

CPRM

Serviço Geológico do Brasil

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

**Curso Básico de Percepção e Mapeamento do
Risco Geológico**

Vitória - ES

João Luiz Matta de Souza
Geólogo – Pesquisador em Geociências
Setembro/2018

Conceitos Fundamentais de Risco e de Áreas de Risco

CONTEÚDO

Conceitos Fundamentais

- Riscos Ambientais
- Acidente x Evento
- Vulnerabilidade
- Perigo x Risco x Suscetibilidade
- Áreas de Risco

Conceitos Fundamentais

- **Riscos Ambientais**
- Acidente x Evento
- Vulnerabilidade
- Perigo x Risco x Suscetibilidade
- Áreas de Risco

**RISCOS
AMBIENTAIS**

RISCOS TECNOLÓGICOS

RISCOS NATURAIS

RISCOS SOCIAIS

RISCOS AMBIENTAIS

RISCOS TECNOLÓGICOS

VAZAMENTOS DE PRODUTOS TÓXICOS,
RADIOATIVOS, INFLAMÁVEIS, COLISÃO, ETC

RISCOS NATURAIS

RISCOS SOCIAIS

RISCOS AMBIENTAIS

RISCOS TECNOLÓGICOS

VAZAMENTOS DE PRODUTOS TÓXICOS,
RADIOATIVOS, INFLAMÁVEIS, COLISÃO, ETC

RISCOS NATURAIS

RISCOS SOCIAIS

ASSALTOS, GUERRAS,
SEQUESTROS, ATENTADOS, ETC

RISCOS AMBIENTAIS

RISCOS TECNOLÓGICOS

VAZAMENTOS DE PRODUTOS TÓXICOS,
RADIOATIVOS, INFLAMÁVEIS, COLISÃO, ETC

RISCOS NATURAIS

RISCOS FÍSICOS

RISCOS BIOLÓGICOS

RISCOS SOCIAIS

ASSALTOS, GUERRAS,
SEQUESTROS, ATENTADOS, ETC

RISCOS AMBIENTAIS

RISCOS TECNOLÓGICOS

VAZAMENTOS DE PRODUTOS TÓXICOS,
RADIOATIVOS, INFLAMÁVEIS, COLISÃO, ETC

RISCOS NATURAIS

RISCOS FÍSICOS

RISCOS SOCIAIS

ASSALTOS, GUERRAS,
SEQUESTROS, ATENTADOS, ETC

RISCOS BIOLÓGICOS

RISCOS ASSOCIADOS À FAUNA

RISCOS ASSOCIADOS À FLORA

RISCOS AMBIENTAIS

RISCOS TECNOLÓGICOS

VAZAMENTOS DE PRODUTOS TÓXICOS,
RADIOATIVOS, INFLAMÁVEIS, COLISÃO, ETC

RISCOS NATURAIS

RISCOS FÍSICOS

RISCOS SOCIAIS

ASSALTOS, GUERRAS,
SEQUESTROS, ATENTADOS, ETC

RISCOS BIOLÓGICOS

RISCOS ASSOCIADOS À FAUNA

DOENÇAS, PRAGAS,
PICADAS, ETC

RISCOS ASSOCIADOS À FLORA

RISCOS AMBIENTAIS

RISCOS TECNOLÓGICOS

VAZAMENTOS DE PRODUTOS TÓXICOS,
RADIOATIVOS, INFLAMÁVEIS, COLISÃO, ETC

RISCOS NATURAIS

RISCOS FÍSICOS

RISCOS SOCIAIS

ASSALTOS, GUERRAS,
SEQUESTROS, ATENTADOS, ETC

RISCOS BIOLÓGICOS

RISCOS ASSOCIADOS À FAUNA

DOENÇAS, PRAGAS,
PICADAS, ETC

RISCOS ASSOCIADOS À FLORA

DOENÇAS, PRAGAS,
ERVAS TÓXICAS, ETC

RISCOS AMBIENTAIS

RISCOS TECNOLÓGICOS

VAZAMENTOS DE PRODUTOS TÓXICOS,
RADIOATIVOS, INFLAMÁVEIS, COLISÃO, ETC

RISCOS NATURAIS

RISCOS FÍSICOS

RISCOS ATMOSFÉRICOS

RISCOS GEOLÓGICOS

RISCOS HIDROLÓGICOS

RISCOS SOCIAIS

ASSALTOS, GUERRAS,
SEQUESTROS, ATENTADOS, ETC

RISCOS BIOLÓGICOS

RISCOS ASSOCIADOS À FAUNA

DOENÇAS, PRAGAS,
PICADAS, ETC

RISCOS ASSOCIADOS À FLORA

DOENÇAS, PRAGAS,
ERVAS TÓXICAS, ETC

RISCOS AMBIENTAIS

RISCOS TECNOLÓGICOS

VAZAMENTOS DE PRODUTOS TÓXICOS,
RADIOATIVOS, INFLAMÁVEIS, COLISÃO, ETC

RISCOS NATURAIS

RISCOS FÍSICOS

RISCOS ATMOSFÉRICOS

FURACÃO, SECA, RAIOS,
TEMPESTADE, ETC

RISCOS GEOLÓGICOS

RISCOS HIDROLÓGICOS

RISCOS SOCIAIS

ASSALTOS, GUERRAS,
SEQUESTROS, ATENTADOS, ETC

RISCOS BIOLÓGICOS

RISCOS ASSOCIADOS À FAUNA

DOENÇAS, PRAGAS,
PICADAS, ETC

RISCOS ASSOCIADOS À FLORA

DOENÇAS, PRAGAS,
ERVAS TÓXICAS, ETC

RISCOS AMBIENTAIS

RISCOS TECNOLÓGICOS

VAZAMENTOS DE PRODUTOS TÓXICOS,
RADIOATIVOS, INFLAMÁVEIS, COLISÃO, ETC

RISCOS NATURAIS

RISCOS FÍSICOS

RISCOS ATMOSFÉRICOS

FURACÃO, SECA, RAIOS,
TEMPESTADE, ETC

RISCOS GEOLÓGICOS

RISCOS HIDROLÓGICOS

ENCHENTES E
INUNDAÇÕES

RISCOS SOCIAIS

ASSALTOS, GUERRAS,
SEQUESTROS, ATENTADOS, ETC

RISCOS BIOLÓGICOS

RISCOS ASSOCIADOS À FAUNA

DOENÇAS, PRAGAS,
PICADAS, ETC

RISCOS ASSOCIADOS À FLORA

DOENÇAS, PRAGAS,
ERVAS TÓXICAS, ETC

RISCOS AMBIENTAIS

RISCOS TECNOLÓGICOS

VAZAMENTOS DE PRODUTOS TÓXICOS,
RADIOATIVOS, INFLAMÁVEIS, COLISÃO, ETC

RISCOS NATURAIS

RISCOS FÍSICOS

RISCOS ATMOSFÉRICOS

FURACÃO, SECA, RAIOS,
TEMPESTADE, ETC

RISCOS GEOLÓGICOS

ENDÓGENOS

EXÓGENOS

RISCOS HIDROLÓGICOS

ENCHENTES E
INUNDAÇÕES

RISCOS BIOLÓGICOS

RISCOS ASSOCIADOS À FAUNA

DOENÇAS, PRAGAS,
PICADAS, ETC

RISCOS ASSOCIADOS À FLORA

DOENÇAS, PRAGAS,
ERVAS TÓXICAS, ETC

RISCOS SOCIAIS

ASSALTOS, GUERRAS,
SEQUESTROS, ATENTADOS, ETC

RISCOS AMBIENTAIS

RISCOS TECNOLÓGICOS

VAZAMENTOS DE PRODUTOS TÓXICOS,
RADIOATIVOS, INFLAMÁVEIS, COLISÃO, ETC

RISCOS NATURAIS

RISCOS SOCIAIS

ASSALTOS, GUERRAS,
SEQUESTROS, ATENTADOS, ETC

RISCOS FÍSICOS

RISCOS BIOLÓGICOS

RISCOS ATMOSFÉRICOS

FURACÃO, SECA, RAIOS,
TEMPESTADE, ETC

RISCOS GEOLÓGICOS

ENDÓGENOS

EXÓGENOS

RISCOS HIDROLÓGICOS

ENCHENTES E
INUNDAÇÕES

RISCOS ASSOCIADOS À FAUNA

DOENÇAS, PRAGAS,
PICADAS, ETC

RISCOS ASSOCIADOS À FLORA

DOENÇAS, PRAGAS,
ERVAS TÓXICAS, ETC

RISCOS AMBIENTAIS

RISCOS TECNOLÓGICOS

VAZAMENTOS DE PRODUTOS TÓXICOS,
RADIOATIVOS, INFLAMÁVEIS, COLISÃO, ETC

RISCOS NATURAIS

RISCOS FÍSICOS

RISCOS ATMOSFÉRICOS

FURACÃO, SECA, RAIOS,
TEMPESTADE, ETC

RISCOS GEOLÓGICOS

ENDÓGENOS

50 ANOS
TERREMOTOS, VULCÕES, TSUNAMIS

RISCOS HIDROLÓGICOS

ENCHENTES E
INUNDAÇÕES

EXÓGENOS

DESLIZAMENTOS, SOLAPAMENTOS,
EROSÃO, ASSOREAMENTO, SUBSIDÊNCIA, ETC

RISCOS SOCIAIS

ASSALTOS, GUERRAS,
SEQUESTROS, ATENTADOS, ETC

RISCOS BIOLÓGICOS

RISCOS ASSOCIADOS À FAUNA

DOENÇAS, PRAGAS,
PICADAS, ETC

RISCOS ASSOCIADOS À FLORA

DOENÇAS, PRAGAS,
ERVAS TÓXICAS, ETC

SECRETARIA DE
GEOLOGIA, MINERAÇÃO
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

GOVERNO
FEDERAL

RISCOS AMBIENTAIS

RISCOS TECNOLÓGICOS

VAZAMENTOS DE PRODUTOS TÓXICOS,
RADIOATIVOS, INFLAMÁVEIS, COLISÃO, ETC

RISCOS NATURAIS

RISCOS FÍSICOS

RISCOS ATMOSFÉRICOS

FURACÃO, SECA, RAIOS,
TEMPESTADE, ETC

RISCOS GEOLÓGICOS

ENDÓGENOS

50 ANOS
CPRM
SERVIÇO GEOLOGICO DO BRASIL
TERREMOTOS, VULCÕES, TSUNAMIS

RISCOS HIDROLÓGICOS

ENCHENTES E
INUNDAÇÕES

EXÓGENOS

DESLIZAMENTOS, SOLAPAMENTOS,
EROSÃO, ASSOREAMENTO, SUBSIDÊNCIA, ETC

RISCOS SOCIAIS

ASSALTOS, GUERRAS,
SEQUESTROS, ATENTADOS, ETC

RISCOS BIOLÓGICOS

RISCOS ASSOCIADOS À FAUNA

DOENÇAS, PRAGAS,
PICADAS, ETC

RISCOS ASSOCIADOS À FLORA

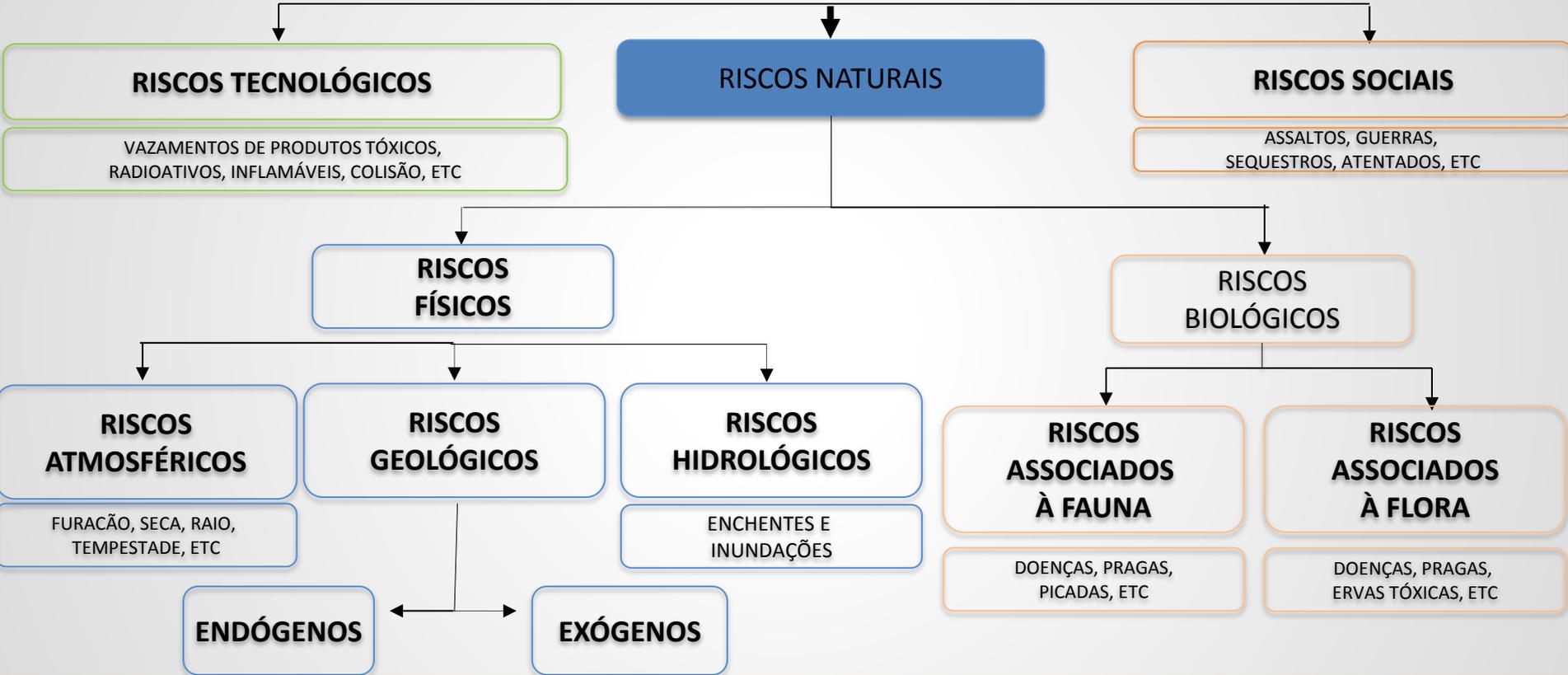
DOENÇAS, PRAGAS,
ERVAS TÓXICAS, ETC

SECRETARIA DE
GEOLOGIA, MINERAÇÃO
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

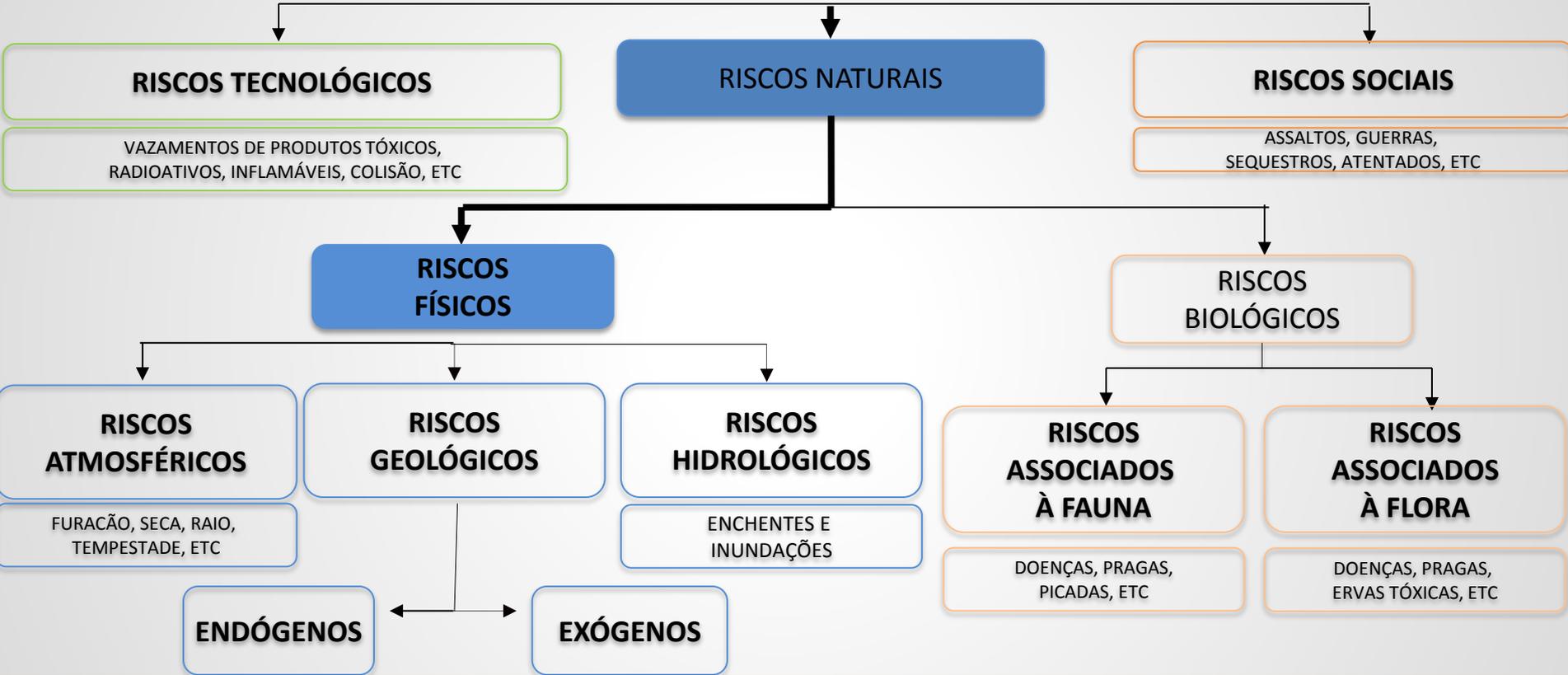
MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

GOVERNO
FEDERAL

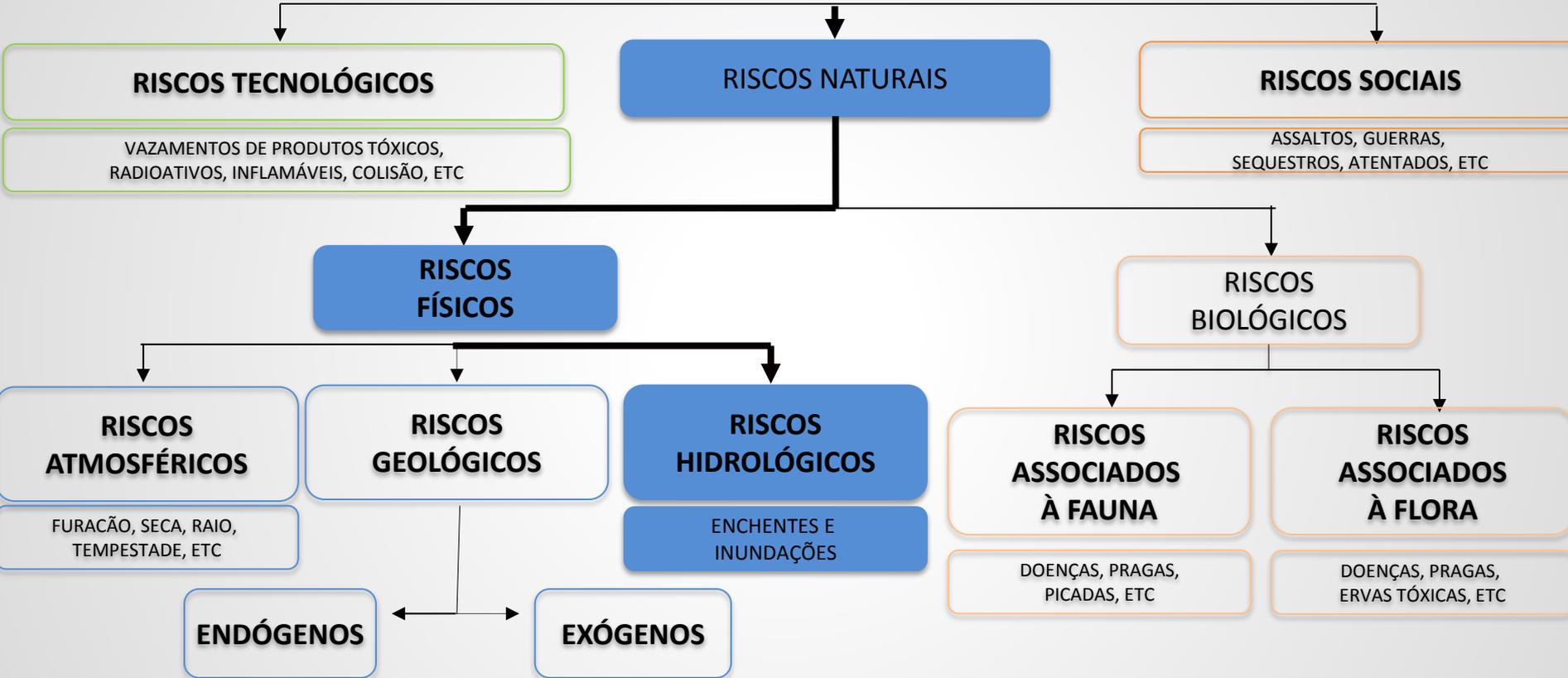
RISCOS AMBIENTAIS



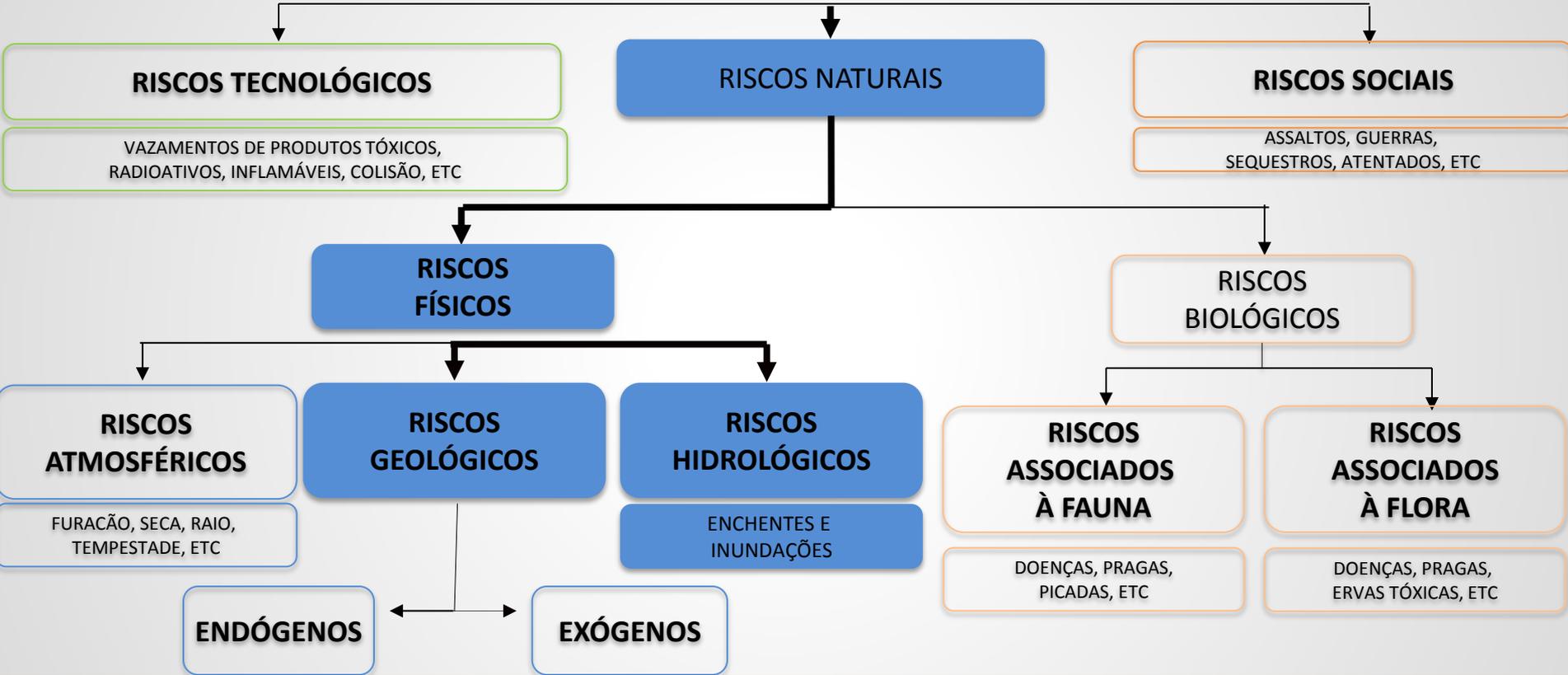
RISCOS AMBIENTAIS



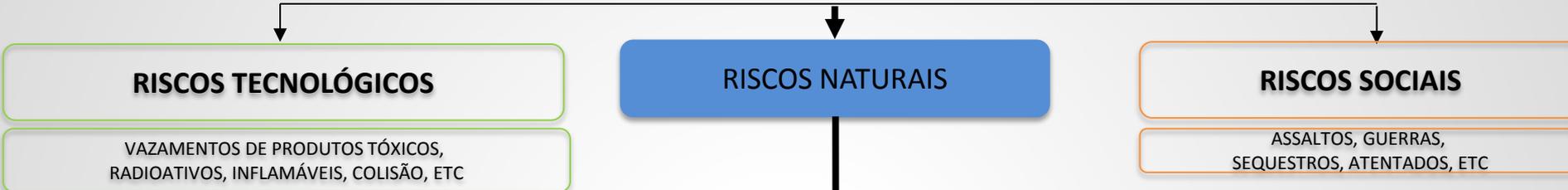
RISCOS AMBIENTAIS



RISCOS AMBIENTAIS



RISCOS AMBIENTAIS



RISCOS TECNOLÓGICOS

VAZAMENTOS DE PRODUTOS TÓXICOS, RADIOATIVOS, INFLAMÁVEIS, COLISÃO, ETC

RISCOS NATURAIS

RISCOS SOCIAIS

ASSALTOS, GUERRAS, SEQUESTROS, ATENTADOS, ETC

RISCOS FÍSICOS

RISCOS BIOLÓGICOS

RISCOS ATMOSFÉRICOS

FURACÃO, SECA, RAIOS, TEMPESTADE, ETC

RISCOS GEOLÓGICOS

RISCOS HIDROLÓGICOS

ENCHENTES E INUNDAÇÕES

RISCOS ASSOCIADOS À FAUNA

DOENÇAS, PRAGAS, PICADAS, ETC

RISCOS ASSOCIADOS À FLORA

DOENÇAS, PRAGAS, ERVAS TÓXICAS, ETC

ENDÓGENOS

EXÓGENOS



DESILZAMENTOS, SOLAPAMENTOS, EROSÃO, ASSOREAMENTO, SUBSIDÊNCIA, ETC

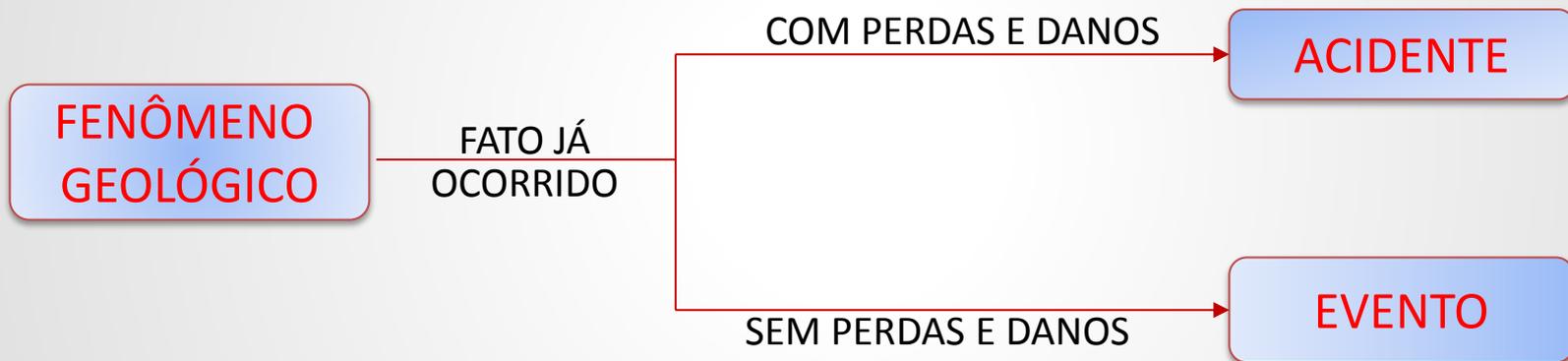
Conceitos Fundamentais

- Riscos Ambientais
- **Acidente x Evento**
- Vulnerabilidade
- Perigo x Risco x Suscetibilidade
- Áreas de Risco

Conceitos Fundamentais

- Acidente x Evento

Conceitos Fundamentais (Cerri & Amaral, 1998)



A ocorrência de um fenômeno geológico pode ou não gerar perdas e danos. No primeiro caso ele é chamado de acidente e no segundo caso de evento.

Conceitos Fundamentais

Fenómeno

.....De uma forma geral, *fenómeno* é a definição de qualquer evento observável.....

Conceitos Fundamentais

Fenómeno Geológico.

..... é um conjunto de ocorrências a nível da estrutura geológica do planeta Terra. ...

Conceitos Fundamentais

Evento



Conceitos Fundamentais

Evento

Fenômeno com características,
dimensões e localização geográfica
registrada no tempo

Conceitos Fundamentais

Evento



Deslizamentos planares em Itaguaçu/ES

Conceitos Fundamentais

Evento



Escorregamentos e Deslocamento (RJ) Foto: Paulo Hebmüller/Jornal da USP (imagens.usp.br)

Conceitos Fundamentais

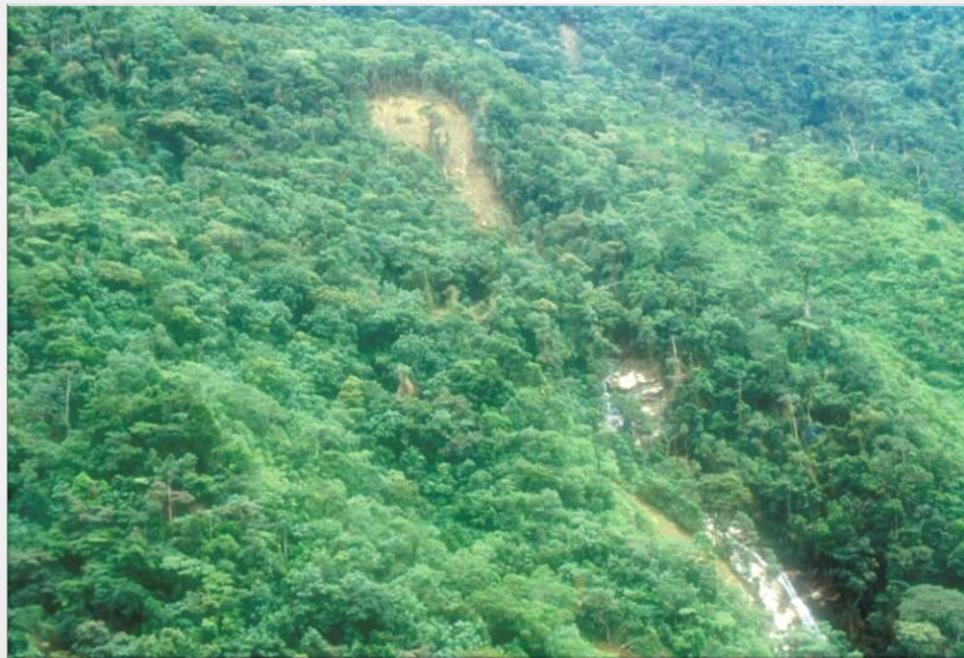
Evento



Inundação em Iconha/ES

Conceitos Fundamentais

Evento



Conceitos Fundamentais

Acidente



Conceitos Fundamentais

Acidente

.....Fenômeno geológico já
ocorrido com perdas e danos às
pessoas envolvidas.....

Conceitos Fundamentais

Acidente



Conceitos Fundamentais

Acidente



Conceitos Fundamentais

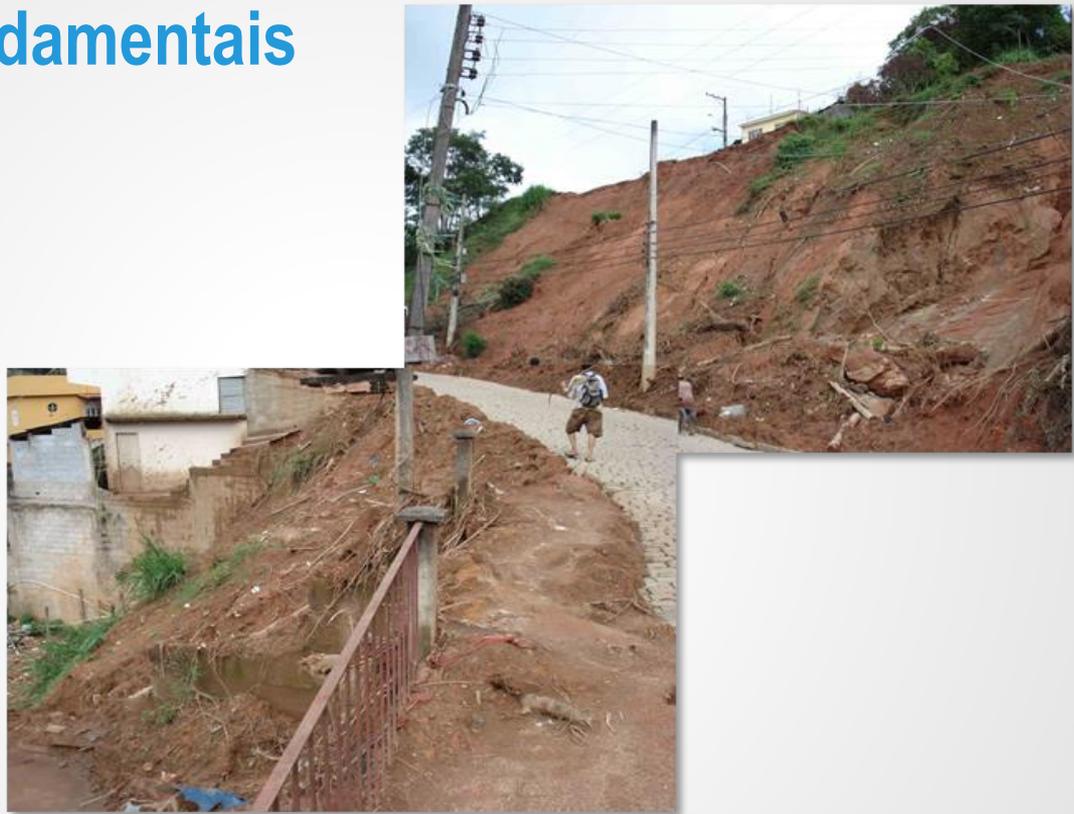
Acidente



Conceitos Fundamentais

Acidente

Deslizamento ocorrido no Bairro Floresta, em Nova Friburgo, que atingiu moradias ocasionando vítimas fatais (Jan/2007)



Conceitos Fundamentais

Acidente



Deslizamento ocorrido no Bairro Floresta, em Nova Friburgo, que atingiu moradias ocasionando vítimas fatais (Jan/2007)

Conceitos Fundamentais

Acidente



Fonte: <http://ultimosegundo.ig.com.br/brasil/rs/chuva+alaga+cidade+e+causa+oito+mortes+no+rio+grande+do+sul/n1238147271752.html>

Conceitos Fundamentais

Acidente



Corrida de detritos em Teresópolis/RJ, 2011.



Foto (a) é o registro de uma corrida de detritos ocorrida em 1967 no Rio Guaxintuba em Caraguatatuba/SP, foram transportados blocos de 3m de diâmetro.

A Foto (b) mostra o mesmo trecho do rio em 2011.

Onde estão as evidências do evento?

Fonte: FERREIRA, Fabiana, 2013

Desastres Naturais



Palmares, Pernambuco - 2010

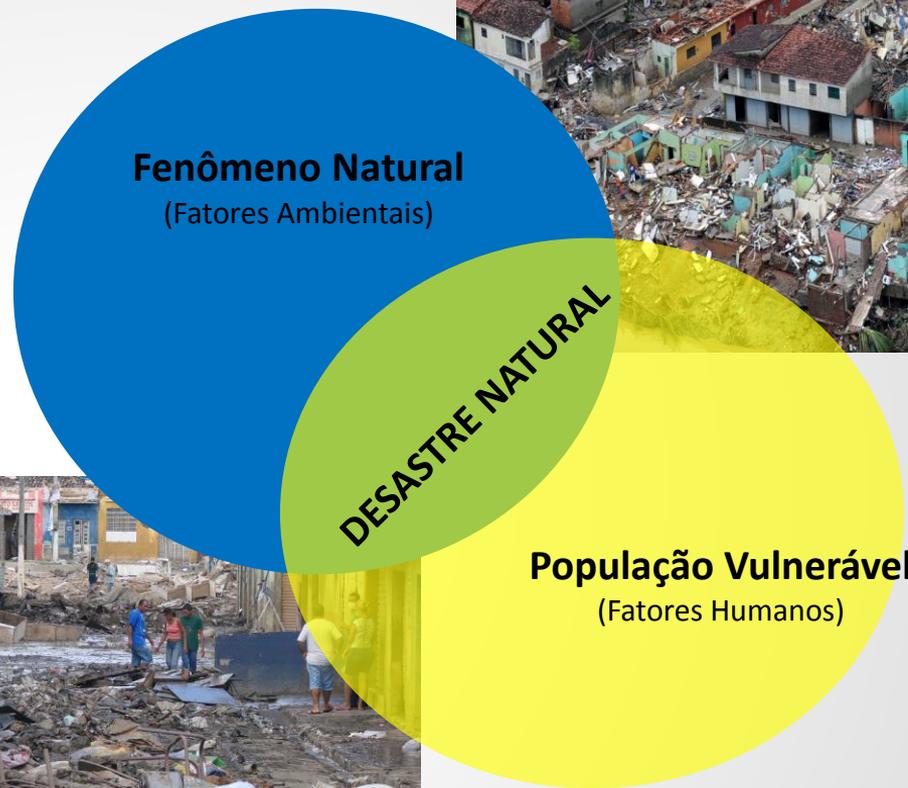
Terremotos, inundações, escorregamentos, furacões, vendavais, dentre outros, são fenômenos naturais. Configuram-se como desastres naturais quando:

“(...) podem ser definidos como o resultado do impacto de fenômenos naturais extremos ou intensos sobre um sistema social, causando sérios danos e prejuízos que excedem a capacidade da comunidade ou da sociedade atingida em conviver com o impacto”

(Tobin e Montz, 1997; Marcelino, 2008)

Desastres Naturais

Desastre natural é o RESULTADO do impacto de um **fenômeno natural** extremo ou intenso sobre um **sistema social**, que causa sérios danos e prejuízos que EXCEDAM a capacidade dos afetados em conviver com o impacto.



Conceitos Fundamentais

- Riscos Ambientais
- Acidente x Evento
- **Vulnerabilidade**
- Perigo x Risco x Suscetibilidade
- Áreas de Risco

Conceitos Fundamentais

Vulnerabilidade

Grau de perda para um dado elemento ou grupo dentro de uma área passível de ser afetada por um determinado processo

Conceitos Fundamentais

Vulnerabilidade



Conceitos Fundamentais

Vulnerabilidade



Pelotas/RS Foto: Diogo Rodrigues/CPRM



Pelotas/RS Foto: Diogo Rodrigues/CPRM

Conceitos Fundamentais

Vulnerabilidade

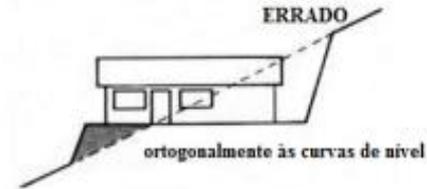


Conceitos Fundamentais

Vulnerabilidade

DISPOSIÇÃO DO LOTE E DA EDIFICAÇÃO NO TERRENO

Geól. Álvaro R Santos



Exemplos de intervenções em terrenos inclinados (Santos, 2012).

Vulnerável a que?



Fonte: http://noticias.uol.com.br/album/110310rs_album.jhtm

São Lourenço do Sul, 2011

Conceitos Fundamentais

- Riscos Ambientais
- Acidente x Evento
- Vulnerabilidade
- **Perigo x Suscetibilidade x Risco**
- Áreas de Risco

Conceitos Fundamentais

Perigo x Suscetibilidade x Risco

O perigo se refere a **qualquer situação**, que tanto pode ser uma **ação** como uma **condição**, **que apresenta o potencial de produzir um dano** sobre uma determinada pessoa ou coisa.

(Hazard)

Conceitos Fundamentais

Perigo x Suscetibilidade x Risco



Conceitos Fundamentais

Perigo x Suscetibilidade x Risco

Alto da Encosta = queda

Base da Encosta = atingimento



Conceitos Fundamentais

Perigo x Suscetibilidade x Risco

No âmbito das geociências, pode ser sintetizado como a **predisposição** ou **propensão** dos terrenos ao desenvolvimento de um fenômeno ou processo do meio físico (IPT; CPRM, 2014), podendo ser expressa segundo classes de probabilidade de ocorrência.

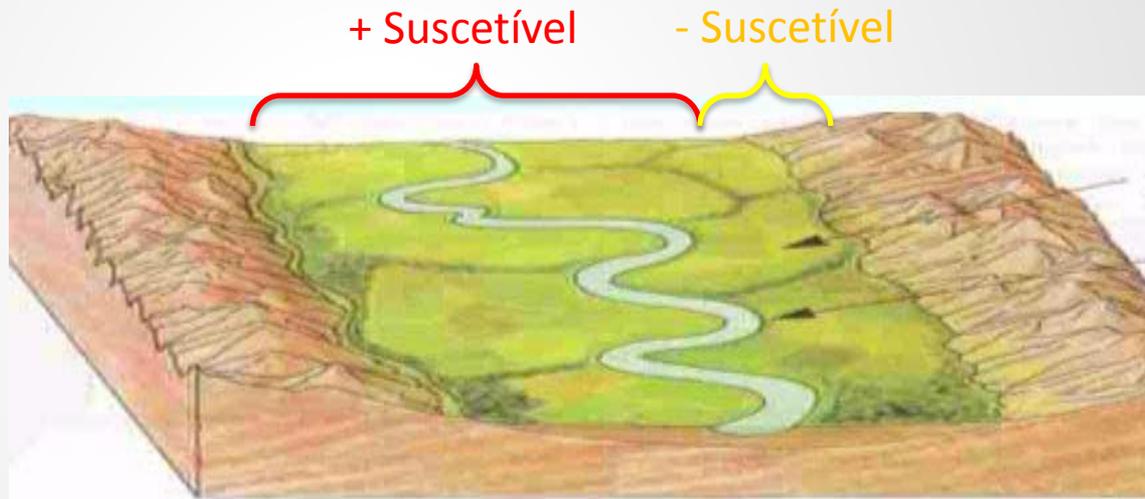
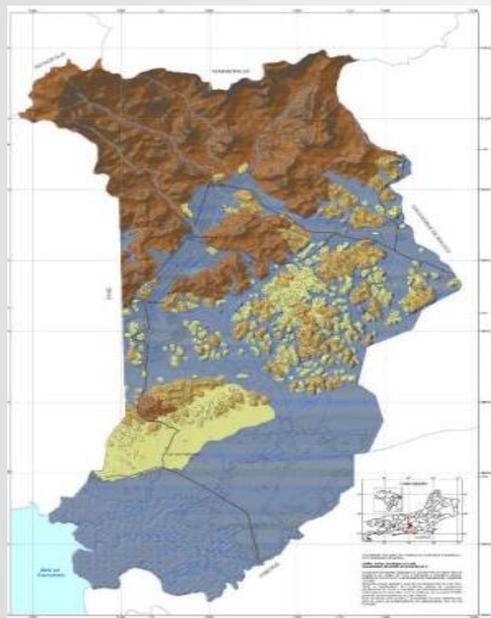
Conceitos Fundamentais

Perigo x Suscetibilidade x Risco

Indica a potencialidade de ocorrência de processos naturais e/ou induzidos em áreas de interesse ao uso do solo, expressando a suscetibilidade segundo classes de probabilidade de ocorrência

Conceitos Fundamentais

Perigo x Suscetibilidade x Risco

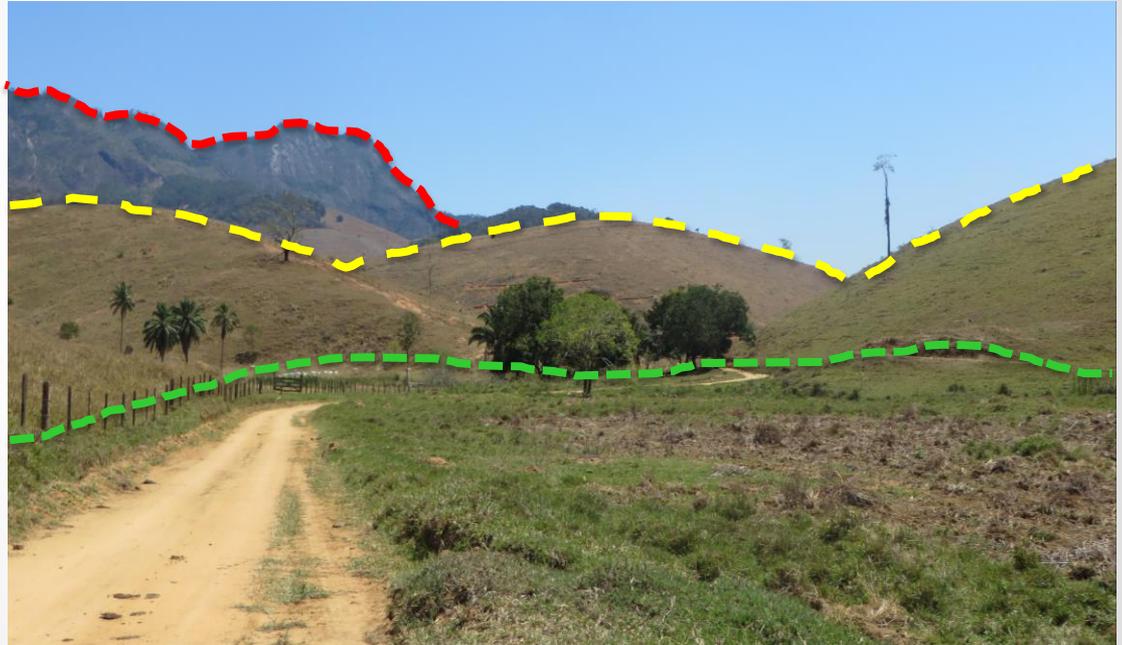


Conceitos Fundamentais

Perigo x Suscetibilidade x Risco

Não indica frequência
de ocorrência!

Parâmetros são analisados em
conjunto para determinar a
suscetibilidade



Itaguaçu/ES

Conceitos Fundamentais

Perigo x Suscetibilidade x Risco

(Cerri e Amaral, 1998)

$$R = P * C$$

$$S = P$$

- R = Risco
- P = Possibilidade de ocorrência de um evento
- C = Consequências sociais e/ou econômicas potenciais
- S = Suscetibilidade

Conceitos Fundamentais

Perigo x Suscetibilidade x Risco

(Varnes, 1985)

$$R_t = E * H * V$$

- **R_t = Risco total** = Expectativa de perda de vidas humanas, pessoas afetadas, danos a propriedades ou interrupção de atividades econômicas
- **E = Elementos de risco** = População, propriedades, interrupção de atividades econômicas sob determinada área
- **H = Risco natural** = Probabilidade de ocorrência de um fenômeno potencialmente danoso, em um período de tempo específico, em uma determinada área
- **V = Vulnerabilidade** = Grau de perda de um dado elemento de risco, ou um conjunto de elementos de risco, resultante da ocorrência de um fenômeno natural de uma determinada magnitude.

Conceitos Fundamentais

Perigo x Suscetibilidade x Risco

(Ministério das Cidades)

$$R = P(A) * C(V) * g^{-1}$$

R = Risco
P = Probabilidade
A = Ameaça ou perigo
C = Consequências
V = Vulnerabilidade
g = Grau de gerenciamento

- Risco representa a **probabilidade (P)** de ocorrer um fenômeno físico ou **perigo (A)**, em local ou intervalo de tempo específicos e com características determinadas; causando **consequências (C)** às pessoas, bens ou meio ambiente, em função da **vulnerabilidade (V)** dos elementos expostos, podendo ser modificado **pele grau de gerenciamento (g)**.

Conceitos Fundamentais

Perigo x Suscetibilidade x Risco



RISCO

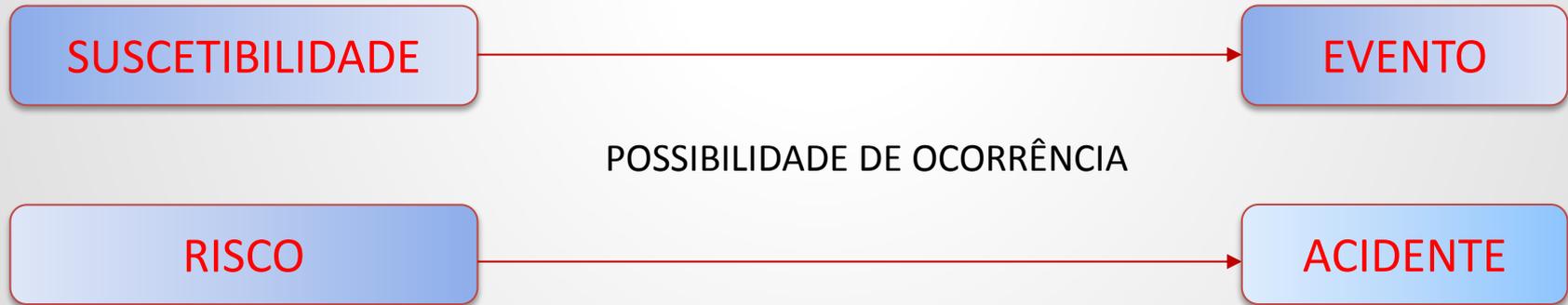
Relação entre a possibilidade de ocorrência de um dado processo ou fenômeno, e a magnitude de danos ou conseqüências sociais e/ou econômicas sobre um dado elemento, grupo ou comunidade. Quanto maior a vulnerabilidade, maior o risco.



Conceitos Fundamentais

Perigo x Suscetibilidade x Risco

Suscetibilidade de uma área caracteriza a possibilidade de ocorrência de um evento, enquanto que risco envolve a possibilidade de ocorrência de um fenômeno acompanhado de danos e perdas (acidente)



Área de Risco

Área passível de ser atingida por processos naturais e/ou induzidos que causem efeito adverso. As pessoas que habitam essas áreas estão sujeitas a danos à integridade física, perdas materiais e patrimoniais. Normalmente, essas áreas correspondem a núcleos habitacionais de baixa renda (assentamentos precários).



Área de Risco

Em termos conceituais, a condição de risco une dois elementos: a suscetibilidade e a vulnerabilidade, potencializados pela probabilidade dos eventos climáticos.

Exemplo: Determinada população está em condição de risco quando ocupa um terreno suscetível a desastres e de modo frágil, conforme o padrão construtivo das edificações, tornando-se, assim, vulnerável. (Bertone, P; Marinho, C, 2013)



Rio Mundaú, União dos Palmares/AL em junho de 2010

Graus de Risco	Descrição
R1 Baixo	<p>Não há indícios de desenvolvimento de processos destrutivos em encostas e margens de drenagens.</p> <p>Mantidas as condições existentes, não se espera a ocorrência de eventos destrutivos.</p>
R2 Médio	<p>Observa-se a presença de alguma(s) evidência(s) de instabilidade (encostas e margens de drenagens), porém incipiente(s).</p> <p>Mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas.</p>
R3 Alto	<p>Observa-se a presença de significativa(s) evidência(s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes etc.)</p> <p>Mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas.</p>
R4 Muito Alto	<p>As evidências de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de escorregamento, feições erosivas, proximidade da moradia em relação ao córrego etc.) são expressivas e estão presentes em grande número e/ou magnitude.</p> <p>Mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas.</p>

Área de Risco

É a identificação e registro cartográfico dos locais em que há probabilidade significativa de ocorrência de desastres no município:

- .vulnerabilidade,
- .cenário e a evolução histórica da região.

Área de Risco



Mapeamento de Áreas e Risco

□ Fundamentos

PREVISÃO

- **definição espacial = ONDE**
- Identificar áreas de risco
- Indicar locais onde poderão ocorrer acidentes,
- **definição temporal = QUANDO**
- Estabelecer condições e circunstâncias para a ocorrência dos processos.

PREVENÇÃO

- Inibir a ocorrência dos processos,
- Reduzir suas magnitudes,
- Minimizar seus impactos (agindo diretamente sobre edificações e/ou a própria população).



João Luiz Matta de Souza

Geólogo - Pesquisador em Geociências
Gerência de Hidrologia e Gestão Territorial

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

Superintendência de Salvador
Avenida Ulisses Guimarães, 2862 - CAB
Salvador - BA - Cep: 41.213-000
Tel.: 71 2101-7373

E-mail: joao.souza@cprm.gov.br
www.cprm.gov.br