Fratura na estrutura, evacuação imediata	1.000
		Desmoronamento parcial ou total da estrutura	5.000
	VIAS	Dano em calçadas	100
		Afundamento da plataforma e obstrução de calçadas	500
		Obstrução de calçadas de grandes volumes	1.500
		Ruptura da plataforma	3.000
	DUTOS	Obstrução	500
		Deslocamento	1.500
	LINHAS	Ruptura	5.000
		Deslocamento	1.000
	CANAIS	Ruptura	3.000
		Obstrução	200
FUNCIONAIS	ECONÔMICA	Fissuramento	1.000
		Ruptura	3.000
		Degradação do solo	500
	ALOJAMENTO	Pequena Variação topográfica	500
		Grande Variação topográfica	1.000
		Desalojamento temporário (relocalização) provisória)	300
	EMPREGO	Desalojamento definitivo (relocalização) definitiva)	5.000
		Parada Temporária (horas ou semanas)	200
		Parada prolongada (meses)	500
		Perda do emprego	1.000
	TRANSPORTE, COMUNICAÇÃO DISTRIBUIÇÃO	Diminuição do Tráfego	200
		Limitação de cargas	500
		Interrupção momentânea (horas)	1.000
		Interrupção prolongada (dias)	5.000
	SOCORRO	Interrupção longo prazo (meses) ou definitiva	10.000
		Perda provisória	1.000
		Perda definitiva	5.000

MAPA DE RISCOS

Para a avaliação final do risco, no “layer” probabilidade, identifica-se as áreas alvo e, a partir daí, identifica-se os elementos expostos ao risco. Com base nos valores do Quadro 1, gera-se um novo “layer”, este denominado dano. Este “layer”, com as mesmas características dos

demaís, possui a valoração do elemento exposto, no exato endereço georeferenciado de cada uma dessas células. A multiplicação do “layer” dano, pelo “layer” probabilidade gera o “layer” risco ou, em últimas palavras, o MAPA DE RISCOS.

CONCLUSÕES

O modelo apresentado possui as vantagens de fácil interface com seu usuário, embute a interdisciplinaridade que envolve a temática, delinea com clareza metódica a sistemática de trabalho e permite sua aplicação através de geoprocessamento. Estes fatos permitem rapidez e eficácia no desenvolvimento dos trabalhos.

Em contraposição, os dados de *input* do modelo quase sempre precisarão ser gerados. Face a dinâmica da ocupação de encostas, a localização espacial das intervenções e seus respectivos endereços georeferenciados, exige dados recentes e tecnologia acurada. Assim, a utilização de GPS e da fotointerpretação em fotos aéreas verticais recentes, são etapas imprescindíveis. Observa-se ainda que, escalas de trabalho inferiores a 1:3.000, dificultam a identificação de intervenções pontuais. Por fim, a valoração dos danos é feita por estimativa mas, considerando-a como um padrão, presta-se perfeitamente ao processo de avaliação de risco.

REFERÊNCIAS

ANJOS, C.A.M.dos; CERRI, L.E.S.; GANDOLFI, N. Situações de risco e medidas de prevenção de acidentes em encostas ocupadas na cidade de Maceió/AL. ABMS/ABGE. 2nd Panamerican Symposium on Landslides / 2^a Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas. Rio de Janeiro. pp773-782. 1997.

ANJOS, C.A.M.dos & FERREIRA NETO, J.V. Quantificação de risco: uma metodologia para encostas terrosas. ABMS/ABGE. 2nd Panamerican Symposium on Landslides / 2^a Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas. Rio de Janeiro. pp763-772. 1997.

ANJOS, C.A.M.dos & CARVALHO, J.B.Q. Análise da estabilidade de encostas em Maceió, Brasil. ABMS/ABGE. 2nd Panamerican Symposium on Landslides / 2^a Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas. Rio de Janeiro. pp593-600. (1977).

ANJOS, C.A.M.; WANDERLEY, P.R.de M.; CARVALHO FILHO, A.M. Mapa Geotécnico a Cidade de Maceió - Etapa Final. UFAL/ FINEP-PADCT II. Maceió. Relatório de Projeto. 170p. 1996.

ANJOS, C.A.M. dos.; & BARROSO, C.M.R.. Considerações Analíticas sobre Eventos Geoambientais Impactantes no Município de Maceió-Al. XIV Simpósio de Geologia do Nordeste. pp.28-32. Recife-PE. 1995.

ANJOS, C.A.M.dos. Ocupação de Encostas Naturais Urbanas em Maceió-AL: Uma Questão Geoambiental. **I Congresso Brasileiro de Análise Ambiental**. 23 a 27 de maio 1994. UNESP. Rio Claro-SP.1994.

ANJOS, C.A.M.dos; WANDERLEY, P.R. de M.; CARVALHO FILHO, A.M.de. Mapa Geotécnico da Cidade de Maceió-AL. **7º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia**. ABGE. Anais vol.II pp. Poços de Caldas-MG. 145 - 150. 1993^a.

ANJOS, C.A.M.dos; QUEIROZ DE CARVALHO, J.B.; DINIZ, A.A.. Instabilidade de Taludes Naturais Próximos a Vias Urbanas em Maceió-AL. **4ª Reunião de Pavimentação Urbana**. ABPV. pp. 240 - 254. Maceió-AL. 1993b.

ANJOS, C.A.M.dos. **Estudo da Estabilidade de Encostas em Maceió**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba. Campus II. Campina grande - Pb. 177p1992..

ANJOS, C.A.M.dos. Considerações sobre as Vulnerabilidades aos deslizamentos Urbanos na Cidade de Maceió-AL. UFAL. **Revista de Geociências**. Nº 04. p.4-12. Maceió-AL

BISHOP, A.W. The use of Slip Circle in The Stability Analysis of Slops. **Géotechnique**. Volume 5, Nº01. pp7-17. 1991.

CERRI, L.E.S.. **Riscos Geológicos Associados a Escorregamentos: Uma Proposta para a Prevenção de Acidentes**. Tese de Doutorado em Geociências apresentada à UNESP - Universidade Estadual Paulista, Campus Rio Claro-SP. Rio Claro-SP. 1993. 197p. 1993.

CERRI, L.E.S.. **Prevenção e Controle de Acidentes Geológicos Urbanos Associados a Escorregamentos no Brasil: Proposições Técnicas Fundamentadas na Realidade Sócio-econômica Brasileira**. **II Simposio Latinoamericano de Riesgo Geologico Urbano e II Conferência Colombiana de Geologia Ambiental**. Memorias, Volume 2. Pereira(Colombia). 1992. pp 112-126. 1992a.

CERRI, L.E.S.. **Identificação, Análise e Cartografia de Riscos Geológicos Associados a Escorregamentos**. **1º Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas**. V.1, 1992, Rio de Janeiro: ABMS/ABGE/PCRJ. V.2, P.605-617. 1992b.

CERRI, L.E.S. & BARBOSA, M.N.L. Os Escorregamentos como Riscos Geológicos no Brasil: Apectos Legais. In **Simpósio Latino-Americano sobre Risco Geológico Urbano**. 1, 1990, Anais. São Paulo: ABGE. p. 150-157. 1990.

FELIO, G.Y.. **User's Manual for BISTAT**. Dept. of Civil Engineering. A Microcomputer Program for Slope Stability Using the Simplified Bishop Method and Stocastic Analysis. University of California. Los Angel - USA. 1987.

GUIDICINI, G. & NIEBLE, C.M. **Estabilidade de Taludes Naturais e de Escavação**. EDUSP. São Paulo. 170p. 1976.

LAMEGO, A.R.. O Desabamento do Morro do Faról em Maceió-Al. **Divisão de Geologia e Mineralogia**. Notas Preliminares e Estudos. Nº 24. 1944.

PRANDINI, F.L.; GUIDICINI, G.; BOTTURA, J.A.; PONÇANO, W.L.; SANTOS, A. R.dos. **Atuação da cobertura vegetal na estabilidade de encostas: uma resenha crítica**. IPT. Publicação Nº 1074. São Paulo. 22p. 1976.

QUEIROZ DE CARVALHO, J.B.; e ANJOS, C.A.M. dos. **Características Geotécnicas e Estabilidade de Encostas em Maceió-Al**. X Copngresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações. Anais. Foz do Iguaçu-PR. 1994.

SANTOS, A.R.dos. **Fundamentos Filosóficos e Metodológicos da Geologia de Engenharia**. Comunicação Técnica. Divisão de Geologia do Instituto tecnológico do Estado de São Paulo S.A. - IPT. 1994.

STEVENSON, P.C. **The evolution of a landslide mapping sistem urban development**. Austrália, *CSIRO*. 1984.

STEVENSON, P.C. An empirical method for the evaluation of relative landslide risk. **Engineering Geology**, v.16. 1977.

SUAREZ, D. J.. La Vegetacion en la Estabilización de Deslizamientos. **2nd. Pan-American Symposium on Landslides- II PSL/COBRAE**. ABMS - ABGE - ISSMGE. Anais Vol.2. Rio de Janeiro. pp.739-746. 1997a.

SUAREZ, D.J.. Mecanismos de Deslizamiento Relacionados com Processos Urbanos. **2nd. Pan-American Symposium on Landslides- II PSL/COBRAE**. ABMS - ABGE - ISSMGE. Anais Vol.2. Rio de Janeiro. pp.961-966. 1977b.

TUCCI, C.E.M.; PORTO, R.L.; BARROS, M.T. de.. **Drenagem Urbana**. Coleção ABRH de Recursos Hídricos. Porto Alegre. Editora da Universidade UFRGS. 346p. 1995.

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia. Ciência e Aplicação**. EDUSP – ABRH. São Paulo. 846p.1993.

VALENCIA, N.A.J. & VELASQUEZ, E.M.. Evaluación de un Escenário de Riesgo por Fenomenos de Inestabilidade en Marmato - Caldas. **2nd. Pan-American Symposium on Landslides- II PSL/COBRAE**. ABMS - ABGE - ISSMGE. Anais Vol.2. Rio de Janeiro. pp.853-862. 1997.

VARGAS. M. **Metodologia da Pesquisa Tecnológica**. Ed. Globo. Rio de Janeiro. 243p. 1985.