

ANÁLISE CIENCIOMÉTRICA TEMPORAL COM REFERÊNCIA AOS MODELOS DIGITAIS DE ELEVAÇÃO – MDE: IMPORTÂNCIA E TENDÊNCIAS

COUTO, Edivando Vitor do¹; BONIFÁCIO, Cássia Maria²

RESUMO: Com o aumento gradual das geotecnologias e o avanço científico relacionado às problemáticas ambientais, estudos e trabalhos que estão se utilizando de modelos de elevação, têm recebido acentuados estímulos. O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise quantitativa temporal, por meio da técnica da cienciometria, considerando o número de citações que os termos: *Digital Elevation Model – DEM* e *Digital Terrain Model DTM* receberam num período de 50 anos (1959 a 2009). Nessa pesquisa, foram inclusos 7314 artigos para DEM e 4.143 artigos para DTM, publicados em 6.758 revistas, já o termo DTM foram encontradas 3.525 publicações em revistas. Desse modo, foi possível constatar que pesquisadores de várias nacionalidades vêm trabalhando os temas propostos, com predomínio daqueles provindos de países desenvolvidos (Alemanha, Canadá, China, EUA e Itália). No Brasil, a produção dos temas, embora ainda seja pequena, é coincidente com o resultado obtido para outros temas analisados por meio da mesma técnica de pesquisa. Com esse pressuposto, é necessário que haja um maior investimento na área, para que dessa forma a produção científica no país venha a aumentar principalmente ao que se refere ao objeto deste estudo.

Palavras-chave: Modelos numéricos do terreno. Modelos de elevação digital. Produção científica. Cienciometria.

TEMPORAL SCIENTOMETRIC ANALYSIS REFERRING TO THE DIGITAL ELEVATION MODEL – DEM: IMPORTANCE AND TENDENCIES

ABSTRACT: With the gradual improvement of the geotechnologies and the scientific development related to the environmental problems, studies and researches that are using elevation models have received accentuated stimuli. The objective of this research is to develop a quantitative and temporal analysis, using the techniques of the scientometry, considering the number of quotation that the terms *Digital Elevation Model – DEM* and *Digital Terrain Model DTM* received in a 50 year period (1959 – 2009). In this research were included 7314 articles for

¹Doutorando em Geografia pela Universidade Federal do Paraná. E-mail: edivandocouto@gmail.com.

²Mestranda em geografia Universidade Estadual de Maringá. E-mail: kaoruyuri@hotmail.com.

DEM and 4143 articles for DTM, published in 6758 magazines for DEM and 3525 magazines for DTM. Therefore, it was possible to reckon that researchers from several nationalities have been working the proposed topics, predominantly those who came from developed countries (Germany, Canada, China, USA and Italy). Although it's still small, the production of such topics in Brazil is coincidental with the obtained results of other topics analyzed through the same research techniques. With this presupposition, it is necessary that a bigger investment in this area is done, so that this way the scientific production in this country may be increased, specially the ones that refer to the object of this research.

Keywords: Ground number model, digital elevation model, scientific production, scientometry.

INTRODUÇÃO

Um modelo digital de elevação - MDE é uma representação matemática da distribuição espacial de uma determinada característica vinculada a uma superfície real. E, a superfície é em geral contínua, e o fenômeno que a representa pode ser variado (BURROUGH, 1986).

Dentre alguns usos do MDE e sua aplicabilidade os estudos de Burrough (1986) apontam: a) Armazenamento de dados de altimetria para gerar mapas topográficos; b) Análises de corte-aterro para projeto de estradas e barragens; c) Elaboração de mapas de declividade e exposição para apoio a análise de geomorfologia e erodibilidade; d) Análise de variáveis geofísicas e geoquímicas; e) Apresentação tridimensional (em combinação com outras variáveis).

Já Felgueiras & Câmara (2001) corroboram ao conceito como uma representação matemática computacional da distribuição de um fenômeno espacial, que ocorre dentro de uma região da superfície terrestre. Dados de relevo, informação geológicas e meteorológicas, levantamentos de profundidades do mar ou de um rio, dados geofísicos e geoquímicos são exemplos típicos de fenômenos representados por um MDE (CÂMARA et al, 1996).

As próprias definições já apontam para a importância da ferramenta para as diversas áreas do conhecimento científico, sendo de extrema importância principalmente para ciências ambientais e de cunho preservacionista, além do planejamento ambiental, geociências, e engenharias, entretanto, a respeito da relevância que cerca o tema, ponderações consistentes sobre sua produção científica ainda não foram levadas a efeito.

Em seus estudos Lolis et al (2009) destaca o avanço do conhecimento produzido pelos pesquisadores deve ser transformado em informação acessível e

disponível para a comunidade científica. O objetivo da ciência é a produção de novos conhecimentos, o avanço e a melhoria das tecnologias devem ser em função da sociedade. Macias-Chapula (1998) destaca que a ciência necessita ser considerada como um amplo sistema social, tendo como uma de suas funções disseminar conhecimentos. E Merton (1957) enfatiza que publicar os resultados das pesquisas é um compromisso que os cientistas são compelidos a cumprir. Sendo assim, para avaliar os níveis de publicações e a quantificação para indicadores cientiométricos, utiliza-se da cienciometria como técnica.

O conceito de cienciometria pode confundir-se com os de bibliometria, todavia, faz se necessário à diferenciação e definição para melhor entendimento e utilização das mesmas.

Já Macias-Chapula (1998) diferencia os termos cienciometria e bibliometria, definindo a primeira como o estudo dos aspectos quantitativos da ciência, enquanto uma disciplina ou atividade econômica, ou seja, é um segmento sociológico da ciência, sendo aplicada ao desenvolvimento de políticas científicas, envolvendo estudos quantitativos das atividades científicas, incluindo a publicação. Já a bibliometria, é definida como o estudo dos aspectos quantitativos da produção, disseminação e uso da informação registrada.

De acordo com Macias-Chapula (1998), a bibliometria foi utilizada pela primeira vez por Pritchard em 1969, onde a mesma desenvolveu padrões e modelos matemáticos para medir os processos quantitativos, usando os resultados obtidos como uma ferramenta útil para elaborar previsões e apoiar tomadas de decisão. Sendo assim, considerando os meios que desde muito já vêm sendo utilizados, os artigos científicos de periódicos, e sua lista de citações bibliográficas, quando feitas de forma coerente e sustentável, são as maneiras mais comuns e predominantemente utilizadas para divulgação e expansão do conhecimento (MACIAS-CHAPULA, 1998; LIMA-RIBEIRO, 2007; LOLIS et al, 2009). Portanto ao que se refere à ciência, os indicadores bibliométricos e cientiométricos tornaram-se essenciais, pois por meio das medidas das produções e das divulgações é possível constatar:

- O nível de colaboração entre um pesquisador e seus colegas de instituição, bem como de outras comunidades de pesquisa, como universidades, empresas, centros e institutos;
- A rede de comunicação e influência que cooperam num sistema científico, além de alertar para o estabelecimento de intercâmbios, mutualidade e cooperação nacional, o que se mostra necessário principalmente para um país de vastas extensões geográficas como o Brasil, que acaba por concentrar força científica nos grandes centros e pólos

tecnológicos, bem como indica a necessidade de trocas de experiências internacionais, possibilitando o alcance de novas tecnologias e treinamento de mão de obra qualificada, além de didáticas para países com menor poder econômico.

- A interdisciplinaridade do conhecimento e a visão sistêmica dos setores científicos que se encontram extremamente fragmentados e especializados, podendo advertir o nível de relação entre os diversos pesquisadores de áreas que se entrecruzam na ciência.

- O uso inadequado e cada vez mais praticado das citações e cooperações de artigos científicos, como a auto-citação e a incorporação de colegas e familiares nas autorias, que prejudicam e mostram a negatividade da quantificação exagerada dos indicadores cientiométricos. Todavia nos sistemas de periódicos, a exigência dos pareceristas pode restringir esse tipo de prática, adequando trabalhos de qualidade para os impactos das revistas científicas que continuamente são avaliados e atribuídos valores de qualidade.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é o de realizar uma análise quantitativa temporal, por meio da técnica de cienciometria, da produção científica com referência aos modelos digitais de elevação (MDT), enfocando o papel dos MDTs, entre 1959 e 2009. Por meio dessa análise foi possível averiguar e apresentar a importância desta ferramenta inovadora de grande valia para ciência, bem como evidenciar as tendências de sua aplicabilidade, e as inovações computacionais cada vez mais avançadas, além de compreender os níveis de produção nacional com relação aos outros países e universidades.

MATERIAL E MÉTODOS

Para elaboração deste trabalho, em busca de identificar e quantificar a produção científica relacionada às modelos digitais de elevação (MDT), por um período de 50 anos (1959 a 2009) foi utilizado o Índice de Citação da rotina “*General Search*” do sítio <http://www.scopus.com/home.url>, Web of Science, através do endereço eletrônico <www.capes.gov.br> conforme a metodologia já descrita por Lolis et al (2009).

Para a busca de trabalhos com o termo “modelos digitais de elevação (MDT)”, utilizaram-se duas palavras chave: 1) Modelos de elevação digital e 2) Modelos numéricos do terreno (e sinônimo, como: Modelo matemático do terreno).

Após a busca, os artigos foram agrupados e analisados graficamente quanto: (i) Publicações por ano; (ii) Afiliação ; (iii) Formas de publicação; (iv) Número de artigos por título da fonte publicada; (v) Área temática e (vi) Idioma publicado.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com o levantamento realizado, 7.314 artigos relacionados à *Digital Elevation Model – DEM*, foram publicados no período de 1959 a 2009 (Figura 01).

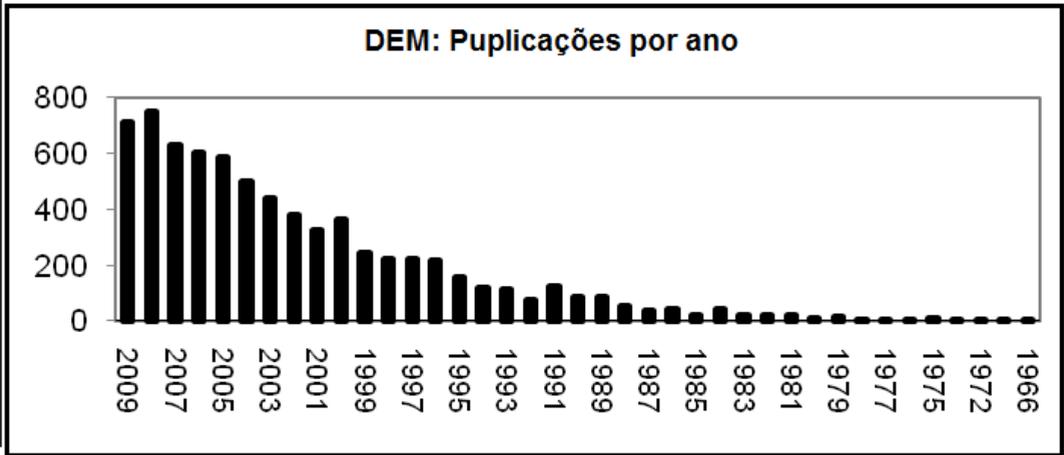


Figura 01 – Freqüência absoluta do número de artigos publicados entre 1959 e 2009 incluindo a palavra chave Digital Elevation Model – DEM.

O procedimento foi realizado para os últimos 50 anos de publicações, entretanto as publicações relacionadas ao assunto tiveram início somente na década de 1960. No período de 1959 a 1966 nenhum artigo relacionado a esse tema foi divulgado em meios de ampla divulgação que estão indexados na base de dados SCORPUS ISI, Web of Science.

Após a década de 1980 houve um crescente número de publicações por ano, isso se dá principalmente devido ao crescente avanço tecnológico principalmente nas áreas computacionais (PIKE, 2000); (MAUNE, 2001). O que é ainda mais notável após a década de 1990 com o crescente avanço das redes de comunicação de internet, e após 2000 quando dados de sensores orbitais passaram a ser disponibilizado na rede, ampliando assim a utilização das aplicações para *Digital Elevation Model – DEM*.

Os trabalhos foram publicados por autores de diversas nacionalidades (figura 2). Todavia houve predomínio de publicações por instituições de nacionalidade Chinesa (Chinese Academy of Sciences CAS, 150 artigos), (Wuhan University WU, 117 artigos) Germânica (Deutsches Zentrum fur Luft - Und Raumfahrt DZLUR, 146 artigos), EUA (United States Geological Survey, 71, NASA Goddard Space Flight Center, 64, Jet Propulsion Laboratory California Institute os Technology, 66), Italiana (Consiglio Nazionale delle Ricerche CNR, 67 artigos), Canadense (University of Calgary, 64) e Suíça (Universität Zürich UZ, 60 artigos). As demais instituições apresentaram uma

relação inferior a 50 artigos. Conforme figura abaixo é possível observar que a distribuição de publicação/instituição seguiu certa regularidade.

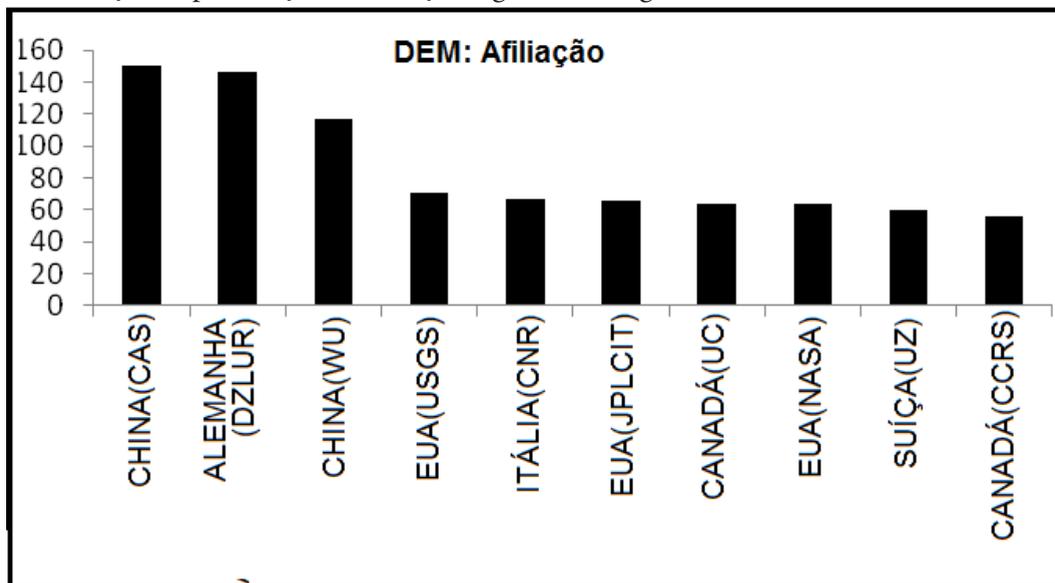


Figura 02 – Instituições que pertencem os autores dos artigos publicados: **CAS** - Chinese Academy of Sciences (CHINA); **DZLUR** - Deutsches Zentrum für Luft - Und Raumfahrt (ALEMANHA); **WU** - Wuhan University (CHINA); **USGS** - United States Geological Survey (EUA); **CNR** - Consiglio Nazionale delle Ricerche (ITÁLIA); **JPLCIT** - Jet Propulsion Laboratory California Institute of Technology (EUA); **UC** - University of Calgary (CANADÁ); **NASA** - NASA Goddard Space Flight Center (EUA); **UZ** - Universität Zürich (SUÍÇA); **CCRS** - Canada Centre for Remote Sensing (CANADÁ).

A produção de países em desenvolvimento como o Brasil foram mínimas, e dessa forma, não foram representadas no gráfico da Figura 02. Entretanto vale ressaltar que há trabalhos de instituições brasileiras a cerca do tema, porém com pouca divulgação de impacto. Cabe destacar também que a baixa produção científica brasileira em relação à de países europeus e norte-americanos, se justifica, como observado por Lima-Ribeiro et al (2007), King (2004) e Loliz et al (2009), pelos poucos incentivos a pesquisa. O que pode vir a ser solucionado por maior ação incentivadora, tanto por parte de órgãos federais, fundações estaduais de incentivo a pesquisa, como também com a maior participação de empresas, públicas e privadas, no meio acadêmico-científico.

As publicações analisadas foram divulgadas em diversos periódicos além de eventos científicos. É predominante a divulgação de artigos em periódicos, tendo um total 75% das publicações, seguido de anais de eventos 20%. Já o restante teve uma porcentagem inferior a 3% (Figura 03).

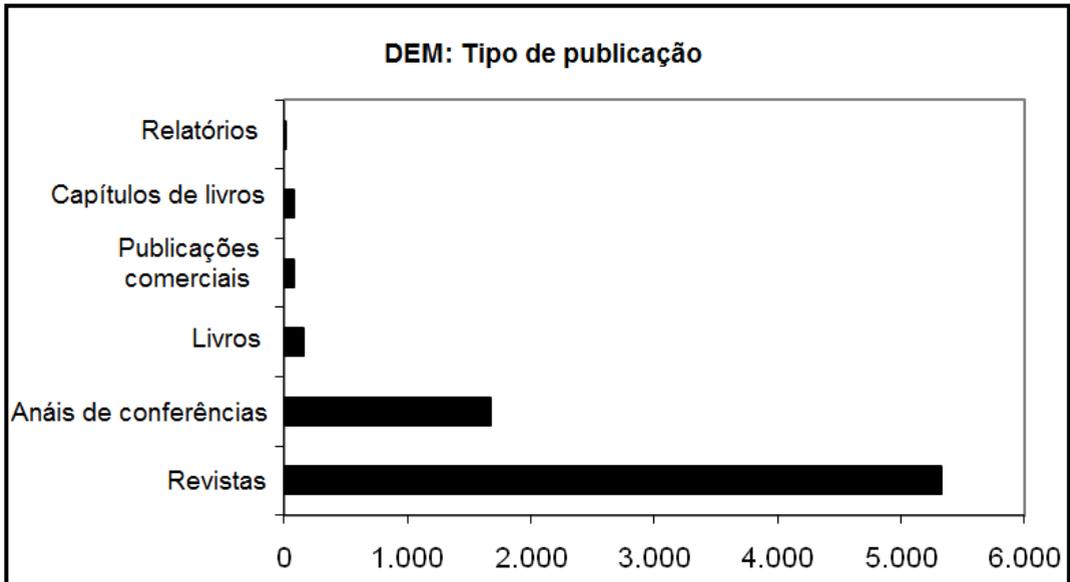


Figura 03 - Formas de publicação (relatórios, capítulos de livros, congressos, livros, anais de conferências, revistas) pela quantidade de publicações na abscissa constando a palavra chave Digital Elevation Model – DEM.

Ao se analisar o número de artigos pelas principais fontes de publicação (figura 4), é possível observar que os eventos da *International Geoscience and Remote Sensing Symposium IGARSS* demandam com 25% dos anais de conferências. Já os eventos da *Proceedings of SPIE the International Society for Optical Engineering PSISOE*, concentram 15% das publicações. Os periódicos de grande impacto, *Internacional Journal of Remote Sensing IJRS* e o *Geomorphology*, apresentam o total de 10% dos artigos. Seguidos pelos *European Space Agency Special Publication ESA SP*, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, *Computers and Geosciences*, com 8% da publicação total de artigos. O periódico *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* teve 7%, e o *Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* juntamente com o *Hydrological Processes* obtiveram um resultado inferior a 5% de publicação dos artigos.

O fato de haver grande número de apresentação de artigos em evento é contraditório quando se comparado aos resultados das pesquisas científicas de outras áreas do conhecimento. Isso foi observado nos estudos de Lolis et al (2009) e King (2004), onde seus resultados mostraram o pequeno número dessa categoria de artigos. Para o DEM, por ser uma nova tecnologia aplicada ao conhecimento e a interdisciplinaridade do uso da ferramenta, cria-se a necessidade de encontros com inúmeros pesquisadores, das diversas áreas do conhecimento, em busca de discussões, novas metodologias e aplicações.

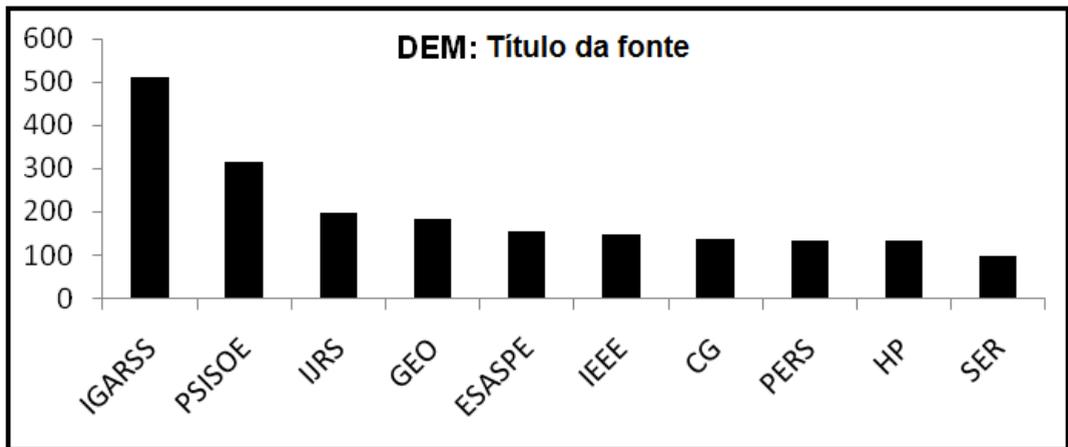


Figura 04 – Número de artigos por título da fonte publicada, incluindo a palavra chave Digital Elevation Model – DEM para o período entre 1959 e 2009. **IGARSS** - International Geoscience and Remote Sensing Symposium; **PSISOE** - Proceedings of SPIE the International Society for Optical Engineering; **IJRS** - International Journal of Remote Sensing; **GEO** – Geomorphology; **ESASPE** - European Space Agency Special Publication ESA SP; **ITGRS** - IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing; **CG** - Computers and Geosciences; **PERS** - Photogrammetric Engineering and Remote Sensing; **HP** - Hydrological Processes; **SER** - Remote Sensing of Environment.

Já o grande número de publicação em periódicos se dá justamente pela facilidade e clareza da forma de divulgação, de acordo com o apontado por Lolis et al (2009) e King (2004).

Conforme já destacado, a interdisciplinaridade da aplicação do Digital Elevation Model é comprovada ao analisar os resultados (Figura 05), onde se encontram artigos relacionados ao tema em mais de 10 áreas do conhecimento. Há, portanto predominância para a Terra e Ciências Planetárias, com 37%, já para a Ciências Ambientais 16%, a Engenharias 15% e a Ciência da Computação 11%. Sendo as áreas com o maior número de artigos relacionados à temática.

É interessante destacar a preponderância das publicações em língua inglesa (Figura 06), devido à maior divulgação de trabalhos em uma língua que possa alcançar a todos os outros pesquisadores. O Inglês é adotado como língua de maior amplitude científica.

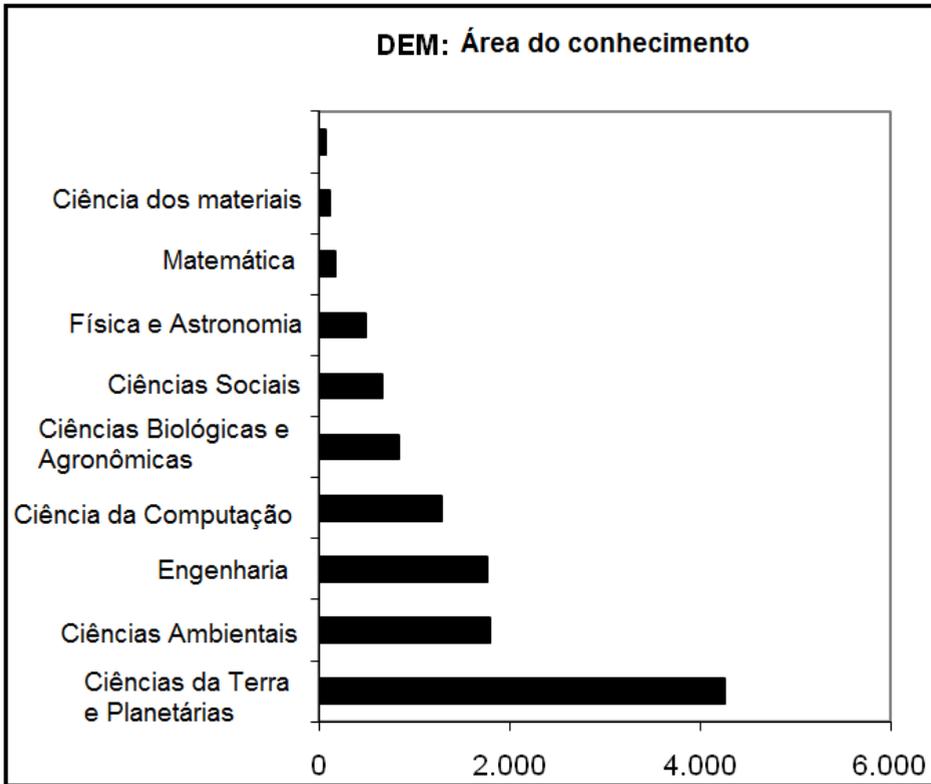


Figura 05 - Frequência absoluta do número de artigos publicados entre 1959 e 2009 para cada área do conhecimento, incluindo a palavra chave Digital Elevation Model – DEM.

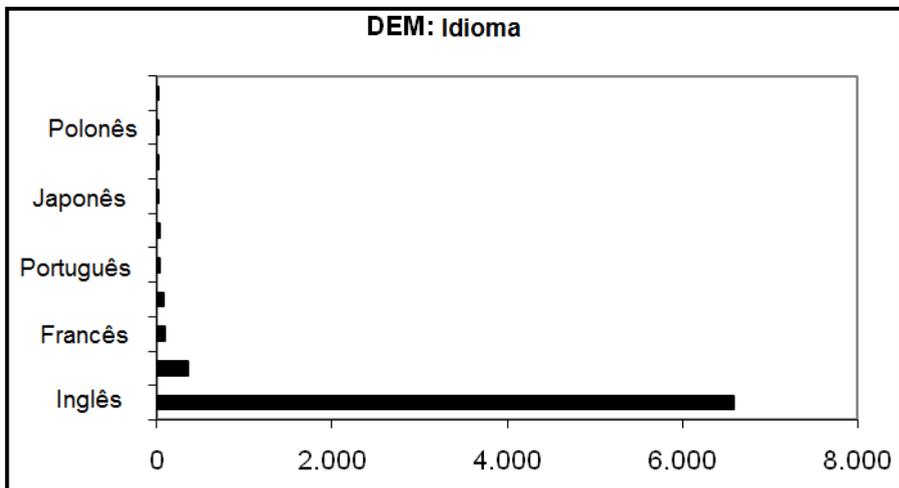


Figura 06 – Idioma em que foram publicados os artigos que constam palavra chave Digital Elevation Model – DEM.

Quanto à segunda palavra-chave, *Digital Terrain Model DTM* (sinônimos, como *Mathematical Model e Computer Simulation*) foi realizada uma segunda busca, com o objetivo de quantificar a produção e disseminação das comunicações científicas do tema sugerido neste trabalho (Figura 07).

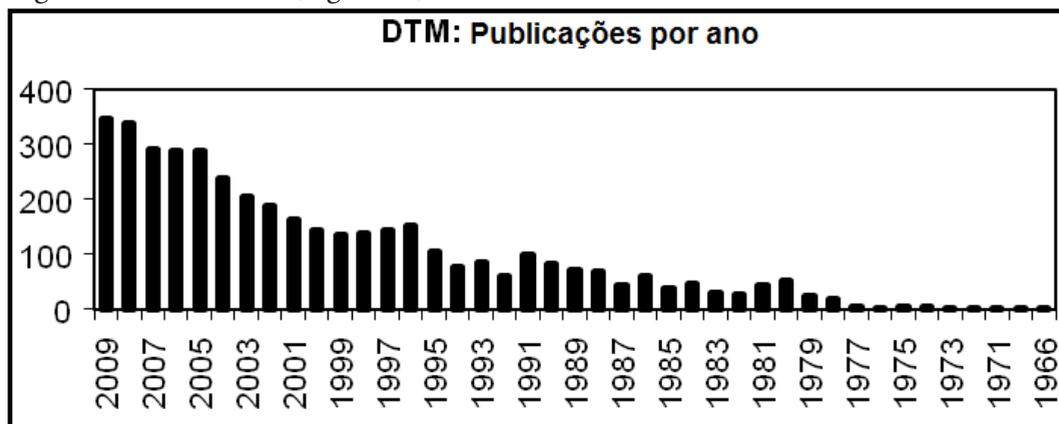


Figura 07 - Frequência absoluta do número de artigos publicados entre 1966 a 2009 incluindo a palavra chave *Digital Terrain Model DTM*.

De acordo com o levantamento, foram publicados 4.143 artigos, sendo que somente em 1966 que foi encontrado o primeiro artigo relacionado ao tema. Os resultados mostraram que ao se aplicar várias expressões-chave, ocorreram poucos trabalhos abordando o tema *Digital Terrain Model*, e que surgem em diversos outros trabalhos em áreas fora da aplicação habitual do tema.

Os primeiros artigos relacionados à DTM foram publicados na década de 1960, seguidos por um gradual aumento do número de artigos por ano, como já explicado anteriormente. Somente a partir da década de 1990 é que pesquisas nessa área se tornaram mais consistentes, aumentando o número de publicações. Na década de 2000, houve um maior número de artigos publicados nas referidas fontes.

Com a inclusão digital juntamente com as bases de dados nas redes de comunicação por meio da internet, tornou mais fácil o acesso aos periódicos, além de ter facilitado o envio de artigos para qualquer periódico por meio virtual, isso promoveu o aumento das comunicações científicas.

Contudo, de acordo com os estudos de Macias-Chapula (1998), as políticas de publicações, oferecidas pelos negociantes de base de dados, tendem a restringir a pesquisa (de diferentes áreas), devido ao acesso de pesquisadores a um número limitado de periódicos indexados nas bases de maior impacto, sendo altos os custos para o acesso aos periódicos.

É por meio do registro formal que a pesquisa e seus resultados são divulgados à comunidade científica. Conseqüentemente toda produção científica circula através da literatura científica ou através de canais informais ou formais de comunicação. Dessa maneira instituições de diversos países podem se comunicar com relação às pesquisas e resultados que tem sido alcançado.

Para a palavra chave *Digital Terrain Model DTM*, as universidades de destaque permaneceram em seu posto, entretanto, houve uma mudança na configuração da quantidade de publicação por instituição (figura 8). A China novamente aparece com maior número de artigos, todavia DZLUR - Deutsches Zentrum für Luft - Und Raumfahrt da Alemanha se destaca como maior publicadora do termo, mas ao considerar a participação por nacionalidade da instituição, os EUA e a China são os mais presentes seguidos do Canadá, Itália, Suíça e Áustria.

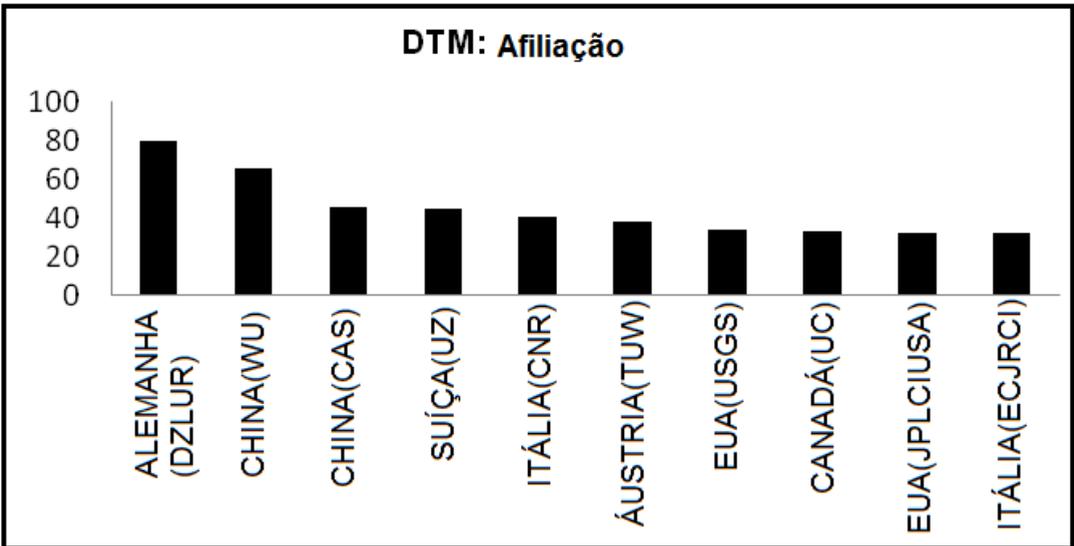


Figura 08 – Instituições que pertencem os autores dos artigos publicados, **DZLUR** - Deutsches Zentrum für Luft - Und Raumfahrt (ALEMANHA); **WU** - Wuhan University (CHINA); **CAS** - Chinese Academy of Sciences (CHINA); **UZ** - Universität Zürich (SUÍÇA); **CNR** - Consiglio Nazionale delle Ricerche (ITÁLIA); **TUW** - Technische Universität Wien (ÁUSTRIA); **USGS** - United States Geological Survey (EUA); **UC** - University of Calgary (CANADÁ); **JPLCIUSA** - Jet Propulsion Laboratory California Institute of Technology (EUA); **ECJRCI** - European Commission Joint Research Centre of Ispra (ITÁLIA).

O tema estudado foi divulgado em mais de cinco mil revistas científicas (Figura 09). Novamente eventos da Proceedings of SPIE the International Geoscience and Remote Sensing Symposium IGARSS ganharam destaque para o tema com 24% das publicações, o que justifica o grande número de anais de eventos também presentes para

esse termo (Figura 10). Esses resultados não diferiram daqueles encontrados no primeiro tema, onde também há predomínio de artigos. Os periódicos Proceedings of SPIE the International Society for Optical Engineering PSISOE 25%, Internacional Journal of Remote Sensing IJRS 10%, Computers and Geociences CG 10%, IEEE Transactions on Geocience and Remote Sensing 7%, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing PERS 5%, Geomorphology GEO 5%, foram os que mais contribuíram para a disseminação dos resultados do tema pesquisado.

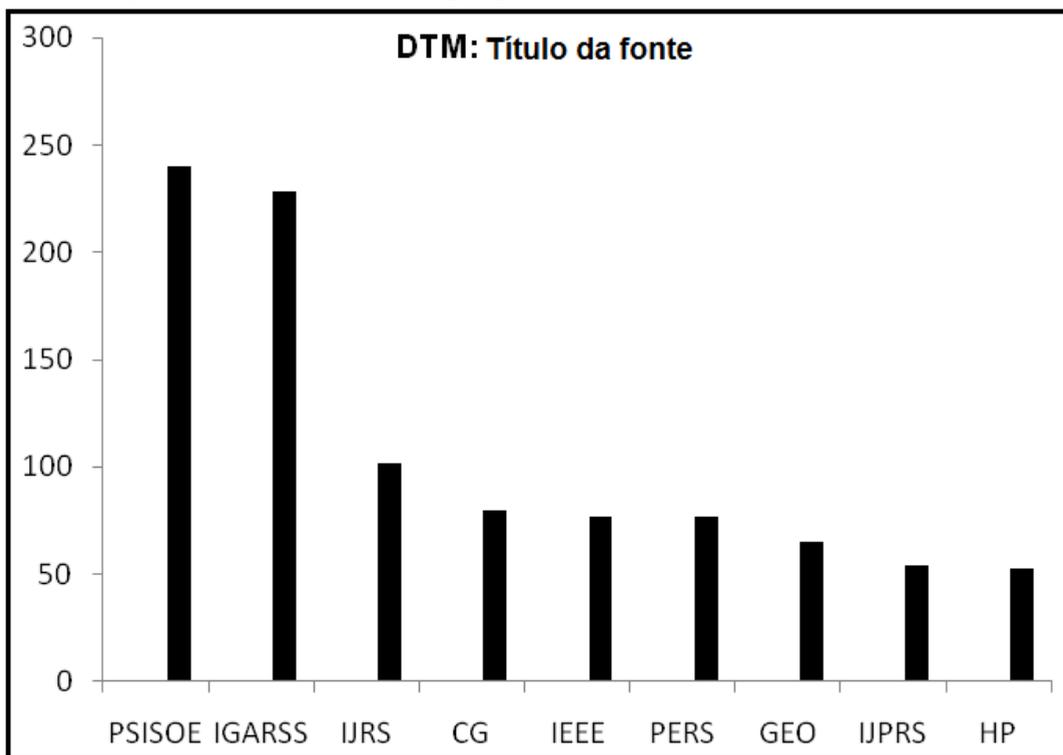


Figura 09 – Número de artigos por título da fonte publicada incluindo a palavra chave Digital Terrain Model DTM para o período entre 1966 e 2009. **PSISOE** - Proceedings of SPIE the International Society for Optical Engineering; **IGARSS** - International Geocience and Remote Sensing Symposium; **IJRS** - Internacional Journal of Remote Sensing; **CG** - Computers and Geociences; **IEEE** - Transactions on Geocience and Remote Sensing; **PERS** - Photogrammetric Engineering and Remote Sensing; **GEO** – Geomorphology; **IJPRS** - Journal of Photogrammetry and Remote Sensing; **HP** - Hydrological Processes.

Quanto às áreas do conhecimento (Figura 11) e predomínio do idioma em que o tema foi publicado (Figura 12) os dados apresentam-se semelhantes aos discutidos anteriormente, grande diversidade das áreas do conhecimento que utilizam das aplicações dos DEMs e DTMs, bem como a preponderância das publicações em língua inglesa.

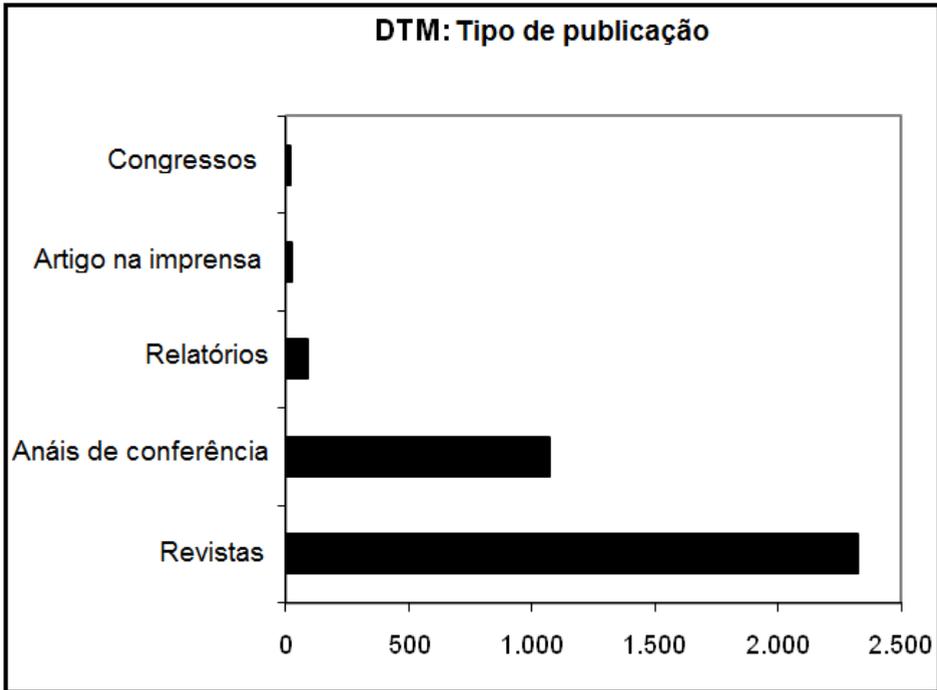


Figura 10 - Formas de publicação (congressos, artigos na imprensa, relatórios, anais de conferências, revistas) em que foram publicados constando a palavra chave Digitais Terrain Model, DTM.

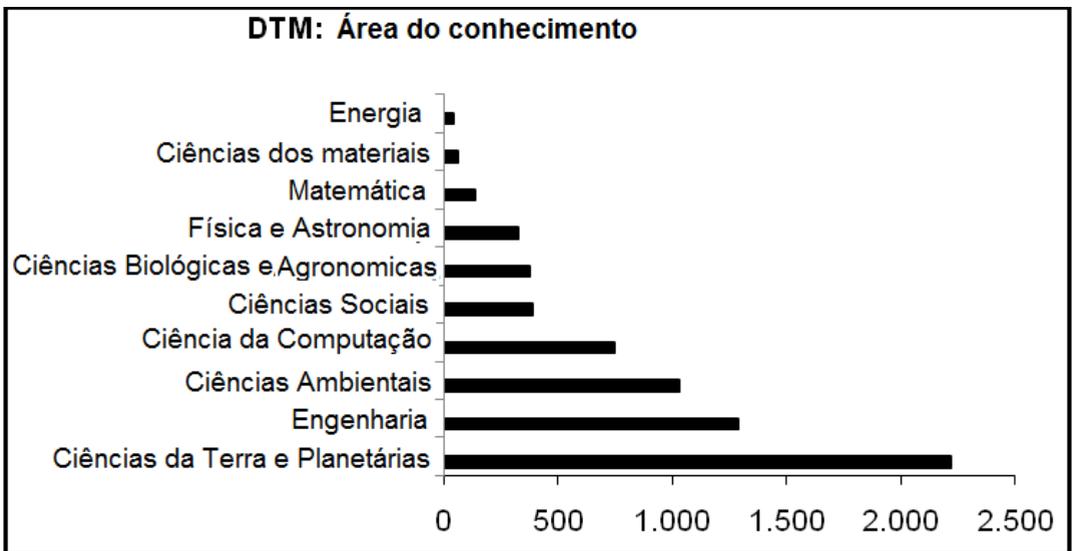


Figura 11 – Frequência absoluta do número de artigos publicados entre 1966 a 2009 para cada área do conhecimento, incluindo a palavra chave Digitais Terrain Model DTM.

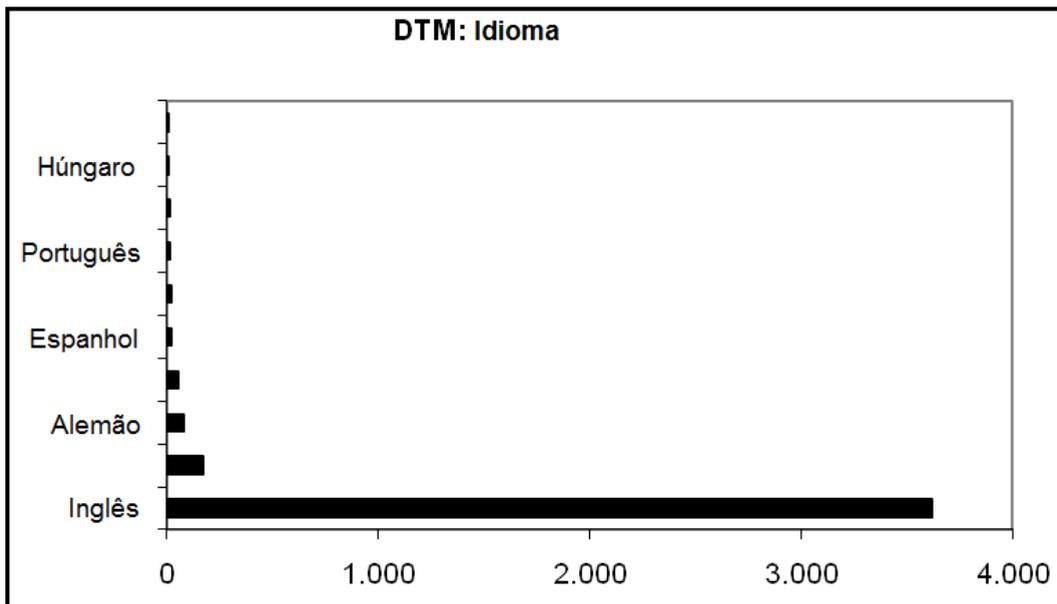


Figura 12 – Idioma em que foram publicados os artigos constando a palavra chave Digitais Terrain Model DTM.

O tema permite a convergência de diferentes disciplinas científicas para o estudo de fenômenos espaciais, ou ainda, que “o espaço é uma linguagem comum” para as diferentes disciplinas do conhecimento o que faz da ferramenta comum para todos (CÂMERA e MONTEIRO, 2001).

A linguagem para que haja essa comunicação interdisciplinar necessita ser comum, ao constatar o disparado percentual de artigos em língua inglesa. Há dois fatores que conjuntos justificam a abundância dos artigos em idioma Inglês. O primeiro, é que inúmeros países produzem resultados e experimentos e há necessidade de comunicação entre si para a troca de experiências. Para Lolis et al (2009) uma citação bibliográfica é a expressão de uma relação entre dois documentos, àquele que cita e aquele que é citado. O idioma é um fator de dificuldade, pois nem sempre é possível a utilização do conhecimento em mais de duas línguas estrangeiras, e o Inglês é reconhecido como língua oficial para as relações internacionais, e também para a divulgação científica. O segundo é o elevado fator de impacto de revistas de língua inglesa, Macias-Chapula (1998) afirma que o meio mais comum de atribuir créditos e reconhecimento à ciência é através do número de citações que um artigo tem (fator de impacto). De tal modo, surgiram índices de citação comerciais nas últimas décadas, os quais proporcionaram uma nova dimensão no meio científico, isso corrobora para o predomínio do inglês como idioma predominante para as divulgações científicas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

Por meio da abordagem cienciométrica, a ciência pode ser entendida por resultados que cada área obtém. O progresso do conhecimento desenvolvido pelos pesquisadores tem de ser convertido em informação de fácil acesso à comunidade científica. Por conseguinte, a ciência é um processo social e a pesquisa é desenvolvida em um contexto de relações mutuas e, para os temas aqui sugeridos, há muito por se fazer, o campo para a pesquisa é amplo.

A produção científica com relação aos DEM e DTM, parte de uma troca desenvolvida em um contexto interdisciplinar e em estabilidade devido ao rápido processo transformador científico que se desenvolve em relação aos temas.

Os temas propostos apresentaram ampla divulgação científica de diversas nacionalidades e periódicos com forte fator de impacto, o idioma predominante dos artigos é o inglês.

Todavia é importante salientar que há um grande controle em relação aos fornecedores das publicações, pois estes elevam o custo do acesso à informação, o que de certa forma impede a disseminação do conhecimento e a troca de metodologias, além da comparação dos resultados pelos pesquisadores. Sendo assim, se torna algo negativo para os temas em questão, pois como se tratam de uma temática inovadora e altamente tecnológica, com rápidas mudanças e surgimento de novas tecnologias, essas restrições impedem mais avanços e participação da comunidade científica.

Países em desenvolvimento como os da América Latina, África e Europa Oriental, apresentaram níveis baixos de produção com relação ao tema proposto, o que sugere a necessidade de maior investimento à pesquisa, e maior organização de órgãos financiadores Federais e Estaduais de apoio a ciência e tecnologia, bem como maior esforços para a ampliação de periódicos nacionais, intercâmbios e comunicação entre pesquisadores, tanto interno como externo, para elevação dos padrões técnicos e científicos.

REFERENCIAS

BURROUGH, P. A. **Principles of Geographic Information Systems for Land Resources Assessment**. Oxford, Oxford University Press, 1986.

BURROUGH, P. A. MCDONNELL R. A. **Principles of Geographic Information Systems**. Oxford, Oxford University Press, 1998.

CÂMARA, G.; CASANOVA, M. A.; HEMERLY, A. S.; MAGALHÃES, G. A.; MEDEIROS, C. M. B. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. 10a. Escola de Computação. Campinas. Instituto de Computação - UNICAMP. 1996. 197p.

FELGUEIRAS, A. C.; CÂMARA, G. Modelagem numérica de terreno. In: CÂMARA, G. **Introdução à ciência da geoinformação**. 2001. Disponível em <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap7_mnt.pdf>. Acesso maio 2009.

KING, D. A. **The scientific impact of nations**. Nature, London, v. 430, p. 311-316, 2004.

LOLIS, S. F., SANCHES-MARQUES, A. M. M., ARRUDA REIS, S. R., BENEDITO, E. **Scientometric analysis of energetic ecology: primary production of aquatic macrophytes**. Acta Scientiarum. Biological Sciences, v. 31, n. 4, p. 363-369, 2009.

MACIAS-CHAPULA, C. **O papel da informetria e da cienciometria e sua perspectiva nacional e internacional**. Ci. Inf., Brasília, v.27, n.2, p. 134-140, 1998.

LIMA-RIBEIRO, M. S. et al. Análise cienciométrica em ecologia de populações: importância e tendência dos últimos 60 anos. **Acta Sci. Biol. Sci.**, Maringá, v.29, n.1, p.39-47, 2007.

MAUNE, D. **Digital Elevation Model Technologies and Applications**, the DEM Users Manual, American Society for Photogrammetry and Remote Sensing: Bethesda, 2001.

MERTON, R.K. Social and democratic social structure. In: **SOCIAL theory and social structure**. New York: Free Press, p. 550-61. 1957.

PIKE, R.J. **Geomorphometry** – diversity in quantitative surface analysis, Progress in Physical Geography. 24, 1–20. 2000.