

MODELO MATEMÁTICO DE TRIANGULAÇÃO GEOMÉTRICA NA LOCALIZAÇÃO E OCORRÊNCIA DE TERREMOTOS OU SISMOS

Jeferson Feitoza Vitorio¹

Matemática



ISSN IMPRESSO 1980-1777

ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

RESUMO

O presente artigo apresenta o conceito base do estudo da triangulação geométrica para o ponto do epicentro de uma região a qual foi acometida por terremoto. Com isso, é trazida uma conceituação de sismologia e de seus estudos, tendo em vista que os terremotos são eventos presentes ao longo dos séculos, é retratada uma curta menção de sismos que levaram os pesquisadores a se mobilizar para o estudo de sua aparição e estratégias de segurança. Além disso, o esclarecimento na funcionalidade do método da triangulação onde é mostrada de modo simples, compacta e resumida a técnica usada para achar o ponto de localização do local onde houve o terremoto a partir do sinal emitido por duas estações e a intersecção entre retas esboçadas por variáveis associadas. Também, o conceito de epicentro, ondas primárias e secundárias são abordados para que haja uma melhor compreensão no que tange ao campo de estudo trabalhado. Dessa forma, é expresso uma multidisciplinariedade de conteúdos que somam para o bom entendimento da pesquisa.

PALAVRA-CHAVE

Triangulação Geométrica. Sismologia. Terremoto. Ponto. Geociências.

ABSTRACT

This article presents the basic concept of the study of geometric triangulation for the epicenter point of a region which was affected by an earthquake. With this, a conceptualization of seismology and its studies is brought, considering that earthquakes are events present over the centuries, a short mention of earthquakes is portrayed that led researchers to mobilize to study their appearance and strategies. of security. In addition, the clarification on the functionality of the triangulation method, where the technique used to find the location point of the place where the earthquake occurred from the signal emitted by two stations and the intersection between sketched lines is shown in a simple, compact and summarized way. by associated variables. Also, the concept of epicenter, primary and secondary waves are addressed so that there is a better understanding regarding the field of study worked. In this way, a multidisciplinary of contents is expressed that add up to a good understanding of the research.

KEYWORDS

Geometric Triangulation. Seismology. Earthquake. Point. Geosciences.

1 INTRODUÇÃO

O tema em questão contribui para o aprimoramento científico das geociências onde é abordado um amplo e vasto leque de conteúdos multidisciplinares e de grande contribuição para o entendimento dos processos físicos de formação e comportamento da terra. Várias áreas do conhecimento devem ser utilizadas para que os trabalhos e pesquisas na geociência se desenvolvam com maior precisam e maior riqueza de informações. A matemática aplicada está diretamente ligada a varias pesquisas já realizada nesse campo de estudo científico. Tomando por partida os modelos matemáticos presentes na natureza é possível fazer uso e adaptações dos próprios para um bom estudo nas mais diversas áreas pesquisadas.

Neste trabalho abordaremos um modelo de matemática dissolvido nos processos de formação e localização de terremotos e sismos e intensidade de magnitudes. Sabendo que a triangulação geométrica na localização de pontos de sismos é um conteúdo denso e criterioso será feita uma abordagem simples e clara de como funciona esse processo. Destarte, o trabalho é conduzido de forma clara, objetiva e introdutória a um trabalho com maiores fronteiras científico.

A intersubjetividade é considerada um critério externo à ciência, pois a opinião é algo atribuído de fora, por mais que provenha de um cientista ou especialista na área. Devemos destacar, no entanto, que a intersubjetividade é tão importante

para a ciência como os critérios internos, ditos de qualidade formal. Desse critério decorrem outros, como a comunicação, a comparação crítica, o reconhecimento dos pares, o encadeamento de pesquisas em um mesmo tema etc., os quais possibilitam à ciência cumprir sua função de aperfeiçoamento, a partir do crescente acervo de conhecimentos da relação do homem com a natureza. (PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 20).

Esse tema é discutido por pesquisadores da área de Geociências Aplicadas, Geologia e Matemática a exemplo Souza (2017) e Pavão (2010). Souza (2017, p. 23) define o tema como “Os dados macrossísmicos referentes a um local são observações feitas pelo homem sobre as consequências causadas pela passagem das ondas sísmicas e correspondem a sensações nas pessoas, efeitos nas construções e na própria natureza”. Já Pavão (2010, p. 2) em seu texto intitulado *Estudo de descontinuidades crustais na província borborema usando a função do receptor* destaca que “Os estudos sísmológicos vêm contribuindo de forma sistemática para o entendimento do interior da terra por meio de técnicas como a dispersão de ondas de superfície, tomografia de onda de corpo e Função do Receptor”.

1.1 OBJETIVOS

O presente estudo traz como objeto de pesquisa o método geométrico da triangulação para localizar o ponto onde houve o terremoto, conceitos de geofísica, suas noções básicas e uma visão geral de como esse estudo vem a ser primordial no que tange ao entendimento e boa compreensão dos fenômenos físicos envolvidos na Terra. Também, trazendo a modelagem matemática como aliada desse estudo, pois, é a área do conhecimento que se é colocado como base a simulação de sistemas reais a fim de prever como eles se comportam quando submetidos a vários possíveis acontecimentos os que arremetem a ser direcionadas para diversas áreas de estudo. O trabalho tem um grande enfoque teórico para que haja uma boa compreensão dos conteúdos abordados, tratando-se também de posteriores trabalhos com maior profundidade de detalhamentos.

2 BREVE INTRODUÇÃO A GEOCIÊNCIAS

As geociências ou ciências da terra é uma área abrangente dos estudos que trazem como objeto de pesquisa o planeta Terra. A principal disciplina do conhecimento que se fazem presentes nesse processo de estudos é a física, geografia, matemática, química e biologia de modo a construir um saber quantitativo dos principais aspectos sistema da Terra.

2.1 PRINCIPAIS DISCIPLINAS DAS CIÊNCIAS DA TERRA

- Geologia - estuda a composição e a história do desenvolvimento das partes rochosas da crosta ou litosfera.
- Geofísica - processos que ocorrem no interior da Terra.
- Ciências do solo - debruçam-se sobre a camada mais exterior da crosta da Terra.
- Oceanografia - descreve os domínios da água salgada.
- Glaciologia - refere-se ao estudo das zonas da Terra cobertas por gelo (ou criosfera).
- Ciências da Atmosfera - estudam as zonas gasosas da Terra (atmosfera).
- Geografia relaciona as diversas esferas da Terra no intuito de compreender o espaço, que é seu objeto de estudo.

3 O QUE É SISMOLOGIA?

A palavra Sismologia vem do grego *seismos*, abalo + *logos*, tratado e é o estudo dos sismos ou terremotos, além disso, dos vários movimentos que ocorrem na superfície terrestre. Esta ciência tem como objeto de pesquisa conhecer e determinar as circunstâncias a qual ocorrem os sismos naturais, assim, como seus agentes causadores, com o intuito de prevê-los em tempo e espaço. Nela adicionamos o estudo dos sismos artificiais a qual denominamos de “sismologia experimental” com o intuito de estudar os aspectos estruturais da Terra ainda pouco conhecidos.

O significado do termo sismologia é, em termos gerais, conhecido por todos. Em um mundo onde a comunicação é cada vez mais rápida e eficiente, as notícias sobre terremotos e seus efeitos são frequentemente divulgadas nos meios de comunicação, e assuntos como escalas de intensidade e magnitude, mecanismo focal e tectônica de placas são cada vez mais discutidos pela imprensa. De forma não muito rigorosa, a sismologia pode ser definida como a ciência dos terremotos e dos fenômenos a eles associados. (MOLINA; RIBEIRO, p. 3).

4 ALGUNS EVENTOS INFLUENTES NA SISMOLOGIA

Atualmente onde os mecanismos de comunicação são cada vez mais rápidos, eficientes e acessíveis as notícias que se propagam sobre terremotos e seus danos são frequentemente expostos nos mais diversos veículos de comunicação social, e assuntos como escalas de magnitude, mecanismo focal e tectônica de placas são cada vez mais discutidos pela imprensa.

Os terremotos são fenômenos já descritos e registrados há muito tempo, seus efeitos sobre a paisagem local e sobre as construções das regiões submetidas a seus impactos, o aparecimento da sismologia como ciência é recente e paralelo ao desenvolvimento da geologia². O terremoto de Lisboa em novembro de 1755 foi um dos primeiros a serem analisados cientificamente. Esse terremoto foi seguido de um tsunami, praticamente destruiu a cidade de Lisboa. Logo após o terremoto a ciência europeia teve sua dispersão no que tange a esses fenômenos e começou a serem estudados e projetados edifícios que teriam finalidade de serem resistentes a esse tipo de ocorrência.

A primeira ocorrência que possui boa documentação de falhas geológicas ligadas a um sismo foi na região do Kush, na Índia, depois do terremoto de 16 de junho de 1819. O irlandês Robert Mallet após o sismo ocorrido em 16 de dezembro de 1857, próximo à cidade de Nápoles, no sul da Itália tentou aplicar origens e princípios físicos para esclarecer os danos causados por este evento. Em 1880 foram desenvolvidos os primeiros sismógrafos e em 1889, na cidade de Potsdam, na Alemanha, pela primeira vez se associou, de forma segura, um sismograma a um terremoto distante, ocorrido no Japão em 18 de abril. No final de 1896 os britânicos criaram um comitê de estudo para pesquisas em sismologia a qual permitiu escalas sismográficas e escala global.

Em 18 de abril de 1906, na costa oeste dos Estados Unidos, um terremoto, seguido de 17 sismos secundários, ou réplicas como são denominadas, sacudiu a cidade de São Francisco em um intervalo de uma hora. Horace Lamb desenvolveu a teoria de propagação de ondas sísmicas em meios elásticos estratificados em 1904, essa teoria foi fundamental para decifrar a estrutura da Terra tendo como ponto de partida dados sísmicos. Fazendo uso de sismogramas do terremoto que ocorreu na Croácia em 8 de outubro de 1909, A. Mohorovicic identificou uma mudança na velocidade das ondas sísmicas na interface entre as camadas que são conhecidas como crosta e manto superior.

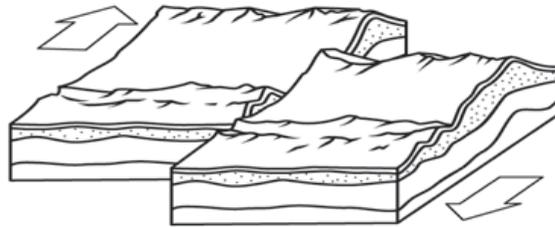
Inge Lehmann, sismologia dinamarquesa, publicou em 1936 suas conclusões sobre o comportamento anômalo de ondas primárias vindouras de um sismo na Nova Zelândia, sugerindo que estas tenham sido refletidas dentro do núcleo terrestre. A Teoria da Elasticidade prevê a existência das oscilações livres, mas só foi observada após o terremoto da península de Kamchatka em 4 de novembro de 1954.

² **Geologia** é a ciência que estuda a Terra. A palavra “geologia” deriva das palavras GEO (*Geo*, em latim, que significa Terra) + LOGIA (de *logos*, em latim, que significa estudo, ciência). Então, Geologia é a ciência que estuda a Terra, desde a sua origem, formação, evolução ao longo de milhares de anos, sua constituição, seu funcionamento, bem como as alterações endógenas (forças atuantes no interior da Terra) e exógenas (forças atuantes na superfície terrestre que influenciam na modelagem do relevo) que a modelam. Esse entendimento sobre a Terra possibilita a compreensão que nosso planeta funciona como um sistema todo conectado, o que favorece também, a conscientização e preservação dos diferentes habitats que sustentam a vida na Terra.

4.1 TERREMOTOS

De forma geral a liberação de energia instantânea que se propagam pela terra é denominada como terremoto ou abalo sísmico.

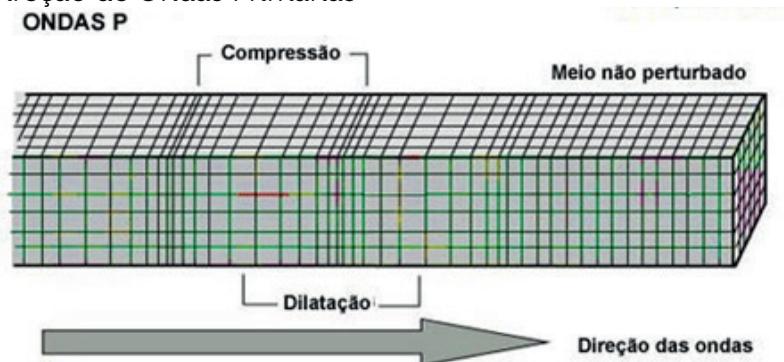
Figura 1 – Abalo sísmico



Fonte: <https://www.smartkids.com.br/colorir/desenho-terremoto-formacao-do-terremoto>

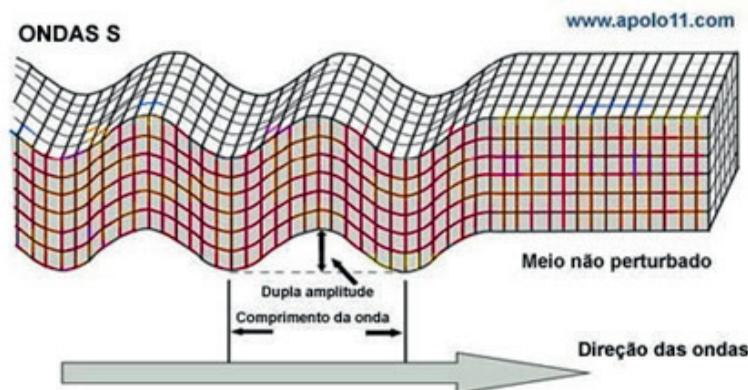
No entanto há vários tipos de ondas elásticas que são liberadas quando ocorre um terremoto, entre elas, as **Ondas P** (ou primárias) - movem as partículas presentes no solo comprimindo-as e dilatando-as. A orientação do movimento dessas partículas é paralela à direção de propagação da onda. A velocidade das ondas P varia com o meio, sendo considerados típicos os valores de 330 m/s no ar, 1450 m/s na água e 5000 m/s no granito. Como as rochas são mais duras à medida que a profundidade aumenta, quanto mais fundo mais rápidas será a velocidade de propagação³.

Figura 2 – Direção de Ondas Primárias



Fonte: https://www.apolo11.com/perguntas_e_respostas_sobre_terremotos.php?t=Conhecimento_entenda_como_as_ondas_sismicas_se_propagam&faq=12

As **Ondas S** (ou secundárias) - movimentam as partículas presentes no solo com orientação perpendicular à direção de propagação da onda. A propagação das ondas S se dá de forma mais lenta que as ondas P, tipicamente 60% mais devagar, mas a energia de seu movimento é superior, concluindo que as ondas S causam muito mais danos que as ondas P.

Figura 3 – Comportamento de Ondas Secundárias

Fonte: https://www.apolo11.com/perguntas_e_respostas_sobre_terremotos.php?t=Conhecimento_entenda_como_as_ondas_sismicas_se_propagam&faq=12

As ondas P e S, também, se propagam mais rapidamente conforme a profundidade aumenta, mas a relação de aumento ou diminuição da velocidade não é igual para os dois tipos de ondas.

4.2 TRIÂNGULAÇÃO GEOMÉTRICA NA SISMOLOGIA E EPICENTRO

Estudo de séries temporais é uma área da matemática usada na sismologia para a previsão de terremotos.

O terremoto é considerado um fenômeno com uma origem caótica. Trata-se de um fenômeno de alta complexidade que pode ser ligado a fatores estudados na Geociência. Como por exemplo: mecanismos presentes no interior da Terra, anomalias térmicas e efeitos gravitacionais da Lua e do Sol. Para pesquisadores a questão da previsão de terremotos ainda é um ponto em aberto nos estudos de geofísica, pois, a maioria dos estudiosos afirma não existir forma clara e concisa de prever com total certeza da ocorrência de terremotos.

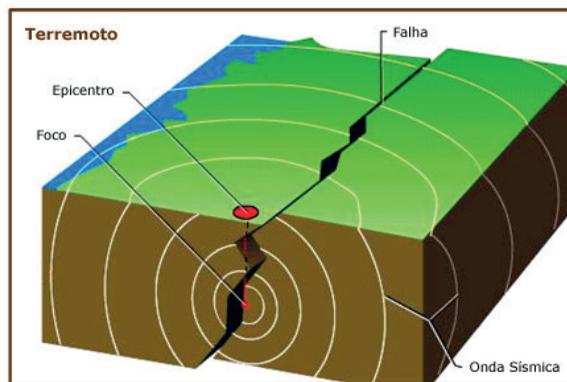
Para determinar o ponto onde ocorreu o terremoto quando estudamos sismologia é bastante utilizado o método da triangulação geométrica. Apesar de ter grande importância no estudo de localização de sismos o processo desse método é bastante simples e de fácil compreensão. Para o cálculo da triangulação é preciso que duas estações estejam instaladas em diferentes pontos de uma região a qual temos ocorrência de terremotos onde cada uma das estações irá determinar uma reta em função do abalo sísmico onde a medida que essas retas são traçadas teremos seu ponto de encontro ou intersecção a qual representa o local que ocorreu o terremoto.

Conseguimos determinar, partindo desse modelo geométrico o epicentro, ou seja, o ponto da superfície terrestre onde se registra a intensidade máxima de um movimento sísmico.

Terremotos produzem ondas que se propagam tanto pelo interior da Terra quanto pela sua superfície. Essas ondas podem percorrer grandes distâncias e chegam a atravessar o planeta. Estudando como as ondas geradas por terremotos (e outros fenômenos sísmicos como erupções vulcânicas) se propagam pela Terra, os cientistas descobriram que o interior do planeta é formado por diferentes camadas: a crosta, o manto e o núcleo. (SANTOS; AGUIAR, 2012, p. 1).

Temos como ferramenta de suporte para o cálculo do epicentro o método Boxer que calcula o epicentro independente da magnitude. Temos um algoritmo que supõe que o epicentro macro sísmico vem a ser o baricentro da região com maiores efeitos do terremoto. Epicentro é o ponto na superfície da Terra localizado acima da origem subterrânea de um terremoto. O impacto do terremoto é maior na região do seu epicentro.

Figura 4 – Comportamento de Sismo e Epicentro

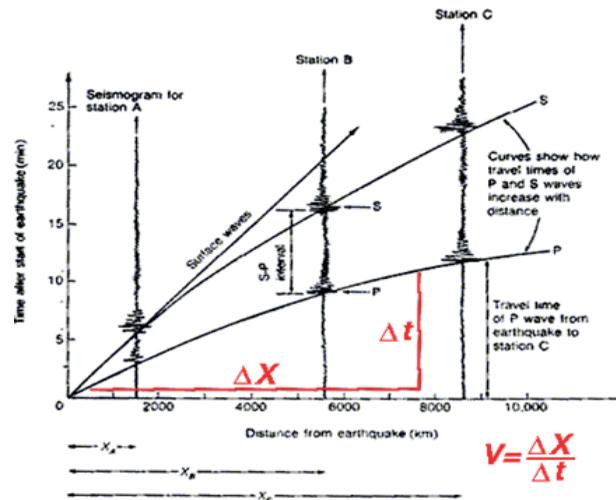


Fonte: http://www.apoioescolar24horas.com.br/salaaula/estudos/geografia/177_terremotos/pagina_meio.htm

A incerteza associada ao método não pode ser calculada nem a priori e nem a posteriori, mas apenas avaliada em termos de consistência do procedimento. Para isso, usa-se a média quadrática da diferença entre as coordenadas das localidades selecionadas e as coordenadas do epicentro inferido. Este parâmetro não pode ser usado diretamente como estimativa de incerteza, mas pode ser usado como um parâmetro que controla a contabilidade da estimativa. Por exemplo, um grande valor pode indicar implicitamente a existência de pontos de intensidades anômalas ou a incompletude da distribuição dos dados (quando o epicentro _e no mar ou numa _area pouco povoada) (GASPERINI *et al.*, 1999, p.).

Distância Epicentral é a distância entre o local do sismo e o ponto a qual denominamos como epicentro do sismo.

Figura 5 – Distância Epicentral



Fonte: <http://www.if.ufrgs.br/mpenf/mef004/20021/Marcelo/distanciaepicentral.html>

4.3 ALGORITMO PARA DETERMINAR A MAGNITUDE

Magnitude é uma medida quantitativa do tamanho do terremoto. Ela está relacionada com a energia sísmica liberada no foco e com a amplitude das ondas registradas pelos sismógrafos. Para cobrir todos os tamanhos de terremotos, desde os microterremores de magnitude negativas até os grandes terremotos com magnitudes superiores a 8,0, foi idealizada uma escala logarítmica, sem limites. No entanto, a própria natureza impõe um limite superior a esta escala já que ela está condicionada ao próprio limite de resistência das rochas da crosta terrestre. Magnitude e energia podem ser relacionadas pela fórmula descrita por Gutenberg e Richter em 1935:

Para realizar o cálculo da magnitude macrosísmica em função da área da isossista e intensidade epicentral, o programa utiliza uma equação do tipo:

Onde A_i é a área da isossista para a i -ésima classe de intensidade e é calculada como:

$$M_i = a + b \log^2(A_i) + cI_0^2$$

Onde R_i (em km) é a distância média epicentral de localidades pertencentes a i -ésima classe de intensidade.

$$A_i = \pi R_i^2$$

4.4 INTENSIDADE

A intensidade é uma medida sísmica qualitativa que descreve os retornos originados pelos terremotos na superfície terrestre. A classificação da intensidade sísmica

é feita a partir da observação *in loco* dos danos ocasionados nas construções, pessoas ou meio ambiente. Esses efeitos são chamados de macrosísmicos. Atualmente, há várias e diferentes escalas de intensidade. A mais utilizada, no ocidente, foi proposta por G. Mercalli em 1902, posteriormente alterada em 1931 (Mercalli Modificada, 1931). Ela possui 12 graus indicados por algarismos romanos de I até XII:

- I. Não sentido;
- II. Sentido por pessoas em repouso ou em andares superiores;
- III. Objetos pendurados são balançados um pouco. Vibração leve;
- IV. Vibração como a causada pela passagem de caminhões pesados. Chacoalhar de janelas e louças. Carros parados são balançados;
- V. Sentido fora de casa. Acorda gente. Objetos pequenos tombados. Quadros são movidos;
- VI. Sentido por todos. Deslocamento de mobília. Danos: louça e vidraria quebradas, queda de mercadorias. Rachadura no reboco;
- VII. Percebido por motoristas dirigindo. Dificuldade em manter-se em pé. Sinos tocam (igrejas, capelas etc.). Danos: quebra de chaminés e ornamentos arquitetônicos, queda de reboco, quebra de mobília, rachaduras consideráveis em reboco e alvenaria, algumas casas de adobe tombadas/desabadas;
- VIII. Pessoas dirigindo automóveis são perturbadas. Galhos e troncos quebrados. Rachaduras em solo molhado. Destruição: torres d'água elevadas, monumentos, casas de adobes. Danos severos a moderados: estruturas de tijolo, casas de madeira (quando não estão firmes com fundação), obras de irrigação, diques;
- IX. Solo conspicuamente rachado ("crateras de areia"). Desabamentos. Destruição: alvenaria de tijolo não armado. Danos severos a moderados: estruturas inadequadas de concreto armado, tubulações subterrâneas. Desabamentos e solo rachado muito espalhados. Destruição: pontes, túneis, algumas estruturas de concreto armado. Danos severos a moderados: maioria das alvenarias, barragens, estradas de ferro XI. Distúrbios permanentes no solo;
- XII. Danos quase totais;

A escala supracitada recebe o nome de **Escala de intensidade mercalli modificada (abreviada)**.

Geralmente no epicentro do terremoto o grau de intensidade é mais forte e seus efeitos tendem enfraquecer conforme se afasta dessa região. Não existe correlação dependente entre a magnitude e a intensidade de um sismo vez que um terremoto forte pode possuir uma intensidade baixa ou vice-versa. Fatores como a profundidade do foco, distância epicentral, geologia da área afetada e qualidade das construções civis são parâmetros que acabam por determinar o grau de severidade do sismo, pois, locais bem-preparados tecnologicamente, ao que tange ao recebimento de terremotos e abalos, tendem a sofrer menos com seus impactos vez que toda a estrutura do local já estabelecida, visando uma certa estabilidade nesse sentido.

5 CONCLUSÃO

As Geociências área que abrange disciplinas científicas sobre o estudo da Terra, as GEOCIÊNCIAS analisam rochas, atmosferas, placas tectônicas, oceanos, entre outras composições do planeta. Por isso, profissionais do ramo têm conhecimentos de Geologia, Oceanografia, Topografia ou Mineralogia, de acordo com a especialização escolhida. No currículo, matemática, física, química e geografia se destacam no início do curso, que também pode ter disciplinas mais específicas como paleontologia (ciência que estuda os fósseis e o passado da vida na terra), petrologia (trata da origem e história das rochas), ou até mesmo hidrogeoquímica, o estudo das diferentes composições da água no ambiente⁴.

Torna-se evidente, portanto, que é de extrema importância o estudo do método da triangulação geométrica vez que atua em um campo de aplicações de suma importância na Geociência, Geofísica, Geologia e Matemática, pois, abre uma janela para um estudo de fácil compreensão na localidade de ocorrência de terremotos transcorrendo um conteúdo de alta importância para o estudo dos sismos. Já na sismologia esse método geométrico deixa suas contribuições para o desenvolver de novos estudos, aprimoramento de estudos já existentes e embasamento para novas técnicas que apareceram posteriormente voltadas ao estudo de terremotos, suas causas, pontos de localização entre outros.

Para o pesquisador ter um bom êxito em suas pesquisas é preciso que seus conhecimentos não sejam limitados a uma única área de pesquisa, mas busque diversos conhecimentos interdisciplinares vez que durante o estudo das geociências, em especial da sismologia, fará uso de conteúdos e conceitos de respectivas áreas do conhecimento como física, matemática, eletrônica e programação. Com essa multidisciplinariedade o pesquisador terá um maior leque na busca da compreensão e pesquisa desta rica e vasta área da sismologia.

REFERÊNCIA

FERNANDES, C. E. M. **Fundamentos de física para geociências**. Rio de Janeiro: Interciência: SBGf, 2007. 153 p.

GASPERINI, P.; BERNARDINI, F.; VALENSISE, G.; BOSCHI, E. Defining seismogenic sources from historical earthquake felt reports. **Bulletin of the Seismological Society of America**, v. 89, p. 94-110, 1999.

MELO A. L.; CHIBA B. F.; GOMES E. N. S.; SILVA C. B. Modelo físico para a determinação de epicentro: uma ferramenta para o ensino da Sismologia. **Terræ Didática**, v. 14, n. 2, p. 173-184, 2018.

⁴ Disponível em: <http://www.juventudect.fiocruz.br/geociencias>. Acesso em: 13 dez. 2019.

PAVÃO, C. G. **Avaliação de metodologias de interpolação espacial para dados geofísicos de espessura crustal do Brasil**. 2015. 129 f. Tese (Doutorado em Geofísica) – Laboratório Sismológico, Laboratório de Sencioramento Remoto e Análise Espacial, Universidade de Brasília, Brasília 2015.

PAVÃO, C. G. **Estudo de descontinuidades crustais na província de borborema usando a função do receptor**. 2010. 124 f. Dissertação (Mestrado em Geofísica) – Instituto de Geofísica, Universidade de Brasília, Brasília 2010.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RIBEIRO, Eder Cassola Molina Fernando Brenha. **Tópico sismologia 1: 1.1 Breve história da sismologia até 1960**.

SANTOS, Antonio Carlos F.; AGUIAR, Carlos Eduardo. **Ondas e terremotos**. Rio de Janeiro: Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012.

SOUZA, A. P. T. **Determinação de epicentros e magnitudes de sismos históricos no Brasil: testes com uma nova equação de atenuação de intensidades**. 2017. 133 f. Dissertação (Mestrado em Geofísica) – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas Departamento de Geofísica, Universidade de São Paulo, São Paulo 2017.

TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M.; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos; USP, 2004. 398 p.

Data do recebimento: 28 de Setembro de 2022

Data da avaliação: 5 de Outubro 2022

Data de aceite: 5 de Outubro de 2022

1 Acadêmico em Matemática – UNIT; Membro da Liga Acadêmica de Matemática Pura e Aplicada –LAMPA.
E-mail: jeferson.feitoza@souunit.com.br