



Eduardo de Lara Cardozo  
(Organizador)

**GEOLOGIA AMBIENTAL: TECNOLOGIAS PARA O  
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL 2**

---

Atena Editora

2017

*2017 by Eduardo de Lara Cardozo*

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Edição de Arte e Capa:** Geraldo Alves

**Revisão:** Os autores

**Conselho Editorial**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto (UFPEL)

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho (UnB)

Prof. Dr. Carlos Javier Mosquera Suárez (UDISTRITAL/Bogotá-Colombia)

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior (UEPG)

Prof. Dr. Gilmei Francisco Fleck (UNIOESTE)

Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza (UEPA)

Prof. Dr. Takeshy Tachizawa (FACCAMP)

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior (UFAL)

Profª Drª Adriana Regina Redivo (UNEMAT)

Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall'Acqua (UNIR)

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson (UTFPR)

Profª Drª Ivone Goulart Lopes (Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatric)

Profª Drª Lina Maria Gonçalves (UFT)

Profª Drª Vanessa Bordin Viera (IFAP)

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

G345

Geologia ambiental: tecnologias para o desenvolvimento sustentável  
2 / Organizador Eduardo de Lara Cardozo. – Ponta Grossa (PR):  
Atena Editora, 2017.

252 p. : 38.026 kbytes – (Geologia Ambiental; v. 2)

Formato: PDF

ISBN 978-85-93243-38-7

DOI 10.22533/at.ed.3870809

Inclui bibliografia.

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Geologia ambiental. 3. Meio ambiente. 3. Sustentabilidade. I. Cardozo, Eduardo de Lara. II. Título. III. Série.

CDD-363.70

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

2017

Proibida a reprodução parcial ou total desta obra sem autorização da Atena Editora

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

E-mail: [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## Apresentação

No segundo volume da obra **“Geologia Ambiental: tecnologias para o desenvolvimento sustentável”**, apresentamos estudos ligados à preocupação da relação entre o homem e o meio ambiente, da ocupação e alteração do espaço geográfico e suas consequências. De que maneira utilizar os recursos naturais presentes, tendo como foco o desenvolvimento sustentável.

A população mundial hoje está próxima a 7,5 bilhões de habitantes, no Brasil próximo a 210 milhões de habitantes e constantemente usufruindo dos recursos naturais para o seu desenvolvimento, sua existência. Mas sabemos que os recursos são finitos, precisamos encontrar alternativas, trabalhar os recursos hoje presentes de uma forma sustentável, garantindo a nossa existência, bem como das próximas gerações.

Esta coletânea de artigos trabalha em diferentes temas o uso desses recursos naturais e a preocupação ambiental. Estudos como avaliação de uso de solo laterítico como sub-base em pavimentos urbanos, características geotécnicas de uma argila e um resíduo da construção e demolição visando sua utilização conjunta como barreira capilar, o crescimento do mercado da construção civil e a preocupação ambiental no que diz respeito aos recursos naturais como a areia e a avaliação da permeabilidade intrínseca em alguns solos tropicais representativos do Brasil, são também discutidos.

Questões sobre planejamento, avaliação a partir da Engenharia de Resiliência, processos erosivos lineares do tipo ravina e boçoroca, mapeamento de áreas de riscos geológico na prevenção de perda de vidas e prejuízos econômicos, delimitação de áreas frágeis à ocupação, gestão de riscos urbanos, mapeamento e concepção de soluções para áreas de risco geológico, regularização fundiária de núcleos de ocupação precária e loteamentos irregulares, mapeamento do risco geológico e hidrológico, mapeamento geomorfológico de áreas densamente urbanizadas e mapeamento georreferenciado de deslocamentos horizontais e verticais de muros de contenção em gabião, são outros temas debatidos nesta coletânea.

E para fechar os diferentes temas trabalhados, temos estudos ligados à caracterização de solos das potenciais jazidas de empréstimos selecionadas para projetos das barragens e as investigações geológicas geotécnicas para a implantação da barragem de São Bento do UNA, no Estado de Pernambuco.

Diversos temas e informações integradas sobre a geologia ambiental e o desenvolvimento sustentável. Temas esses presentes em nosso cotidiano, e que nos auxiliam a encontrar maneiras para um desenvolvimento sustentável e a mitigação dos inúmeros impactos ambientais gerados por nós, nessa relação homem e meio ambiente.

Desejo uma excelente leitura e que os artigos aqui apresentados contribuam para o enriquecimento do conhecimento do leitor.

*Eduardo de Lara Cardozo.*

## SUMÁRIO

<b>Apresentação.....</b>	<b>03</b>
<b><u>CAPÍTULO I</u></b>	
<b>AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA E DA DURABILIDADE À MOLHAGEM E SECAGEM DE UM SOLO DE SINOP-MT ESTABILIZADO COM CAL</b>	
<i>Raul Tadeu Lobato Ferreira, Augusto Romanini, Celso Todescatto Junior, Flavio Alessandro Crispim, Julio César Beltrame Benatti e Rogério Dias Dalla Riva.....</i>	<b>07</b>
<b><u>CAPÍTULO II</u></b>	
<b>CARACTERIZAÇÃO GEOTECNICA DE UM RCD E UMA ARGILA VISANDO SUA UTILIZAÇÃO COMO BARREIRA CAPILAR</b>	
<i>Julio César Bizarreta Ortega e Tácio Mauro Pereira de Campos.....</i>	<b>19</b>
<b><u>CAPÍTULO III</u></b>	
<b>CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DO ARENITO FURNAS NO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA (PR) PARA USO EM ARGAMASSAS</b>	
<i>Melissa Zanferrari Godoy, Fabio Luiz Chemin, Patrícia Kruger e Luiz Carlos Godoy.....</i>	<b>34</b>
<b><u>CAPÍTULO IV</u></b>	
<b>AVALIAÇÃO DA PERMEABILIDADE INTRÍNSECA EM SOLOS REPRESENTATIVOS DA PAISAGEM BRASILEIRA</b>	
<i>Luiza Silva Betim, Eduardo Antonio Gomes Marques, Klingner Senra Rezende, Brahmani Sidhartha Tibúrcio Paes, Vitor Luiz Reis de Almeida e Luana Caetano Rocha de Andrade.....</i>	<b>56</b>
<b><u>CAPÍTULO V</u></b>	
<b>ENGENHARIA DE RESILIÊNCIA: UMA PRIMEIRA APROXIMAÇÃO COM A GESTÃO DE RISCOS DE DESASTRES SOCIONATURAIS</b>	
<i>Andréa Jaeger Foresti, Luiz Antônio Bressani, Cornelia Eckert e Luiz Carlos Pinto da Silva Filho.....</i>	<b>67</b>
<b><u>CAPÍTULO VI</u></b>	
<b>EROSÕES LINEARES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DO PEIXE, SP</b>	
<i>Gerson Salviano de Almeida Filho, Maria Cristina Jacinto de Almeida, Tatiane Brasil de Freitas e Zeno Hellmeister Júnior.....</i>	<b>87</b>
<b><u>CAPÍTULO VII</u></b>	
<b>ESTUDO PRELIMINAR DE RISCOS GEOLÓGICOS EM REGIÃO DO MUNICÍPIO DE ARENÁPOLIS, MT: ETAPA PREPARATÓRIA DE DETALHAMENTO DE CAMPO</b>	
<i>Natália de Souza Arruda, Thiago de Oliveira Faria e Fernando Ximenes de Tavares Salomão.....</i>	<b>103</b>

## CAPÍTULO VIII

FRAGILIDADE POTENCIAL E EMERGENTE NO BAIRRO BRIGADEIRO TOBIAS, SOROCABA-SP  
*Camila Bertaglia Carou, Fernando Nadal Junqueira Villela, Eduardo Soares de Macedo e Marcos Roberto Martines.....114*

## CAPÍTULO IX

GESTÃO DE RISCOS COMO POLÍTICA PÚBLICA PRIORITÁRIA NA REGIÃO DO GRANDE ABC  
*Luiz Antonio Bongiovanni e Sandra Teixeira Malvese.....125*

## CAPÍTULO X

LEVANTAMENTO, MAPEAMENTO E CONCEPÇÃO DE SOLUÇÕES PARA PROBLEMAS NAS ÁREAS DE RISCO DOS BAIROS DE NOVA CAPÃO BONITO, SÃO JUDAS TADEU, VILA APARECIDA E VILA JARDIM SÃO FRANCISCO, MUNICÍPIO DE CAPÃO BONITO, SP  
*Priscila Taminato Hirata, Fabrício Araujo Mirandola, Eduardo Soares de Macedo, Marcela Penha Pereira Guimarães, Claudio Luis Ridente Gomes e Alessandra Cristina Corsi.....136*

## CAPÍTULO XI

MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO A DESLIZAMENTOS E INUNDAÇÕES E DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPs) EM NÚCLEOS E LOTEAMENTOS IRREGULARES NO MUNICÍPIO DE SÃO ROQUE, SP  
*Priscila Ikematsu, Eduardo Soares de Macedo, Alessandra Cristina Corsi, André Luiz Ferreira, Fabrício Araújo Mirandola e Priscilla Moreira Argentin.....151*

## CAPÍTULO XII

MAPEAMENTO DO RISCO GEOLÓGICO E HIDROLÓGICO DO MUNICÍPIO DE CASTELO - BRASIL  
*Leonardo Andrade de Souza, Marco Aurélio Costa Caiado, Gilvimar Vieira Perdigão, Sílvia C. Alves, Larissa Tostes Leite Belo e Raphael Henrique O. Pimenta.....168*

## CAPÍTULO XIII

MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DE ÁREAS DENSAMENTE URBANIZADAS  
*Alberto Franco Lacerda.....184*

## CAPÍTULO XIV

MONITORAMENTO GEORREFERENCIADO DE DESLOCAMENTOS HORIZONTAIS E VERTICAIS DE MUROS DE CONTENÇÃO EM GABIÃO  
*Nilton de Souza Campelo, Mário Jorge Gonçalves Santoro Filho, Otávio César de Paiva Valadares, Michael Douglas da Costa Paes e Aroldo Figueiredo Aragão.....196*

## CAPÍTULO XV

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, COMPRESSIBILIDADE E RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DE TRÊS MISTURAS DE SOLOS PARA BARRAGENS DE TERRA EM SANTA CATARINA  
*Nilo Rodrigues Júnior, Vitor Santini Müller, Matheus Klein Flach, Murilo da Silva Espíndola, Daniel Galvão Veronez Parizoto, Gabriela Bessa e Juan Antonio Altamirano*

Flores.....209

Capítulo XVI

INVESTIGAÇÕES GEOLÓGICAS GEOTÉCNICAS PARA IMPLANTAÇÃO DA BARRAGEM SÃO BENTO DO UNA - PE

*Hosana Emilia Abrantes Sarmento Leite, Diana Damásio e Castro Lopes, Rafaella Teixeira Miranda e Maiara de Araújo Porto.....223*

**Sobre o organizador.....241**

**Sobre os autores.....242**

## **CAPÍTULO IV**

### **AVALIAÇÃO DA PERMEABILIDADE INTRÍNSECA EM SOLOS REPRESENTATIVOS DA PAISAGEM BRASILEIRA**

---

**Luiza Silva Betim  
Eduardo Antonio Gomes Marques  
Klinger Senra Rezende  
Brahmani Sidhartha Tibúrcio Paes  
Vitor Luiz Reis de Almeida  
Luana Caetano Rocha de Andrade**

## AVALIAÇÃO DA PERMEABILIDADE INTRÍNSECA EM SOLOS REPRESENTATIVOS DA PAISAGEM BRASILEIRA

**Luiza Silva Betim**

Universidade Federal de Viçosa

Viçosa – MG

**Eduardo Antonio Gomes Marques**

Universidade Federal de Viçosa

Viçosa – MG

**Klinger Senra Rezende**

Universidade Federal de Viçosa

Viçosa – MG

**Brahmani Sidhartha Tibúrcio Paes**

Universidade Federal de Viçosa

Viçosa – MG

**Vitor Luiz Reis de Almeida**

Universidade Federal de Viçosa

Viçosa – MG

**Luana Caetano Rocha de Andrade**

Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Uberaba – MG

**RESUMO:** A permeabilidade intrínseca ( $k$ ) é um parâmetro representativo das características do meio poroso, de especial importância nas áreas de hidrogeologia e engenharia. O presente trabalho tem como objetivo apresentar a avaliação da permeabilidade intrínseca em alguns solos tropicais representativos do Brasil, tendo como área de estudo uma bacia localizada no município de Viçosa, Minas Gerais. Por meio do mapa pedológico, foram selecionados quatro pontos de coleta, dois em cada uma das classes de solo predominantes no país: Latossolo e Argissolo. A determinação de  $k$  envolveu a coleta de amostras indeformadas de solo, seguida da determinação dos índices físicos e realização de ensaios de condutividade hidráulica ( $K$ ) à carga variável. Para cada classe de solo, foram coletadas e analisadas seis amostras. A determinação dos índices físicos permitiu a classificação geotécnica das amostras em solos residuais maduros, com predominância da textura argilo-arenosa. Os valores de  $k$ , calculados a partir dos resultados de  $K$ , variaram de  $3,58 \cdot 10^{-8}$  a  $4,86 \cdot 10^{-10}$   $\text{cm}^2$ . Analisando os valores em  $\text{cm}^2$  por classes pedológicas, em termos de ordem de grandeza, situaram-se entre:  $10^{-8}$  e  $10^{-9}$  para os Latossolos;  $10^{-9}$  e  $10^{-10}$  para os Argissolos. Os resultados evidenciaram influência determinante da estrutura dos Latossolos e das grandes porcentagens da fração areia das amostras sobre os valores de  $k$ . Os resultados também foram relacionados à mineralogia das frações argilas, constituída predominantemente por óxidos de ferro e alumínio, além de caulinita. Dessa forma, os resultados demonstram como textura, estrutura e mineralogia combinam-se para influenciar na permeabilidade intrínseca dos solos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Permeabilidade intrínseca, solos residuais, pedologia.

## 1. INTRODUÇÃO

A permeabilidade intrínseca ( $k$ ) é um parâmetro representativo das características do meio poroso, especialmente do tamanho dos poros. Trata-se de uma propriedade de especial importância nas áreas de hidrogeologia e engenharia, em trabalhos nos quais os fluidos estudados são diversos ou a água sofre variações significativas de temperatura e viscosidade, sendo necessária uma medida da capacidade do material geológico transmitir um fluido que dependa estritamente das características do meio poroso.

O presente trabalho tem como objetivo a avaliação da permeabilidade intrínseca em solos tropicais representativos da pedologia do território brasileiro, tendo como área de estudo a sub-bacia do Córrego Palmital, localizada no município de Viçosa, no estado de Minas Gerais.

## 2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A sub-bacia do Córrego Palmital está localizada na zona rural do município de Viçosa, pertencente à Zona da Mata de Minas Gerais. Compreende uma área de aproximadamente 125,6 ha e está inserida na Bacia do ribeirão São Bartolomeu, localizada na Bacia do Rio Doce.

A área de estudo localiza-se no Complexo Mantiqueira e está embasada em rochas do Complexo Cristalino, do Pré-cambriano Indiviso, compreendendo gnaisses e migmatitos diversos (BRASIL, 1984). Segundo Andrade (2010), o gnaiss é o principal tipo de rocha presente na bacia, sendo encontrada em diversos estágios de alteração intempérica, com predomínio dos materiais mais intemperizados.

A região tem por característica um relevo predominantemente forte ondulado e montanhoso, com encostas de perfil convexo-côncavo embutidos em vales de fundo chato, formados por terraços e leitos maiores, onde meandram pequenos córregos (CORRÊA, 1984). A área de estudo apresenta altimetria variando entre 720 a 860 m, em média.

Na área ocorrem dois tipos de aquíferos: os granulares e os fraturados. Os aquíferos granulares na área são representados por uma variedade de sedimentos inconsolidados, compostos por coberturas coluvionares e aluvionares (Formações Quaternárias Aluviais) e pelos solos de alteração das rochas metamórficas. Estes aquíferos têm reduzida expressão em termos regionais, mas na área de estudo compõem a principal fonte de água para os habitantes, sendo extraídas quantidades significativas desse recurso através de poços.

Do ponto de vista geotécnico, ocorrem na bacia solos residuais de gnaiss, maduros e jovens, com espessura variada e de natureza predominantemente argilosa. Do ponto de vista pedológico, segundo Andrade (2010), ocorrem na sub-bacia: Latossolo Vermelho-Amarelo, dominante na paisagem; Argissolo Vermelho-Amarelo, com ocorrência nos vales da bacia; e Cambissolo Háplico, que ocorre na

forma de manchas, em pontos de relevo fortemente ondulado. As três classes de solos cobrem, respectivamente, 56%, 25% e 19% da área de estudo.

### 3. METODOLOGIA

Por meio do mapa pedológico da bacia, foram selecionados quatro pontos de coleta – dois pontos localizados em Latossolo e dois pontos localizados em Argissolo – como se mostra na Figura 1. Latossolos e Argissolos ocupam aproximadamente 58% da área do território brasileiro, motivo pelo qual se optou por dar enfoque à caracterização dessas classes tão representativas dos solos do país.

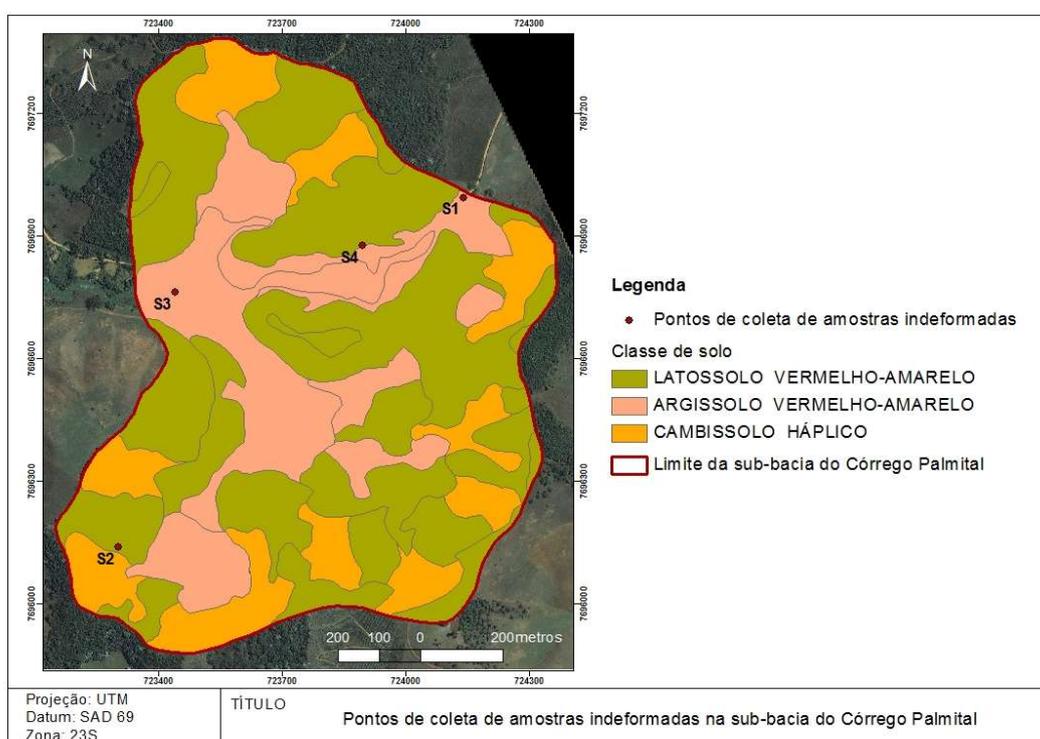


Figura 1. Mapa pedológico da bacia com a localização dos pontos de coleta de amostras indeformadas.

A avaliação da permeabilidade intrínseca ( $k$ ) envolveu a coleta de amostras indeformadas de solo no horizonte B, seguida da determinação dos índices físicos e realização de ensaios de condutividade hidráulica ( $K$ ) à carga variável no Laboratório de Engenharia Civil da Universidade Federal de Viçosa.

As amostras indeformadas foram retiradas em taludes, a aproximadamente 1,0 m de profundidade (horizonte B), utilizando um anel de PVC com 15 cm de diâmetro e 20 cm de altura. Após a cravação do anel, retirava-se cuidadosamente a amostra, utilizando uma espátula sob a base do anel (Figura 2a). Após envolvimento com parafina e plástico filme, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e guardadas no Laboratório de Engenharia Civil, onde sucederam-

se a realização das análises de permeabilidade e índices físicos. Para cada um dos pontos de coleta, foram coletadas e analisadas três amostras de solo, totalizando 6 amostras de cada classe de solo avaliada.

Para caracterização física do solo analisado, foram realizadas as determinações do teor de umidade, massa específica dos sólidos, análise granulométrica conjunta, limites de liquidez e plasticidade, segundo as respectivas normas da ABNT, e calculado o peso específico natural das amostras. Índice de vazios, porosidade e peso específico seco foram calculados a partir de relações matemáticas entre os índices físicos determinados em laboratório.

Os ensaios de condutividade hidráulica foram realizados utilizando permeômetros, baseando-se em uma adaptação da metodologia proposta pela NBR 14545 - Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos argilosos a carga variável (ABNT, 2000). Os permeômetros utilizados constituíam-se por um cilindro de PVC com aproximadamente 15 cm de diâmetro e 20 cm de altura, acoplado a duas tampas de nylon. Após a moldagem dos corpos de prova e montagem dos permeômetros utilizando areia, parafina e bentonita (Figura 2b), procedia-se a saturação dos corpos de prova e realização do ensaio para a determinação de  $K$  utilizando o aparato ilustrado na Figura 3. A permeabilidade intrínseca foi calculada a partir dos dados de condutividade hidráulica, através da equação  $K = k \left( \frac{\gamma}{\mu} \right)$ , em que:  $K$  é a condutividade hidráulica,  $k$  é a permeabilidade intrínseca do meio,  $\gamma$  é o peso específico do fluido e  $\mu$  é a viscosidade do fluido. A metodologia detalhada e os materiais utilizados podem ser consultados em trabalho de Betim (2013).



(a)



(b)

Figura 2. Etapas prévias à determinação de  $K$  em laboratório: (a) Retirada de amostras indeformadas em campo; (b) Permeômetro sendo montado para realização de ensaio, com o corpo de prova ao centro.



Figura 3. Conjunto utilizado para a realização dos ensaios de permeabilidade de carga variável, formado pelo permeômetro e as buretas graduadas.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises granulométricas são apresentados na Tabela 1 e evidenciam a predominância da textura argilo-arenosa nos solos residuais maduros da área de estudo. Os resultados dos índices físicos (média) obtidos para os solos dos pontos S1, S2, S3 e S4 são apresentados na Tabela 2.

Tabela 1 - Resultados da análise granulométrica das amostras de solo avaliadas

Ponto	Classe de solo	Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)	Pedregulho (%)	Textura
S1	Argissolo Vermelho-Amarelo	69	7	24	0	Argila arenosa
S2	Latossolo Vermelho-Amarelo	76	4	20	0	Argila arenosa
S3	Argissolo Vermelho-Amarelo	28	31	41	0	Areia silto-argilosa
S4	Latossolo Vermelho-Amarelo	72	2	26	0	Argila arenosa

Tabela 2 - Resultados dos índices físicos analisados nas amostras de solos coletadas na área de estudo

Ponto	$\gamma_n$ (KN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_s$ (KN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_d$ (KN/m <sup>3</sup> )	n (%)	e	w (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)
S1	16,77	24,69	12,96	47,50	0,905	29,42	70	38	32
S2	14,10	25,24	10,55	58,19	1,397	33,74	64	37	27
S3	16,04	24,09	12,23	49,25	0,971	31,22	57	29	28
S4	16,74	25,12	12,33	50,93	1,038	35,83	84	44	40

Em que:  $\gamma_n$  - Peso específico natural;  $\gamma_s$  - Peso específico dos sólidos;  $\gamma_d$  - Peso específico seco; n - Porosidade; e - índice de vazios; w - umidade; LL - Limite de liquidez; LP - Limite de plasticidade; IP - Índice de Plasticidade.

Na Tabela 3 são mostrados os valores de permeabilidade intrínseca (k) obtidos para os solos estudados a partir dos resultados de condutividade hidráulica.

Os valores de permeabilidade intrínseca (k) obtidos para os solos residuais estudados variaram de  $3,58 \cdot 10^{-8}$  a  $4,86 \cdot 10^{-10}$  cm<sup>2</sup>, sendo que os valores médios situaram-se nas ordens de grandeza de  $10^{-8}$ ,  $10^{-9}$  e  $10^{-10}$  cm<sup>2</sup>. Em termos de ordens de grandeza, considerando a análise das classes pedológicas, os resultados, em cm<sup>2</sup>, variaram entre  $10^{-8}$  (50% das amostras) e  $10^{-9}$  (50% das amostras) para os Latossolos; entre  $10^{-9}$  (33,3% das amostras) e  $10^{-10}$  (66,6% das amostras) para os Argissolos; e entre  $10^{-8}$  (66,6% das amostras) e  $10^{-9}$  (33,3% das amostras) para os Cambissolos. Na

Tabela 4 são representadas as médias dos valores de k para cada classe de solo estudada.

Tabela 3 - Resultados obtidos para a permeabilidade intrínseca (k) dos solos estudados.

Ponto	Classificação pedológica	Classificação geotécnica	Amostra	k (cm <sup>2</sup> )	Média (cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de variação (%)
S1	Argissolo Vermelho-Amarelo	Solo residual maduro, textura argilo-arenosa	1	8,24E-09	3,40E-09	124
			2	7,83E-10		
			3	1,16E-09		
S2	Latossolo Vermelho-Amarelo	Solo residual maduro, textura argilo-arenosa	1	1,10E-08	1,66E-08	103
			2	3,58E-08		
			3	3,01E-09		
S3	Argissolo Vermelho-Amarelo	Solo residual maduro, textura areno-argilosa	1	4,86E-10	7,11E-10	28
			2	8,16E-10		
			3	8,33E-10		
S4	Latossolo Vermelho-Amarelo	Solo residual maduro, textura argilo-arenosa	1	1,25E-09	4,68E-09	108
			2	2,31E-09		
			3	1,05E-08		

Tabela 4 - Valores médios de permeabilidade intrínseca (k) para as classes de solo estudadas.

Classe	k (cm <sup>2</sup> )
Latossolo Vermelho- Amarelo	1,06E-08
Argissolo Vermelho- Amarelo	2,05E-09

Os resultados obtidos para k são coerentes com as características das classes de solos analisados. Os Latossolos, apesar de apresentarem teores de argila similares ou até superiores aos dos Argissolos, possuem uma estrutura granular - relacionada à presença marcante de óxidos em sua mineralogia, que funcionam como agentes cimentantes - que favorece sua drenabilidade.

Segundo Fetter (2001), valores de k da ordem de  $10^{-8}$  a  $10^{-10}$  cm<sup>2</sup>, como encontrados nesse trabalho, são característicos de materiais areno-siltosos e de areias finas; as argilas, que predominam na textura de três das quatro amostras analisadas (Tabela 1), tem k normalmente da ordem de  $10^{-14}$  -  $10^{-11}$  cm<sup>2</sup>. Pode-se afirmar assim que a estrutura granular comum aos Latossolos e as porcentagens da fração areia significativas nos solos estudados exercem influência determinante sobre os valores de k.

Os valores obtidos para k possuem ainda relação com a mineralogia das frações argilas dos solos estudados. Segundo Andrade (2010), os solos da sub-bacia apresentam apenas uma pequena quantidade de minerais primários facilmente intemperizáveis (biotita), quase ausentes nos horizontes B, sendo constituídos predominantemente por óxidos de ferro e de alumínio, bem como argilominerais do grupo 1:1 (caulinita), apresentando também uma pequena quantidade de argilominerais do grupo 2:1 (esmectita). Todos os solos presentes na bacia apresentam grande quantidade de caulinita devido às características do gnaiss, a rocha de origem, comum a todas as classes de solo. De acordo com Elbachá (1989), as espécies de argilominerais que determinam os extremos das propriedades dos solos são a caulinita e a montmorilonita. Solos com predominância de caulinita, como os do presente estudo, possuem menor capacidade de troca catiônica, menor atividade e maior condutividade hidráulica do que solos com montmorilonita. Os valores de k mostraram ainda elevada correlação com a porosidade dos solos.

Assim, textura, estrutura e mineralogia se combinam na determinação da permeabilidade do solo.

É importante salientar, entretanto, que deve haver cautela ao realizar generalizações sobre a permeabilidade intrínseca, por tratar-se de uma propriedade que apresenta grande variabilidade, mesmo para amostras espacialmente próximas, como comprova a análise dos coeficientes de variação dos valores (Tabela 3).

## 5. CONCLUSÕES

A caracterização física dos solos permite concluir que os solos residuais

maduros de gnaissé analisados são de textura predominantemente argilo-arenosa.

Com relação aos ensaios de permeabilidade em laboratório, pode-se concluir que os Argissolos Vermelho-Amarelos possuem permeabilidade intrínseca da ordem de  $10^{-9}$  e  $10^{-10}$  cm<sup>2</sup>, menores que dos Latossolos Vermelho-Amarelos, os quais apresentaram valores para esse parâmetro da ordem de  $10^{-8}$  e  $10^{-9}$  cm<sup>2</sup>. Os resultados confirmam o efeito da estrutura dos Latossolos no aumento de sua permeabilidade em relação a outros solos com elevadas frações de argila. A presença de areia em teores igual ou superiores a 20% em todas as amostras e a mineralogia representada pelos óxidos de ferro e alumínio e pela caulinita também são fatores influentes sobre os valores obtidos.

Os resultados demonstram assim que textura, estrutura e mineralogia se combinam na determinação da permeabilidade intrínseca do solo, parâmetro caracterizado por grande variabilidade espacial.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, L. C. **Estudo da influência do meio físico e das atividades antrópicas na qualidade da água na Sub-bacia do Córrego Palmital – Viçosa/MG**. 2010. 154 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 14545: Solo - Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos argilosos a carga variável**. Rio de Janeiro, 2000, 11p.

BETIM, L. S. **Caracterização da condutividade hidráulica dos solos e estudo da vulnerabilidade à contaminação dos aquíferos da sub-bacia do Córrego Palmital – Viçosa/MG**. 2013. 186 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2013.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Pesquisa Mineral. **Geologia do Brasil**: Texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais. Escala 1:25000000. Brasília, DF, 1984. 501p.

CORRÊA, G. F. **Modelo de evolução e mineralogia da fração argila dos solos do Planalto de Viçosa, MG**. 1984. 86 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1984.

ELBACHÁ, A. T. **Estudo da Influência de Alguns Parâmetros no Transporte de Massa em Solos Argilosos**. 1989. 178 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1989.

FETTER, C.W. **Applied Hydrogeology**. 4. ed. New Jersey: Prentice-Hall Inc., 2001. 691 p.

**ABSTRACT:** Permeability (k) is an intrinsic parameter representative of the porous media characteristics of fundamental importance for hydrogeology and engineering purposes. The present paper has the aim of presenting the results of an evaluation of this parameter for some representative Brazilian soils, using a watershed area located at Viçosa, Minas Gerais State. Through the soil map, four sampling points were selected, two for each soil class: Oxisoil and Ultisoils. Permeability definition has involved undisturbed sampling, physical indexes determination, and variable head hydraulic conductivity (K) tests. For each soil class six samples were tested. Indexes tests have allowed the geotechnical classification of those soils as residual mature soils with clay sandy texture. Permeability values were calculated from hydraulic conductivity results and varied between  $3.58 \times 10^{-8}$  to  $4.86 \times 10^{-10}$  cm<sup>2</sup>. As a general analysis, permeability can be classified as varying from  $10^{-8}$  to  $10^{-10}$  for Oxisoils and from  $10^{-8}$  to  $10^{-9}$  for Ultosoils. Results has comproved the high influence of soil structure from Oxisoils and the high sand percentuals of both soils on k values. Results also can be related to clay size mineralogy, mainly composed by aluminium and iron oxides, besides kaolinite. So, the results show that texture, structure and mineralogy can combine all together to influence the permeability of tropical soils.

**KEYWORDS:** Permeability, residual soils, pedology.

## **CAPÍTULO V**

### **ENGENHARIA DE RESILIÊNCIA: UMA PRIMEIRA APROXIMAÇÃO COM A GESTÃO DE RISCOS DE DESASTRES SOCIONATURAIS**

---

**Andréa Jaeger Foresti  
Luiz Antônio Bressani  
Cornelia Eckert  
Luiz Carlos Pinto da Silva Filho**

## ENGENHARIA DE RESILIÊNCIA: UMA PRIMEIRA APROXIMAÇÃO COM A GESTÃO DE RISCOS DE DESASTRES SOCIONATURAIS

**Andréa Jaeger Foresti**

Instituto Redecriar

Porto Alegre – RS

**Luiz Antônio Bressani**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres

Porto Alegre – RS

**Cornelia Eckert**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres

Porto Alegre – RS

**Luiz Carlos Pinto da Silva Filho**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres

Porto Alegre – RS

**RESUMO:** Nas últimas duas décadas o número de desastres socionaturais vem crescendo mundialmente, não somente em países que já convivem há séculos com o fenômeno, mas em locais que historicamente não sofriam impactos desse nível, indicando a possibilidade de se tratar de um conjunto de causas combinadas entre ações que derivam da própria natureza e ações antrópicas. Sobre as ações que se têm maior controle é possível elaborar um planejamento para gestão de riscos de forma a se prever elementos que atribuam resiliência ao processo. A Engenharia de Resiliência é um campo relativamente novo de estudo tendo surgido na área da aviação e se constitui em um processo para desenvolver quatro habilidades que configuram um sistema como resiliente. Este artigo apresenta essas quatro habilidades, adotadas pela área da aviação, como categorias de análise que subsidiam uma primeira aproximação com situações de desastres socionaturais. Temas como percepção de risco, estudos antropológicos e tecnologia social se articulam à Engenharia de Resiliência como forma de fundamentar uma proposta de enfrentamento à questão dos desastres socionaturais. Pode-se concluir que a Engenharia de Resiliência traz conceitos capazes de incorporar conhecimento científico para fundamentar elementos metodológicos para uma gestão de riscos de desastres socionaturais mais abrangente e eficaz.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resiliência, Gestão, Riscos, Desastres Socionaturais.

### 1. INTRODUÇÃO

Este artigo é fundamentado em parte do estudo “Um arranjo interdisciplinar para gestão de riscos de desastres socionaturais com base na Engenharia de

Resiliência”, apresentado como requisito para obtenção de título de mestre em Engenharia Civil pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, tendo como principal objetivo propor subsídios para compor uma Tecnologia Social de Resiliência para as áreas urbanas afetadas por desastres socionaturais. Não só a academia, mas a sociedade e, principalmente a população afetada por desastres se vê desafiada para o enfrentamento destas questões.

Nas últimas décadas os desastres socionaturais têm se tornado um tema cada vez mais presente no cotidiano mundial e brasileiro, e seus impactos têm gerado danos e prejuízos cada vez mais intensos, indicando a possibilidade de se tratar de um conjunto de causas combinadas entre ações que derivam da própria natureza e de ações antrópicas. O Escritório da Estratégia Internacional das Nações Unidas para Redução de Desastres aponta que aproximadamente 64% da população mundial já foi afetada por desastres. O Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (CEPED/UFSC, 2013) disponibiliza informações sobre registros de desastres em todo território nacional entre 1991 e 2012, apontando aproximadamente 39 mil registros de ocorrências, sendo que 22% ocorreram na década de 1990, subindo para 56% na década de 2000 e somente entre 2010 e 2012, os registros foram de 22%. Esses números evidenciam a importância de se prever ações que se configurem como resilientes, de forma a levar para os atores envolvidos com a gestão de riscos de desastres socionaturais uma metodologia que os auxilie no planejamento de seu cotidiano de trabalho.

Temas como percepção de risco, estudos antropológicos, tecnologia social e engenharia de resiliência fundamentam a proposta de enfrentamento à questão dos desastres socionaturais. A percepção de riscos dos moradores de uma determinada área sujeita a desastres socionaturais orienta o trabalho de proteção dos seus habitantes, na medida em que o processo permite a identificação de possíveis problemas, suas causas e possíveis caminhos para superá-los. A perspectiva antropológica fornece uma visão de como as pessoas afetadas por desastres vivem e auxilia na proposição de políticas públicas mais adequadas para as necessidades locais. O termo Tecnologia Social é aqui definido, em linhas gerais, como um produto e/ou metodologia que envolve comunidades e gera transformação social. A Engenharia de Resiliência, por ser um campo relativamente novo de estudo, demandou a adaptação de conceitos utilizados em outras áreas para o tema desta pesquisa, configurando um quadro teórico que estabelece uma primeira aproximação entre a Engenharia de Resiliência e a gestão de riscos de desastres socionaturais.

Usando uma abordagem interdisciplinar em situações de desastres socionaturais, que vão desde as formas como eles ocorrem no ambiente físico até as formas em que os riscos são interpretados pelas pessoas direta e indiretamente afetadas, este artigo propõe a compreensão dos fenômenos perigosos pela população, o que dá suporte à gestão de risco. Esta abordagem permitiu a identificação de categorias de análise aplicadas ao conhecimento científico e ao conhecimento local, que é o ponto de vista de risco da comunidade que os

enfrenta. A composição dessas análises apoiou uma proposta para uma metodologia que pode ser usada para o planejamento da gestão integrada de riscos de desastres socionaturais, articulando ações em nível local, municipal, estadual e federal, que seguem diretrizes identificadas pela Engenharia de Resiliência.

## 2. COMO OS DESASTRES SOCIONATURAIS OCORREM NO AMBIENTE FÍSICO

Neste artigo é abordado o termo *socionatural* para os desastres, tendo em vista os debates gerados no I Seminário Internacional de Investigações sobre Vulnerabilidade dos Desastres Socionaturais, realizado em Florianópolis, Santa Catarina, entre os dias 20 e 22/11/2013. Os debates do evento elucidaram a ideia do termo *socioambiental*, consagrado até então no contexto acadêmico, expressar uma redundância, tendo em vista que ambiental já refere tanto aspectos físicos quanto aspectos sociais. Os palestrantes do seminário sustentam que o termo socionatural marca uma nova fase do conhecimento científico e deriva do fenômeno se constituir tanto de uma perspectiva natural, proveniente de processos específicos da natureza, quanto de uma perspectiva social, antrópica, em que há a influência de ações humanas.

É possível afirmar que os problemas dos desastres no Brasil derivam em grande parte da forma de desenvolvimento do país ao longo do século passado até o presente. A rapidez com que se deu a urbanização em um curto período de tempo, bem como o crescimento urbano desordenado e a falta de preparo das administrações locais no atendimento das necessidades básicas da população se configuram como principais fatores da ocupação de áreas inadequadas à habitação. Essas situações contribuem com a transformação de eventos em desastres, agravadas pelo crescimento populacional. (CEPED/UFRGS, 2014; p.9).

Os desastres no Brasil estão mais relacionados a fenômenos climáticos e são potencializados pela ação e exposição do Homem aos riscos (CEPED/UFRGS, 2014). O Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, elaborado pelo Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres da Universidade Federal de Santa Catarina (CEPED/UFSC, 2013) aponta, em ordem decrescente de registros, os desastres mais frequentes no Brasil: estiagem e seca, enxurrada e alagamentos, inundação, granizo, ciclones e vendavais, tornado, geada, incêndio florestal, movimento de massa, erosão linear, erosão fluvial e erosão marinha.

Os desastres que causam maior perda de vidas no Brasil são as enxurradas, o que evidencia a necessidade de maior atenção para a elaboração de políticas públicas para redução de riscos de desastres e a conscientização da população direta e indiretamente afetada, a partir da qualificação de sua percepção de riscos. (CEPED/UFRGS, 2014; p.14).

Segundo o Ministério das Cidades **inundação** é um fenômeno de natureza hidrometeorológica que ocorre de acordo com a tipologia e com a dinâmica de escoamento superficial. Geralmente a inundação é deflagrada por chuvas intensas

durante um período e intensificada pelas intervenções humanas, como a impermeabilização do solo, a modificação dos cursos d'água e a redução no escoamento dos canais, seja por obras ou por assoreamento. (CABRAL, 2008). Os fatores naturais que condicionam as inundações podem ser climáticos (pluviometria) e geomorfológicos (relevo, tamanho e forma da bacia hidrográfica). Os fatores antrópicos se efetivam geralmente em contextos urbanos, sendo determinados, por exemplo, pelo desmatamento, ocupação dos terrenos marginais dos cursos d'água e alterações nos cursos d'água. (CABRAL, 2008).

De acordo com o CENAD (2012 apud CEPED/UFRGS, 2014; p. 20) as **enxurradas** “consistem na elevação súbita dos rios acompanhada de um escoamento de alta velocidade e energia”. O Ministério das Cidades define enxurrada como processo de escoamento superficial concentrado, com alta energia de transporte. Frequentemente a “água transporta elevada carga de material sólido (sedimentos de diferentes granulometrias e detritos vegetais) por saltação, suspensão, rolamento e arraste.” (CABRAL, 2008; 123).

Tanto o termo **deslizamento** como escorregamento pode ser aplicado para o mesmo significado, havendo uma preferência para a palavra deslizamento definir o movimento de massa de uma encosta. (MARTINS, 2013). Guidicini e Nieble (1983 apud MARTINS, 2013) utilizam o termo deslizamento para abarcar todo “movimento coletivo de materiais terrosos e/ou rochosos, independente da diversidade dos processos, causas, velocidades, formas e demais características.” (MARTINS, 2013; 42 e 43). Os deslizamentos em encostas são causados por diversos fatores, como os geológicos e geomorfológicos tendo em vista a possibilidade de diferentes níveis de resistência apresentados pelas camadas que conformam as rochas; as falhas e fraturas que condicionam a estrutura do relevo; e também a declividade, fator básico de muitos deslizamentos.

De acordo com Guidicini e Nieble (1984, apud BRITO, 2014), as **corridas** são movimentos rápidos de grandes dimensões, altamente destrutivas, que derivam da confluência de inúmeros escorregamentos e de detritos presentes nas encostas laterais de uma drenagem. Conforme a velocidade do movimento, bem como o material que foi mobilizado, as corridas podem ser definidas como corrida de terra, corrida de lama e avalanche de detritos.

Os desastres e catástrofes ocorrem no ambiente físico, porém, são compreendidos de forma distinta pelas pessoas que são direta e indiretamente afetadas. No sentido de entender essas distintas formas de compreensão dos eventos, o artigo abarca o estudo sobre a percepção de riscos.

### 3. PERCEPÇÃO DE RISCOS

As ameaças de ocorrência de todo o tipo de desastres e catástrofes naturais têm estimulado a compreensão da percepção de riscos para melhorar as respostas e a prevenção a esses eventos, pois começou a ser evidente que as soluções tecnológicas seriam insuficientes sem o conhecimento dos desastres pelas

pessoas que são afetadas. (SANTOS et al, s/ data). Dessa forma torna-se fundamental o desenvolvimento de estratégias, tanto sob o aspecto do conhecimento físico do território, como dos processos sociais, culturais, econômicos e psicológicos que afetam as pessoas expostas a desastres. (SANTOS et al, s/ data).

De acordo com Bernardo (1997, p. 18, apud RAMOS, 2008; p. 4), a percepção de risco “é o primeiro passo num processo que vise o envolvimento das populações no processo de gestão de situações de risco”. O estudo de Ramos (2008) se refere à percepção dos riscos naturais, existentes em Tuvalu, ilha localizada no Oceânico Pacífico – Polinésia, de forma a conhecer como as alterações climáticas e o fenômeno de subida do nível do mar são assimilados pela sociedade, tendo como centro de pesquisa, a Universidade de Aveiro, em Portugal.

Ramos parte do pressuposto de que a percepção ambiental pode ser compreendida como um conhecimento das pessoas e possui diversas influências de contexto, como fatores sociais e culturais. As alterações do clima podem ser percebidas na elevação do nível do mar, gerando impactos na agricultura, ecossistema, recursos d’água, saúde humana, habitat e desenvolvimento social. “A subida do nível do mar apresenta um risco acrescido para frágeis populações costeiras e de pequenas ilhas.” (RAMOS, 2008; p.4) Estas populações, muitas vezes, são obrigadas a abandonar suas regiões de origem, criando fluxos migratórios que marcam o século XXI. (RAMOS, 2008).

O conceito de risco adotado por Ramos inclui a noção de exposição e valorização dos objetos e nesse sentido é importante considerar o contexto social em que o risco está inserido, partindo-se da ideia de que as pessoas não partilham as mesmas percepções e suas causas. (RAMOS, 2008; p.9).

Almeida afirma que a noção de risco que cada pessoa (indivíduo) ou grupo social possui, é subjetiva, passando por grau de compreensão distinta sobre perigo, medo, possibilidade de ocorrência do evento com efeitos negativos, bem como a avaliação de perdas. Essa diferença de compreensão é resultado das diferenças culturais e sociais que exercem influência sobre cada indivíduo. (ALMEIDA, 2004 apud RAMOS, 2008; p. 11).

“Destaca-se, assim, a importância do grau de envolvimento e da participação das comunidades locais no sucesso da aplicação das medidas de gestão e de mitigação, sendo esse aspecto, determinante na análise de problemas e no desenvolvimento de propostas (...).” (COELHO et al, 2004; p.3 apud RAMOS, 2008; p.11).

Ramos diferencia a percepção do risco da avaliação do risco. A percepção do risco é aplicada de forma individual, em razão dos diferentes significados que são atribuídos por diferentes pessoas. As consequências, sobre esse ponto de vista, assumem mais significado do que a probabilidade.

Trabalhos desenvolvidos pela Psicologia Cognitiva permitiram demonstrar que a avaliação de riscos por parte de leigos em nada se assemelha a dos especialistas, “pois as pessoas no seu dia-a-dia não fazem estimativas de

probabilidades” para lidar com situações de incerteza. Portanto, seu pensamento nunca será resumido a uma perspectiva unidimensional, mas sim multidimensional, determinada por uma variedade de características quantitativas e qualitativas que se evidenciam em suas análises. (SANTOS et al., s/ data).

Para Santos et al. (s/ data), a avaliação do risco surge como disciplina para superar a dificuldade de se gerir os perigos e compreender as catástrofes que vêm provocando graves danos à sociedade. Nesse sentido, visa “ajudar na identificação, caracterização e quantificação do risco” (p.6), classificando-os em risco objetivo e risco subjetivo. O risco objetivo se refere a procedimentos técnicos especializados de medição do risco, derivado de uma tecnologia, atividade ou situação. (LIMA, 2005; p.204 apud SANTOS et al., s/ data). O risco subjetivo se constitui na forma como os não-especialistas pensam sobre o mesmo, tratando-se da percepção de risco, baseada em avaliação subjetiva do grau de ameaça potencial de um determinado acontecimento ou atividade. (LIMA, 2005; p. 203 apud SANTOS et al, s/ data).

Lopes et al. (2010) definem a percepção de riscos como processo de interpretar, organizar e selecionar os estímulos e informações que se recebe do ambiente em que se está inserido. A capacidade de percepção está relacionada aos processos cognitivos e afetivos, que fundamentam os comportamentos.

“Como processo, a percepção se transforma, se desenvolve e se amplia, dependendo da qualidade das relações dos seres humanos uns com os outros e deles com o meio ambiente. Então, não está pronta e nem acabada, a percepção muda.” (LOPES et al., 2010; p. 73).

Lopes et al. (2010) também entendem que a percepção não é única, que existem diferentes percepções, pois ela depende das relações sociais estabelecidas na sociedade, da história individual, do desenvolvimento cognitivo e emocional das pessoas, dos conhecimentos disponíveis e das características culturais do contexto em que se vive.

“O risco não é um mero estímulo físico objetivo que pode ou não ser percebido independentemente das pessoas que o veem. Se a percepção é culturalmente constituída, a percepção de risco também o é. Assim o risco e a percepção de risco são resultado de construções sociais, tendo uma dimensão física, subjetiva e multidimensional.” (LOPES et al., 2010; p. 73).

Assim como Ramos (2008) e Lopes et al. (2010), Victor (2011), também classifica a avaliação dos riscos nas perspectivas objetiva e subjetiva. Da mesma forma, a perspectiva objetiva se baseia em metodologias de quantificação do risco e a perspectiva subjetiva está relacionada a fatores sociais, políticos, econômicos e culturais das pessoas expostas a riscos, fundamentando a percepção de riscos. A autora afirma que, tanto as características dos riscos, quanto as do público afetado pelos mesmos, interferem na percepção de risco.

Quanto às características do público, Victor (2011) evidencia diferentes questões como: gênero, idade, profissão, geografia, etnia, nacionalidade, educação

e posição política ideológica. A principal interferência sobre a percepção de riscos é a confiança nas autoridades e a credibilidade nas informações de riscos que são disponibilizadas. (VICTOR, 2011).

Victor (2011) assinala como motivos da população permanecer em áreas de risco: as incertezas associadas à ocorrência; a mudança do cenário de risco; a falta de alternativa de moradia, trabalho e segurança; os comparativos entre custos e benefícios; e o entendimento da situação de que “vale arriscar”. Excluir a participação da população exposta aos riscos da tomada de decisão gera a ampliação social do risco e aumenta a dificuldade de seu controle. (VICTOR, 2011). Por isso a comunicação de riscos é uma fase importante para a percepção dos riscos, já que se constitui em um processo interativo de troca de informações sobre a natureza do risco e de mensagens que expressam preocupações e planos legais de gerenciamento de riscos. (VICTOR, 2011). A comunicação de riscos visa democratizar as tomadas de decisão, reduzir o medo e a ansiedade das comunidades, e se propõe a orientar e acompanhar a imprensa na divulgação de dados. (VICTOR, 2011). A dinâmica da divulgação se efetiva com uma mensagem que parte do emissor e é interpretada pelo receptor. Essa interpretação se baseia na percepção de risco sobre a realidade / contexto em que os desastres ocorrem. (VICTOR, 2011).

O contexto em que os desastres ocorrem necessita de modelos de comunicação capazes de reduzir o grau de preocupação, medo e ansiedade do público sobre os riscos a que está exposto. (VICTOR, 2011).

O modelo midiático reduz a credibilidade do público no sistema de comunicação de riscos quando jornalistas despreparados sobre o tema *percepção de riscos* transmitem informações equivocadas ao produzirem melodramas que acabam ampliando socialmente os riscos. (VICTOR, 2011). Em sentido oposto, o modelo midiático aumenta a credibilidade da população quando jornalistas possuem conhecimento sobre percepção de riscos e transmitem informações técnicas adequadas. (VICTOR, 2011).

O modelo direto é exercido quando o emissor conhece o histórico da comunidade afetada, suas lideranças e, juntos, em parceria, definem qual o melhor meio de comunicação, como por exemplo, através de ações integradas com escola, igreja, associações. (VICTOR, 2011). Esse modelo, ao conferir protagonismo às comunidades e credibilidade às instituições envolvidas com o desastre, gera um aumento da confiança por parte das comunidades. (VICTOR, 2011). Quando se desperdiça a chance de conhecer a percepção de risco, reduz-se a confiança e amplia-se a preocupação dos possíveis atingidos. (VICTOR, 2011).

O modelo interinstitucional se efetiva a partir de mecanismos que contribuem com a compreensão do fenômeno. (VICTOR, 2011). É necessário um coordenador de campanhas para reduzir os possíveis ruídos na comunicação. (VICTOR, 2011).

#### 4. ESTUDOS ANTROPOLÓGICOS

Os estudos antropológicos auxiliam na compreensão da cultura que se estabelece em locais em que a população está exposta a riscos de desastres sionaturais. O método etnográfico, empregado pela Antropologia, é constituído por técnicas de coleta de dados que deslocam o pesquisador de sua perspectiva cultural para emergir no contexto cultural do sujeito pesquisado, embora seja fundamental que os pesquisadores não se tornem “nativos”, a ponto de adotarem a visão de mundo dos sujeitos pesquisados. (ECKERT e ROCHA, 2008). Estudos que adotam este método seguem uma série de orientações, desde a necessidade de se obter a aprovação do projeto, fundamentado teórica e metodologicamente, e orientado por um professor / pesquisador antropólogo, até o consentimento de inserção no grupo a ser pesquisado. (ECKERT e ROCHA, 2008).

A escuta atenta para o trabalho de campo é importante quando se trata de desvendar símbolos e valores éticos de um sistema social. (ECKERT e ROCHA, 2008). A respeito do universo da pesquisa é necessária uma revisão bibliográfica sobre o tema, a ponto de se “reconstruir o saber produzido” sobre o contexto pesquisado. (ECKERT e ROCHA, 2008). As anotações devem compor diários ou notas de campo, registrando o que se vê, ouve e o que acontece em campo. Esses dados passam a ser classificados e comparados com o apoio em conceitos e metodologias da área disciplinar do pesquisador. (ECKERT e ROCHA, 2008). Outra fase que se destaca no método é o retorno das informações obtidas com o estudo, ao grupo pesquisado. (ECKERT e ROCHA, 2008).

Devos (2007), em sua tese de doutorado, estabelece uma relação entre as situações de risco e o processo de urbanização, evidenciando que as encostas, topos de morros, margens de rios e áreas de banhados, chamados de corredores ecológicos, são espaços historicamente ocupados por população empobrecida, que migra do campo para as zonas centrais da cidade. Esse processo segue uma lógica de ocupação no primeiro momento, por parte da iniciativa privada, para depois se cuidar da infraestrutura, responsabilidade essa, supostamente atribuída ao poder público. (DEVOS, 2007).

Citando antropólogos que abordam essa questão entre áreas verdes não planejadas e urbanismo, como Tereza Caldeira (1984, 2000) e Lúcio Kowarick (1980), Devos (2007) aponta que o problema não vem mais se constituindo “do ponto de vista do destino dessas classes populares, de locais a lhe serem destinados, mas da melhoria das suas condições de vida, de fato, em termos ambientais, como forma de preservar as águas e o solo de toda a região”, de forma a reduzir o risco de degradação ambiental. (p. 127).

A pesquisa de Rafael Devos (2007), desenvolvida na região do Delta do Jacuí em Porto Alegre - RS evidenciou diferentes pontos de vista sobre a noção de risco. Se por um lado os técnicos de meio ambiente relacionavam os riscos à tomada de consciência por parte dos moradores em relação à exposição ao perigo ocasionado pelas enxurradas, por outro lado os moradores expressavam o risco de exposição à pobreza e não às inundações, chegando a afirmar: “a gente gosta da

enchente aqui”. (p. 130).

Pautado em Mary Douglas, Devos desafia seu leitor a pensar também na perspectiva do risco à ordem. A noção de sujeira está relacionada ao que foge da ordem moral, à noção de limpo, adequado e aceitável. Assim, “o risco ambiental não é apenas o risco de degradação de determinada função do ambiente físico, mas também o risco político que implica em responsabilidade sob aquilo que foge às tentativas de controle.” (p.131). Nesse sentido o risco das inundações é apreciado pela comunidade porque se configura como fenômeno que se insere na ordem local e está associado às redes de solidariedade que se reafirmam a cada nova situação. (DEVOS, 2007).

Em estudo antropológico que trata de questões sobre o enfrentamento do desastre gerado por um anticiclone que atingiu a cidade de Blumenau, em Santa Catarina, no ano de 2008, Roberto Antonio Capiotti da Silva (2013) analisa a experiência de vulnerabilidade dos habitantes atingidos, bem como o processo de superação e reorganização da vida familiar e comunitária. A experiência de perdas, desde a residência até os projetos individuais e familiares evidencia a face da injustiça social expressa nas situações de desastres extremos. Por outro lado, essa mesma experiência também foi capaz de produzir distintas formas de superação do desastre, “através da luta política pelo direito de moradia” e na “tentativa de reconstituir um novo lar”, a exemplo dos “atingidos que seguiram as políticas municipais de habitação” em Blumenau. (SILVA, 2013; p.242).

A etnografia de Silva (2013) apontou para a necessidade de construção de políticas públicas, principalmente direcionadas ao atendimento de mulheres e idosos no momento em que o desastre se instaura e especialmente durante o período em que esta população vai para abrigos e se torna mais vulnerável ao abuso sexual. Também foi assinalada a necessidade de políticas públicas que estabeleçam maior diálogo com as vítimas atendidas, e maior interação entre as diferentes esferas de governo no caso de reconstrução da cidade e de moradias para a população atingida. Com esses diálogos e interações é possível que não haja sobreposição de esforços, pressupondo-se melhores resultados. (SILVA, 2013).

Quando os desastres são tratados como processos torna-se possível a articulação de instituições de prevenção e de atendimento, apontando para o enfrentamento a partir de projetos de prevenção mais permanentes e de longo prazo. O estudo sinaliza a importância dos problemas de inundação não serem atacados “somente nos momentos de sua eclosão, mas constantemente de forma a desconstruir uma tradição do agir somente após a ocorrência de calamidades”, pois essa perspectiva acaba perpetuando “um ciclo virtuoso de desastres”. (SILVA, 2013; p. 243).

## **5. TECNOLOGIA SOCIAL**

A Tecnologia Social é apresentada a partir de conceitos adotados no marco

teórico determinado em um projeto desenvolvido por uma rede de universidades brasileiras sobre os diferentes aspectos que envolvem Tecnologia Social na área da habitação de interesse social, promovido pela Financiadora de Estudos e Projetos do Ministério da Ciência e Tecnologia (FINEP). A questão socioambiental se destaca na medida em que concebe no termo sustentabilidade, a busca da equidade social, o equilíbrio ecológico e a preservação das culturas locais.

O termo *Tecnologia Social* começou a ser utilizado no contexto brasileiro a partir de 2003, com a articulação de instituições como: FINEP, Fundação Banco do Brasil, Petrobras, Secretaria de Comunicação de Governo e Gestão Estratégica da Presidência, SEBRAE, Ministério de Desenvolvimento Social e Combate à Fome e Ministério da Ciência e Tecnologia. Essa articulação derivou, em 2004, na publicação da coletânea “Tecnologia Social – Uma Estratégia de Desenvolvimento” e em 2005, na fundação da Rede de Tecnologia Social (RTS). (FINEP, 2013).

De acordo com Dagnino et al. (2004), a RTS se diferencia de outras iniciativas brasileiras por duas razões. Uma das características se refere ao marco-analítico conceitual que constitui a Tecnologia Social e a outra se refere à sua configuração como rede. A RTS se constituiu no sentido de buscar uma alternativa mais eficaz para a solução dos problemas sociais, contendo atributos de interdisciplinaridade para a construção do conceito de Tecnologia Social.

Para o Instituto de Tecnologia Social (ITS) Tecnologia Social, além do aspecto técnico, incorpora também, valores e objetivos socioambientais. Nesse sentido, em 2004, mais de oitenta organizações, juntas, formularam o conceito de tecnologia social como

“o conjunto de técnicas e metodologias transformadoras, desenvolvidas e/ou aplicadas na interação com a população e apropriadas por ela, que representam soluções para a inclusão social e melhoria das condições de vida”. ([www.itsbrasil.org.br](http://www.itsbrasil.org.br))

De forma mais simplificada, Tecnologia Social é o resultado da soma de mobilização social e conhecimento. ([www.itsbrasil.org.br](http://www.itsbrasil.org.br)).

Não basta investir em pesquisa científica, pois muitos problemas foram gerados com o próprio progresso. O modelo de desenvolvimento econômico adotado acabou colocando em risco a própria espécie humana, através de vazamentos de usinas nucleares e a contaminação por agrotóxicos, por exemplo. Outro problema que deriva deste modelo é a desigualdade social, até que na década de 1960 surgiu um movimento denominado Ciência, Tecnologia e Sociedade, o qual “defende a participação de toda a sociedade nas decisões que dizem respeito à ciência e à tecnologia”, pois os resultados dessas decisões impactam a vida de toda a população. Esse movimento vem se fortalecendo e influenciou o desenvolvimento das tecnologias sociais brasileiras. ([www.itsbrasil.org.br](http://www.itsbrasil.org.br))

A RTS adota uma definição mais genérica, referindo “produtos, técnicas e metodologias reaplicáveis, desenvolvidas na interação com a comunidade e que representem efetivas soluções de transformação social”. (FINEP, 2013).

Existem três vertentes que determinam distintas compreensões sobre Tecnologia Social. A primeira vertente designa ao termo “social” um aspecto mais conservador, significando simplificada e, “destinado aos pobres”. Essa perspectiva atribui ao termo *Tecnologia Social*, “qualquer produto, serviço ou processo concebido para atender as supostas necessidades das populações carentes, não importando quem definiu tais necessidades e como a tecnologia em questão será implantada”. (FINEP, 2003; 3). Embora essa vertente considere a participação popular, as tomadas de decisões fundamentais não são de responsabilidade da população para qual ela se destina. Alguns exemplos dessa vertente são as iniciativas de responsabilidade social de empresas, a cadeia produtiva artesanal e ações que visam aumentar a empregabilidade, porém sem modificar a lógica do capital na produção. (FINEP, 2013)

A segunda vertente tem como lema, a “inclusão” da população nos processos de produção e concebe a pobreza como resultado da exclusão de determinada população do processo de desenvolvimento econômico, político, nos aspectos cognitivo e comportamental. Compreende “processos de desenvolvimento tecnológico nos quais os usuários estão incluídos desde o início” e “concebe a aplicação de tecnologias sociais de uma maneira bem mais complexa e completa do que a simples disponibilização de alternativas tecnológicas”. (FINEP, 2013; 4). Porém, essa vertente não interroga sobre o alcance da inclusão, nem sobre a participação da população nas estruturas do desenvolvimento tecnológico. “Seu procedimento tende mais à solução de problemas, do que à problematização de soluções”. (FINEP, 2013; 5).

A terceira vertente sobre o termo *Tecnologia Social* possui uma perspectiva crítica, incluindo questionamentos sobre o desenvolvimento tecnológico. O questionamento começa pela delimitação do que é considerado o “problema a ser solucionado”. A origem do problema se encontra em um contexto mais amplo, envolvendo aspectos sociais, culturais, econômicos, políticos, os quais na maioria das vezes não são postos em questão. Os autores exemplificam essa vertente a partir do problema com os resíduos de uma determinada indústria, que fosse solucionado através do seu reaproveitamento na construção civil, sem a devida problematização da lógica que gerou esse resíduo. Essa lógica pode levar ao sucesso de uma Tecnologia Social fundamentada no incentivo à geração de resíduos para não prejudicar a construção civil. “Por isso uma compreensão crítica das tecnologias sociais exige um exercício constante de reflexão e questionamento de todas essas implicações”. (FINEP, 2013)

O posicionamento da Rede Morar TS / FINEP (2013) abarca abordagens da primeira e da segunda vertentes, porém, ressalta a importância de manter “a consciência crítica dos limites dessas abordagens e a imaginação aberta para pensar além delas”. (FINEP, 2013; 7).

A abordagem da Tecnologia Social permitiu o entendimento de que as soluções construídas coletivamente, em rede, se aproximam da justiça social. Porém, evidencia-se também a necessidade de novos estudos que contemplem processos dinâmicos, capazes de articular disciplinas de diferentes áreas do

conhecimento, de forma a atribuir eficácia aos resultados de sistemas em curso, como o que se apresenta a seguir, com a Engenharia de Resiliência.

## 6. ENGENHARIA DE RESILIÊNCIA

A Engenharia de Resiliência é um campo relativamente novo de estudo. Surgiu na área da aviação e tem como principais objetivos: gerenciar processos de segurança, prevenir resultados adversos e identificar indicadores de resultado nesse processo. A conjunção desses três objetivos determinou quatro habilidades que um sistema precisa apresentar para se configurar como resiliente: o primeiro critério se refere à capacidade de reagir a eventos adversos; o segundo trata do monitoramento de processos em curso; o terceiro faz referência à capacidade de antecipar ou prever problemas no percurso; e o quarto aponta para a capacidade de se aprender de experiências do passado, tanto de sucesso quanto de falhas. Nenhum dos quatro critérios pode estar de fora para que um sistema seja considerado resiliente. Eles dependem uns dos outros e a complementariedade do conjunto é que vai determinar o sucesso da Engenharia de Resiliência (Hollnagel, 2011).

Este referencial teórico já foi adaptado para outras áreas do conhecimento, porém ainda não foi adaptado para as situações de desastres socionaturais e, nesse sentido, o estudo se propõe a estabelecer esta primeira aproximação. A primeira aproximação da Engenharia de Resiliência com a temática desse estudo diz respeito ao conceito de resiliência que, de acordo com Hollnagel, (2014), o termo já foi aplicado por diferentes áreas. A abordagem que data de 1856, se refere à propriedade de materiais, para explicar porque alguns materiais não rompiam sob impactos severos. Já em 1973 fazia referência à propriedade de sistemas ecológicos, onde o termo “resiliência” era utilizado para o ecossistema capaz de absorver mudanças e continuar existindo. Há também a área que refere o termo a sistemas psicológicos, para explicar o começo de algo novo a partir de um trauma. E a que data dos anos 2000, sobre negócios comunitários, para definir a habilidade de reinventar modelos de estratégias quando as circunstâncias mudam, referindo-se não a respostas a crises, mas sim à antecipação/prevenção. Entende-se que esta última seja a que melhor se adapta à gestão de riscos de desastres socionaturais.

Adaptando o conceito de Hamel e Välikangas (Hollnagel, 2011), tem-se a resiliência como habilidade de reinventar e construir continuamente novas estratégias para superar as demandas que derivam dos desastres socionaturais. É preciso destacar a importância de se manter a busca contínua de novas estratégias de gestão de riscos de desastres socionaturais, as quais se efetivam em diferentes níveis de ação ou desempenho (local, municipal, estadual e federal), em razão das ocorrências estarem diretamente relacionadas ao grau de variabilidade do comportamento da natureza.

A imagem que é capaz de expressar o movimento dinâmico dessa busca

constante de novas estratégias se evidencia em uma espiral e tem inspiração na Dialética, preconizada pela Filosofia. Para Hegel, a Dialética é “o movimento racional que nos permite superar uma contradição e avançar na resolução de problemas.” (Japiassú e Marcondes, 2001; p.71).



Figura 1: Representação do movimento dialético

Em outras palavras é possível afirmar que, no caminho de se encontrar determinadas soluções para um problema, aparecerão diversas contradições. Mas mesmo nas etapas em que evidencia-se que algumas soluções não são adequadas, não se retorna ao ponto de partida, há avanços. Pode-se ter uma rotação de 360° num plano, mas o processo estará em um patamar acima (figura da espiral), o que representa avanços na escolha de outras soluções. Isto faz uma grande diferença na percepção do processo quando se tem um caminho complexo a percorrer. Se a percepção fosse de um caminho linear, não haveria a percepção de que se está avançando, mesmo quando não se tem a solução ideal, o que levaria as pessoas a desistir facilmente do processo de busca de novas soluções para os problemas.

Mas, também é necessário ter claro que, na aviação (área de origem da Engenharia de Resiliência), os erros não aparecem magicamente no processo, por isto a importância de monitorar os processos de segurança. A importância da prevenção de acidentes na aviação está diretamente relacionada ao entendimento do desempenho geral de um sistema. Nas situações de desastres socionaturais, se for adotada essa mesma lógica, a prevenção também estará relacionada ao processo como um todo, ou seja, preventivamente desde a escolha do território a ser ocupado. Se para a aviação o foco é estabelecido no desempenho geral, independentemente se for realizado em nível individual (piloto), coletivo (tripulação) ou organizacional (aeroporto), para as situações de desastres socionaturais é fundamental que haja um entendimento dos níveis de atuação em que se manifestam os problemas / demandas e ocorrem as ações de enfrentamento aos desastres socionaturais. A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, instituída pela Lei 12.608/2012, determina as competências de atuação do nível municipal, estadual e federal para redução de desastres a partir da diminuição da ocorrência

e dos impactos da mesma. (Brasil, 2012).

Porém, somente a lei não é suficiente para garantir resiliência ao processo. Além de encontrar meios de redução de desastres, presentes na lei, foi feita uma pesquisa na literatura específica (saber científico) de quais formas se expressam os critérios de um sistema resiliente em situações de desastres socionaturais, utilizando-se as habilidades definidas pela Engenharia de Resiliência, quais sejam: reação, monitoramento, antecipação e aprendizado. Neste estudo essas habilidades foram definidas como categorias de resiliência capazes de fundamentar uma análise das temáticas relacionadas a riscos de desastres socionaturais, como percepção de riscos, estudos etnográficos, tecnologia social e a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil. Na prática, a literatura foi examinada através destas quatro “lentes” para estabelecer um olhar sobre o que é dito pelos teóricos que referenciam essas temáticas.

Voltando à imagem da espiral, ela tenta expressar que, praticar Engenharia de Resiliência, seria como percorrer uma trajetória em busca da identificação e implementação de ações que se classificam como reação, monitoramento, antecipação e aprendizado em um processo contínuo que se desenvolve em ciclos. Há nessa figura a representação de uma trajetória em que se aprende continuamente com experiências do passado, tanto de sucessos quanto de falhas; desenvolve-se a capacidade de antecipar ou prever problemas durante o percurso; monitora-se processos em desenvolvimento a partir da criação de indicadores de desempenho; e reage-se a eventos adversos, tanto imediatamente antes, quanto depois dos mesmos, a partir de estratégias proativas e reativas. É relevante ressaltar que a ordem de sequência das categorias não é importante, embora seja recomendável que nenhuma das quatro esteja de fora (Hollnagel, 2011), para que o processo seja considerado resiliente, pois a complementariedade do conjunto é que vai determinar a efetividade da Engenharia de Resiliência aplicada.



Figura 2: A representação dos movimentos de resiliência

Alguns elementos de resiliência que foram identificados na análise do tema Tecnologia Social (FINEP, 2013), se referem ao envolvimento da comunidade no

processo de busca de soluções, incluindo diagnósticos participativos para se ter uma visão mais próxima da realidade, e mantendo o questionamento crítico sobre as soluções encontradas para evitar cair em contradições. O processo de multiplicação da TS, envolvendo cada vez mais atores na construção de soluções, configura um processo de aprendizado na prática.

Os elementos de resiliência que se apresentam na análise do tema Percepção de Riscos fazem referência à inclusão da percepção de riscos da comunidade atingida (Barros et al, 2010); ao acompanhamento e orientações que devem ser dadas à imprensa sobre dados de desastres, para evitar mensagens equivocadas transmitidas pela mídia que prejudiquem a percepção da comunidade (Victor, 2010). A capacitação das comunidades expostas a riscos de desastres socionaturais para a percepção de riscos contribui com a redução das vulnerabilidades das mesmas, tendo em vista que a comunidade que consegue perceber os riscos a que está exposta tem maior capacidade de se proteger dos mesmos.

Os elementos de resiliência que se destacam na análise dos Estudos Etnográficos se referem à identificação da cultura dos desastres, ou seja, investigar como a população atingida reage aos impactos dos desastres, (Devos, 2007) identificando as necessidades locais não só durante os desastres para poder subsidiar a proposição de políticas públicas que sejam pertinentes para a redução dos mesmos (Silva, 2013).

A própria criação da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDC), em 2012, já foi uma forma de reação às situações de desastres que vinham crescendo. A lei também faz referência a quem deve prestar socorro e emitir alertas para evacuação da população; articulados aos Conselhos e Núcleos Comunitários de Proteção e Defesa Civil. Nesse sentido, a metodologia de gestão de riscos de desastres socionaturais pode incluir a perspectiva da lei, quando a mesma determina que o planejamento seja feito com base em estudos sobre os terrenos a serem destinados (ou não), para ocupação. A Lei também determina o apoio à comunidade docente para o fortalecimento da cultura de prevenção de desastres. (Brasil, 2012).

Embora esta lei determine, em seu 1º do Art. 2º, que a sociedade em geral colabore com as medidas necessárias à redução de riscos, junto a entidades públicas ou privadas, não prevê quais são as suas competências da mesma maneira como determina, na Seção II, as competências dos Entes Federados, no nível municipal, estadual e federal. Milton Santos (1999), chama a atenção para a “federação de lugares” que, segundo suas previsões,

“ocorrerá na medida em que o saber local se impuser. O saber local (...) é a ponte para a produção de uma política – é resultado de sábios locais” (P.21) (...) como o saber local não é independente do saber global, as universidades (...) podem ter um papel importante na produção de um saber local, com a produção de um saber global que (...) permita oferecer elementos de análise localmente reciclados.” (p. 25)

Essa perspectiva abordada por Milton Santos (1999), de fortalecimento do saber local, potencializa o conteúdo que foi abordado nos temas Percepção de Riscos, Tecnologia Social e Estudos Antropológicos, além da PNPDC, de se envolver a população exposta a riscos de desastres na proposição de políticas públicas que se refiram às necessidades comunitárias. Portanto, além das competências da União, dos Estados e dos Municípios, este estudo abarca as possíveis atribuições em nível local, o que se refere à co-responsabilidade de moradores, líderes comunitários e ONGs que atuem no respectivo território.

A pesquisa sobre realidades sócio-territoriais que contam com a participação das comunidades torna possível a definição de ações mais associadas às demandas locais, fortalecendo a dimensão coletiva do trabalho frente aos riscos e assegurando a proteção de vidas.

As alternativas de enfrentamento aos riscos, organizadas segundo as categorias da Engenharia de Resiliência, representam o que denominamos de saber científico. Quando se incorpora a este conhecimento, a percepção da comunidade sobre os riscos a que ela está exposta, o saber local poderá compor os elementos que darão subsídios para uma gestão de riscos de desastres socionaturais mais completa e abrangente.

## **CONCLUSÕES**

O estudo permite concluir que a Engenharia de Resiliência traz conceitos que podem ser incorporados à gestão de riscos de desastres porque propõe a aplicação prática de um caminho a ser percorrido para reinventar e construir continuamente novas estratégias para superar as demandas que derivam dos desastres socionaturais. Ao se percorrer esse caminho qualifica-se o processo para o alcance da resiliência. Ao se eleger soluções que respondam às necessidades locais e a formas mais sustentáveis de utilização dos recursos naturais, evitando partir de definições preestabelecidas técnica e heteronomamente, uma metodologia de gestão de riscos de desastres socionaturais torna-se mais capaz de gerar autonomia coletiva como possibilidade concreta e ampla para promover uma gestão de riscos de desastres mais abrangente e eficaz.

O processo que respeita a situação de vida dos habitantes das áreas de risco, suas redes sociais e locais de trabalho, e que dá prioridade à sua permanência no território, preservando as relações de vizinhança e trabalho, gera um sentimento de pertencimento social na comunidade. Este sentimento permite a superação das desconfianças e fundamenta a parceria estabelecida entre a comunidade e a equipe técnica que coordena o desenvolvimento da Tecnologia Social por um período mais longo.

## REFERÊNCIAS

BARROS, SÉRGIO R. S.; WASSERMAN, JULIO CESAR; LIMA, GILSON B. A. Risco Ambiental na Zona Costeira: uma proposta interdisciplinar de gestão participativa para os Planos de Controle a Emergências dos Portos Brasileiros. *Revista da Gestão Costeira Integrada*. 217-227; 2010.

BRASIL. Lei 12.608/2012. (Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nos 12.340, de 1o de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências.)

BRITO, MARIANA MADRUGA de. Geoprocessamento aplicado ao mapeamento da suscetibilidade a escorregamentos no município de Porto Alegre, RS. Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da universidade Federal do Rio Grande do Sul. Orientação: Ph. D. Luiz Carlos Pinto da Silva Filho. Porto Alegre, RS, 2014.

CABRAL, JAIME. Riscos Hidrológicos em CARVALHO, C.S.; COUTINHO, R. Q.; GALVÃO, T. *Gestão e Mapeamento de Riscos Socioambientais: Curso de Capacitação-Brasília*, Ed. Ministério das Cidades, 194p. DF, 2008.

CEPED/UFSC – Atlas Brasileiro de Desastres Naturais – 1991 a 2012. Volume Brasil. 2ª edição revisada e ampliada. CEPED / UFSC. Florianópolis, 2013.

CEPED/UFRGS. Capacitação em Gestão de Riscos – 2014. Organização e execução: UFRGS e CEPED/RS. Realização: Ministério da Integração Nacional - Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil - Departamento de Minimização de Desastres.

CRUZ, RICARDO LUIZ. A pedagogia em torno da agricultura orgânica certificada. In: \_\_\_\_ Sagas do “comércio justo” e percepções da modernidade na selva central peruana. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro: PPGAS, 2010, p. 21-67. [on line]

DAGNINO, RENATO; BRANDÃO, FLÁVIO CRUVINEL; NOVAES, HENRIQUE TAHAN. Sobre o marco analítico-conceitual da tecnologia social. In: *Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004.

DEVOS, RAFAEL VICTORINO. A questão ambiental sob a ótica da antropologia dos grupos urbanos, nas ilhas do Parque Estadual Delta do Jacuí, Bairro Arquipélago,

Porto Alegre, RS. Tese apresentada para obtenção do título de doutor junto ao Programa de Pós-Graduação em Antropologia Social da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – RS. 2007.

ECKERT, CORNELIA ; ROCHA, ANA LUIZA CARVALHO DA . Etnografia: saberes e práticas. In: Céli Regina Jardim Pinto e César Augusto Barcellos Guazzelli. (Org.). Ciências Humanas: pesquisa e método. Porto Alegre: Editora da Universidade, 2008, p. 9 a 24. Série Graduação.

FINEP, 2013. Rede FINEP de Moradia e Tecnologia Social. Marco Teórico – Sub Projeto 2.

HOLLNAGEL, ERIK et al. Resilience Engineering in Practice – a guidebook. Ashgate Publishing Limited; 2011. Reprinted 2013.

HOLLNAGEL, ERIK. Resilience engineering and the built environment, Building Research & Information, 42:2, 221-228; 2014. Acessado em 31/01/2014. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1080/09613218.2014.862607>

INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL DO BRASIL - Disponível em

<http://www.itsbrasil.org.br/>

Para\_entender\_a\_tecnologia\_social\_uma\_viagem\_pelo\_Brasil.pdf. Acesso em 07/06/2014

JAPIASSU H. E MARCONDES D. Dicionário Básico de Filosofia. 3ª Edição Revista Ampliada. Jorge Zahar Editor. Rio de Janeiro, RJ. 2001

LOPES, DANIELA DA CUNHA; COSTA, DILENE DA SILVA; SOARES, ELIANA VIANNA; FURTADO, JANAÍNA ROCHA; ALVEZ, LUCELITA MARIA; SOLINO, MARIA NAZARETH, CARTAGENA, SARAH MARCELA CHINCHILLA. Gestão de Riscos de Desastres – Contribuições da Psicologia – Formação à Distância. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres – CEPED / UFSC. 2010.

MARTINS, PATRÍCIA DE ALMEIDA. Mapeamento das áreas suscetíveis a deslizamentos no perímetro urbano de Igrejinha – RS. Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Orientação: Ph. D. Luiz Antônio Bressani. Porto Alegre, RS, 2013.

RAMOS, RODRIGO RUDGE. A percepção dos riscos naturais: Portugal e Tuvalu. Dissertação de Mestrado em Energia e Gestão do Ambiente. Portugal. 2008.

SANTOS, MILTON. O Território e o Saber Local: algumas categorias de análise CADERNOS IPPUR (15-26) Publicação semestral do Instituto de Pesquisa e

Planejamento Urbano e Regional da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Ano XIII, No 2 Ago-Dez 1999.

SANTOS, NUNO; ROXO, MARIA JOSÉ; NEVES, BRUNO. O papel da percepção no estudo dos riscos naturais. Centro de Geografia e Planejamento Regional. Faculdade de Ciências Sociais e Humanas – Universidade Nova de Lisboa. Lisboa. Portugal. S/ data.

SILVA, ROBERTO ANTONIO CAPIOTTI DA. Águas de Novembro - Estudo antropológico sobre memória e vitimização de grupos sociais citadinos e ação da Defesa Civil na experiência de calamidade pública por desastre ambiental: estudo de caso em Blumenau, Santa Catarina, Brasil. Tese apresentada para obtenção do título de doutor junto ao Programa de Pós-Graduação em Antropologia Social da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – RS. 2013.

VICTOR, CILENE. Oficina de Capacitação – Comunicação e Percepção de Riscos de Desastres. 2010, in LOPES, Daniela da Cunha. et al. Comunicação de riscos e de desastres. Florianópolis: CEPED UFSC, 2010.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-93243-38-7



9 788593 243387