

CONTEÚDO GEOCIENTÍFICO DA CRATERA DE VISTA ALEGRE - PR: PRÉ-IMPACTO E PÓS-IMPACTO

BRUNO LEONARDO NASCIMENTO-DIAS¹ & EVELYN CONCEIÇÃO BOTELHO²

1 Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ, Museu Nacional. Quinta da Boa Vista -São Cristóvão, Rio de Janeiro -RJ, 20940-040.
E-mail: bruno.astrobio@gmail.com

2 Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, Centro de Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro – CEDERJ, Praça Cristiano Ottoni, S/N – 6º andar, Centro, Rio de Janeiro – RJ, 20221-250. E-mail: evelyn.botelho@hotmail.com

Resumo - O Objetivo principal deste trabalho é apresentar as potencialidades do conteúdo geocientífico da cratera de impacto localizada no distrito de Vista Alegre, no município de Coronel Vivida, Paraná na região sul do Brasil. A metodologia para desenvolver a pesquisa se deu através de uma abordagem descritiva por meio de levantamento de referências bibliográficas. Como resultado foi possível coletar informações de contexto geológico pré impacto na Era Mesozóica tendo um destaque durante Neojurássico e Eocretáceo. Em contrapartida, pós impacto foram coletadas informações provenientes desde o término da Era Mesozóica, com o princípio da Era Cenozóica vinculados principalmente a época de deterioração da cratera no Período Cenozóico, mas também foram apresentadas informações sobre a última glaciação ocorrida no Holoceno. Ainda como parte da pesquisa foi realizada uma busca por ações antrópicas na região. Com base nos registros aéreos efetuados pelo Instituto de Terras Cartografia e Geociência (ITCG) em 1980, a partir de dados oriundos de artigos e dissertações, notou-se atividades antrópicas na região responsáveis por causar a poluição de rios e erosão da cratera. Assim, foi possível concluir a necessidade de se adotar metodologias que forneçam a proteção e conservação deste patrimônio geológico, pois ainda não são gerados recursos e a valorização devida para esta região.

Keywords: Cratera de impacto; Vista Alegre; Geociências

Abstract - The main objective of this paper is to present the potential of the geoscientific content (pre and post impact) of the impact crater located in the district of Vista Alegre, in the municipality of Coronel Vivida, Paraná. The methodology to develop the research was done through a descriptive approach by means of a survey of bibliographic references. As a result, it was possible to collect pre-impact geological context information from the Mesozoic Era, with a highlight during the late Jurassic period and the beginning of the Cretaceous. On the other hand, post-impact information was collected from the end of the Mesozoic Era, with the beginning of the Cenozoic Era mainly linked to the time of crater deterioration in the Cenozoic Period, but also information about the last glaciation that occurred in the Holocene. Also as part of the research, a search for anthropic actions in the region was carried out. Based on aerial records carried out by the Instituto de Terras Cartografia e Geociência (ITCG) in 1980, based on data from articles and dissertations, human activities were noted in the region responsible for causing river pollution and crater erosion. Thus, it was possible to conclude the need to adopt methodologies that provide the protection and conservation of this geological heritage, since resources and the due valorization for this region are not yet generated.

Keywords: Impact crater; Happy view; Geosciences

Citação: NASCIMENTO-DIAS, B.L., BOTELHO, E.C. Conteúdo geocientífico da cratera de Vista Alegre - PR: pré-impacto e pós-impacto. Boletim Paranaense de Geociências, v. 80, n.2, p. 188-193. 2022.

1. INTRODUÇÃO

As crateras de impacto são frequentes em todos os corpos sólidos do Sistema Solar, formadas a partir da colisão de um asteroide ou cometa com outro asteroide, lua ou planeta (Crósta, 1987). Ocorrem principalmente em regiões de corpos celestes, e dispõem, em sua grande maioria, de aspectos semicirculares. A criação de uma cratera se dá pela transferência da energia cinética e da massa do corpo, para a superfície do alvo, que quando efetivada, produz uma explosão equivalente a estas condições, em geral, estas crateras são bastante antigas (Mark, 1995).

No entanto, dificilmente é possível detectar as crateras de impacto que ocorreram na Terra, isto porque, o intemperismo físico e químico atua desgastando estas feições (Crósta et al., 2019). Atividades como a tectônica de placas, vulcanismo, orogenia, clima, água e as condições da vida na no planeta, colaboram ainda mais com o desgaste destas características, ocorrentes em outros corpos do Sistema Solar com crosta sólida (Klein; Dutrow, 2009).

Embora detritos de asteroides ou cometas atinjam a Terra constantemente, em todo o planeta Terra foram descobertas cerca de apenas duzentas crateras (Crosta et al., 2019; Schmieder; Kring, 2020). Outro ponto importante que precisa ser ressaltado é que o tema crateras de impacto ainda é um conteúdo científico pouco abordado no Brasil, tanto no desenvolvimento de pesquisa, quanto no âmbito educacional (Hundsorfer, 2017). Desta forma, a ideia principal deste trabalho é apresentar as potencialidades do conteúdo geocientífico da cratera de impacto localizada no distrito de Vista Alegre, no município de Coronel Vivida, Paraná.

Vale destacar que apesar da cratera de Vista Alegre-PR, conforme Hundsorfer (2017), ser uma das mais conhecidas no meio acadêmico, esta estrutura ainda permanece sendo pouco conhecida pela sociedade não especializada. Ainda segundo Hundsorfer (2017), esta feição geológico-geomorfológica foi identificada em 2004, conforme registro fotográfico realizado pelo geólogo Dr. Álvaro Crósta – do Instituto de Geociências da Universidade de Campinas (UNICAMP) – foi possível observar uma cratera de impacto no distrito de Vista Alegre.

Cabe salientar que esta percepção ocorreu após o engenheiro florestal Osmar Eugenio Kretschek assistir a uma entrevista de Crósta sobre crateras de impacto e se comunicar com o pesquisador, posteriormente, sobre a existência de uma estrutura com configuração circular em Coronel Vivida, no sudoeste do Paraná (Sugimoto, 2009). Com a possibilidade de uma cratera no sudoeste paranaense, Crósta e sua equipe se direcionaram até o local indicado. Dessa forma, através a análise de imagens aéreas e de estudos petrológicos e geoquímicos, foi possível comprovar que a estrutura se tratava, realmente, de uma cratera de impacto (Fig. 1), proveniente de um grande meteorito.

O Astroblema de Vista Alegre, no município de Coronel Vivida, no Paraná, corresponde a 9,5 quilômetros (Fig. 2) e possui uma depressão com configuração circular, em que é utilizada especialmente para o cultivo de grãos.

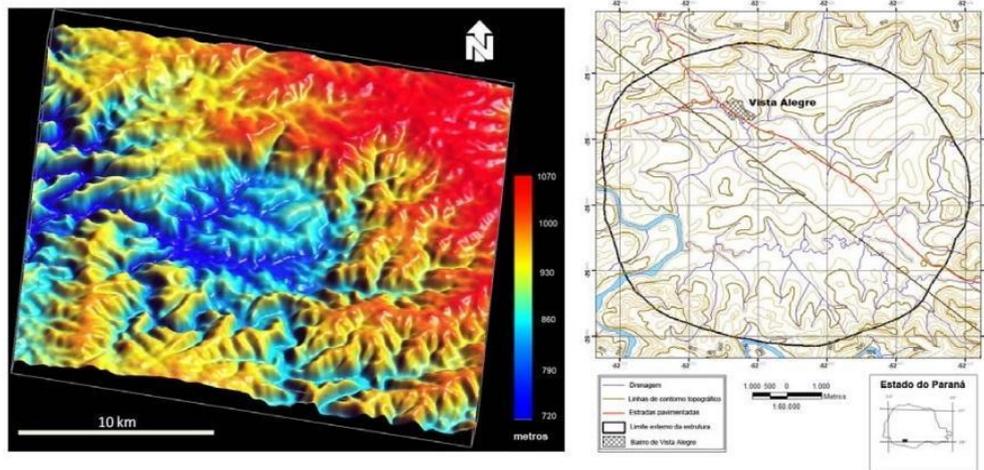


Figura 1. Morfologia do Astroblema de Vista Alegre. Legenda: Esquerda: Vista em perspectiva 3D do modelo digital de elevação SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) mostrando a depressão quase circular e as bordas íngremes. Direita: mapa com as curvas de nível do astroblema (espaçamento vertical de 10 m), em que se destaca a remoção das estruturas das bordas devido ao efeito de intemperismo causado pelo rio Chopim, Crósta et al. (2015).



Figura 2. Localização do Astroblema de Vista Alegre, no município de Coronel Vivida, no Paraná Crósta et al. (2015).

Outro ponto importante desta cratera de Vista Alegre é que está localizada em cima do derramamento de lava basáltica na região do Terceiro Planalto Paranaense (Fig. 3), evento ocorrido há cerca de 133 milhões de anos, no início do Período Cretáceo da Era Mesozóica (Ribas, 2010), tornando esta localidade abundante em solo avermelhado, levando em consideração, a decomposição do basalto. As rochas desta região foram fragmentadas após passarem por altas temperaturas e pressões, com isso transformaram-se em cones de estilhaçamento (Shatter cones), de

deformação e gostas de material vítreo (vidros de impactos ou tectitos), ambos constituintes de crateras de impacto (CROSTA et al., 2019, 2012).

2. METODOLOGIA

Esta é uma pesquisa que possui uma abordagem quali-descritiva (Souza, 2021; Allan, 2020; Aspers & Corte, 2019) e que foca na compreensão e na explicação descritiva da cratera de Vista Alegre no Paraná e sua relação social como patrimônio geológico. Com base nisso, é importante destacar que o

desenvolvimento metodológico seguirá de forma totalmente descritiva, buscando apresentar detalhamentos sobre os aspectos relacionados ao contexto geológico pré e pós impacto, além de relacionar o conteúdo geocientífico com a educação não formal.

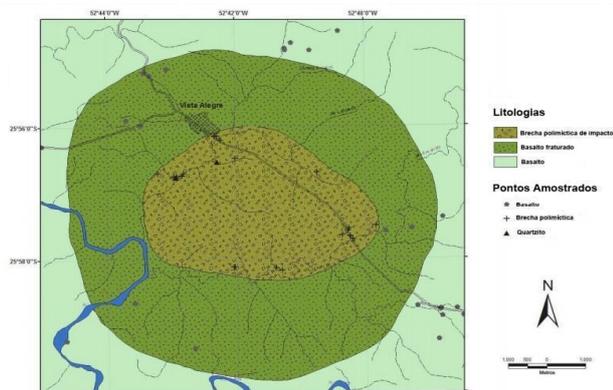


Figura 3. Representação do mapa geológico da cratera de Vista Alegre no Paraná segundo Crósta et al. (2015).

A descrição da pesquisa dar-se-á através do levantamento de referências bibliográficas teóricas que mostram como esses aspectos são abordados. Particularmente, este trabalho será fundamentado por aportes teóricos propostos principalmente por trabalhos de Crósta (2019) e Crosta et al. (2019), que serviram como componentes essenciais para entendimento de crateras de impacto e os aspectos gerais da estrutura em Vista Alegre.

Ainda, é importante ressaltar que outras referências são utilizadas ao longo do trabalho, porém estas que foram mencionadas são as referências que fundamentaram os principais conceitos desenvolvidos neste trabalho, não cabendo assim, citar todas as outras aqui nesta seção. O principal intuito com isto foi recolher informações ou conhecimentos prévios sobre o problema a respeito. Os dados obtidos que dão aprofundamento no assunto sobre a cratera de impacto e seus aspectos vinculados aos conteúdos geocientíficos de pré e pós impactos serão expostos nas suas respectivas seções.

3. CONTEXTO GEOLÓGICO

Na Era mesozóica, entre 252 a 66 milhões de anos atrás, o clima desértico era preponderante no sul e sudeste da Placa Sul-Americana, como resultado deste paleoclima, no estágios finais da Bacia da Paraná, ocorre a Formação Botucatu (jurocretácica) sendo predominantemente formada por arenitos com grandes estratificações cruzadas segundo Assine et al. (2005). O mesmo autor e depois em Machado et al. (2015) chamaram a mesma unidade de Paleodeserto Botucatu como uma referência clara a ação climática com oscilações nas zonas limítrofes.

Sotoposto aos arenitos da Formação Botucatu e em parte concordante ocorrem as lavas da Formação Serra Geral (cretácicas). Segundo Marques et al. (2005) e Machado et al. (2015) trata-se do último estágio da Bacia do Paraná até então ativa. São formadas em 97% de rochas com afinidade basáltica (basalto e andesi-basalto sendo essas as exclusivas ocorrências na região em estudo segundo Nardy et al. 2002).

Depósitos de origem cenozoica, não vinculadas com a Bacia do Paraná, de origem fluvial, trabalhados e retrabalhados, são facilmente localizados.

Após o Cretáceo tem-se o início da Superfície de Aplainamento Sul-Americana, um época de quietude tectônica segundo Hasui & Almeida (1970), o que deve ter facilitado o o aparecimento de espécies da fauna e flora tornando-se trajeto de migração dos dinossauros saurópodes e da Superfamília Titanosauridae, sendo estes, frequentes no Cretáceo na América do Sul Novas (Hundsorfer, 2017).

De fato, fosseis do Eoceno dão facilmente observadas na Bacia Bauru (Fernandes & Coimbra 1996) no norte do estado, embora não esteja presentes na área em questão possivelmente em função de processo erosivos (Quintas & Zalan, 1997).

Logo, foi nesse cenário que, em torno de 115 milhões de anos, houve o impacto do meteorito que deu origem à atual estrutura da cratera de Vista Alegre em Coronel Vivida (Hundsorfer, 2017).

A Cratera de Vista Alegre teve sua datação realizada a partir de uma fração, que foi esmagada e irradiada com nêutrons para produzir argônio 39 a partir do argônio 40, este método é denominado como geocronológico, o qual é responsável por datar meteoritos e rochas magmáticas vulcânicas geradas com temperatura superior a 500 graus Celsius, após este procedimento, o espectrômetro de massa é encarregado de vaporizar o fragmento por laser no vácuo, que, após ser aquecido, degrada a estrutura cristalina do mineral que derrete e liberta os gases aprisionados (Crósta et al., 2012).

Estes gases abrangem gases atmosféricos (dióxido de carbono, água e argônio natural) e gases radiogênicos (argônio 39 e hélio). A partir da concentração de argônio 40 na amostra, é possível datar a idade da mesma, considerando, que, este se eleva de acordo com a idade da amostra. Hundsdorfer (2017) determinou que a cratera de Coronel Vivida possui aproximadamente 115 milhões de anos, embora Crosta et al. (2012) apontem certa imprecisão à datação.

4. EVOLUÇÃO GEOLÓGICA PÓS-IMPACTO

Até o término da Era Mesozóica, a cratera manteve-se em sua maior parte íntegra, considerando o clima desértico e/ou semiárido predominante, e com isso a redução de intemperismo químico e biológico, com o princípio da Era Cenozóica, ocorreram alterações climáticas, sendo o semiárido e chuvoso, característicos nesta região (Fernandes, L. A., & Coimbra, A. M. (1996). A Bacia Bauru (Cretáceo Superior, Brasil). *Geociências*, 93, 4524-9.).

Cabe ressaltar que apenas três outras crateras no mundo, formadas sobre derrames de lava basáltica possuem idade aproximada a de Coronel Vivida (Crósta, 2010).

O clima no sul do Brasil alterou-se mais uma vez há 12 mil anos, na última glaciação ocorrida no Holoceno, com isso, o clima quente e úmido tornou-se preponderante, possibilitando a formação de rios, que conseqüentemente contribuíram com a corrosão da cratera (Coltrinari, 1993).

A cratera possui em seu interior propriedades de relevo, geologia, erosão e bacias hidrográficas, (córregos Quieto e Lambedor) específicas e influentes durante seu processo de evolução (Hundsdorfer, 2017).

Esta configuração tornou-se perceptível após estudos e análises do relevo desta localidade, constatando a ação do rio Chopim na modificação desta estrutura, verificando que, este encontra-se a oeste e sudoeste, enquanto a área sul encontra-se dissecada. Com isso, a área sul relaciona-se à erosão causada pelo rio Chopim (Crósta et al., 2011). A partir desse panorama, compreende-se que a cratera está geologicamente deteriorada e em constante evolução, desse modo, torna-se inviável afirmar que esta cratera se formou através de um impacto meteorítico, utilizando-se apenas de imagens aéreas e de satélite (Hundsdorfer, 2017).

Na década de 1950, a ocupação da área da cratera foi responsável por retirar parte da vegetação nativa, sendo assim, ocupada por plantações de trigo, soja e milho, atualmente, este espaço localiza-se na região fitogeográfica de floresta ombrófila mista (Fernandez et al., 2013). O clima temperado é predominante na área da cratera de impacto, onde o inverno possui temperatura média abaixo de 18°C, e o verão com temperatura média abaixo de 22°C.

Ainda é possível observar a presença de rochas e solos provindos do impacto, caracterizando assim, a evidência deste (Hundsdorfer, 2017).

5. AÇÕES ANTRÓPICAS SOBRE A CRATERA

De acordo com Crósta et al. (2015) e Hundsdorfer (2017), a análise da utilização do solo da Cratera foi realizada a partir de registros aéreos efetuados pelo Instituto de Terras Cartografia e Geociência (ITCG) em 1980, comparado a imagens de satélite recentes, disponibilizadas pelo GoogleEarthPro. Estes registros envolvem apenas a área central da cratera, onde ocorrem as brechas e arenitos.

Depois da realização desta observação, tornou-se perceptível algumas ações de

recuperação da mata ciliar do córrego Quietto, e de reflorestamento em alguns afluentes do córrego Lambedor, entretanto, uma área de desmatamento adjacente ao córrego Quietto foi identificada, sendo esta, utilizada principalmente para a agricultura (Crósta et al., 2019; Hundsdorfer, 2017).

A disponibilização de registros entre os anos de 1954 e 1980 são escassos, contudo, ainda é possível reconhecer o impacto significativo que a ação antrópica teve sobre a floresta ombrófila mista, sendo esta, parcialmente desmatada e substituída pela agricultura e pela construção do distrito de Vista Alegre (Hundsdorfer, 2017; Crósta et al., 2015).

A cratera é uma região onde ocorrem algumas atividades antrópicas, sendo a agricultura, a principal destas, causando assim, potenciais impactos como a poluição de rios, ocorrência de erosão entre outros (Crosta et al., 2015). Com isso, depois de reconhecer os efeitos negativos da ação humana, percebe-se a relevância de se adotar metodologias que forneçam a proteção e conservação deste patrimônio geológico.

6. REFERÊNCIAS

- ALLAN, G. Qualitative research. In: ALLAN, G.; SKINNER, C. (Org.). *Handbook for Research Students in the Social Sciences*. Londres: Sage Publications, 2020, p. 177-189.
- ALMEIDA F. F. M. 1967. Origem e evolução da Plataforma Brasileira. Rio de Janeiro, DNPM-DGM. 36p. (Boletim 241).
- ASPERS, P. E.; CORTE, U. What is qualitative in qualitative research. *Qualitative Sociology*, v. 42, n. 2, p. 139-160, jun. 2019.
- COLTRINARI, L. *Global Quaternary Changes in South America*. Amsterdam: Elsevier, 1993.
- CRÓSTA, A. P.; REIMOLD, W. U. VASCONCELOS, M. A. R.; HAUSER, N.; OLIVEIRA, G. J. G.; MAZIVIERO, M. V.; GÓES, A. M. Impact cratering: The South American record - Part 1. *Geochemistry*, v. 79, p. 1-61, 2019.
- CRÓSTA, A. P.; FURUIE, R. A.; SCHRANK, A. VIEIRA, C. K. Astroblema de Vista Alegre, PR - Impacto meteorítico em derrames vulcânicos da Formação Serra Geral, Bacia do Paraná. In: WINGE, M.; SCHOBENHAUS, C.; SOUZA, C. R. G.; FERNANDES, A. C. S.; BERBERT-BORN, M.; SALLUN, W.; QUEIROZ, E. T. (Ed.). *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. 2011. Disponível em: <http://sigep.cprm.gov.br/sitio044/sitio044.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2015.
- CRÓSTA, A. P.; VASCONCELOS, M. A. R. Update on the current knowledge of the Brazilian impact craters. In: CD-ROM 44th Lunar and Planetary Science Conference. The Woodlands: 2013.
- CRÓSTA, A. P. Crateras de impacto meteorítico no Brasil. In: MATSUURA, O. T. (Org.). *História da Astronomia no Brasil*. v. 1. Recife: Cepe, 2014, p. 419-442.
- CRÓSTA, A. P.; JOURDAN, F.; KOEBER, C. CRÓSTA, Alvaro Penteado; JOURDAN, Fred; KOEBER, Christian. Ar40/Ar39 Dating of the Vista Alegre Crater, Brazil. In: 34th International Geological Congress. Brisbane: 2012.
- CRÓSTA, A. P. Estruturas de impacto e astroblemas brasileiros. In: HASUI, Y.; CARNEIRO, C. D. R.; ALMEIDA, F. F. M.; BARTORELLI, A. (Org.). *Geologia do Brasil*. São Paulo: Beca, 2012, p. 673-708.
- CRÓSTA, A. P. Impact Structures in Brasil. In: POHL, J. (Ed.). *Research in Terrestrial Impact Structures*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag, 1987, p. 30-38.
- FERNANDES, Luiz Alberto e COIMBRA, Armando Márcio. A Bacia Bauru (Cretáceo superior, Brasil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 68, n. 2, p. 195-205, 1996.
- FONSECA, J. J. S. *Metodologia da Pesquisa Científica*. 2002.
- GLEISER, M. O fim da Terra e do céu: o Apocalipse na ciência e na religião. São Paulo: Companhia das Letras, 2001.
- HUNSDORFER, M. A. R. Cratera de impacto de Vista Alegre (Coronel Vivida, PR) e seu conteúdo geocientífico como educação não formal. 102f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2017.
- KLEIN, C.; DUTROW, B. *Manual de ciência dos minerais*. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- MACHADO, F.; REIS VIANA ROCHA-JÚNIOR, E. ; SOARES MARQUES, L. ; RANALLI NARDY, A. J. . Volcanological aspects of the northwest region of Paraná continental flood basalts (Brazil). *Solid Earth* , v. 6, p. 227-241, 2015.
- MARK, K. *Meteorite craters*. Tucson: The University of Arizona Press, 1995.
- MARQUES, L. S.; ERNESTO, M. Magmatismo toleítico da Bacia do Paraná. In: MANTESSO Neto, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; NEVES, B. B. B. (Ed.). *Geologia do continente sul-americano*. São Paulo: Beca, 2005, p. 245-263.
- NARDY, A. J. R. ; OLIVEIRA, M. A. F. ; MACHADO, Fábio Braz . GEOLOGIA E ESTRATIGRAFIA DA FORMAÇÃO SERRA GERAL. *Geociências (São Paulo. Impresso)*, São Paulo-SP, v. 21, n.1, p. 13-30, 2002
- RENNE, P. R.; ERNESTO, M.; PACCA, I. G.; COE, R. S.; GLEN, J. M.; PRÉVOT, M.; PERRIN, M. The age of Paraná flood volcanism, rifting of Gondwanaland and Jurassic-Cretaceous boundary. *Science*, n. 258, p. 975-979, 1992.
- RIBAS, C. Caracterização da fertilidade atual dos solos da região de Guarapuava-PR. 66p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2010.
- SCHMIEDER, M.; KRING, D. A. Earth's Impact Events Through Geologic Time: A List of Recommended Ages for Terrestrial Impact Structures and Deposits. *Astrobiology*, v. 20, n. 1, p. 91-141, 2020.
- SOUZA, M. L. Os Conceitos Fundamentais da Pesquisa Socioespacial. 6ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2021.
- SUGIMOTO, Luiz. Cratera descoberta por docente do IG é tombada pelo patrimônio histórico. *Jornal da Unicamp*, 2009. Disponível em: http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/abril2009/ju426_pag05.php. Acesso em: 10 set. 2014.

Submetido em 13/01/2022

Aceito em 26/10/2022