

**UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO CEARÁ - UECE**

Av. Dr. Silas Munguba, 1700 -
Campus do Itaperi, Fortaleza/CE

**ATIVIDADES SÍSMICAS NA
AMAZÔNIA: LEVANTAMENTO
E CARACTERIZAÇÃO DE
TERREMOTOS NA AMAZÔNIA
SUL-OCIDENTAL – ACRE –
BRASIL**

**Waldemir Lima dos Santos
Cleyton Aguiar Crisóstomo
Antonio Roney de Figueiredo
Barbosa**

**Pâmela Moura da Silva
Francisco Ivam C. do
Nascimento**

Citação: SANTOS, W. L.;
CRISÓSTOMO, C. A.;
BARBOSA, A. R. F.; SILVA, P.
M.; NASCIMENTO, F. I. C.
ATIVIDADES SÍSMICAS NA
AMAZÔNIA: LEVANTAMENTO E
CARACTERIZAÇÃO DE
TERREMOTOS NA AMAZÔNIA
SUL-OCIDENTAL – ACRE –
BRASIL. **Revista GeoUECE**
(online), v. 08, n. 15, p. 66-77,
jul./dez. 2019. ISSN 2317-028X.



**ATIVIDADES SÍSMICAS NA AMAZÔNIA: LEVANTAMENTO E
CARACTERIZAÇÃO DE TERREMOTOS NA AMAZÔNIA SUL-OCIDENTAL –
ACRE – BRASIL**

**SEISMIC ACTIVITIES IN THE AMAZON: SURVEY AND
CHARACTERIZATION OF EARTHQUAKES IN SOUTH-WESTERN AMAZON
- ACRE – BRAZIL**

**ACTIVIDADES SÍSMICAS EN LA AMAZONÍA: ESTUDIO Y
CARACTERIZACIÓN DE TERREMOTOS EN LA AMAZONÍA
SUDOCCIDENTAL - ACRE - BRASIL**

Waldemir Lima dos SANTOS ¹

Cleyton Aguiar CRISÓSTOMO ²

Antonio Roney de Figueiredo BARBOSA ³

Pâmela Moura da SILVA ⁴

Francisco Ivam C. do NASCIMENTO ⁵

¹ Professor Doutor do Centro de Filosofia e Ciências Humanas / Curso de Geografia, Universidade Federal do Acre - waldemir_geo@yahoo.com.br

² Licenciado em Geografia - Centro de Filosofia e Ciências Humanas / Curso de Geografia, Universidade Federal do Acre - cleyton1914@gmail.com

³ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia - Centro de Filosofia e Ciências Humanas - Universidade Federal do Acre - roneybarbosa23@gmail.com

⁴ Bacharel em Geografia - Centro de Filosofia e Ciências Humanas / Curso de Geografia, Universidade Federal do Acre - pammoura@hotmail.com.br

⁵ Mestre em Desenvolvimento Regional - Centro de Filosofia e Ciências Humanas - Universidade Federal do Acre - ivam.nc@gmail.com

RESUMO

O estado do Acre apresenta a ocorrência de sismos devido a sua localização periférica aos Andes e sofrer influência direta do encontro da Placa de Nazca e Sul-Americana, refletindo na formação da bacia acreana e na dinâmica das formas de relevo. Com base nos dados do Serviço Geológico Norte-Americano (USGS), foram detectados terremotos no Acre, no entanto, estes não foram tratados especificamente nem suas consequências na superfície. O objetivo desta pesquisa foi catalogar e caracterizar espacial e temporalmente os terremotos ocorridos no Acre, a partir da década de 1950. Inicialmente, fez-se uma ampla revisão da literatura sobre as temáticas abordadas e a catalogação dos eventos a partir da base de dados da USGS. Especializou-se os eventos sísmicos através de mapeamento com o uso dos softwares. Concluiu-se que o Acre é uma zona sismogênica ativa com a presença de terremotos que atingem a crosta acreana, intensificando-se nos últimos anos.



Palavras-Chaves: Geomorfologia Estrutural. Neotectônica. Atividade Sismogênica. Acre.

ABSTRACT

The state of Acre presents the occurrence of earthquakes due to its peripheral location to the Andes and is directly influenced by the meeting of the Nazca and South American Plate, reflecting in the formation of the Acrean basin and the dynamics of the relief forms. Based on data from the US Geological Survey (USGS), earthquakes were detected in Acre, however, they were not specifically treated or their consequences on the surface. The objective of this research was to catalog and characterize spatially and temporally the earthquakes that occurred in Acre, from the 1950s. Initially, there was a broad literature review on the topics addressed and the cataloging of events from the database. USGS. Seismic events were spatialized through mapping with the use of software. It was concluded that Acre is an active seismogenic zone with the presence of earthquakes that reach the Acrean crust, intensifying in recent years.

Keywords: Structural Geomorphology. Neotectonic. Seismogenic activity. Acre

RESUMEN

El estado de Acre presenta la ocurrencia de terremotos debido a su ubicación periférica a los Andes y está directamente influenciado por la reunión de la placa de Nazca y Sudamérica, lo que refleja la formación de la cuenca de Acrean y la dinámica de las formas de relieve. Según los datos del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), se detectaron terremotos en Acre, sin embargo, no fueron tratados específicamente ni sus consecuencias en la superficie. El objetivo de esta investigación fue catalogar y caracterizar espacial y temporalmente los terremotos que ocurrieron en Acre, desde la década de 1950. Inicialmente, hubo una amplia revisión de la literatura sobre el tema temático y la catalogación de eventos de la base de datos. USGS Los eventos sísmicos se espacializaron mediante mapeo con el uso de software. Se concluyó que Acre es una zona sismogénica activa con la presencia de terremotos que alcanzan la corteza de Acrean, intensificándose en los últimos años.

Palabras clave: Geomorfología estructural. Neotectónico Actividad sismógena. Acre.

1. INTRODUÇÃO

O estado do Acre não está inerte a ocorrência de sismos, principalmente devido a sua localização periférica aos Andes e sua proximidade com a Placa de Nazca e Sul-Americana, o que já reflete na dinâmica das formas de relevo Acreana, desde seu processo de formação. Prova disso, é o fato de todos os anos, com base nos dados do Serviço Geológico Norte-Americano (USGS) ser detectados terremotos no Acre, sem, no entanto, serem estudados ou identificados as suas consequências na superfície. Partindo desse princípio,



buscamos explicações para tais fenômenos, para entendermos melhor a dinâmica dos abalos sísmicos que a região vem apresentando continuamente, com uma intensificação nos últimos anos, assim como, identificar os locais de maiores ocorrências no Estado do Acre.

O objetivo deste artigo é apresentar resultados da pesquisa desenvolvida sobre a ocorrência de sismos (terremotos) no Acre, com a catalogação pioneira em escala espacial e temporal dos terremotos, a partir da década de 1950 aos dias atuais, caracterizando-os quanto à frequência, intensidade, profundidade e local de ocorrência (hipocentro), tempo de retorno, localidade espacial mais atingida (epicentro) e diagnóstico de alterações em superfície a partir de incursões em campo. Foi possível também buscar dados remotos de terremotos que ocorreram na Região Amazônica a partir do século XVII e a obtenção de mapas desse período.

O Estado do Acre tem sua estrutura de relevo representada pela Depressão Amazônica, pelo Planalto Rebaixado da Amazônia Ocidental e pela Planície Amazônica. Caracterizados, respectivamente, por uma extensa superfície rebaixada, baixos platôs e grandes áreas alagadiças e lagos. Esses tipos de unidades de relevo só serão encontrados com essas especificidades no Acre, o que influenciara no padrão de drenagem e vegetação serem diferentes de todas as outras unidades de relevo da Amazônia e conseqüentemente do Brasil. Além disso, o uso do solo no Acre, apesar de ainda ter muita floresta, o desmatamento já atinge grande parte do estado, sendo que alguns sismos foram detectados em áreas de uso do solo com a presença de pastagem, fato que deve ser considerado, pois o relevo está intrinsecamente ligado ao uso da terra, o que influencia, principalmente, no processo de erosão e escoamento, podendo a longo prazo gerar processos de intensa transformação ambiental.

O estudo dessa temática tem sua importância por ser pioneiro no estado, como observou-se os últimos anos, foi de grande acentuação de movimentos tectônicos, o que implica uma maior atenção para futuras pesquisas que venham trazer dados de acompanhamento da intensificação ou regressão desses sismos no Acre, como forma de prevenir danos à população acreana.



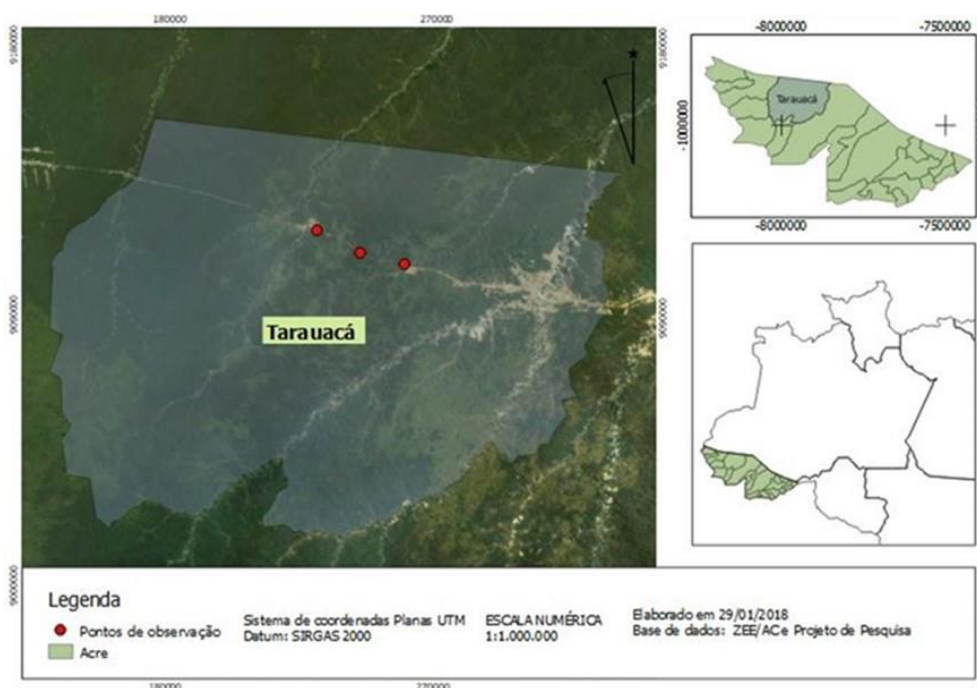
2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Localização e descrição da área de estudo

O município de Tarauacá/AC localiza-se na região noroeste do estado do Acre. Limita-se ao norte com o estado do Amazonas; ao sul, com o município de Jordão; a leste, com o município de Feijó; a oeste, com os municípios de Cruzeiro do Sul e Porto Walter e, a sudoeste, com o município de Marechal Thaumaturgo. Possui uma área de 16 120,5 km², equivalendo a 10,53% da área total do estado, possuindo, entre os demais municípios, a terceira maior área territorial (ACRE, 2010).

Os pontos de monitoramento, objeto da pesquisa, localizam-se no setor central do município, margeando a BR-364, sentido Tarauacá – Cruzeiro do Sul/AC (fig. 1).

Figura 1 – Localização da área de estudo e pontos de monitoramento



O município de Tarauacá encontra-se na Depressão do Juruá-laco, na parte oeste do estado, apresentando características de relevo nivelado por pediplanação pós-terciária, e provavelmente afetada por neotectônica tardia. Apresenta ainda características de aplainamento e de modelados convexos, ocasionados por conta da dissecação.



A sua constituição sedimentológica é dominada por silte, argila e areia, fazendo parte da Formação Solimões, nessa região, de forma predominante, encontra-se os Cambissolos, Neossolos e Luvisolos, apresentando assim, uma atividade de argila alta, e de direta relação com a variação de umidade. Por conta da constituição dos solos da região, a trafegabilidade é prejudicada em ocasiões chuvosas, já que a alta presença de material argiloso faz com que a capacidade de drenagem seja ineficiente.

O clima é do tipo equatorial, com pequenas e não significativas épocas secas durante o ano, e com um valor consideravelmente alto de pluviosidade, chegando em média a 2208mm anual. A principal bacia hidrográfica da região é a do Rio Tarauacá, sendo afluente da margem direita do Rio Juruá (ACRE, 2000).

2.2 Procedimentos Metodológicos

A pesquisa envolveu o Estado do Acre e foi dividida em etapas, conforme descritas a seguir.

ETAPA 1: Realizou-se uma ampla revisão da literatura sobre as temáticas abordadas, para isso utilizamos vários autores referencias nessa temática (CHRISTOFOLLETI, 1981; BERROCAL *et al*, 1984; SCHROEDER, 2006; ALLEN, 2011; ASSUMPÇÃO, 2011).

ETAPA 2: Realizou-se a identificação e registros dos terremotos a partir do século XVII (BERROCAL *et al*, 1984). Após, coletou-se em modelo *Excell for Windows* na base de dados do USGS os sismos e terremotos ocorridos a partir de 1950 a 2016, abrangendo as proximidades do Peru e de todo Acre. Realizada a plotagem dos dados sobre o mapa do Acre, identificou-se o município de Tarauacá/AC como o mais atingido pelos tremores, passando a ser a localidade-chave de estudo e observação.

ETAPA 3: Elaborou-se a classificação dos sismos que abrangeram exclusivamente o Acre, separando os dados de acordo com as suas características principais, como frequência, intensidade, magnitude, profundidade e localidades atingidas. Após, foi realizada uma inferência estatística com testes de probabilidade na tentativa de identificar a frequência com que ocorrem os sismos, além dos testes de significância para comprovar,



ou não, possibilidades de alteração na superfície a partir da ocorrência do fenômeno, conforme a metodologia de Assumpção (2011).

ETAPA 4: Realizou-se pesquisa secundárias em jornais e revistas que noticiaram os sismos que atingiram o Acre, e a repercussão desses processos para a população.

ETAPA 5: Realizou-se o mapeamento, interpretação e espacialização dos dados com o uso do *software Qgis*, com a transformação das Coordenadas Planas para Geodésicas, utilizando-se a calculadora geográfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), disponível sítio eletrônico do Departamento de Geodésia do Instituto de Geociências (IGC, 2017).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Partindo do princípio que a terra está em constante modificação, buscando seu equilíbrio isostático, no Acre não é diferente, e os fatores endógenos e exógenos são atuantes no meio, transformando a crosta e as formas de relevo acreano. A execução da pesquisa foi extremamente fundamental, considerando-se o vazio existente de dados que possibilitassem, ao menos, visualizar o quantitativo de sismos registrados nesta parte da Amazônia. Assim, conforme demonstrado na tabela I, apresenta-se os registros de sismos ocorridos no Acre, desde o início do século XX (1916 a 1970), conforme Berrocal *et al* (1984).

Tabela 1 - Sismos no Acre anteriores a classificação da USGS

| Ano | Local | Classificação |
|------|-----------------------|---------------|
| 1916 | Cruzeiro do Sul Acre | C |
| 1922 | Xapuri Acre | E |
| 1954 | NW Acre | I |
| 1960 | W do Acre | I |
| 1960 | W do Acre | I |
| 1965 | NW do Acre | I |
| 1967 | Acre | I |
| 1968 | W do Acre | E |
| 1970 | Serra do divisor Acre | I |

Nota: C= Sismo com informações certas sobre sua ocorrência, algumas vezes permitindo avaliar intensidades observadas, porém não possibilitando determinar a área afetada nem o epicentro com precisão. E=Tremor sentido no Brasil como efeito do sismo distante, ocorrido na região andina. I =Dado Instrumental



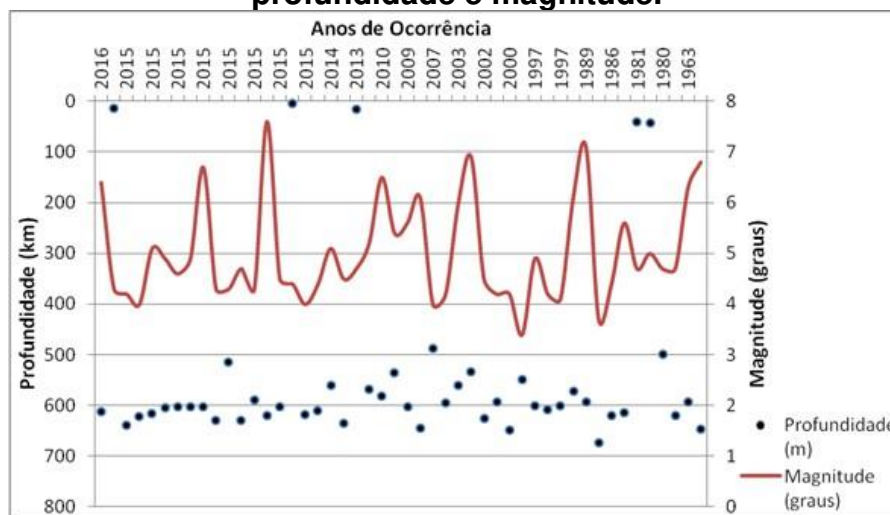
Fonte: Berrocal *et al* (1984). Adaptado pelo autor (2018).

Segundo Assumpção (2011), a localização e a proximidade com a cadeia andina favorecem uma série de fenômenos de movimentação da crosta, suficientes para deslocar a massa continental em forma de terremotos. Assim, os terremotos são advindos do movimento das placas tectônicas que estão nas proximidades do Acre (a placa de Nazca e Sulamericana). Esses fatores fazem do Acre um local propício para a ocorrência de eventos sísmicos.

Desta forma, Allen (2011), destaca que o estado do Acre está em uma localização estratégica, que lhe insere numa perspectiva de se estabelecer diversos abalos, em sua maioria imperceptível, mas que, dependendo da magnitude, trazem preocupação ao poder público e à sociedade.

Partindo dessa problemática, demonstra-se os dados de localização dos terremotos que atingiram o Acre, frequência, intensidade, magnitude, profundidade e o tempo de retorno, no período de 1950 a 2016, conforme figura 2.

Figura 2 - Dados dos terremotos que ocorreram no Acre dividido por ano, profundidade e magnitude.



Fonte: USGS (2016), adaptado pelo autor (2017).

Com base nos dados da figura 1, podemos inferir que a dinâmica dos terremotos no Acre, teve um processo de intensificação nos últimos anos, com 17 terremotos somente em 2015, ano de maior atividade tectônica no Estado. A ocorrência do abalo de maior intensidade em 2015, sentido em todo o estado do

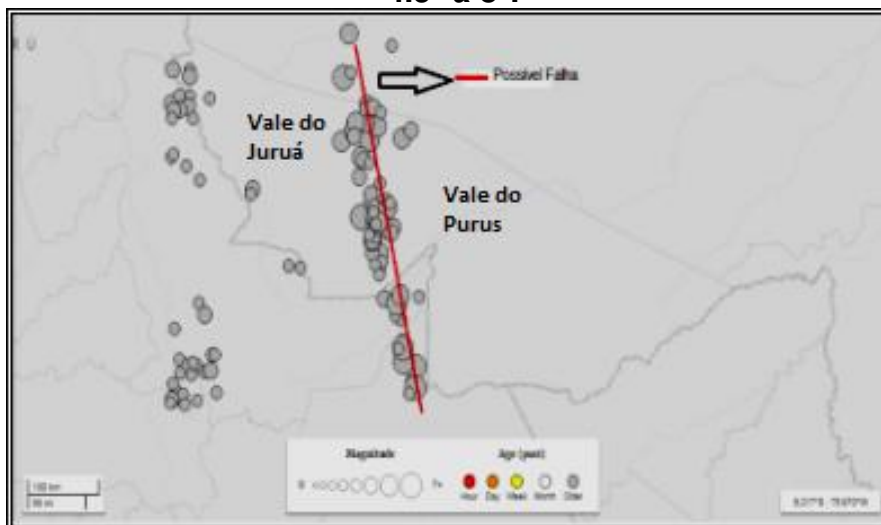


Acre, foi motivo de preocupação, uma vez que o Acre não tem nenhum mecanismo de preparo para amenizar possíveis danos que possam advir de tremores de maior magnitude, ou mesmo que ocorra em menor profundidade.

Um dos fatores que se desvela como fundamental para a não ocorrência de danos e prejuízos no estado do Acre é a profundidade com que a maioria dos sismos ocorrem, e os que acontecem próximo a crosta terrestre são de baixa intensidade como visto na figura 2.

Na figura 3, verifica-se a região com maior incidência de sismos no Estado do Acre, demonstrando-se uma sequência de eventos que, a julgar pelo comportamento, trata-se de uma área que possivelmente apresenta falhamentos na crosta e que delimita ao meio o vale do Tarauacá-Envira e divide geologicamente o vale do Juruá isolando-o do Vale do Purus.

Figura 3 - Dados dos sismos a partir de 1950 a 2017 com Magnitude de 4.5° a 8°.



Fonte: USGS (2016), adaptado pelo autor (2017).

Assim, a magnitude média que os dados demonstram chega a ser de 5° na escala Richter, com maior intensidade de 7.6° e, com menor intensidade, 3.4°. Sendo que, 37.5% desses terremotos apresentaram magnitude superior a 5° na escala Richter e 62.5% apresentaram sismos com magnitude inferior a 5°. Os sismos que ocorreram no Acre de maior intensidade advêm do Peru, com hipocentros ocorrendo, em média, a 600 quilômetros de profundidade o que tende a diminuir os efeitos das ondas sísmicas em superfície, mas amplia seu



alcance. Isso explicaria o fato de terremotos ocorrerem no Peru e serem sentidos no Acre, visto que quanto maior a profundidade que o sismo ocorre maior é sua capacidade de propagação da onda, o que explica o fato de acontecerem com maior intensidade no Peru e ter seu alcance chegando ao Acre, especificamente, aos municípios de Tarauacá/AC e Feijó/AC.

Logo, ocorreram períodos de maior magnitude no período de 2015, com um evento chegando à marca de 7.6° e outro de 6.7°. Já em 1950 e 1963 ocorreram sismos com magnitude superior a 6°, já em 1989 e 2002 registou-se 7.1° e 6.9°, respectivamente, verificando-se a ocorrência de picos de maior intensidade e magnitude. No entanto, há o predomínio de pequenos sismos (cerca de 62,5%) que, na maioria das vezes, são originados de sismos maiores em altas profundidades que tende a espalhar e atingir locais mais distantes com intensidade inferior.

A frequência dos terremotos a partir de 2010 tem se intensificado, o que mostra os dados da figura 2. Foram registrados, ao todo, 21 terremotos no período de 2013 a 2016, mostrando ser o período de maior atividade sísmica no Acre e o de menor intensidade no que corresponde as décadas de 1950 e 1960, que segundo a USGS, registrou apenas dois terremotos, com retorno somente na década de 1980, onde atingiu o número de 8 tremores no decorrer da referida década.

Na década de 1990 foram registrados 5 eventos sísmicos, tendo destaque o ano de 1997 com ocorrência de 3 eventos. Na década seguinte (2000-2010) foram registrados 12 sismos e, por último, no curto período de 2013 a 2016, registrou-se 21 tremores. Desta forma, é perceptível que a partir de 1980 esses processos têm se intensificado gradativamente, com alguns picos de maior intensidade sísmica. Como dito antes, 2015 foi o ano de maior ocorrência. Pelos dados da pesquisa, não há linearidade quanto ao tempo de retorno, porém, há um aspecto conclusivo da intensificação desses processos na crosta ao longo dos últimos anos.

Sobre os efeitos da perturbação nos pacotes sedimentares, no Acre é possível identificar os sismitos (GOMES, 2013) na coluna estratigráfica, com regolitos compostos essencialmente por material de origem sedimentar, facilmente alterável a partir de sismos superiores a 5°.



Grande parte dos cientistas que interpreta os SSD como sismitos, apesar de algumas opiniões contrárias, considera que só um sismo com magnitude igual ou superior a 4,5 na escala de Richter pode deixar registro de perturbação sedimentar. Se referirmos como exemplo as análises sísmicas efetuadas na região do vale de Cauca (formação de Zarzal na Colômbia), que indicam que os sismos que afetaram esta região terão atingido magnitudes compreendidas entre 5 e 7, verificamos que estão de acordo com as teorias de Scott e Price, que sugerem que uma magnitude sísmica inferior a 5 não é suficientemente forte para causar liquefação para além da distância de 4 km do epicentro (SCOTT e PRICE, 1989).

No entanto, estes autores também afirmam, que uma magnitude de 7 na escala de Richter não significa obrigatoriamente que os sedimentos situados a 20 km de distância da fonte sísmica venham a apresentar sinais de sismoturbação (NEUWERTH *et al.*, 2006; ARAÚJO-GOMES, 2013).

Como aporte final da pesquisa, catalogou-se um rico material que servirá de base para o planejamento ambiental regional, especificamente para os municípios mais atingidos pelos sismos. Não obstante, há necessidade de monitoramento contínuo das transformações da paisagem nessa região, como forma de, por um lado, propor melhor aproveitamento das terras ditas “altas” (relevo forte ondulado) pelos habitantes, e, de outro, amenizar possíveis danos ou prejuízos futuros advindos dos terremotos no Acre.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos dados levantados a partir da pesquisa, podemos inferir que o Acre faz parte de uma zona tectonicamente ativa, com intensificação dos tremores ao longo dos anos. Como foi visto, somente no ano de 2007 foram detectados mais de 40 terremotos. Em 2015, foram 17 ocorridos e sentidos principalmente na cidade de Tarauacá/AC, localizada à noroeste da capital do Estado do Acre (Rio Branco), com enfoque para o maior tremor já registrado na região, com magnitude de 7.6° na escala Richter, a 211 km do sul de Tarauacá/AC.

Esta característica confere ao município de Tarauacá/AC a localidade mais atingida por terremotos no Estado do Acre, possivelmente, causa e



consequência de falhamentos na crosta que facilitam a dispersão das ondas sísmicas naquela região. Essa condição geológica, confere àquela localidade ocorrências de neotectônica que interferem nas formas de relevo diferenciadas do restante do Estado. Neste estudo, definiu-se, criteriosamente, que o Estado do Acre é composto por duas placas tectônicas, denominando-as de **Placa do Juruá** e **Placa do Purus**, ambas com separação visível do território acreano, em duas partes praticamente iguais, cujo limite está no município de Tarauacá/AC, através de uma grande falha geológica disposta no sentido N-S, a qual denominamos de **Falha de Tarauacá**.

O resultado da pesquisa se apresenta como condição *sine qua non* para futuras investigações sobre os efeitos dos terremotos no estado do Acre, servindo de base para fomentar políticas públicas capazes de amenizar possíveis efeitos negativos à população residente nesta parte da Amazônia acreana.

5. AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Acre pelo apoio logístico possibilitando o levantamento de dados em campo. Ao Laboratório de Geomorfologia e Sedimentologia do Curso de Geografia da Universidade Federal do Acre pelo fornecimento da estrutura necessária para a pesquisa.

6. REFERÊNCIAS

ACRE, Secretaria de Estado de Meio Ambiente. **Recursos naturais: geologia, geomorfologia e solos do Acre**. ZEE/AC, fase II. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre. Rio Branco: SEMA Acre, 2010.

ALLEN, R. “Os Poucos Segundos que Precedem um Grande Terremoto”, *in*: **Scientific American Brasil**, 108, 2011, pp. 38-43.

ARAÚJO-GOMES, J. Deformações em sedimentos finos não Consolidados interpretadas como Sismitos. **Finisterra**, XLVIII, 95, 2013, pp. 125-138.

ASSUMPÇÃO, M. Terremotos e a convivência com as incertezas da natureza. **Revista da USP**, São Paulo, n.91, p. 76-89, setembro/novembro, 2011.

BERROCAL, J. et al, **Sismicidade do Brasil**, Instituto Astronômico e Geofísico Universidade de São Paulo, Ed, Esperança, São Paulo, 1984.



CHRISTOFOLLETI, A. **Geomorfologia**. 2ª ed. São Paulo: Edgar Blucher, 1981.

GOMES, João Araújo Deformações em Sedimentos Finos não Consolidados Interpretadas como Sismitos. **Finisterra**, **XLVIII**, 95, 2013.

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS – IGC. Departamento de Geodésia. Curso de Engenharia Cartográfica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Disponível em: http://www.ufrgs.br/engcart/Teste/transf_coord_4.php Acesso em 07 Jun./2017.

ISC. International Seismological Centre, EHB **Bulletin**, Internatl. Seis. Cent., Thatcham, United Kingdom, 2011.

NEUWERTH, R., SUTER F., GUZMAN, C.A., GORIN, G. E. Soft-sediment deformation in a tectonically active area: the Plio-Pleistocene Zarzal formation in the Cauca Valley (Western Colombia). **Sediment. Geol.**, 2006, 186: 67-88.

RHOADS, B.L.& THORN, C.E. (eds.). **The scientific nature of geomorphology**. New York: John Wiley & Sons Ltd, 1996.

SCOTT, B.; PRICE, S. **A revised lithostratigraphy and sedimentology of the Pliocene Burdur formation** SW Turkey. Bull. Tech. Univ. Istanbul. Volume 42, 1989, Pages 1-27.

TRZASKOS, B; VESELY, F.F.; ROSTIROLLA, S.P. Eventos Tectônicos Recorrentes Impressos no Arcabouço Estratigráfico do Grupo Itararé na Região de Vila Velha, Estado do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, n. 58, p. 89-104, 2006.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). Disponível em: <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map/> Acesso em 30 jul/2016.