

## Contribuição dos sensores da aeronave R-99 para pesquisas acadêmicas: análise bibliométrica dos quinze anos do SIPAM

Daniele Belmont de Farias Cavalcanti<sup>1</sup>  
Breno Ricardo de Araújo Leite<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA  
Av. Francisco Mota, nº 572, Costa e Silva, 59.625-900, Mossoró - RN, Brasil  
daniele.cavalcanti@ufersa.edu.br

<sup>2</sup> Instituto de Estudos Avançados - IEAv  
Trevo Coronel Aviador José Alberto Albano do Amarante, nº 1, bairro Putim, 12.228-001,  
São José dos Campos - SP, Brasil  
breno@ieav.cta.br

**Abstract.** The R-99 aircraft went into full activity in 2002 and since then has provided relevant services to environmental protection agencies and research institutes providing differential remote sensing services and fulfilling its role within the Amazon Protection System. However, there has been a decrease in demand for these services and also has reflected in the amount of published research that uses their images. This article aims through a bibliometric study to analyze the historical evolution of publications involving this theme, highlighting the importance and contribution of its images to aid research for environmental protection. The results showed that SAR was the most important sensor and the research in the environmental area were responsible for the majority of the publications. There was a big centralization of research in a few institutions and these have technical cooperation agreement, which facilitated access to images. There was a large reduction in demand of images and publications after 2011, but the statistics were not able to clarify the reason of this reduction.

**Palavras-chave:** Bibliometric Study. Amazon Protection System. Remote Sensing. Estudo Bibliométrico. Sistema de Proteção da Amazônia. Sensoriamento Remoto.

### 1. Introdução

O projeto da aeronave R-99 nasceu no final do século XX (Brasil, 1990), como parte integrante do Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM). Trouxe consigo o que havia de mais moderno em termos de sensores remotos aeroembarcados: Radar de Abertura Sintética (SAR), Scanner Multiespectral (MSS) e Sistema Óptico e Infravermelho (OIS), que possuíam capacidades diferenciadas e abriram um leque de novas aplicações (Fulghum, 2004).

Para coordenar o SIPAM foi criado em 2002 o Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia (CENSIPAM), cujas atribuições são a produção de informações, dados e conhecimentos atualizados sobre a Amazônia Legal, contribuindo para as políticas públicas de proteção e desenvolvimento sustentável da região (Brasil, 2002), além de coordenar as solicitações de imagens dos sensores do R-99 para apoiar pesquisas acadêmicas.

Desde então, muitos foram os estudos científicos e pesquisas desenvolvidos com o apoio das imagens do SIPAM, em especial aqueles relacionados com a proteção e gestão ambiental, que sempre foi o cerne de todo o projeto.

Apesar das grandes conquistas alcançadas, nesses quase quinze anos de existência do CENSIPAM, a demanda por produtos gerados pelo R-99 tem diminuído nos últimos anos (Brasil, 2016) e, inclusive, o número de publicações científicas, relacionadas ao uso desses produtos, reduziu após 2011.

Este trabalho tem como objetivo analisar a evolução histórica das publicações envolvendo essa temática, por meio de um estudo bibliométrico que elucidou as principais contribuições do R-99, as áreas de pesquisa e o sensor mais utilizado, bem como as instituições que souberam aproveitar o potencial da aeronave, além de apontar indícios que justifiquem os resultados levantados e o baixo aproveitamento dos sensores nos últimos anos.

## 2. Metodologia de Trabalho

Um estudo bibliométrico foi conduzido em diversas bases de dados, sendo as principais a *Web of Science*, Scielo, Scopus, Google Acadêmico, banco de teses da CAPES e bibliotecas dos principais anais de eventos envolvendo a temática Sensoriamento Remoto: *International Geoscience and Remote Sensing Symposium* (IGARSS), Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), Simpósio de Sensoriamento Remoto de Aplicações em Defesa (SERFA), Simpósio de Aplicações Operacionais em Áreas de Defesa (SIGE) e Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação (SIMGEO).

Utilizou-se os seguintes termos de busca para a recuperação das publicações pertinentes: SIVAM, SIPAM, R99B, R-99, SAR, MSS e OIS, tendo sido encontrados 137 trabalhos acadêmicos, que foram tabulados com base nos seguintes aspectos:

- título do trabalho;
- tipo de publicação (anais de eventos, periódicos ou trabalhos de conclusão de curso de pós graduação);
- nome do evento, periódico ou programa de pós graduação;
- unidade federativa do órgão responsável pela publicação;
- ano de publicação;
- foco do trabalho (agricultura, ambiental, cartografia, defesa, geologia, técnico);
- sensor do R-99 utilizado na pesquisa (SAR, MSS, e/ou OIS);
- filiação dos autores.

Os principais resultados envolvendo essa pesquisa serão apresentados abaixo seguidos de alguns comentários específicos.

## 3. Resultados e Discussão

A distribuição anual dos trabalhos acadêmicos que utilizaram imagens coletadas pelos sensores do R-99, desde 2001 até 2015, é apresentada na Figura 1.

Apesar da aeronave R-99 ter entrado em operação definitivamente em 2002, alguns estudos foram produzidos ainda na fase de testes e aceitação do equipamento, conforme foi observado na pesquisa bibliométrica.



Figura 1. Distribuição dos trabalhos envolvendo os sensores do R-99.

Observa-se que todos os picos de produção científica ocorreram nos anos ímpares, fato esse se deve a realização do SBSR (Tabela 1), maior evento da América Latina sobre essa temática, onde se concentrou a maioria dos trabalhos publicados (28%).

Tabela 1. Distribuição dos estudos envolvendo os sensores do R-99 publicados no SBSR.

Edição do SBSR	Estudos Publicados
2003	2
2005	6
2007	14
2009	5
2011	8
2013	2
2015	1

A Figura 1 também demonstra um gradativo aumento das publicações, com um pico isolado em 2007, explicado em grande parte pelo SBSR (Tabela 1), mas com tendência bem constante, até uma abrupta ruptura da curva após 2011.

A área ambiental evidenciou-se como o principal foco de aplicação das pesquisas envolvendo a aeronave R-99, como demonstrado na Figura 2, o que apresenta grande coerência com o previsto nos objetivos de criação do SIPAM, ou seja, a proteção e a preservação da Amazônia Legal Brasileira.

É possível inferir, inclusive, que esses objetivos acima citados tenham influenciado na política do CENSIPAM para definir qual estudo teria prioridade sobre os demais, mas não é possível desconsiderar a hipótese, simplesmente, de ter havido um número maior de interessados pela temática ambiental, visto que esse estudo não teve acesso aos critérios utilizados pelo CENSIPAM na escolha dos projetos a serem apoiados.

Em segundo lugar ficou a temática de estudos técnicos, aqueles que não estão ligados diretamente a nenhuma área de pesquisa, mas visavam desenvolver ferramentas e automatizar algumas funções no SAR, como ortorretificação, calibração e filtragem de ruído (Figura 2).

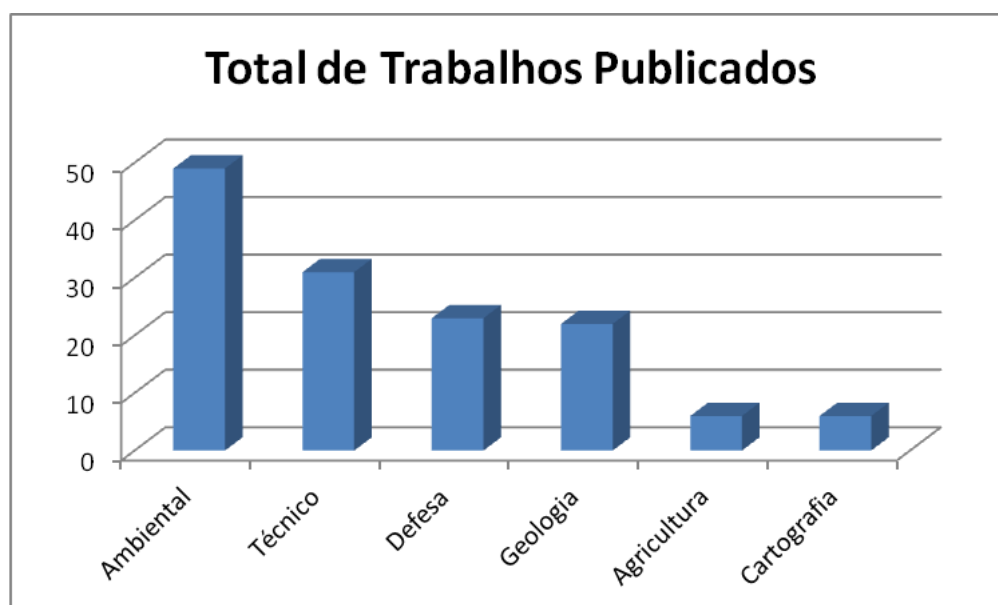


Figura 2. Distribuição dos trabalhos por foco da aplicação da pesquisa.

De acordo com os dados representados na figura 3, o sensor SAR foi o mais utilizado pelos pesquisadores, com grande margem sobre o MSS e o OIS. Isso não implica, necessariamente, que ele seja melhor ou mais importante que os outros dois, pois todos os três oferecem vantagens exclusivas sobre outros equipamentos da mesma classe disponíveis no

mercado, além de terem sido desenvolvidos para contextos completamente diferentes, portanto uma simples comparação entre eles seria incorreto.

É mais provável que esse fato se deva a uma questão externa ao R-99, como uma preferência dos pesquisadores brasileiros por esse tipo de equipamento (SAR), em detrimento aos demais.

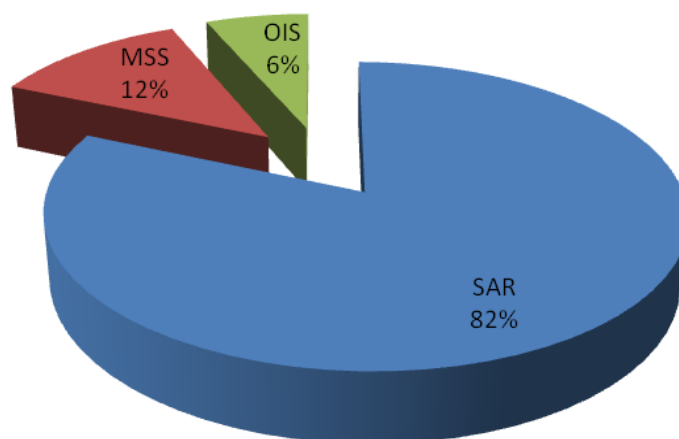


Figura 3. Utilização dos sensores do R-99 nos trabalhos publicados.

A Figura 4 demonstra como os trabalhos que utilizaram os sensores do R-99 foram publicados, de acordo com o tipo de publicação, deixando evidente que os anais de eventos possuem quase metade das publicações, com destaque especial para os anais do SBSR, SERFA e IGARSS, que possuem juntos 85% das publicações em anais (Tabela 2).

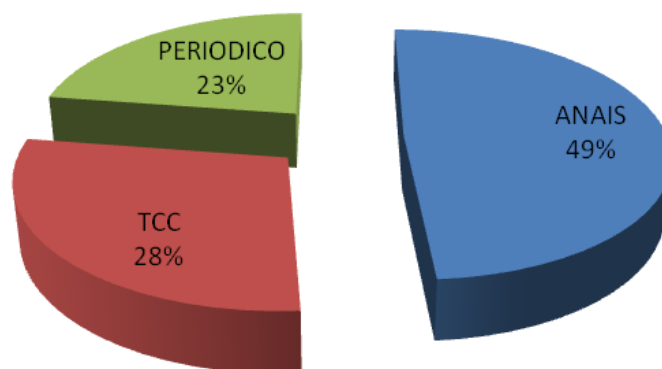


Figura 4. Distribuição dos trabalhos publicados de acordo com o tipo de publicação.

Tabela 2. Distribuição dos artigos publicados de acordo com os anais de eventos.

Evento	Total
SBSR	38
SERFA	11
IGARSS	8
Outros	10
Total	67

Quanto aos artigos publicados em periódicos, não houve nenhuma tendência ou preferência dos pesquisadores, pois a distribuição dos trabalhos foi bem homogênea, variando de um a três trabalhos em cada periódico.

Já no quesito Trabalhos de Conclusão de Curso de Pós Graduação (Mestrado e Doutorado), houve uma hegemonia dos trabalhos publicados no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), na Universidade de Brasília (UNB) e na Universidade Federal do Amazonas (UFAM), com 70% do total (Tabela 3).

Tabela 3. Distribuição dos trabalhos publicados em TCC.

Instituição	Total
INPE	13
UNB	9
UFAM	5
Outros	12
Total	39

A distribuição dos trabalhos por regiões geográficas evidenciou a disparidade existente entre a região Sudeste, com mais da metade da contribuição de pesquisas publicadas, e as demais regiões do país. Interessante observar também a grande quantidade de trabalhos publicados no exterior, responsável por 14% do total, superando todas as outras regiões do Brasil, um indício do interesse que os periódicos internacionais tiveram em relação aos trabalhos sobre o R-99 (Figura 5).

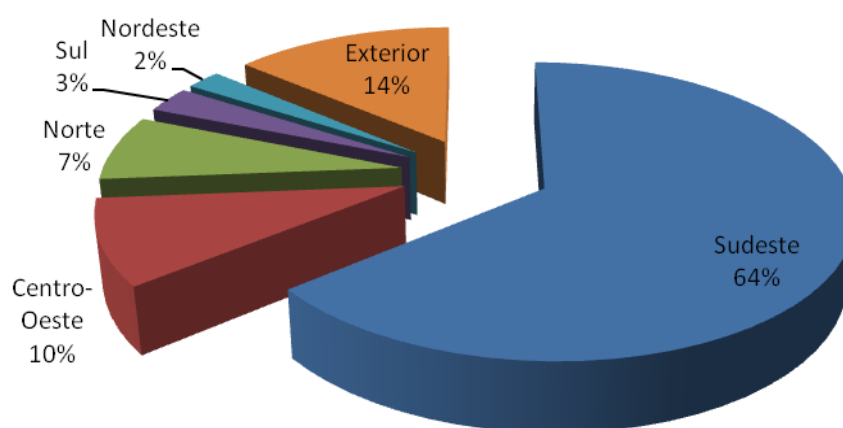


Figura 5. Distribuição dos trabalhos por regiões geográficas.

A região Norte, que apesar de possuir quase a totalidade da Amazônia Legal e ser o grande foco do SIPAM, contribuiu com apenas 7% dos trabalhos, perdendo espaço inclusive para o Centro-Oeste, que dependeu quase que exclusivamente dos pesquisadores da UNB.

Entretanto, se for analisado exclusivamente os estudos que tiveram foco ambiental, a região Norte melhora sensivelmente sua contribuição, passando a 14% do total e superando a região Centro-Oeste (6%), porém ainda muito distante da região Sudeste (49%).

A região Nordeste permanece como última colocada em qualquer uma das análises, com 2% e 4%, respectivamente.

Importante ressaltar que todas essas constatações, como regra geral, são resultados exclusivamente de uma unidade da federação e, em alguns casos, dependeu de apenas uma instituição.

Como apresentado nas Figuras 6 e 7, não houve uma distribuição igualitária por várias instituições na representação por regiões ou mesmo por unidades da federação, na verdade o que ocorreu foi uma centralização das publicações em algumas poucas universidades e institutos de pesquisa, demonstrando que os dados do R-99 ficaram restritos a um público pequeno de usuários.

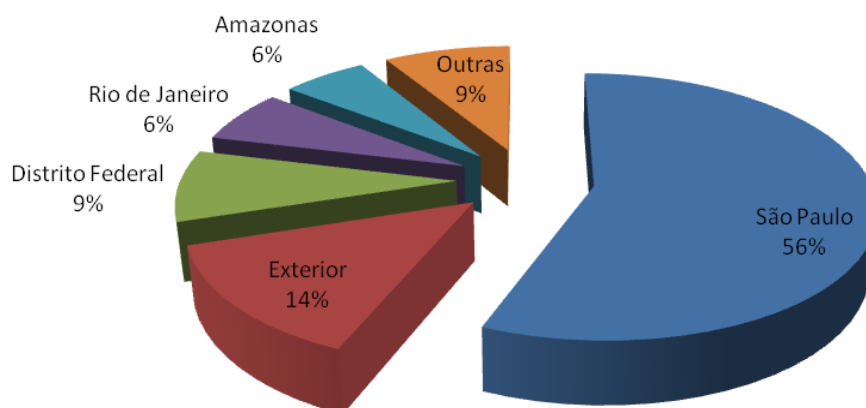


Figura 6. Distribuição dos trabalhos por unidades federativas, corroborando com a tese de que a contribuição em escala de regiões do país depende de poucos estados.

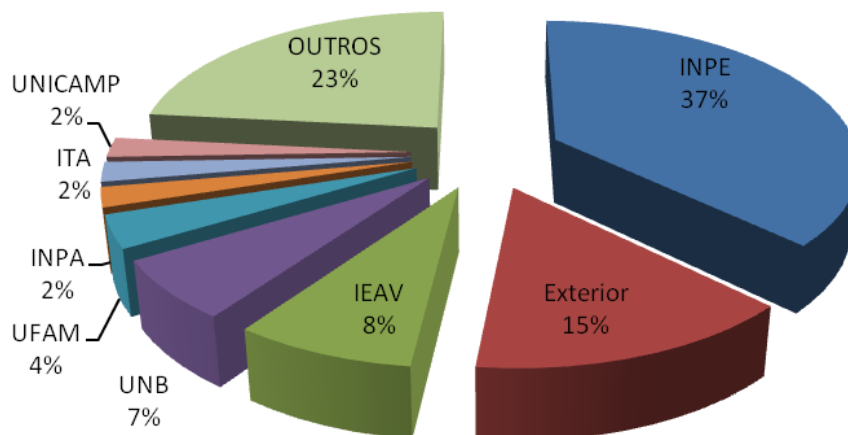


Figura 7. Distribuição dos trabalhos por instituições, demonstrando que poucas instituições foram responsáveis pela maioria das publicações.

Interessante observar que, das sete instituições brasileiras que mais publicaram trabalhos, duas são subordinadas ao Comando da Aeronáutica (COMAER), portanto dispondo mais facilmente de acesso aos dados, e outras quatro possuíam acordos de cooperação técnica com o CENSIPAM ou com o COMAER, ressaltando a importância de se firmar esse tipo de colaboração.

Corroborando com a afirmação supracitada, a Figura 8 permite uma interessante análise do ponto de vista da filiação dos autores de trabalhos e se essas instituições possuíam acordo de cooperação técnica. O resultado demonstra a importância de garantir o acesso aos dados dos sensores remotos do R-99, pois a grande maioria das instituições brasileiras ou eram subordinadas ao COMAER, ou possuíam previamente acordos de cooperação, e isso com certeza colaborou para garantir o sucesso da pesquisa.

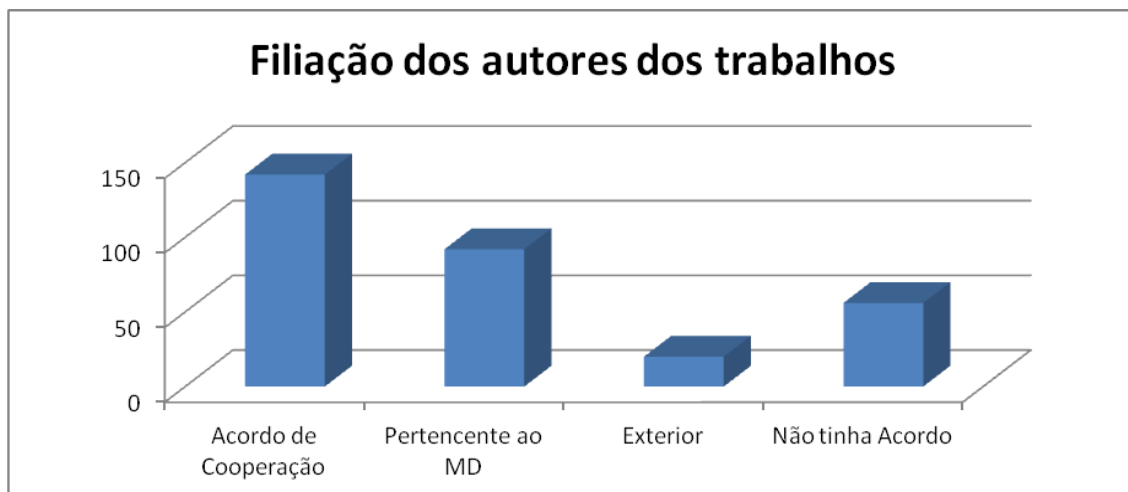


Figura 8. Distribuição dos trabalhos de acordo com a filiação dos autores, considerando se suas instituições possuíam acordo de cooperação.

A última análise do estudo bibliométrico foi proposta com o intuito de verificar se a demanda por produtos de sensoriamento remoto tem mantido a mesma taxa, ao longo do tempo de vida útil dos equipamentos. Para isso, o gráfico apresentado na Figura 9 foi sintetizado em três períodos distintos, mas de igual periodicidade (cinco anos):

- a) fase de implantação do SIPAM (2001 a 2005);
- b) fase de maturidade do SIPAM (2006 a 2010);
- c) fase atual em que se encontra o SIPAM (2011 a 2015).

Desta forma verifica-se o total de trabalhos distribuídos ao longo de cada fase.

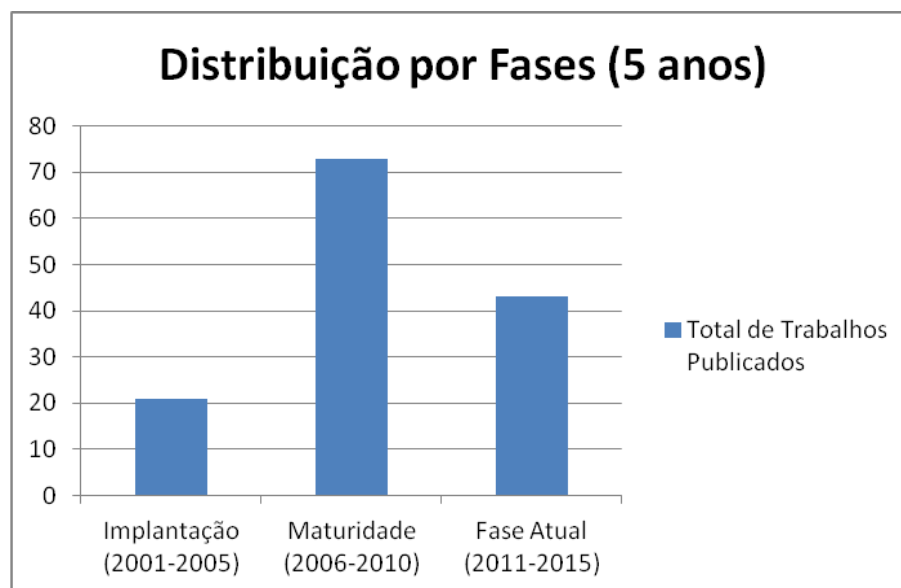


Figura 9. Total de trabalhos publicados em cada período de cinco anos, de 2001 a 2015.

Esse resultado, apesar de confirmar a hipótese de que nos últimos anos a demanda pela utilização em pesquisas científicas com o uso do R-99 diminuiu, se estimava que o número de publicações do atual período de cinco anos (2011-2015) se mantivesse próximo do período anterior, pois não houve surgimento de novos equipamentos e sensores nessa época, para que disputassem espaço com o R-99, na verdade alguns sensores deixaram de ser utilizados, como o CBERS-2B, que saiu de operação no começo da fase atual.

Coincidência, ou não, em 2011 ocorreu uma significativa mudança no organograma do CENSIPAM, que deixou de ser subordinado à Casa Civil da Presidência da República e

passou a subordinar-se ao Ministério da Defesa. Mas apesar dessa modificação, o CENSIPAM não teve nenhuma alteração no seu quadro, tampouco em sua missão e objetivos (Brasil, 2011).

Não consta no escopo desse trabalho a investigação dos motivos que levaram a redução da demanda por produtos de sensoriamento remoto do R-99, bem como se existe alguma relação com a mudança de subordinação do CENSIPAM e os possíveis impactos que podem ter sido causados, tal como redução no orçamento do órgão, por exemplo.

#### 4. Conclusões

Desde que entrou em atividade, a aeronave R-99 prestou importantes serviços para o SIPAM, principalmente para proteção e gestão ambiental e fornecendo subsídios para pesquisas científicas.

O levantamento bibliométrico demonstrou que o SAR foi o sensor mais solicitado pela comunidade acadêmica e as pesquisas na área ambiental foram responsáveis por quase metade dos trabalhos e evidenciou-se também que alguns poucos anais de eventos (SBSR, SERFA e IGARSS) e programas de pós-graduação (INPE, UNB e UFAM) foram responsáveis pela maioria dos trabalhos publicados em sua categoria, respectivamente 85% e 70%.

Essa mesma tendência de centralização foi verificada nas análises por regiões e por unidades federativas, pois na verdade foram poucas as instituições que se utilizaram das imagens de sensores remotos do R-99 para as pesquisas científicas.

Constatou-se também que boa parte dessas instituições possuíam maior facilidade de acesso aos dados, pois possuíam acordo de cooperação técnica previamente firmado, reiterando a importância e o potencial desse tipo de instrumento de cooperação científica.

A despeito desses fatores todos, a demanda por produtos de sensoriamento remoto reduziu a partir de 2011, o que claramente se refletiu também nos trabalhos publicados, devido motivos que não constam nas estatísticas levantadas.

#### Referências Bibliográficas

Brasil. Segundo Esquadrão do Sexto Grupo de Aviação. **Relatório Estatístico de Movimento Aéreo 2002-2016**. Anápolis, GO. 2016

Brasil. Casa Civil da Presidência da República. **Decreto nº 4.200, de 17 de abril de 2002**. Transfere do Ministério da Defesa para a Casa Civil da Presidência da República a Secretaria-Executiva do Conselho Deliberativo do Sistema de Proteção da Amazônia - SECONSIPAM, altera sua denominação e dá outras providências. Brasília, DF, 2002.

Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2002/D4200.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4200.htm)>. Acesso em: 21 de maio de 2016.

Brasil. Casa Civil da Presidência da República. **Decreto nº 7.424, de 5 de janeiro de 2011**. Dispõe sobre a transferência do Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia - CENSIPAM da Casa Civil da Presidência da República para o Ministério da Defesa. Brasília, DF, 2011. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2011/Decreto/D7424.htm#art9](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2011/Decreto/D7424.htm#art9)>. Acesso em : 21 de maio de 2016.

Fulghum, D. A.. Designed for crime: Embraer's EMB-145 airliner has spawned new intel-gathering tools for the government. **Aviation Week & Space Technology**, v. 161, n. 2, p. 52-56, 2004.

Brasil. Ministério da Justiça. **Exposição de Motivos nº 194, de 21 de setembro de 1990**. Brasília, DF, 1990. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=9&data=24/09/1990>>. Acesso em: 22 maio 2016.