



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA



# “ TREMORES DE TERRA EM LONDRINA, PARANÁ ”

**José Paulo Peccinini Pinese**

**Marcelo Assumpção**

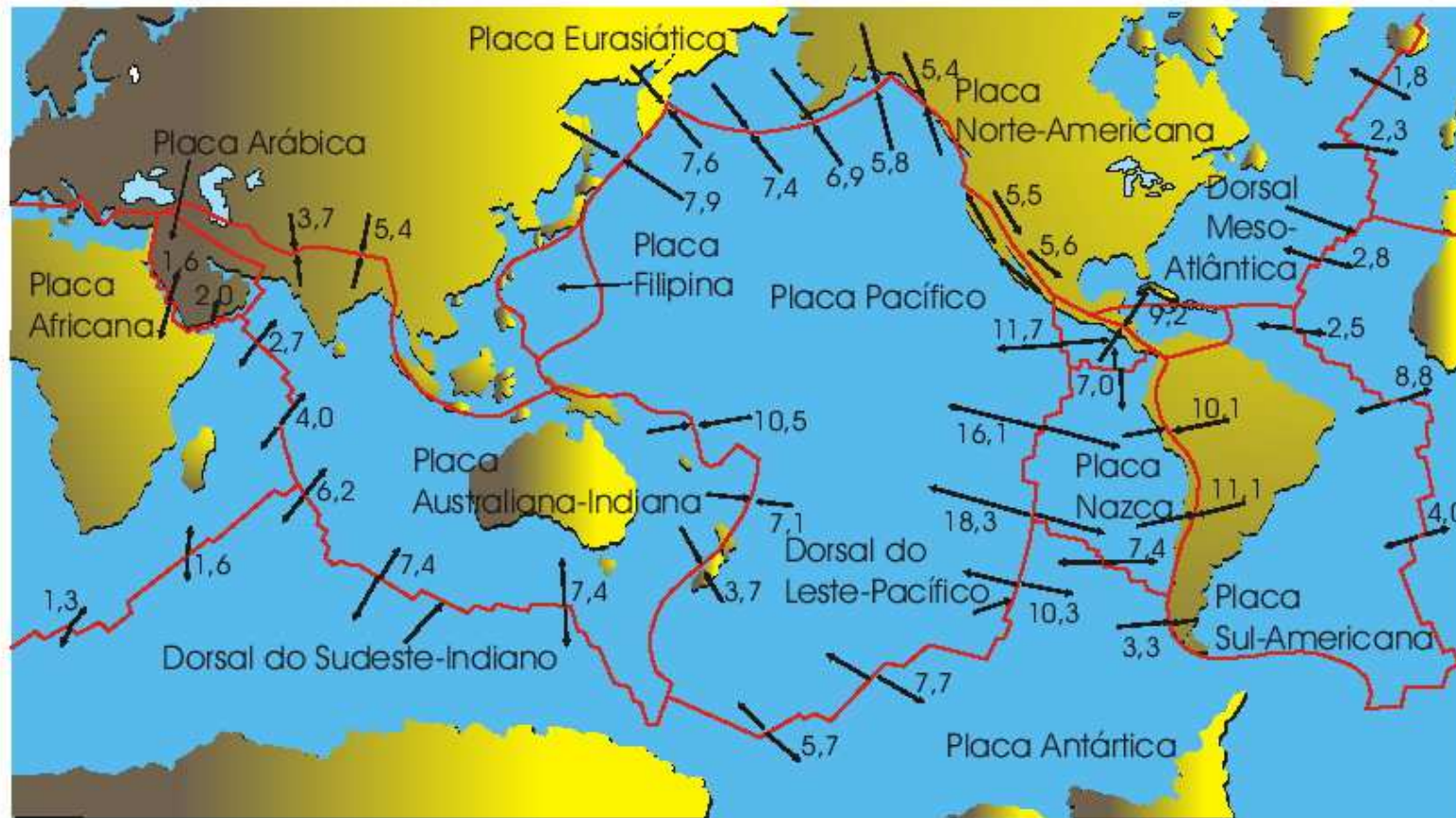
**Instituto de Engenharia do Paraná (IEP) e  
Associação Profissional dos Geólogos do Paraná (AGEPAR)**

**Curitiba, 31 de Março de 2016**

**<http://iep.org.br/iep/index.php/debate-tremores-de-terra-em-londrina-pr/>  
(<https://www.youtube.com/watch?v=PUrKdfPo89A&feature=youtu.be>)**



## Dinâmica da Litosfera

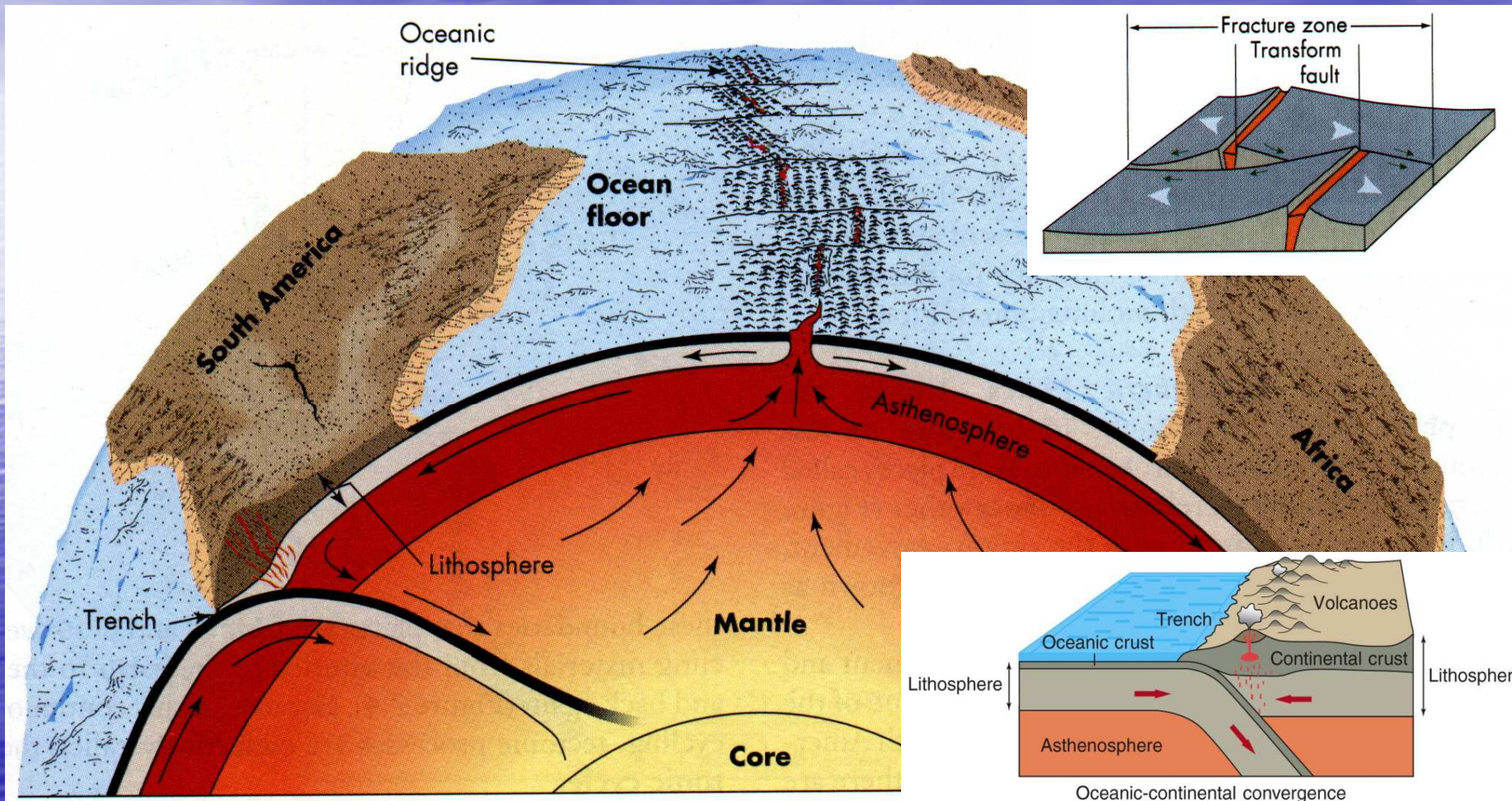


Distribuição geográfica das placas tectônicas da Terra. Os números representam as velocidades em cm/ano entre as placas, e as setas, os sentidos do movimento.



# Geologia Global

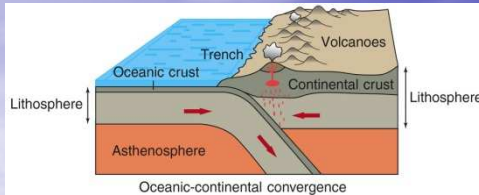
## Dinâmica da Litosfera





UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

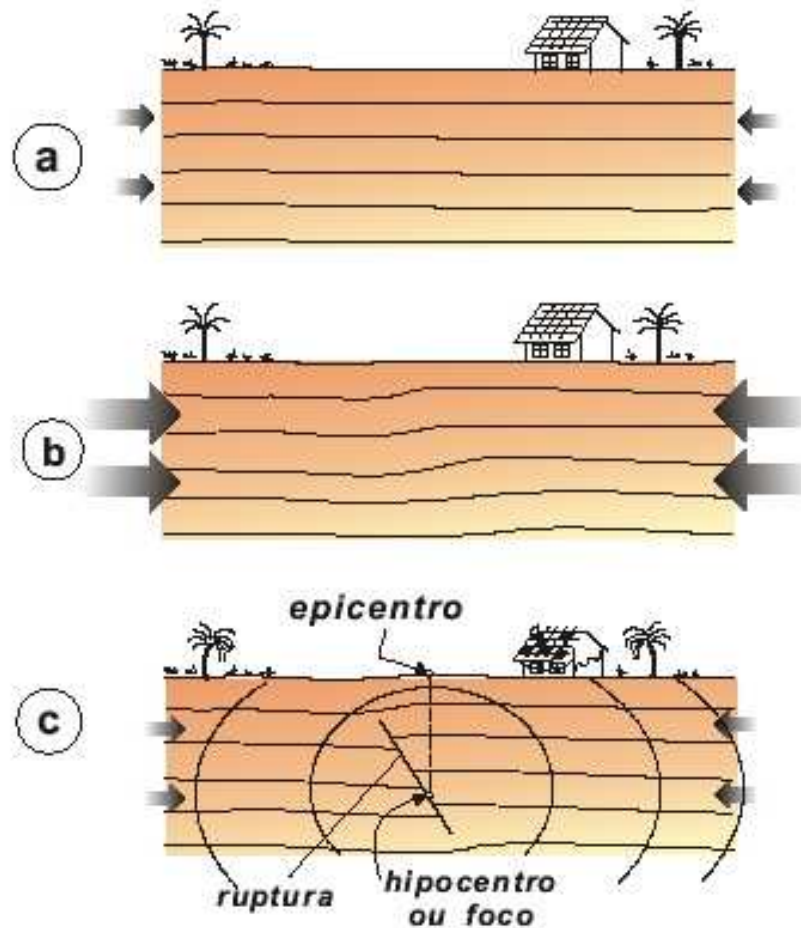
# Litosfera-Bordas de Placas Tectônicas



## Terremotos



# Geologia Global Dinâmica da Litosfera- Falhas



Geração de um sismo por acúmulo e liberação de esforços em uma ruptura. A crosta terrestre está sujeita a tensões (a) compressivas que se acumulam (b); quando o limite de resistência das rochas é atingido, ocorre uma ruptura abrupta, gerando vibrações (c). O deslocamento (ruptura) se dá em apenas uma parte de uma fratura maior pré-existente (falha geológica). O ponto inicial da ruptura é chamado foco, e sua projeção na superfície é o epicentro.

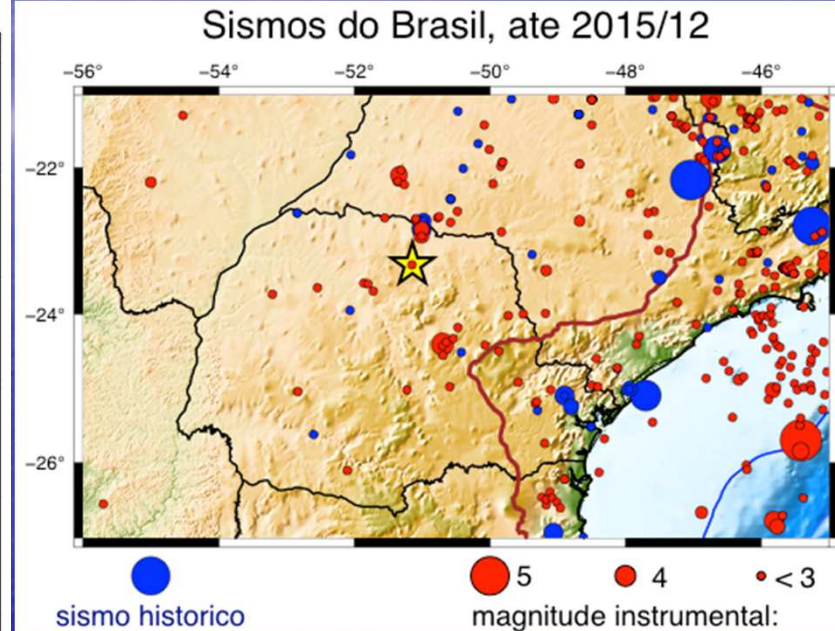
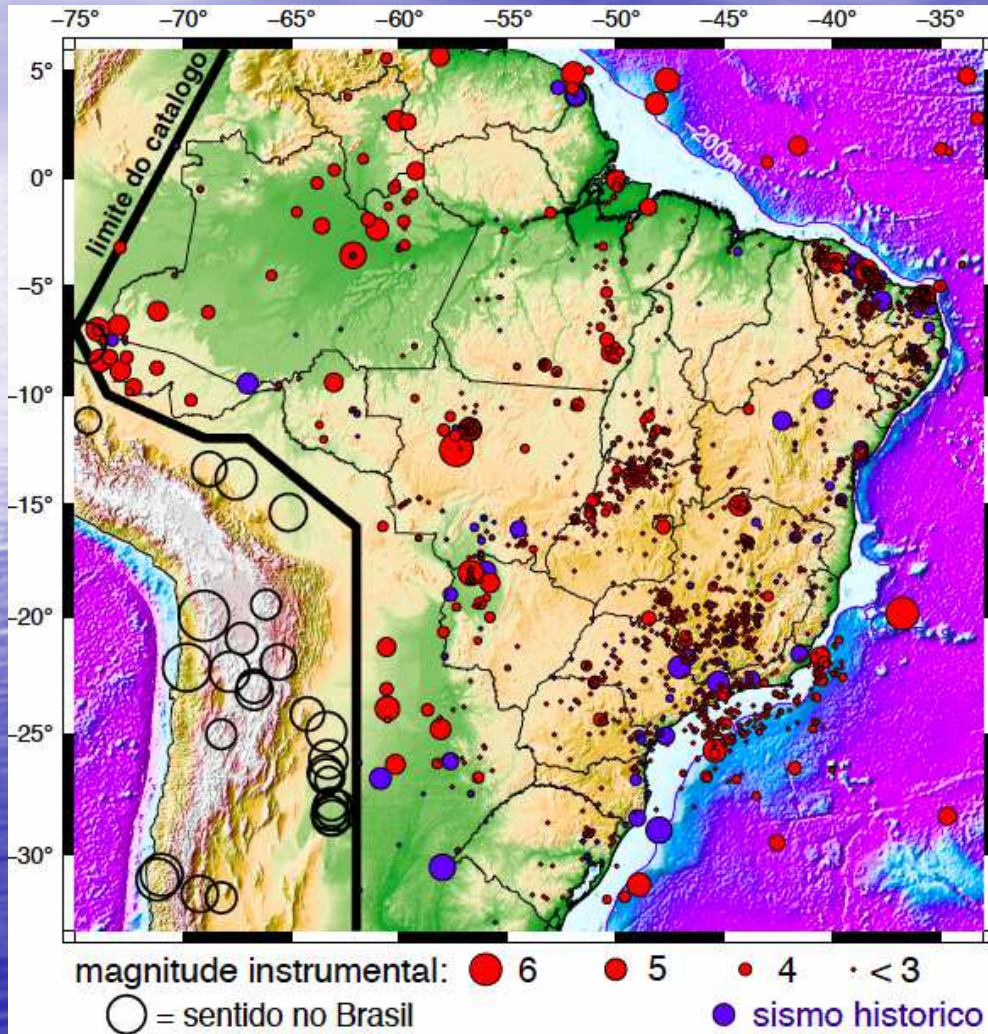


# Ondas Sísmicas - Tipos

Tipos de Ondas Sísmicas	Similares as ondas	Velocidade de Propagação	Maneira de Propagação	Meios em que se propagam
P – Primárias	Sonoras	<b>~5 km/seg</b> <b>em basalto</b>	Longitudinais	Líquidos e Sólidos
S - Secundárias	Luminosas	<b>~3 km/seg</b> <b>em basalto</b>	Transversais	Sólidos
L - <b>Superficiais</b>		<b>~2 a 3 km/seg</b>	Transversais e elípticas	Só na superfície terrestre



# Sismicidade no Brasil



## Maiores tremores no Paraná:

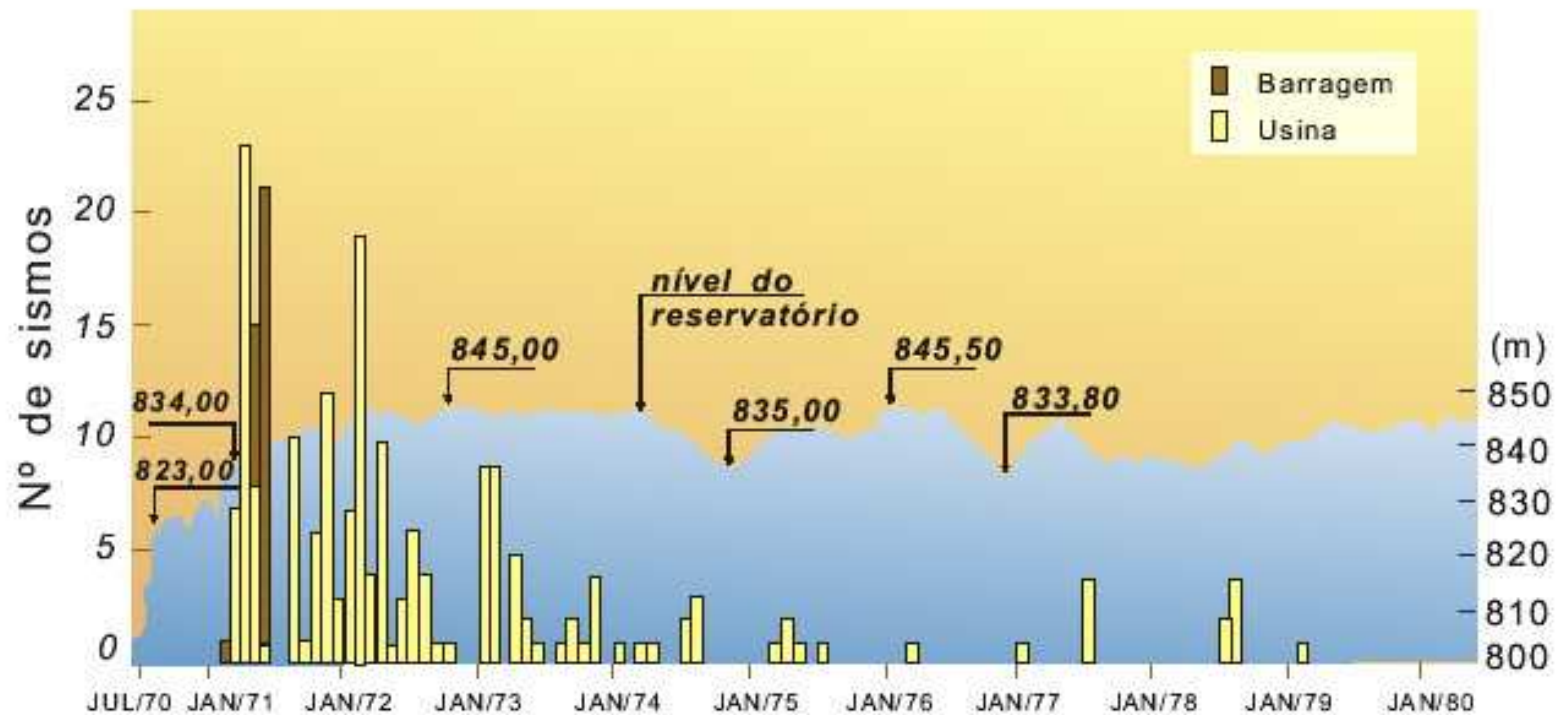
2006/01/04 Telêmaco Borba  
mag= 4.1

1979/03/27 Prim. de Maio  
mag= 3.7

(induzido Reserv. Capivara)



# Sismos Induzidos



Distribuição mensal da atividade sísmica induzida e nível do reservatório de Capivari-Cachoeira, PR

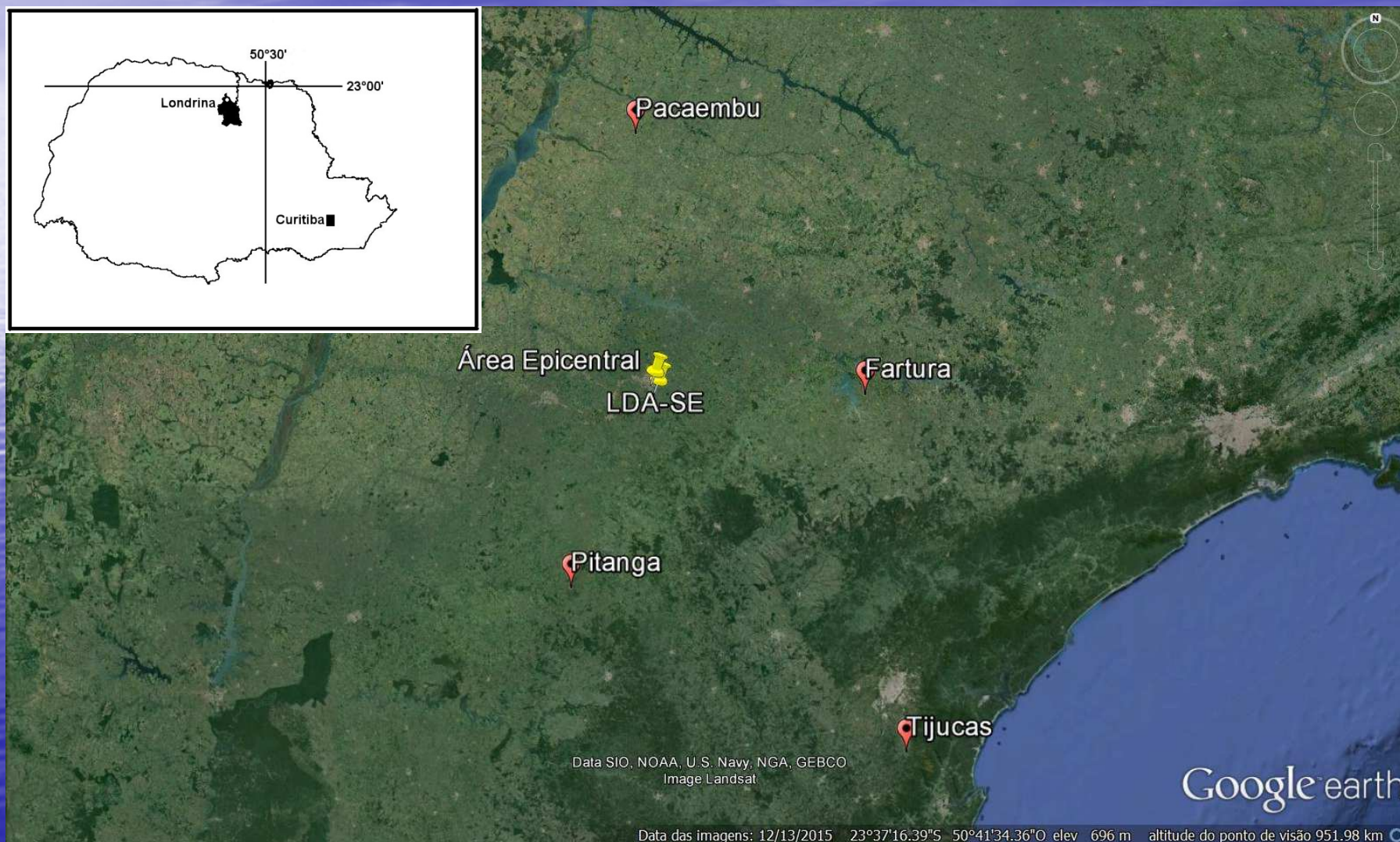
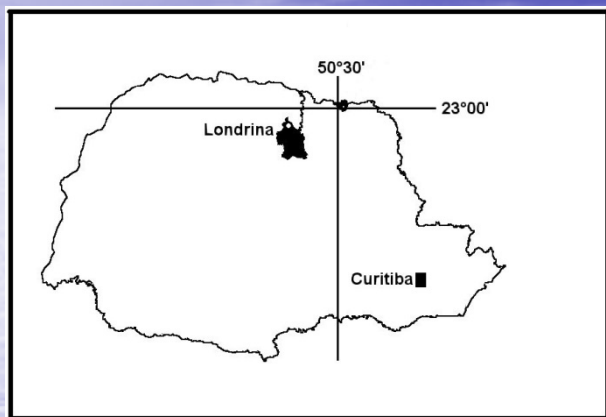




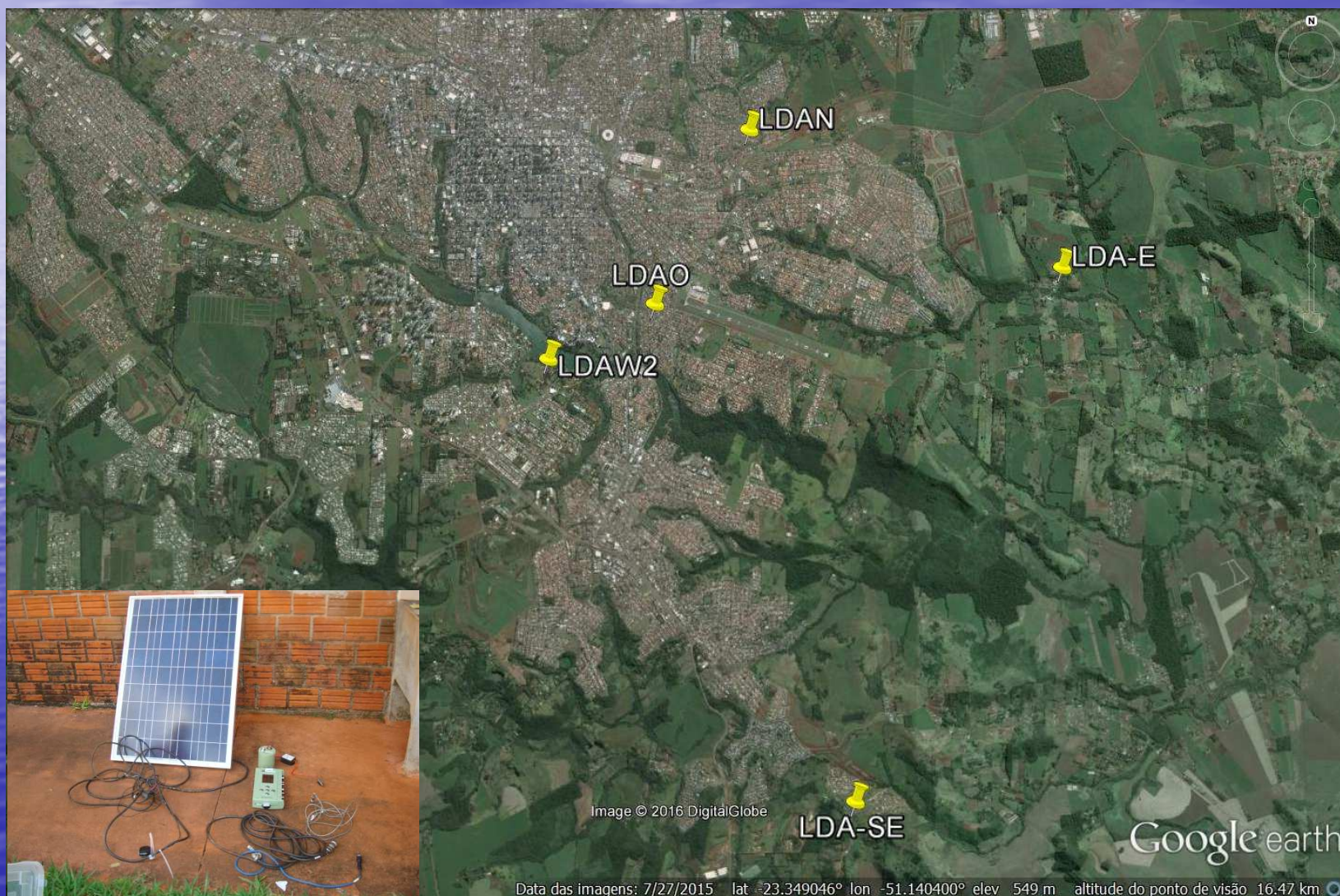
UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA



# Estações Sísmicas da Rede Permanente



# Estações Sísmicas da Rede Londrina



## Eventos – Bairro Califórnia

Data e Hora (Local)	LAT (+/- 5 km)	LON (+/- 5 km)	Magnitude (R)
14/12/2015 06:16:06	-23.35	-51.15	1.8
01/01/2016 16:49:34	-23.38	-51.15	1.9

Número	Data e Hora (Local)	LAT (+/- 200m)	LON (+/- 200m)	Magnitude (ML)	Bairro
1	10/01/2016 23:41:37	-23.331	-51.145	1.3	California
2	11/01/2016 00:39:37	-23.332	-51.144	1.6	California
3	11/01/2016 11:23:55	-23.331	-51.145	1.3	California
4	11/01/2016 14:42:16	-23.330	-51.145	1.7	California
5	11/01/2016 14:42:30	-23.331	-51.145	1.1	California
6	11/01/2016 14:44:39	-23.330	-51.145	1.1	California
7	11/01/2016 14:44:47	-23.330	-51.145	1.5	California

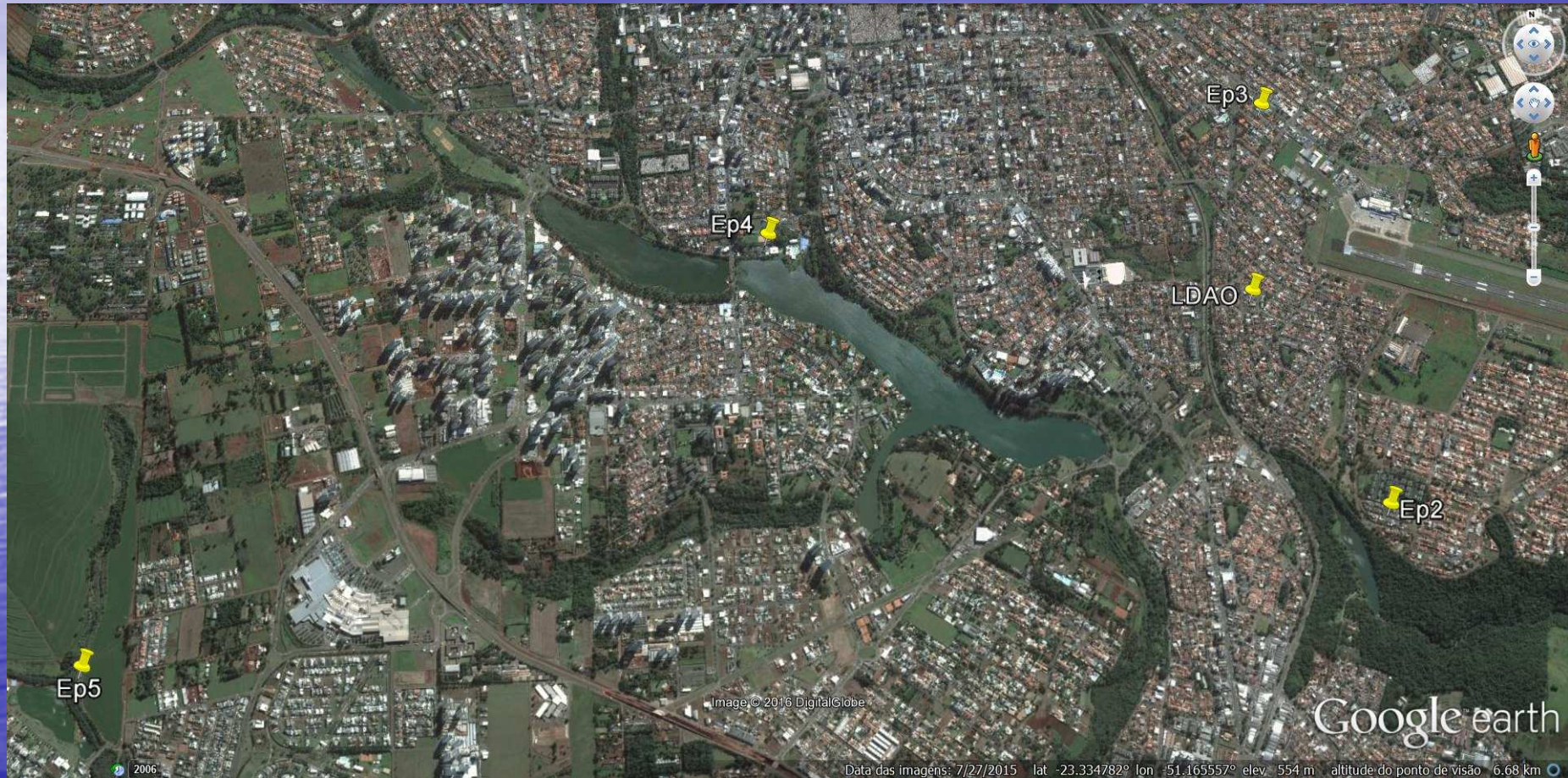
## Eventos Outros

8	12/01/2016 10:42:09	-23.341	-51.139	1.6	São Fernando
9	19/01/2016 07:58:01	-23.328	-51.166	1.5	Jardim Petrópolis/ Iate Clube
10	21/01/2016 14:13:09	-23.324	-51.143	1.8	Caravelle/ Centro Cívico
11	03/02/2016 00:55:55	-23.345	-51.197	1.5	Terras de Santana/ Recanto do Salto



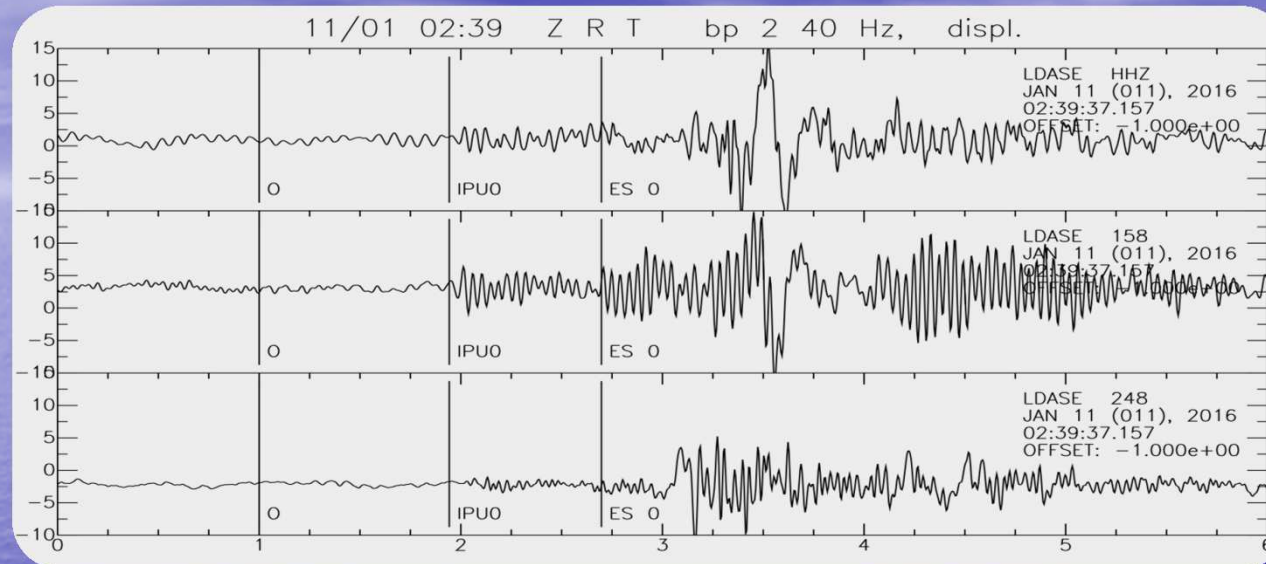
UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

# Áreas Epicentrais

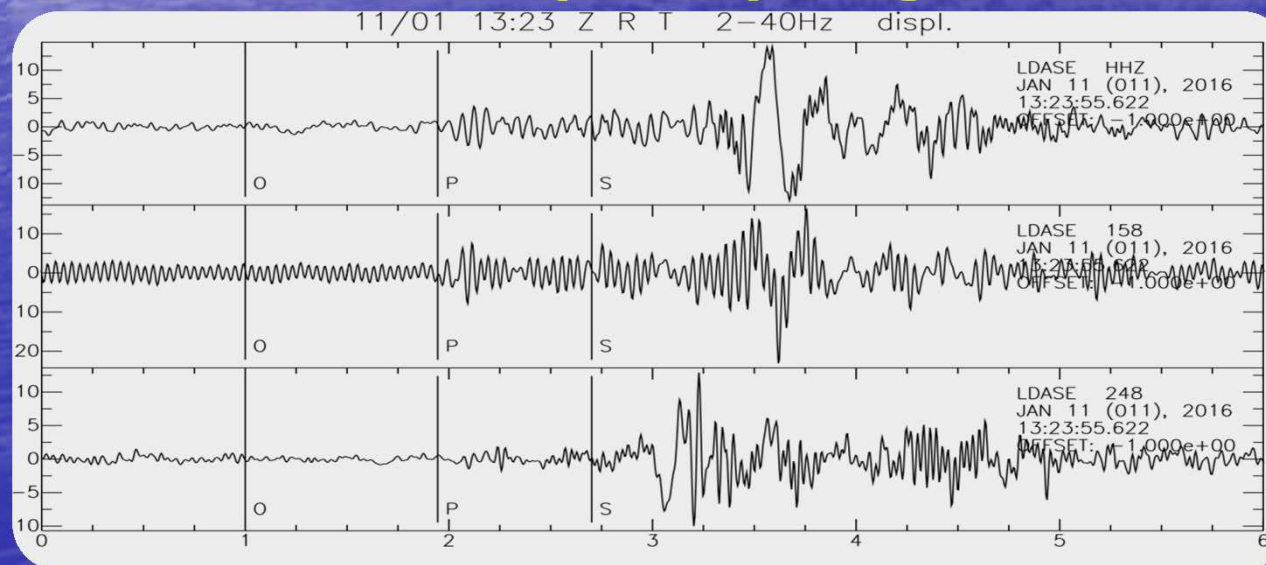


# Sismogramas-Exemplos

## a) 11/01/2016 00:39:37.2 (H.Local) Magnitude estimada 1,6



## b) 11/01/2016 11:23:55.7 (H.Local) Magnitude estimada 1,3





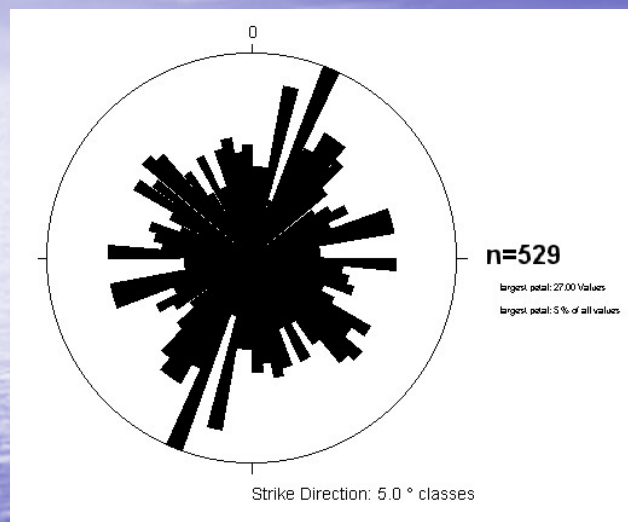
UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

# FORMAÇÃO SERRA GERAL



**Basaltos, andesi-basaltos, andesitos toleíticos e raros riolitos**

# FAMÍLIAS DE FRATURAS LOCAIS



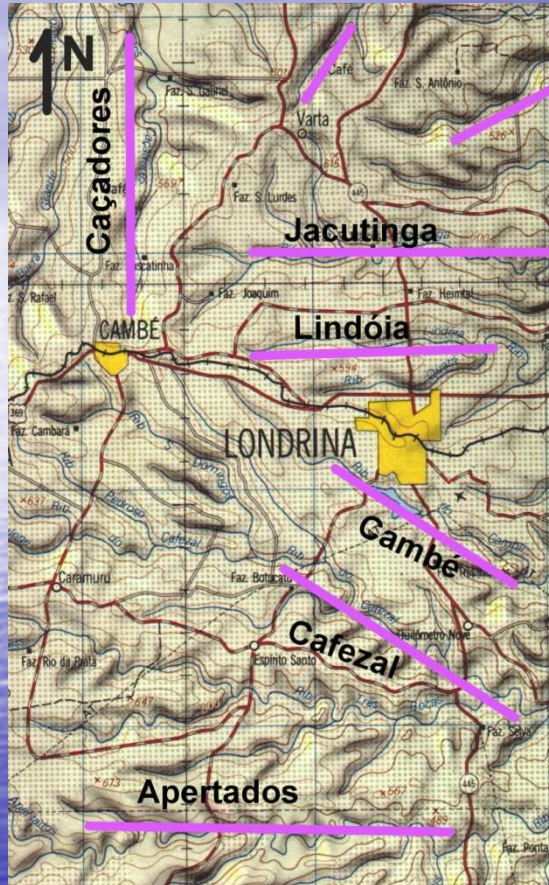
**MERGULHOS  
VERTICAIS A  
SUBVERTICAIS  
(80-90°).**

FAMÍLIAS	TIPOS	%
1) E-W/alto ângulo	<b>TRAÇÃO</b>	23%
2) N-S/baixo ângulo	<b>TRAÇÃO (?)</b>	17%
3) N20°-45°E	<b>CISALHAMENTO</b>	16%
4) N30°-60°W	<b>CISALHAMENTO</b>	15%
5) N15°-25°W	<b>CISALHAMENTO</b>	14%
6) N55°-75°E	<b>CISALHAMENTO</b>	12%
7) Horizontal	<b>RESFRIAMENTO E ALÍVIO DE CARGA</b>	3%





# FRATURAS LOCAIS



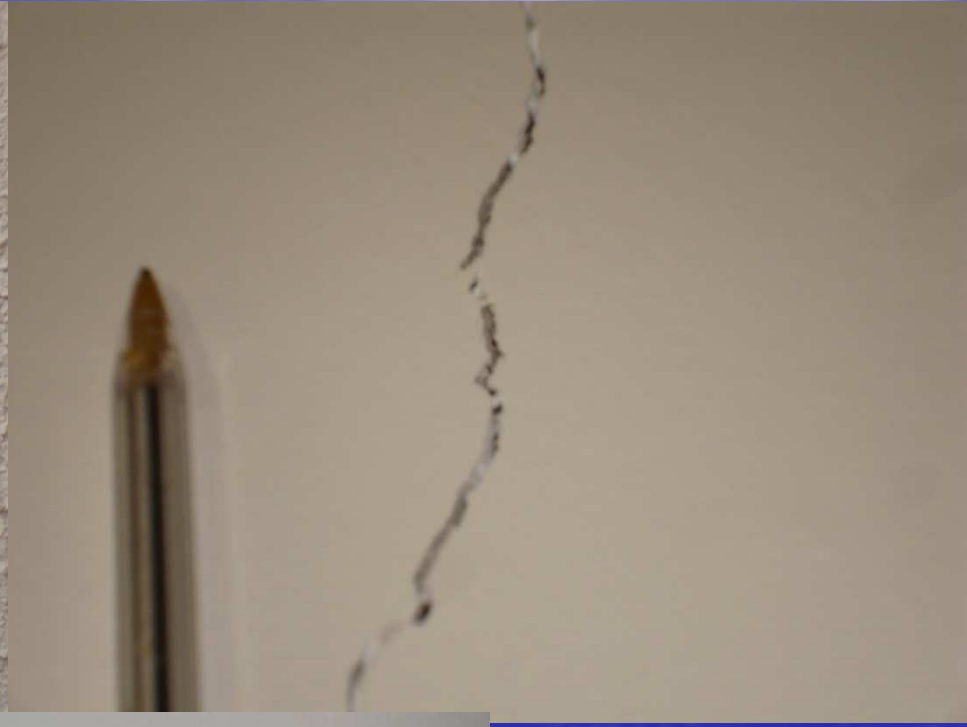
Plano de fratura  
com percolação

Estruturas favorecem percolação, circulação e armazenamento de água e condicionam drenagens locais. ....Mecanismo disparador??.



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

# Consequências do sismo ?





UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

# URBANIZAÇÃO



A Tecnosfera exige cada vez mais conhecimentos e alocação das populações nos aglomerados urbanos, através de **obras civis** de pequeno e grande porte, as quais necessitam reconhecer melhor onde estão geologicamente situadas.

# Considerações Finais

- **Dados indicam micro sismos fruto de processos naturais, até o momento.**
- **Contudo, não se descarta qualquer tipo de indução por atividade humana, capaz de disparar o mecanismo de tensões rochosas naturais pré existentes. Estudos prosseguem.**
- **Baixas magnitudes e intensidades indicam baixa capacidade destrutiva, mas sem poder se prever o futuro.**
- **As áreas epicentrais se encontram bem localizadas nos bairros do Jardim Califórnia, Jardim São Fernando, Jardim Caravelle, Jardim Petrópolis/Iate e Terras de Santana;**



# Considerações Finais



- Londrina, bem como todo o estado, precisa pensar em sua inclusão na Rede Sísmica Permanente do Projeto BRASIS-USP.
- Levantamentos geofísicos, geológicos e de geologia estrutural poderão auxiliar no planejamento e execução de obras civis no norte do Paraná e minimizar sobremaneira os impactos recentes que propiciaram deslizamentos e colapsos de solos.
- **Heterogeneidade de corpos basálticos e estruturas fruto de tensão média crustal tipo compressiva ENE-WSW, são merecedoras de atenção especial, bem como os solos de características colapsíveis.**



# AGRADECIMENTOS



- A população de Londrina, em particular do Jardim Califórnia, pelo atendimento as nossas demandas e descrição dos fatos;
- **Ao Prefeito de Londrina Alexandre Kireeff, Coronel Guimarães da Defesa Civil Municipal, Major Wilson Paulino da 3a CORPDEC do Estado do Paraná e a SERCOMTEL Telecomunicações, que forneceram toda logística e infraestrutura necessária para melhor elucidar e qualificar essa investigação, ainda em curso;**
- **A equipe de apoio técnico/logístico do Centro de Sismologia da USP;**
- **Ao Instituto das Águas do Paraná, MINEROPAR, IAPAR, SANEPAR (hidrogeologia) e a Casa Militar do Estado do Paraná, que nos repassaram incondicionalmente os dados requeridos para essa investigação;**
- **Ao IEP e AGEPAR pelo convite ao debate através das Câmaras Técnicas de Ciências da Terra e Catástrofes/Desastres , bem como o apoio de auditório do Clube de Engenharia de Londrina (CEAL).**