

ESTUDO DE CAVERNAS EM ROCHAS NÃO CARBONÁTICAS DA AMAZÔNIA:  
CONTRIBUIÇÃO DA ANÁLISE GEOECOLÓGICA SOBRE A GEOMORFOLOGIA  
CÁRSTICA DA PROVÍNCIA ESPELEOLÓGICA ALTAMIRA – ITAITUBA  
(PARÁ).

**ESTUDO DE CAVERNAS EM ROCHAS NÃO CARBONÁTICAS DA  
AMAZÔNIA: CONTRIBUIÇÃO DA ANÁLISE GEOECOLÓGICA SOBRE A  
GEOMORFOLOGIA CÁRSTICA DA PROVÍNCIA ESPELEOLÓGICA  
ALTAMIRA – ITAITUBA (PARÁ)**

Freire, L.M.<sup>1</sup>; Veríssimo, C.U.V.<sup>2</sup>; Silva, E.V.<sup>3</sup>;

<sup>1</sup>UFPA *Email: lucianamf@ufpa.br*; <sup>2</sup>UFC *Email: verissimo@ufc.br*; <sup>3</sup>UFC  
*Email: cacau@ufc.br*;

**RESUMO:**

A região Amazônica é rica em feições geomorfológicas resultantes da interação sistêmica de elementos da natureza entre os quais se destaca o patrimônio espeleológico. A pesquisa apresenta um estudo aprofundado sobre carste em rochas não carbonáticas da Província Espeleológica Altamira-Itaituba (Estado do Pará). Foi realizada uma análise geocológica da paisagem da Província, por meio da utilização do enfoque sistêmico, com foco no estudo sobre carste em rochas não carbonáticas.

**PALAVRAS**

*Espeleologia; Análise Geocológica; Carste Não Carbonático*

**CHAVES:**

**ABSTRACT:**

The Amazon region is rich in geomorphological features resulting from the systemic interaction of elements of nature among which stands out the speleological patrimony. The research presents a detailed study of karst in non-carbonate rocks of the Province Speleological-Itaituba Altamira (Pará). One geocological landscape analysis through the use of the systemic approach, focusing on the study of karst in non-carbonate rocks was performed.

**KEYWORDS:**

*Speleology; Geoecological Analysis; Karst in non-carbonate rocks*

**INTRODUÇÃO:**

Poucos lugares restam a ser explorados na paisagem natural da superfície terrestre, dentre os quais as cavernas são ainda consideradas ambientes desconhecidos. Muitas delas mostram-se sem qualquer contato por parte do ser humano, apresentando um ambiente que tem muito a oferecer na investigação científica sobre o passado geológico da Terra e da vida. Sabe-se que ali não se encontram apenas paredes moldadas pela ação dinâmica da água nas estruturas sedimentares, mas também são reconhecidas formas de vida únicas e ainda registros do passado do próprio homem. Quem nunca ouviu a expressão ‘homem das cavernas’? A Espeleologia é a ciência que estuda essas cavidades naturais subterrâneas, desenvolvidas por meio de fenômenos cársticos, as quais envolvem conhecimentos sobre sua formação, suas características geológicas e

ESTUDO DE CAVERNAS EM ROCHAS NÃO CARBONÁTICAS DA AMAZÔNIA:  
CONTRIBUIÇÃO DA ANÁLISE GEOECOLÓGICA SOBRE A GEOMORFOLOGIA  
CÁRSTICA DA PROVÍNCIA ESPELEOLÓGICA ALTAMIRA – ITAITUBA  
(PARÁ).

geomorfológicas, sua biodiversidade, além de também auxiliar na elaboração de planos de preservação e conservação. Na Região Amazônica são identificadas algumas dessas paisagens cársticas inseridas no contexto geológico da bacia sedimentar amazônica, dentre as quais é objeto de estudo dessa pesquisa a Província Espeleológica Altamira-Itaituba (localizada no Estado do Pará). A Província está posicionada na borda sul da bacia sedimentar, definindo-se pelo conjunto de cavernas com diferentes feições endogenéticas, desenvolvidas em rochas não carbonáticas. Diante do exposto, a proposta principal da pesquisa trata de oferecer um breve estudo sobre geomorfologia cárstica em rochas não carbonáticas, contribuindo para os estudos espeleológicos no Brasil. A metodologia baseia-se na análise geocológica da paisagem da Província, por meio da utilização da teoria geossistêmica. Dentre os resultados do artigo, são identificadas algumas cavernas, correlacionando-as com a estrutura da paisagem da Província Espeleológica e apresentada uma análise da dinâmica evolutiva do carste não carbonático, bem como as condições geoambientais da área de influência.

**MATERIAL**

**E**

**MÉTODOS:**

O referencial teórico científico da pesquisa destaca um estudo sobre Espeleologia e Geomorfologia Cárstica. Assim, o levantamento bibliográfico tratou de dialogar sobre a investigação da dinâmica de estruturação das unidades de paisagem espeleológica e a concepção de Geocologia das Paisagens (RODRIGUEZ e SILVA, 2013; RODRIGUEZ et AL, 2004), que por sua vez requer a análise e a interpretação por meio da abordagem sistêmica (BERTRAND, 1972; SOTCHAVA, 1977, 1978; CHRISTOFOLETTI, 1999, 1979; MONTEIRO, 2000; ROSS, 2006, 1997). As informações referentes à Província Espeleológica Altamira-Itaituba são adquiridas: no Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas / Instituto Chico Mendes (CECAV/ICMBio); na Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE); na Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM); no Projeto RADAM Brasil – Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM); no arquivo técnico- científico do Grupo Espeleológico Paraense – GEP; em artigos científicos (PINHEIRO, MOREIRA e MAURITY, 2001); e no Estudo de Impacto Ambiental do Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) de Belo Monte (ELETRONORTE, 2009). Em campo, o ambiente foi analisado com auxílio de cartas e mapas já produzidos sobre a região (CECAV/ICMBio; SBE; CPRM; IBGE; ELETRONORTE, Ministério de Minas e Energia), documentação fotográfica e georreferenciado por GPS (*Global Positioning System*). O procedimento cartográfico, com uso do *software* livre QGIS 2.4.0, constitui-se da elaboração de mapeamento básico e temático, em escala 1:100.000. Destaca-se *shapes files* adquiridos gratuitamente na internet (CECAV/ICMBio, IBGE, CPRM). Foi realizada uma interpretação de imagem de sensoriamento remoto, adquirida no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE): satélite *Resourcesat-1* (IRS-P6), de 13 de julho de 2013. Essa interpretação resultou em um levantamento inicial dos processos de uso e ocupação da terra na área compreendida pela Província Espeleológica.

**RESULTADOS**

**E**

**DISCUSSÃO:**

As formas cársticas estão associadas a rochas carbonáticas (calcários e dolomitas), todavia estudos recentes demonstram casos de carste desenvolvidos em rochas como

ESTUDO DE CAVERNAS EM ROCHAS NÃO CARBONÁTICAS DA AMAZÔNIA:  
CONTRIBUIÇÃO DA ANÁLISE GEOECOLÓGICA SOBRE A GEOMORFOLOGIA  
CÁRSTICA DA PROVÍNCIA ESPELEOLÓGICA ALTAMIRA – ITAITUBA  
(PARÁ).

arenitos, quartzitos, gnaisses, micaxistos, basaltos e rochas vulcânicas alcalinas, indicando uma nova abordagem da Geomorfologia Cárstica. (WERNICK et al, 1976; SALLUN FILHO e KARMANN, 2007; HARDT 2003, 2011; HARDT e PINTO, 2009; HARDT e RODET, 2013; MORAIS e SOUZA, 2009; MORAIS e ROCHA, 2011; GUARESCHI e NUMMER, 2010; FABRI e AUGUSTIN, 2013). A pesquisa apresenta a Província Espeleológica Altamira-Itaituba, que se define pelo conjunto de cavernas com diferentes feições endogenéticas, a maioria formadas por rochas areníticas. As cavernas da Província ocorrem no ambiente de contato entre a Bacia Sedimentar Amazônica e o Embasamento Pré-Cambriano Complexo Cristalino do Xingu. Sendo assim, concentra uma área ao sul da Bacia Sedimentar, delimitada numa estreita faixa com aproximadamente 200 km de eixo maior e 25 km de eixo menor, orientada seguindo NE com o rio Xingu constituindo o limite leste (ELETRONORTE, 2009). Por esse motivo, as estruturas escarpadas da borda de *cueta*, com inclinações entre três e cinco graus, concentram boa parte da abertura das cavernas. A estrutura geológica das cavernas da Província apresenta-se notadamente em arenitos friáveis da Formação Maecuru, pertencente ao Grupo Arupadi sobreposta ao Grupo Trombetas (VASQUES & ROSA-COSTA, 2008). A Formação Maecuru é constituída por arenitos finos com intercalações siltosas e argilo-siltosas, amarelados e avermelhados, além de apresentar arenitos conglomeráticos, com estratificação plano-paralela e cruzada. (VASQUES & ROSA-COSTA, 2008; ELETRONORTE, 2009). As cavidades em arenito são resultantes do processo de formação iniciada no Quaternário, diante das variações climáticas estabelecidas nesse período, caracterizadas pela baixa taxa de dissolução intempérica. Após a desagregação e remoção dos grãos de areia, formam-se feições erosivas designadas como *pippings*, associados à percolação de água infiltrada pelos sistemas fratura, gerando assim a formação de cavidades (ELETRONORTE, 2009; FABRI e AUGUSTIN, 2013). Destaca-se, contudo, um caso raro de formação espeleológica em folhelhos e siltitos, presentes na Formação Curuá, onde se tem como exemplo a Gruta Leonardo Da Vinci. As rochas de folhelho constituintes da gruta apresentam-se ricas em óxidos de ferro e minerais como a pirita, evidentes pela coloração avermelhada e brilho metálico. Sua formação está associada à conjugação com zonas de descontinuidades e intensa formação de minerais expansivos provenientes da oxidação de sulfetos. As cavernas da Província em geral apresentam diversos pontos de ressurgência de água no teto, formando chuveiros que originam os espeleotemas, além de córregos endocársticos que provocam o entalhamento vadoso. São observados blocos colapsados de diferentes dimensões. O conjunto de processos geomorfológicos resultam, assim, numa esculturação ruiforme. A figura 1 ilustra as feições e processos nas cavernas areníticas Pedra da Cachoeira e Planatina (A, B, D, E) e gruta em folhelho Leonardo da Vinci (C). Na interpretação da paisagem por imagens de satélite confirmou-se, diante dos dados coletados em campo, que a maioria das cavernas estão situada em áreas particulares, que no caso do Estado do Pará tem como principal atividade econômica a pecuária extensiva. Por conta desta atividade, apresentam extensas áreas desflorestadas no entorno das cavernas, prejudicando na alimentação dos recursos hídricos subterrâneos, responsáveis pela esculturação do revelo cárstico. De acordo com a composição RGB das bandas da imagem *Resourcesat-1* (IRS-P6), é possível visualizar as manchas de solo exposto, em coloração avermelhada, e áreas de

ESTUDO DE CAVERNAS EM ROCHAS NÃO CARBONÁTICAS DA AMAZÔNIA:  
CONTRIBUIÇÃO DA ANÁLISE GEOECOLÓGICA SOBRE A GEOMORFOLOGIA  
CÁRSTICA DA PROVÍNCIA ESPELEOLÓGICA ALTAMIRA – ITAITUBA  
(PARÁ).

pastagem em colocação amarelada (Figura 2). As manchas verdes representam as poucas áreas florestais ainda presentes na região, ou mesmo áreas onde ocorre a recuperação da vegetação.

Figura 1



A: formação do pipping; B: córrego endocárstico; C: cúpula no teto por gotejamento; D: abertura de fratura por pipping; E: paredão de arenito.

Figura 2

ESTUDO DE CAVERNAS EM ROCHAS NÃO CARBONÁTICAS DA AMAZÔNIA:  
CONTRIBUIÇÃO DA ANÁLISE GEOECOLÓGICA SOBRE A GEOMORFOLOGIA  
CÁRSTICA DA PROVÍNCIA ESPELEOLÓGICA ALTAMIRA – ITAITUBA  
(PARÁ).

**MAPA DE REPRESENTAÇÃO DA IMAGEM IRS-P6 E LOCALIZAÇÃO DAS CAVERNAS  
DA PROVÍNCIA ESPELEOLÓGICA ALTAMIRA-ITAITUBA (PA)**

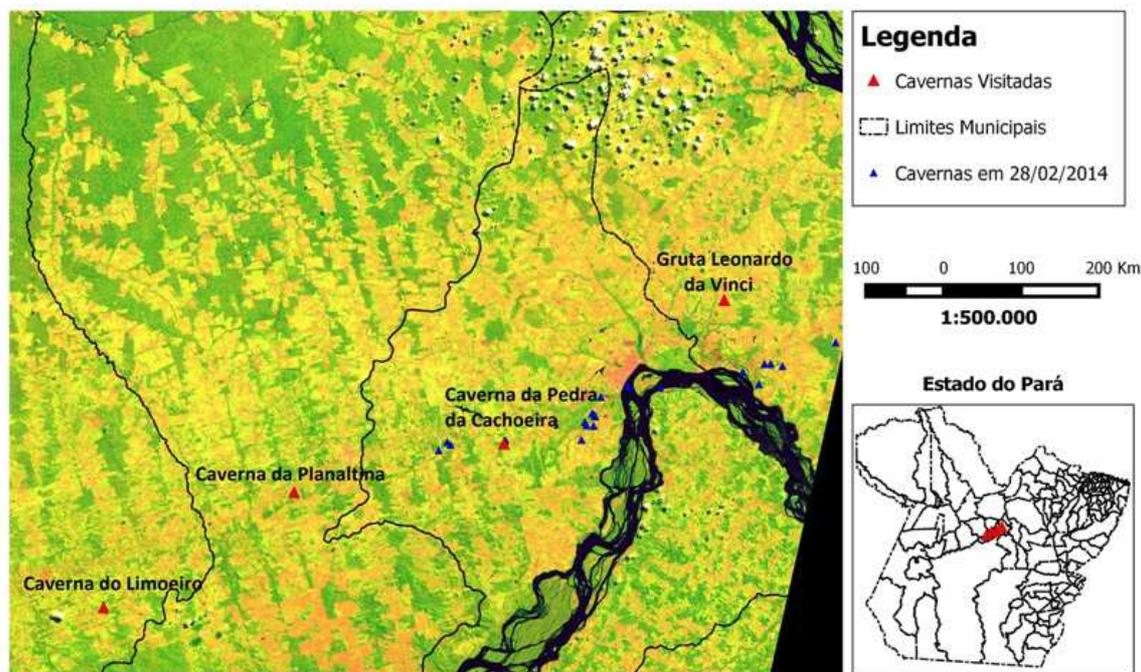


Imagem IRS-P6 e Cavernas da Pesquisa. Fonte: Elaboração da própria autora, com dados da CECAV (situação em 28/02/2014) e base cartográfica do IBGE.

### CONSIDERAÇÕES

A pesquisa tratou de apresentar uma breve explanação do desenvolvimento do carste em rochas não carbonáticas ocorrentes na Amazônia, constituídas em geral por rochas areníticas e um caso raro em folhelho. O estudo confirma que não existem políticas de planejamento voltadas para a proteção e preservação ambiental do patrimônio da Província Espeleológica Altamira-Itaituba, nem mesmo para outras categorias de Unidades de Conservação (UCs) que abranjam a área. A análise geoecológica demonstra que a degradação florestal, tanto nos locais onde estão situadas as cavernas como no seu entorno, provoca diminuição das fontes de água e dos processos de infiltração. O impacto interfere diretamente no sistema cárstico, uma vez que é imprescindível a presença de água como impulsionadora da sua dinâmica. Faz-se necessário pensar sobre propostas de planejamento ambiental que irão subsidiar na criação de UCs, bem como difundir essa temática nas geociências, inserindo novas abordagens sobre o tema.

### AGRADECIMENTOS:

Ao Professor Doutor Roberto Vizeu Lima Pinheiro (FAGEO-IG/UFGA), que tem contribuído na construção desta ciência e incentivado a realização desta pesquisa. Ao meu esposo, Joselito Santiago de Lima, pelo incentivo nesta pesquisa.

ESTUDO DE CAVERNAS EM ROCHAS NÃO CARBONÁTICAS DA AMAZÔNIA:  
CONTRIBUIÇÃO DA ANÁLISE GEOECOLÓGICA SOBRE A GEOMORFOLOGIA  
CÁRSTICA DA PROVÍNCIA ESPELEOLÓGICA ALTAMIRA – ITAITUBA  
(PARÁ).

**REFERÊNCIAS**

**BIBLIOGRÁFICA:**

- AULER, A.; ZOGBI, L. Espeleologia: noções básicas. São Paulo: Redespéleo Brasil. 2005.
- AULER, A. S.; RUBIOLI, E. BRANDI, R. (eds.) As grandes cavernas do Brasil. Belo Horizonte: Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, 2001.
- BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global - esboço metodológico. Caderno de Ciências da Terra. São Paulo, SP: Instituto de Geografia – USP, 1972
- BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; SANTOS, G. F. Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais: fundamentos geológicos-geográficos, alteração química e física das rochas e relevo cárstico e dômico. Florianópolis, Editora da UFSC, 1994. 425p
- BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). AAI – Avaliação Ambiental Integrada Aproveitamentos Hidrelétricos da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu. Volumes I e II. São Paulo: Eletrobrás, 2009.
- CENTRO NACIONAL DE PESQUISA E CONSERVAÇÃO DE CAVERNAS (CECAV/ICMBIO). II Curso de Espeleologia e Licenciamento Ambiental. Brasília: CECAV/ICMBio, 2008.
- CHABERT, C. & COURBON, P. Atlas des Cavités non Calcaires du Monde. Union Internationale de Spéléologie, 1997.
- CHRISTOFOLETTI, A. Modelagem de sistemas ambientais. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1999.
- \_\_\_\_\_. Geomorfologia. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1980.
- \_\_\_\_\_. Análise de Sistemas em Geografia. São Paulo, SP: Hucitec / Editora da Universidade de São Paulo, 1979.
- CRESCENCIO, G. A Proto-História da Espeleologia na Amazônia. Anais do 31º Congresso Brasileiro de Espeleologia. Ponta Grossa: SBE, 2011. p.299-305.
- ELETRONORTE. Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte: Estudo de Impacto Ambiental. Brasília: Centrais Elétricas do Norte do Brasil (ELETRONORTE), 2009.
- FABRI, Fabiana Pena; AUGUSTIN, Cristina Helena Ribeiro Rocha. Fatores e processos envolvidos no desenvolvimento de formas cársticas em rochas siliciclásticas em Minas Gerais, Brasil. Revista Geografias. Vol. 9, nº 1, UFMG: Belo Horizonte, 2013. p. 86-96.
- GLAZEK, J. Karst Related Phenomena – The Problem of Proper Nomenclature. 9th International Symposium on Pseudokarst (Abstracts). Institute of Nature Conservation. 2006. p. 47-48.
- GUARESCHI, V. D. ; NUMMER, A. V. . Relevos cársticos em rochas não calcárias: uma revisão de conceitos. In: FIGUEIREDO, L. C.; FIGUEIRÓ, A. S. (Org.). Geografia do Rio Grande do Sul: Temas em debate. Santa Maria: UFSM, 2010. p. 183-194.
- HARDT, R. Da carstificação em arenitos. Aproximação com o suporte de geotecnologias. À propos de la karsification dans les grès. Traitement par les technologies SIG. (Tese de Doutorado) Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, 2011.
- \_\_\_\_\_. Carste em Arenito: considerações gerais. Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Espeleologia. Januária: SBE, 2003, 163-167.

ESTUDO DE CAVERNAS EM ROCHAS NÃO CARBONÁTICAS DA AMAZÔNIA:  
CONTRIBUIÇÃO DA ANÁLISE GEOECOLÓGICA SOBRE A GEOMORFOLOGIA  
CÁRSTICA DA PROVÍNCIA ESPELEOLÓGICA ALTAMIRA – ITAITUBA  
(PARÁ).

- HARDT, R; PINTO, S. A. F. Carste em Litologias não carbonáticas. Revista Brasileira de Geomorfologia, Rio de Janeiro, 2009. v.10, n.2, p.99-105.
- HARDT, R.; RODET, J. O primocarte. Um novo paradigma de carstificação e sua importância no carste não carbonático. Anais do 9º Simpósio Nacional de Geomorfologia. Rio de Janeiro: UFRJ, 2013.
- JENNINGS, J. N. Karst geomorphology. Oxford: Basil Blackwell, 1985.
- KARMANN, I.; SÁNCHEZ, L. E. Distribuição das Rochas Carbonáticas e Províncias Espeleológicas do Brasil. Espeleo-Tema, v. 13, 1979, p. 105-167.
- \_\_\_\_\_. Evolução e dinâmica atual do sistema cárstico do Alto Vale do Rio Ribeira de Iguape, Sudeste do Estado de São Paulo. Tese de Doutorado (Instituto de Geociências), São Paulo: Universidade de São Paulo, 1994.
- KOHLER, H. C. Geomorfologia Cártica na Região de Lagoa Santa, MG. São Paulo: Tese de Doutorado (Depto. De Geografia) Universidade de São Paulo, 1989.
- \_\_\_\_\_. Geomorfologia Cártica. In: GUERRA, A. T. G.; e CUNHA, S. B. Geomorfologia, uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p.309-329
- LINO, C. F; ALLIEVI, J. Cavernas Brasileiras. São Paulo: Edições Melhoramentos, 1980.
- MONTEIRO, C. A. F. Geossistemas: A História de uma Procura. São Paulo, SP: Contexto, 2000.
- MORAIS, F.; ROCHA, S. Cavernas em arenito no planalto residual do Tocantins. Revista Espeleo-Tema. Campinas, SP: SBE: 2011, p. 127-137.
- MORAIS, F.; SOUZA, L. B. Cavernas em arenito na porção Setentrional da Serra do Lajeado Estado do Tocantins, Brasil. Revista de Biologia e Ciências da Terra. v.9 (2), p. 1-13, 2009.
- PINHEIRO, R. V. L.; MOREIRA, J. R. A.; MAURITY, C. W. The Eastern Amazonian Caves. Anais Speleo Brazil 2001. Brasília: SBE, 2001.
- PROJETO RADAMBRASIL. Levantamento de Recursos Naturais Volume 05: Folha SA22 Belém; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Ministério das Minas e Energia – MME/DNPM, Rio de Janeiro, 1974.
- RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V; C., A. P. B. Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental. Fortaleza, CE: Editorial UFC, 2004.
- RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. Planejamento e Gestão Ambiental: subsídios da Geoecologia das Paisagens e da Teoria Geossistemas. Fortaleza, CE: Editorial UFC, 2013.
- ROSS, J. L. S. Ecogeografia do Brasil: subsídios para o planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.
- \_\_\_\_\_. Geomorfologia, Ambiente e Planejamento. São Paulo: Ed. Contexto, 1997.
- SALLUM FILHO, W.; KARMANN, I. Dolinas em Arenitos da Bacia do Paraná: evidências de carste subjacente em Jardim (MS) e Ponta Grossa (PR). Revista Brasileira de Geociências. 37(3): 551-564. 2007.
- SASOWSKY, I. D.; MYLROIE, J. Studies of Cave Sediments. Physical and Chemical Records of Paleoclimate. Dordrecht, Boston, London: Kluwer, 2003.
- SOTCHAVA, V. B. Por uma teoria de classificação de geossistemas da vida terrestre. São Paulo: Instituto de Geografia USP, 1978.

ESTUDO DE CAVERNAS EM ROCHAS NÃO CARBONÁTICAS DA AMAZÔNIA:  
CONTRIBUIÇÃO DA ANÁLISE GEOECOLÓGICA SOBRE A GEOMORFOLOGIA  
CÁRSTICA DA PROVÍNCIA ESPELEOLÓGICA ALTAMIRA – ITAITUBA  
(PARÁ).

- \_\_\_\_\_. O estudo de geossistemas. São Paulo: Instituto de Geografia USP, 1977.
- SUGUIO, K. Geologia do Quaternário e Mudanças Ambientais. São Paulo, Oficina de Textos, 2010.
- TRICART, J. O Karst das vizinhanças Setentrionais de Belo Horizonte. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, v. 4, 1956. p. 03-20.
- \_\_\_\_\_. Ecodinâmica. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, SUPREN, 1977.
- VASQUES, M. L.; ROSA-COSTA, L. T. (Orgs.). Geologia e Recursos Minerais do Estado do Pará: Sistema de Informações Geográficas – SIG: texto explicativo dos mapas Geológico e Tectônico e de Recursos Minerais do Estado do Pará. Organizadores, Escala 1:1.000.000. Belém: CPRM, 2008.
- VERISSIMO, C. U. V.; SPOLADORE, A. Gruta do Fazendão (SP-170): considerações geológicas e genéticas. Espeleo-Tema, SBE, v. 17, p. 7-17, 1994.
- WERNIK, E.; PASTORE, E. R. B.; PIRES NETO, A. Cavernas em arenito. Notícia Geomorfológica, 13(26): 55-67, 1976.
- WHITE, W. B. Geomorphology and Hydrology of Karst Terrains. New York: Oxford University Press, 1988.
- YOUNGER, P. L. ; STUNELL, J. M. Karst and pseudokarst : An artificial distinction ? In : Brown, A.G. (ed.). Geomorphology and Groundwater. John Wiley & Sons, 1995. p. 121-142.