



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES



**ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA DO
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (1972-2020):
UM ESTUDO DE EVOLUÇÃO**

Simone Angélica Del Ducca Barbedo

RESUMO

Este estudo realizou uma análise bibliométrica das publicações científicas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) indexadas na Base de dados Scopus do período de 1972 a 2020. O objetivo da análise foi compreender a evolução, crescimento e relação das publicações científicas do INPE por meio de seus autores, colaboradores e áreas do conhecimento. O total de 10.799 publicações recuperadas na Base Scopus foi organizado em cinco grupos por período de 10 anos (1972-1981; 1982-1991; 1992-2001; 2001-2011; e 2012-2020). A análise dos dados focou na tendência da publicação científica do INPE para os próximos anos bem como as estratégias a serem adotadas ou enfatizadas pelo Instituto no que se refere a produção científica gerada. O uso da bibliometria, utilizando os recursos do VantagePoint e VOS Viewer como método de análise quantitativa, foi essencial para representação e estudo dos registros coletados. Percebe-se na análise realizada, um crescimento de co-autorias do Instituto entre instituições nacionais e internacionais como também entre os próprios autores do INPE e suas áreas de atuação. Também foi possível identificar um crescimento no número de publicações do Instituto nos últimos 10 anos. Os indicadores de produção gerados podem contribuir na avaliação do INPE e nas áreas de atuação do Instituto.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 MÉTODO	8
2.1 Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais	8
2.1.1 Histórico	9
2.1.2 Produção científica	12
3 RESULTADOS.....	19
3.1 Publicação anual do INPE	19
3.2 Citações recebidas	25
3.2.1 Número de citações por áreas Scopus	28
3.3 Publicações por palavras-chave.....	33
3.4 Autores do INPE com maior número de publicações.....	39
3.5 Cadeia de relações entre autores do INPE.....	49
3.6 Produção científica do INPE na Scopus por tipo de publicação	56
3.7 Publicações do INPE por ano.	58
3.8 Publicação do INPE em colaboração com outros países.....	62
3.9 Produção científica do INPE e instituições colaboradoras	76
3.10 Produção científica do INPE por área do conhecimento.....	82
3.10.1 Produção científica do INPE por área de conhecimento Scopus e ano de publicação.....	82
3.10.2 Publicação do INPE por área de conhecimento e instituições co-autoras.....	96
3.10.3 Publicação científica do INPE por área do conhecimento e países co-autores .	108
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	120
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	122
APÊNDICE A	124

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Cronologia do INPE.....	11
Tabela 2.2: Número total de artigos recuperados, por período.....	13
Tabela 3.1: Artigos do INPE mais citados (1972-2020).....	26
Tabela 3.2: Autores do INPE com maior número de publicações (1972-2020).....	41
Tabela 3.3: Revistas com maior número de publicações do INPE (1972-2020).....	58
Tabela A.1: Citações recebidas por período de publicação e por área Scopus.....	124
Tabela A.2: Número de publicações INPE com países, por período.....	125

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Publicações do INPE comparado ao total de publicações no Brasil.....	14
Figura 2.2: Acumulado de publicações INPE comparado ao total publicações Brasil...	15
Figura 2.3: Ranking da publicação científica no Brasil por instituição (1972-2020).....	17
Figura 2.4: Publicações científicas no Brasil por instituições não universitárias.....	18
Figura 3.1: Produção científica do INPE na Scopus (1972-2020)	20
Figura 3.2: Distribuição de bolsas de pós graduação da CAPES no INPE.	22
Figura 3.3: Distribuição de bolsas da CAPES no INPE por programas	24
Figura 3.4: Número de citações recebidas pelo INPE por período de publicação	25
Figura 3.5: Distribuição dos 20 artigos mais citados por área do INPE.....	27
Figura 3.6: Distribuição dos artigos mais citados por período de publicação.....	27
Figura 3.7: Distribuição dos artigos mais citados por assuntos abordados	28
Figura 3.8: Citações recebidas pelo INPE agrupadas por período e área Scopus.	29
Figura 3.9: Percentual de citações recebidas pelo INPE (1972 a 1981).....	30
Figura 3.10: Percentual de citações recebidas pelo INPE (1982 a 1991).....	31
Figura 3.11: Percentual de citações recebidas pelo INPE (1992 a 2001).....	31
Figura 3.12: Percentual de citações recebidas pelo INPE (2002 a 2011).....	32
Figura 3.13: Percentual de citações recebidas pelo INPE (2012 a 2020).....	32
Figura 3.14 Palavras-chave das publicações do INPE no período de 1972-1981	34
Figura 3.15: Palavras-chave das publicações do INPE no período de 1982-1991	35
Figura 3.16: Palavras-chave das publicações do INPE no período de 1992-2001	36
Figura 3.17: Palavras-chave das publicações do INPE no período de 2002-2011	37
Figura 3.18: Palavras-chave das publicações do INPE no período de 2012-2020	38
Figura 3.19: Ranking dos autores INPE (1972-2020)	39
Figura 3.20: Ranking dos autores (1972-2020) por área de atuação no INPE	40
Figura 3.21: Ranking dos autores INPE (1972-1981)	42
Figura 3.22: Ranking dos autores INPE (1982-1991)	44
Figura 3.23: Ranking dos autores INPE (1992-2001)	45
Figura 3.24: Ranking dos autores INPE (2002-2011)	47

Figura 3.25: Ranking dos autores INPE (2012-2020).....	48
Figura 3.26: Relação entre autores (1972-1981)	51
Figura 3.27: Relação entre autores (1982-1991)	52
Figura 3.28: Relação entre autores (1992-2001)	53
Figura 3.29: Relação entre autores (2002-2011)	54
Figura 3.30: Relação entre autores (2012-2020)	55
Figura 3.31: Total de publicações do INPE por tipo (1972-2020)	56
Figura 3.32: Publicações do INPE por tipo e período	57
Figura 3.33: Crescimento anual de publicações do INPE (1972-2020)	60
Figura 3.34: Crescimento de publicações do INPE (1972-2020).....	61
Figura 3.35: Continentes com co-autoria de publicações com o INPE (1972-2020).....	62
Figura 3.36: Países com co-autoria de publicações com o INPE (1972-2020).....	64
Figura 3.37: Publicações em co-autoria com INPE por país (1972-2020).....	65
Figura 3.38: Países em co-autoria de publicações com o INPE (1972-1981).....	66
Figura 3.39: Publicações em co-autoria com o INPE por país (1972-1981).....	67
Figura 3.40: Países com co-autoria de publicações com o INPE (1982-1991).....	68
Figura 3.41: Publicações em co-autoria com o INPE por país (1982-1991).....	69
Figura 3.42: Países com co-autoria de publicações com o INPE (1992-2001).....	70
Figura 3.43: Publicações em co-autoria com o INPE por país (1992-2001).....	71
Figura 3.44: Países com co-autoria de publicações com o INPE (2002-2011)	72
Figura 3.45: Publicações em co-autoria com o INPE por país (2002-2011).....	73
Figura 3.46: Países em co-autoria de publicações com o INPE (2012-2020)	74
Figura 3.47: Publicações em co-autoria com o INPE por país (2012-2020).....	75
Figura 3.48: Principais instituições co-autoras com o INPE (1972-2020).....	76
Figura 3.49: Principais instituições co-autoras com o INPE (1972-1981).....	77
Figura 3.50: Principais instituições co-autoras com o INPE (1982-1991).....	78
Figura 3.51: Principais instituições co-autoras com o INPE (1992-2001).....	79
Figura 3.52: Principais instituições co-autoras com o INPE (2002-2011)	80
Figura 3.53: Principais instituições co-autoras com INPE (2012-2020).....	81
Figura 3.54: Número e publicações do INPE por área de conhecimento.....	83

Figura 3.55: Distribuição das publicações por área Scopus (1972-2020).....	84
Figura 3.56: Número de publicações INPE por área do conhecimento (1972-2020).....	85
Figura 3.57: Distribuição das publicações por área Scopus (1972-1981).....	86
Figura 3.58: Número de publicações INPE por área do conhecimento (1972-1981).....	87
Figura 3.59: Distribuição das publicações por área Scopus (1982-1991).....	88
Figura 3.60: Número de publicações INPE por área do conhecimento (1981-1991).....	89
Figura 3.61: Distribuição de publicações por área Scopus (1992-2001).....	90
Figura 3.62: Número de publicações INPE por área do conhecimento (1992-2001).....	91
Figura 3.63: Distribuição de publicações por área Scopus (2002-2011).....	92
Figura 3.64: Número de publicações INPE por área do conhecimento (2002-2011).....	93
Figura 3.65: Distribuição de publicações por área Scopus (2012-2020).....	94
Figura 3.66: Número de publicações INPE por área do conhecimento (2012-2020).....	95
Figura 3.67: Instituições co-autoras por área do conhecimento (1972-2020).....	97
Figura 3.68: Instituições co-autoras por área do conhecimento (1972-1981).....	99
Figura 3.69: Instituições co-autoras por área do conhecimento (1982-1991).....	101
Figura 3.70: Instituições co-autoras por área do conhecimento (1992-2001).....	103
Figura 3.71: Instituições co-autoras por área do conhecimento (2002-2011).....	105
Figura 3.72: Instituições co-autoras por área do conhecimento (2012-2020).....	107
Figura 3.73: Países co-autores por área do conhecimento (1972-2020).....	109
Figura 3.74: Países co-autores por área do conhecimento (1972-1981).....	111
Figura 3.75: Países co-autores por área do conhecimento (1982-1991).....	113
Figura 3.76: Países co-autores por área do conhecimento (1992-2001).....	115
Figura 3.77: Países co-autores por área do conhecimento (2002-2011).....	117
Figura 3.78: Países co-autores por área do conhecimento (2012-2020).....	119

1. INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico e as novas descobertas mundiais em diversas áreas do conhecimento contribuíram para o crescimento da publicação científica de forma significativa nos últimos anos. Para Alves (2017), o crescimento da produção científica, somado ao desenvolvimento de tecnologias para a divulgação dos resultados da ciência, contribuiu para o aumento do volume de dados e informações disponibilizadas à sociedade.

O Brasil, acompanhando os resultados mundiais, cresceu no número de publicações científicas nos últimos 15 anos. Segundo um relatório sobre a pesquisa no Brasil produzido pela Clarivate Analytics para a CAPES (CROSS, THOMSON, SINCLAIR, 2017), o País é o 13º maior produtor de publicações de pesquisa no mundo no período de 2011 a 2016. Neste período, os pesquisadores brasileiros foram co-autores de artigos com pesquisadores de 123 outros países. O relatório também indica que no ano de 2016 a produção de artigos brasileiros com alto impacto dobrou em relação à produção científica do ano de 2011.

Os resultados apresentados no relatório da Clarivate Analytics destacam o aumento da produção científica no Brasil. De acordo com Alves (2013), o desenvolvimento econômico, político e social de um país está intimamente relacionado ao crescimento da ciência e tecnologia. O autor também ressalta o interesse de especialistas e pesquisadores por estudos, avaliações e análises que permitam visualizar o crescimento da pesquisa nos países.

A bibliometria torna-se, neste cenário, um método essencial na apresentação de informações sobre produção científica uma vez que analisa dados quantitativos, gerando indicadores que podem ser utilizados na tomada de decisão.

O princípio da bibliometria para Barreto (2013), Costa et al (2012) e Silva et al (2011), constitui em analisar a atividade científica ou técnica pelos estudos quantitativos de publicações, bem como acompanhar o desenvolvimento de diversas áreas científicas, os padrões de autoria, a publicação, o impacto e o uso dos resultados de investigação. Yoshida (2010) ressalta que uma análise consistente depende da escolha de bases de dados adequadas e dos termos utilizados na pesquisa para avaliação bibliométrica.

O uso da bibliometria pode também auxiliar na apresentação de indicadores reforçando a importância de investimentos em Ciência e Tecnologia para o desenvolvimento científico de um país. Para Glänzel (2003), uma das principais aplicações da avaliação bibliométrica, mundialmente, está voltada para o uso em políticas de investimento e gestão científica.

A partir deste contexto, este relatório teve por objetivo elaborar e analisar informações sobre a produção científica do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) disponíveis na Base Scopus no período de 1972 a 2020 para identificar a evolução da produção científica do Instituto bem como a tendência para os próximos anos.

De acordo com Vanz et al (2018), o uso da bibliometria para avaliação sistemática da pesquisa, com o objetivo de fundamentar as decisões estratégicas sobre políticas em C&T já é comum em vários países nos quais a bibliometria vem se tornando uma prática institucionalizada. Sendo assim, os resultados da análise poderão contribuir para a avaliação do Planejamento estratégico do INPE, bem como auxiliar nas atividades do Instituto em relação a parcerias entre instituições, manutenção de acordos e convênios e de investimentos.

2 MÉTODO

A compreensão dos resultados obtidos de publicação científica do INPE está relacionada com a missão, estrutura e história do Instituto. As próximas seções apresentam um panorama geral do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais que auxiliaram na relação dos resultados com o cenário encontrado no período analisado. Também apresenta a metodologia e as estratégias utilizadas na coleta de dados.

2.1 Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

O INPE é um instituto de pesquisas vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) que tem por missão: *“Desenvolver, operar e utilizar sistemas espaciais para o avanço da ciência, da tecnologia e das aplicações nas áreas do espaço exterior e do ambiente terrestre, e oferecer produtos e serviços inovadores em benefício do Brasil”*.

A sede principal do INPE está localizada na cidade de São José dos Campos, SP. Além da sede, o Instituto possui unidades e centros regionais nas cidades de Cachoeira Paulista (SP), Natal (RN), Santa Maria (RS) e Belém (PA).

O INPE realiza pesquisa e desenvolvimento nas áreas de:

- a) **Ciência Espacial e Atmosférica:** pioneira do INPE; desenvolve pesquisas relacionadas aos fenômenos que ocorrem na atmosfera e no espaço exterior. É composta pelas divisões de Aeronomia, Astrofísica e Geofísica Espacial;
- b) **Previsão de Tempo e Estudos Climáticos:** desenvolve pesquisas e atividades no campo da meteorologia, previsão de tempo e climatologia;
- c) **Engenharia e Tecnologia Espacial:** compreende as áreas de Eletrônica aeroespacial, Mecânica espacial e controle, Sistemas de solo e Sistemas espaciais no desenvolvimento de sistemas e tecnologias espaciais destinada a diversas aplicações;

- d) **Observação da Terra:** envolve o conhecimento científico e tecnológico nos campos de sensoriamento remoto e geoprocessamento, levantamento de recursos naturais e monitoramento do meio ambiente;
- e) **Ciência do Sistema Terrestre:** gera conhecimentos interdisciplinares para o desenvolvimento nacional e redução dos impactos ambientais no Brasil e no mundo bem como a orientação de políticas públicas relacionadas às mudanças ambientais.
- f) **Rastreo e Controle de Satélites:** desenvolve sistemas de controle de satélites em órbita baixa e satélites geoestacionários;
- g) **Laboratório de Integração e Testes:** desenvolve atividades especializadas de qualificação de componentes e sistemas espaciais;
- h) **Laboratório Associados:** pesquisa básica e desenvolvimento tecnológico nos campos de Sensores e materiais, Plasma, Computação e Matemática aplicada e Combustão e Propulsão.

2.1.1 Histórico

O INPE surgiu no início dos anos 1960 com objetivo de desenvolver a área espacial no Brasil. Inicialmente denominado Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais (GOCNAE), tinha como atribuição propor a política espacial brasileira e desenvolver o intercâmbio técnico-científico e a cooperação internacional promovendo a formação de especialistas, realizando projetos de pesquisa e coordenando e executando atividades espaciais com a indústria brasileira.

De acordo com INPE (2017), os primeiros anos de existência do Instituto tiveram como foco principal as Ciências Espaciais e Atmosféricas, por conta de um período denominado Anos Internacionais do Sol Calmo (1964-1965) no qual a comunidade científica internacional intensificava suas pesquisas nos campos da geofísica, aeronomia e magnetismo.

Desde sua criação, o Instituto desenvolveu cooperação científica com outros países a fim de gerar dados para pesquisas e auxiliar na formação de especialistas.

Em 1968 o INPE iniciou suas atividades de Pós-Graduação oferecendo cursos de mestrado e doutorado. Além de garimpar pesquisadores talentosos ainda em formação nas universidades, pesquisadores estrangeiros foram atraídos para atuar em diferentes áreas de pesquisa e ensino do INPE. A capacitação dos pesquisadores envolvia ainda a realização do doutorado no exterior. Esses pesquisadores, quando retornavam ao país, passavam a atuar na formação de novos cientistas nos cursos de pós-graduação do Instituto (INPE, 2017).

Nos anos que se seguiram, o INPE foi incorporando novas áreas de pesquisa e atuação, atendendo às necessidades científicas e tecnológicas de conhecimento bem como na prestação de serviços nas áreas de meteorologia, sensoriamento remoto, desenvolvimento de satélites e questões ambientais e ciências espaciais e atmosféricas.

No de 2020, o Instituto implementou o processo de reestruturação, onde passou de quinze para oito coordenações gerais, agrupando áreas correlatas. O novo organograma do Instituto e as atribuições de cada coordenação estão disponíveis no site do INPE em: http://www.inpe.br/institucional/sobre_inpe/organograma.

A Tabela 2.1 apresenta uma cronologia do INPE, destacando algumas das principais atividades ocorridas desde sua criação.

Tabela 2.1: Cronologia do INPE.

1965	Primeiras campanhas de lançamento de foguetes de sondagem com carga útil do INPE
1966	Criado o GTEPE. Início do programa Meteorologia por Satélite (MESA)
1968	Início dos cursos de pós-graduação
1969	Início das atividades em Sensoriamento Remoto
1971	A CNAE é extinta e cria-se o INPE, vinculado ao CNPq
1972	Implantação da Estação de recepção de dados em sensoriamento remoto em Cuiabá, MT
1979	O INPE desenvolverá satélites de coleta de dados e de sensoriamento remoto.
1982	Primeira expedição científica à Antártica
1983	Investimento em infraestrutura para a Missão Espacial Completa Brasileira
1986	Criação dos laboratórios: Plasma, Sensores e materiais, Computação e matemática aplicada e Combustão e Propulsão
1987	Inauguração do Laboratório de Integração e Testes
1988	Assinatura do acordo de cooperação entre Brasil e China visando o desenvolvimento de satélites (CBERS-1 e CBERS-2)
1989	Inicia o projeto PRODES – Monitoramento da Floresta Amazônia Brasileira por Satélites
1993	Lançado o SCD-1, primeiro satélite brasileiro de coleta de dados desenvolvido pelo INPE
1994	Criação do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC)
1998	Lançamento do SCD-2
1999	Lançamento do CBERS-1 – Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres
2002	Lançamento do CBERS-2
2004	Catálogo gratuito de imagens CBERS disponibilizado na internet
2005	Dados do programa de Detecção de Desmatamento da Amazônia em Tempo Real (DETER) são disponibilizados na internet.
2008	Criação do Centro de Ciência do Sistema Terrestre
2009	Inauguração do Laboratório de Captura de Gás Carbonico (CO ₂) e Estação de Sensoriamento Remoto Marinho
2011	Início das operações do Tupã, o novo supercomputador climático
2013	Lançamento do CBERS-3
2014	Lançamento do CBERS-4
2014	Lançamento do cubesat NanosatC-Br1, desenvolvido pelo INPE
2016	Lançado novo sistema de monitoramento de queimadas
2019	Lançamento do CBERS-4A
2021	Lançamento do Amazônia 1, desenvolvido pelo INPE

2.1.2 Produção científica

Para análise bibliométrica da produção científica do INPE, foi realizada uma pesquisa na Base de dados Scopus no mês de março de 2021. A primeira publicação deste estudo foi realizada no ano de 2018 como relatório final para o curso de Bibliometria da Universidade Federal de São Carlos.

A Base de dados Scopus foi utilizada como fonte de informação para a elaboração de indicadores de produção científica do INPE por ser uma base dados multidisciplinar e ser referência em estudos metricos da ciência.

A expressão de busca utilizada no estudo foi “Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais” na opção de busca por Afiliação da base de dados (AF-ID “Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais”) recuperando **10.799 registros** no período de 1972 à 2020.

Considerando que o INPE, no período de 1961 a 1971, era denominado Comissão Nacional de Atividades Espaciais, foi feita uma pesquisa com a expressão de busca por Afiliação (AF-ID “Comissão Nacional de Atividades Espaciais”) e não foi recuperado nenhum registro.

Sendo assim, foi feita a coleta de dados e a geração dos gráficos apenas da busca com o nome INPE como afiliação. Vale ressaltar que a Base faz um agrupamento das variações para indicação do nome do Instituto em trabalhos científicos.

Os registros bibliográficos sobre a produção científica obtidos foram submetidos à análise bibliométrica utilizando o software VantagePoint v 5.0. Os nomes das ICT, autores e países foram padronizados.

Já o agrupamento e a contagem foi feita por ano, país e afiliação, gerando listas de ocorrência e matrizes de co-ocorrência. As listas e as matrizes foram transferidas para o programa Excel para a preparação de indicadores básicos, apresentados na forma de tabelas e gráficos. As matrizes, quando pertinente, foram transferidas para o software VOS Viewer a fim de fornecer representações da colaboração científica na forma de gráficos de rede, visando maximizar a percepção de relacionamentos entre as variáveis observadas. Também utilizou o software QGIS para representação do Mapa mundi destacando os países com co-autoria com o INPE.

A partir da pesquisa realizada, foram recuperados 10.799 registros indexados na Scopus, os quais foram agrupados cinco grupos com período de 10 anos cada a partir da primeira publicação na Base, do ano de 1972. A Tabela 2.2 apresenta o total de publicações por período analisado.

Tabela 2.2: Número total de artigos recuperados, por período.

Período	Núm. publicações
1972-1981	116
1982-1991	449
1992-2001	1.347
2002-2011	3.949
2012-2020	4.938

Pode-se perceber um crescimento significativo de publicações do INPE a partir do período de 1992-2001 e um salto considerável (dobro de publicações) nos anos 2002-2011 em relação ao período de 1992-2001. Considera-se também que, a partir da segunda década dos anos 2000 (2012-2020), o INPE vem crescendo na média de publicações.

A Figura 2.1 apresenta o percentual de crescimento da publicação científica no Brasil e no INPE disponíveis na Scopus no período de 1972 a 2020 e a Figura 2.2 apresenta o percentual acumulado de publicações do INPE comparado ao acumulado de publicações no Brasil.

Figura 2.1 - Crescimento da publicação científica no Brasil e no INPE no período de 1972 a 2020.

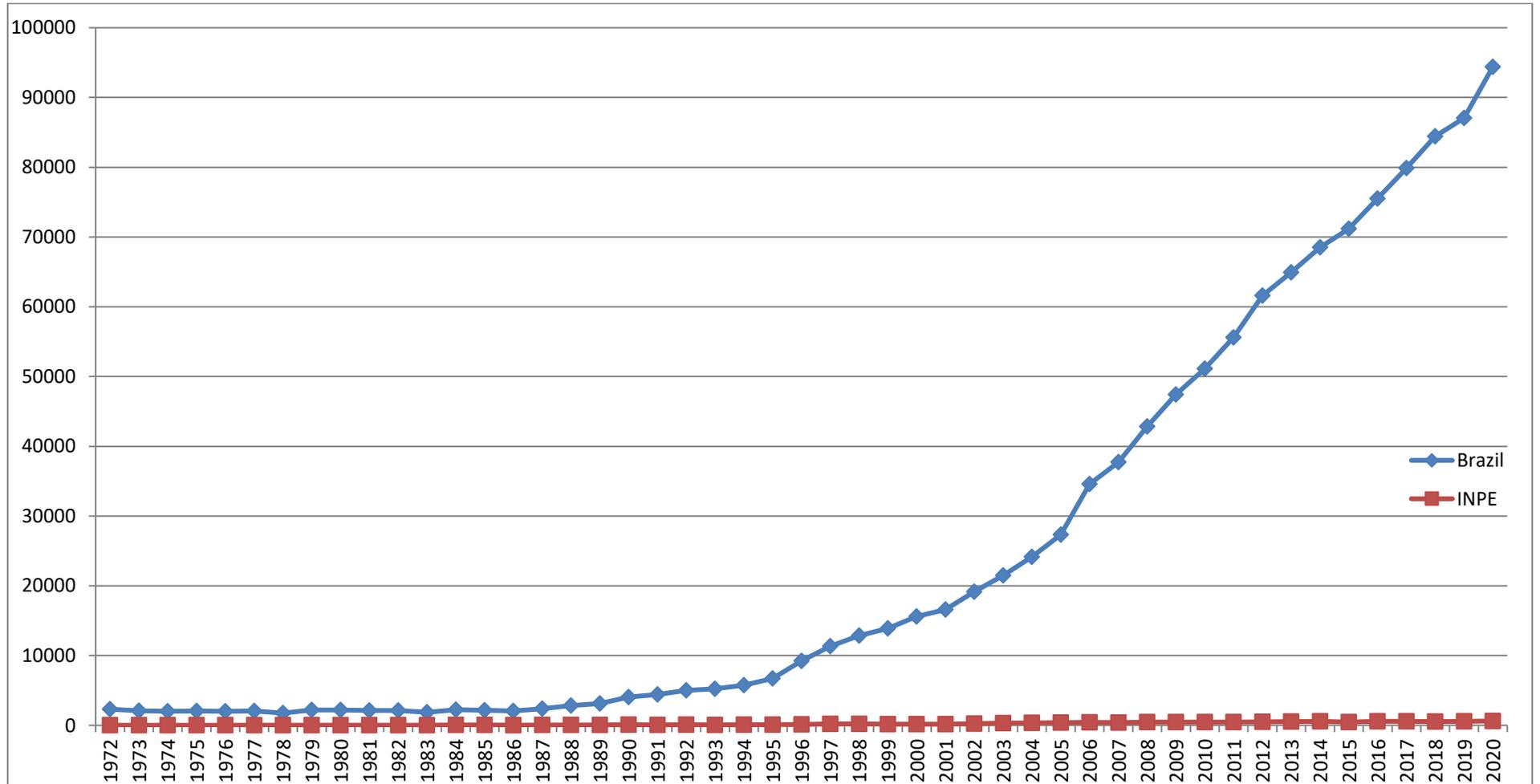
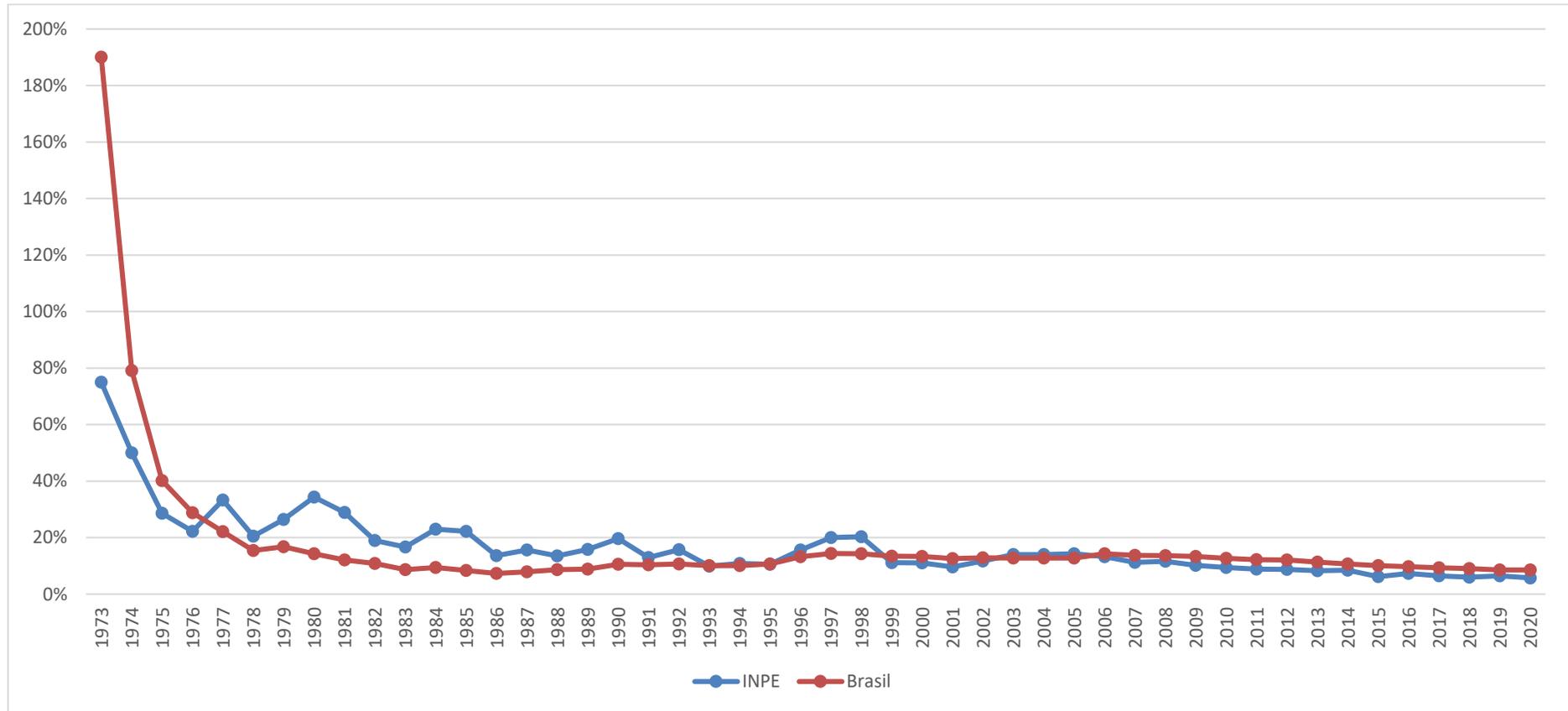


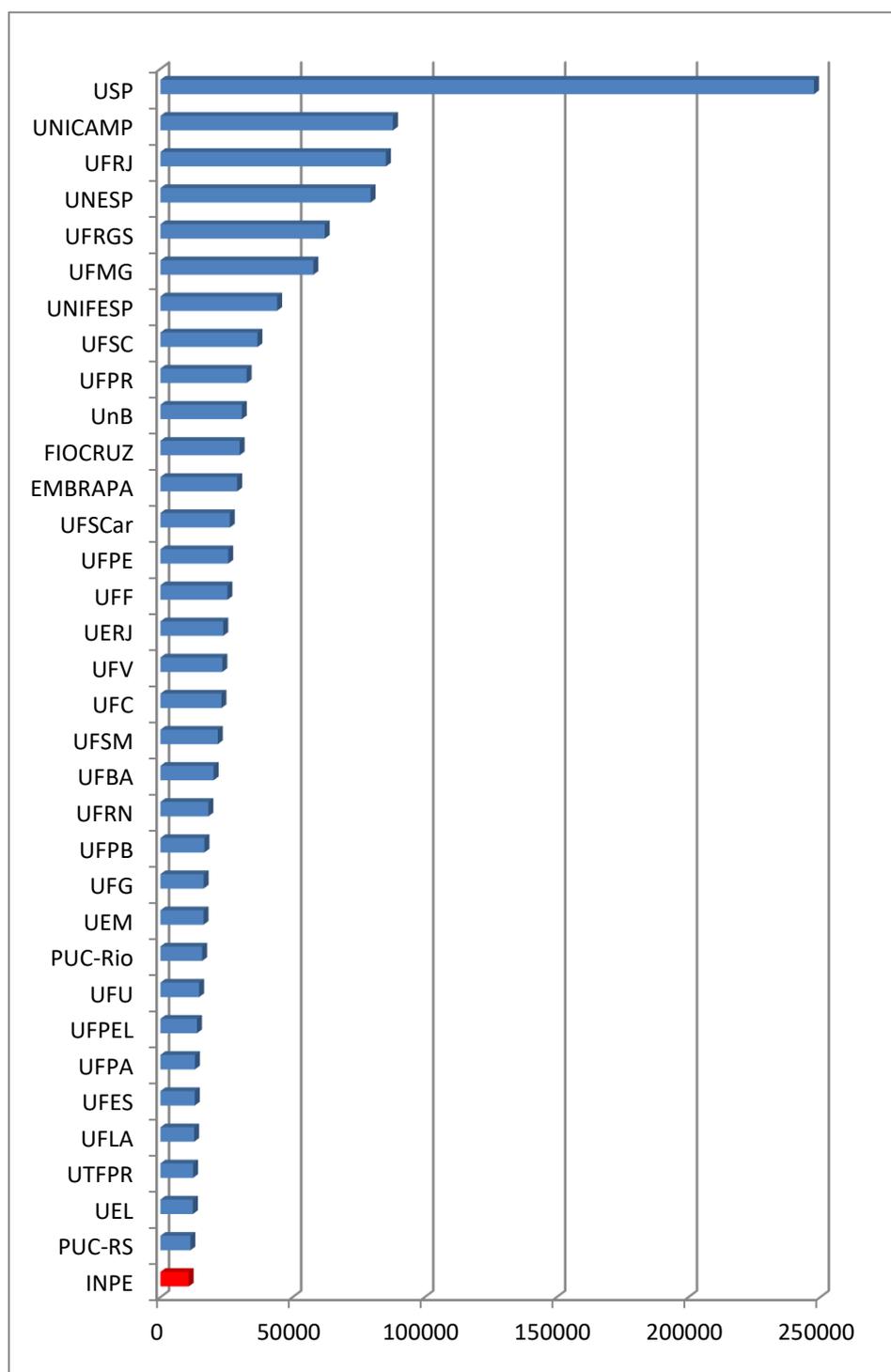
Figura 2.2: Acumulado de publicações INPE comparado ao total de publicações no Brasil.



Ao analisar aa Figura 2.2 que apresenta o acumulado de publicações no Brasil e no INPE, verifica-se que o Instituto acompanhou este crescimento na mesma extensão que o Brasil como um todo. Entretanto, nos períodos de 1977 a 1982 e de 1996 a 1998, o INPE ultrapassou o percentual acumulado de publicações em relação ao Brasil

Ao considerar o total de publicações brasileiras por instituições, verifica-se que o INPE ocupa a 34^a posição no total de publicações produzidas no Brasil no período de 1972 a 2020, como apresenta a Figura 2.3.

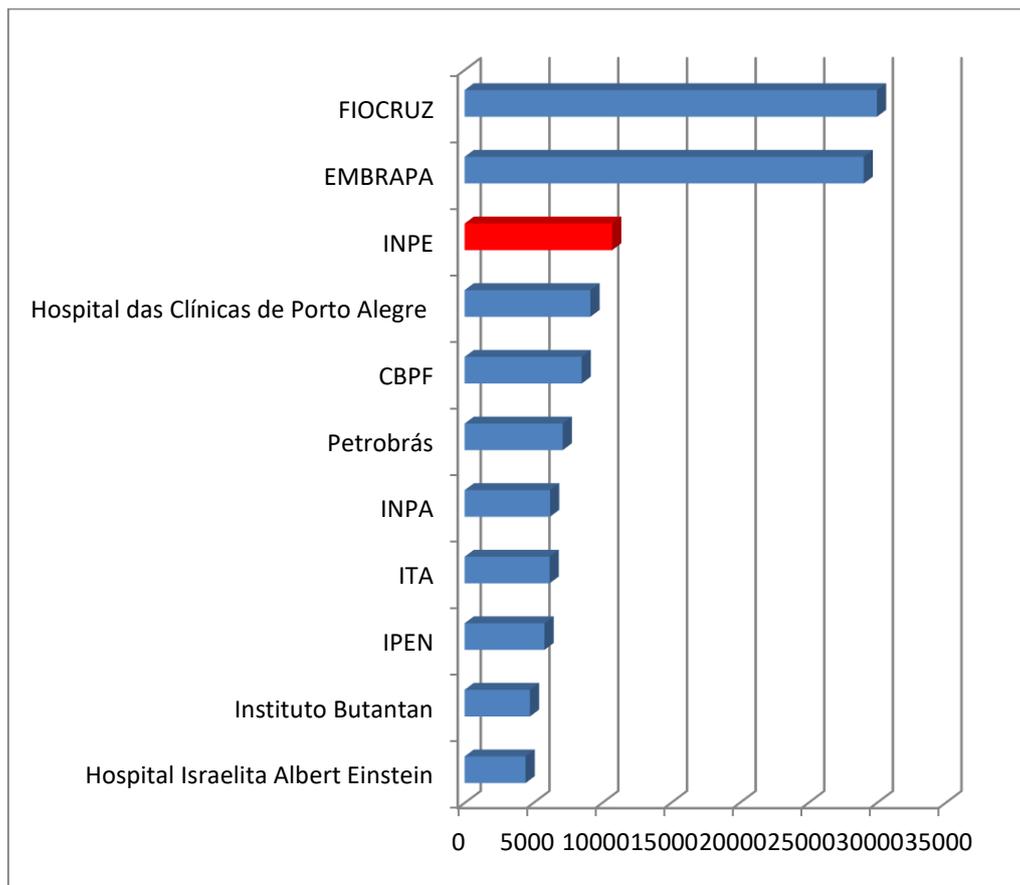
Figura 2.3: Ranking da publicação científica no Brasil por instituição (1972-2020).



A Figura 2.3 revela que o INPE possui uma posição significativa no ranking da produção científica no Brasil no período de 1972 a 2020, se considerar o total de 2.407 instituições públicas e privadas de ensino superior no Brasil.

As universidades, por possuírem maior número de cursos em graduação e pós graduação se diferenciam de outras instituições pela grande quantidade de publicações geradas. Se excluir as universidades do ranking de publicações no Brasil, verifica-se que o INPE ocupa a 3ª posição no total de produção científica de instituições, como apresenta a Figura 2.4.

Figura 2.4: Publicações científicas no Brasil por instituições não universitárias (1972-2020).



A partir deste panorama, o Capítulo 3 apresenta uma análise da produção científica do INPE considerando o período, áreas de conhecimento, colaborações nacionais e internacionais e redes de relacionamentos.

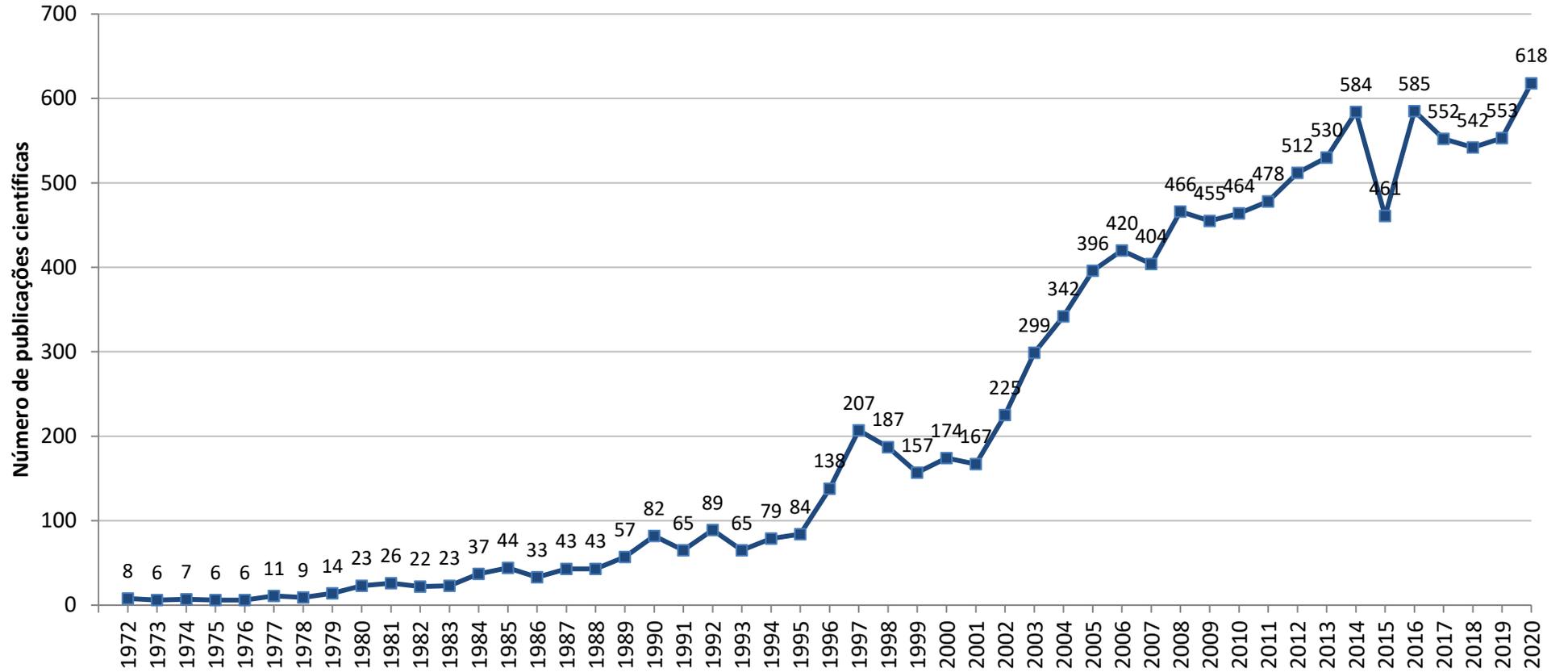
3. RESULTADOS

A análise da produção científica do INPE foi realizada a partir de uma pesquisa na Base Scopus pela afiliação “Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais”, recuperando **10.799 registros**. Esses registros foram divididos em cinco grupos com período de 10 anos cada. A seguir, são apresentados os resultados obtidos bem como a análise desses resultados.

3.1 Publicação anual do INPE

A Figura 3.1 apresenta o total de publicações científicas do INPE disponível na Base Scopus distribuído no período de 1972 a 2020.

Figura 3.1: Publicação científica do INPE na Scopus (1972-2020).



É possível perceber um crescimento significativo de publicações do INPE a partir do ano 2003, mantendo-se, nos anos posteriores, uma média de 460 artigos por ano, aumentando, a partir do ano de 2016 para uma média de 560 artigos por ano. Analisando os dados do INPE no contexto nacional, esse aumento expressivo a partir do ano de 2003 acompanha o aumento da produção científica brasileira (Figura 2.2).

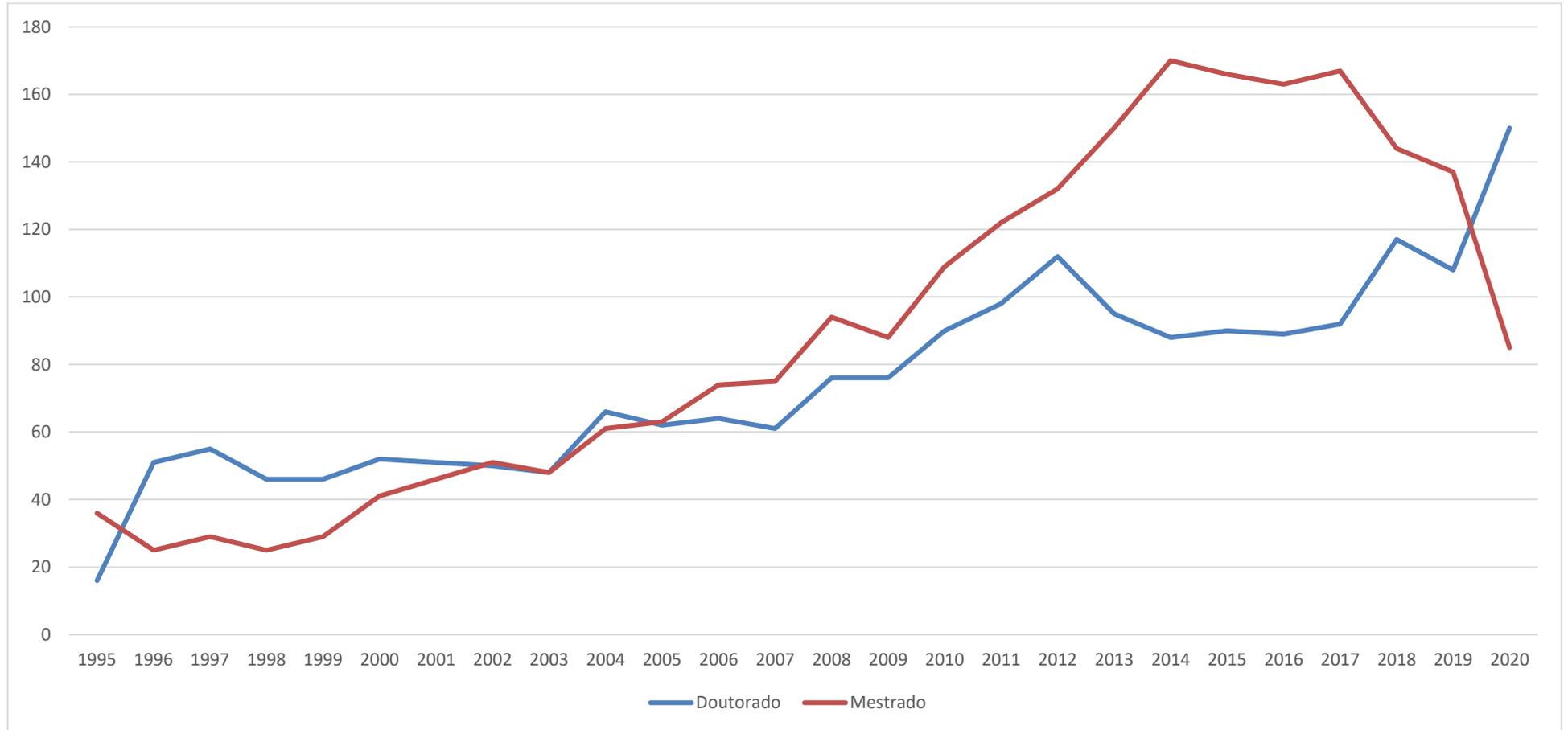
Segundo a FAPESP (2011) motivo do crescimento da produção científica brasileira na contribuição mundial nos anos 2000 se deve, provavelmente ao incremento dos programas de pós-graduação, do número de pós graduando e titulados e também a melhor qualificação do corpo docente das universidades.

Dados da CAPES (2004) comprovam o aumento de programas de pós graduação no País indicando um crescimento de 300% no período entre 1987 e 2003. Segundo a Coordenação, o número de alunos matriculados em cursos de pós graduação cresceu de 37.195 em 1987 para 112.314 no ano de 2003 e o número de titulados no mestrado aumentou, neste período, em 757% e o de doutorado em 932%. De acordo com a CAPES (2004), o resultado deste crescimento teve impacto na produção intelectual em periódicos nacionais, internacionais e em anais de conferências.

A partir destes dados, foi realizado um levantamento na Geocapes (CAPES, 2021) referente a concessão de bolsas de pós graduação da CAPES no INPE no período de 1995 a 2020 (período disponível no Portal para pesquisa). O objetivo deste levantamento foi analisar se o Instituto também apresentou um aumento no número de bolsas nos cursos de Pós-graduação oferecidos.

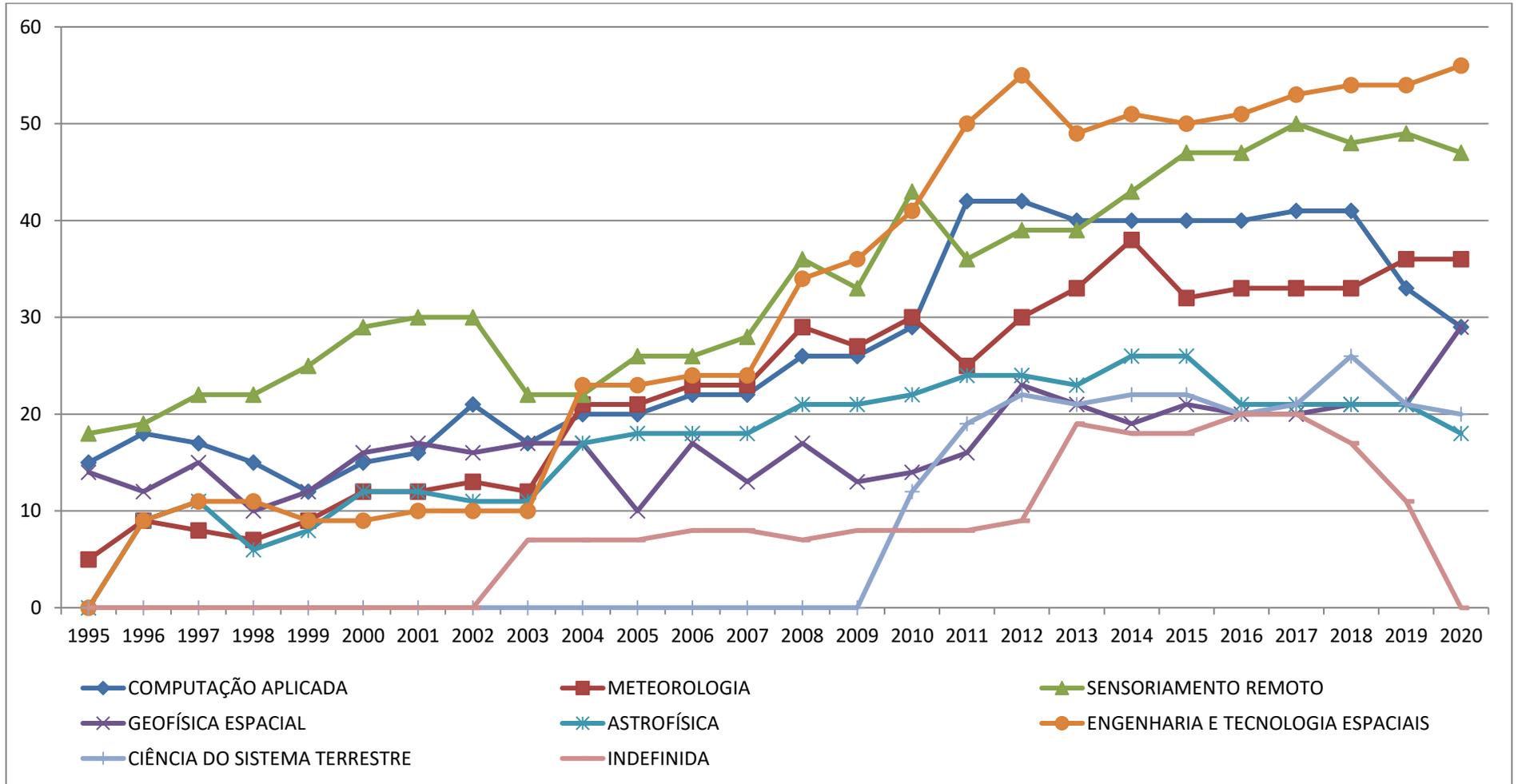
A Figura 3.2 apresenta o crescimento no número de bolsas concedidas ao INPE a partir do ano de 2004, podendo ser considerados um dos fatores para o aumento do número de publicações do Instituto da partir do ano deste período.

Figura 3.2: Distribuição de bolsas de Pós graduação da CAPES no INPE (1995 a 2020).



Ao analisar a distribuição das bolsas da CAPES ao INPE por programas, constata-se o crescimento do número de bolsas em alguns cursos oferecidos a partir do ano de 2004, sendo que, especificamente, no ano de 2003 o curso de Engenharia e Tecnologias Espaciais subiu de 10 para 23 bolsas de mestrado e doutorado oferecidas pela CAPES (Figura 3.3).

Figura 3.3: Distribuição de bolsas de Pós graduação da CAPES no INPE por programas (1995 a 2020).

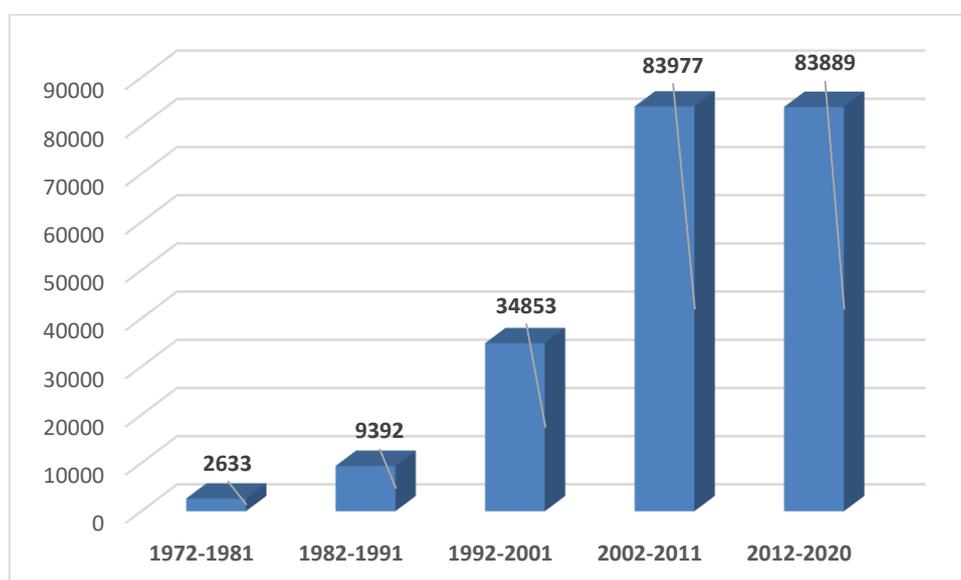


3.2 Citações recebidas

Ao analisar o total de publicações pelo número de citações, verificou-se que 19,68% do total de publicações do INPE no período de 1972 a 2020 na base Scopus (2.125 registros) não receberam nenhuma citação; e 80,32% das publicações (8.1674 registros) receberam, no mínimo, uma citação por artigo.

A distribuição do número de citações recebidas por período pelo INPE está representada na Figura 3.4

Figura 3.4 -Número de citações recebidas pelo INPE por período de publicação.



Dados coletados em março de 2021

Para a análise, os registros foram ordenados por artigos com maior número de citações. Os 20 artigos do INPE com maior número de citações somaram 34.342 citações. Vale ressaltar que o número de citações é crescente e que os dados sofrem alterações periodicamente, quando a base é atualizada.

A Tabela 3.1 apresenta esses 20 artigos por ordem decrescente do total de citações até o mês de março de 2021 (data da coleta dos dados para análise).

Tabela 3.1: Artigos mais citados (1972-2020).

Artigo	Total de Citações
ABBOTT, B. P. et al. Observation of gravitational waves of a binary black hole merger. Physical Review Letters , v.116, n.6, e06112, 2016.	5.646
HOLBEN, B.N. et al. AERONET: a federated instrument network and data archive for aerosol characterization. Remote Sensing of Environment , v.66, n.1, p.1-16, 1998.	4.883
ABBOTT, B. P. et al. GW170817: observations of gravitational waves from a binary neutron star inspiral. Physical Review Letters , v.119, n.16, e161101, 2017.	3.480
RIBEIRO, M. C. et al. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left and how is the remaining forest distributed? implications and conservation. Biological Conservation , v.142, n.6, p.1141-1153, 2009.	2.143
ABBOTT, B. P. et al. GW151226: observation of gravitational waves from a 22-solar-mass binary black hole coalescence. Physical Review Letters , v.116, n.24, e241103, 2016.	2.124
PRUSTI, T. et al. The Gaia mission. Astronomy and Astrophysics , v.595, n.A1, 2016.	1.522
ABBOTT, B. P. et al. GW170104: observation of a 50-solar mass binary black hole coalescence at redshift 0.2. Physical Review Letters , v.118, n.22, e221101, 2017.	1.512
HOLBEN, B. N. et al. An emerging ground-based aerosol climatology: aerosol optical depth from AERONET. Journal of Geophysical Research Atmospheres , v.106, n.D11, p.12067-12097, 2001.	1.442
ABBOTT, B. P. et al. Multi-messenger observations of a binary neutron star merger. Astrophysical Journal Letters , v.848, n.2, L12, 2017.	1.427
LE QUÉRÉ, C. et al. Trends in the sources and sinks of carbon dioxide. Nature Geoscience , v.2, n.12, p.831-836, 2009.	1.281
ABBOTT, B. P. et al. Gravitational waves and gamma-ray from a binary neutron star merger: GW170817 and GRB 170817A. Astrophysical Journal Letters , v.848, n.2, L13, 2017.	1.222
ABBOTT, B. P. GW170814: a three detector observation of gravitational waves from a binary black hole coalescence. Physical Review Letters , v.119, n.14, e141101, 2017.	1.182
SELLERS, P. J. Modeling the exchanges of energy, water and carbon between continents and the atmosphere. Science , v.275, n.5299, p.502-509, 1997.	1.039
AASI, J. et al. Advanced LIGO. Classical and Quantum Gravity , v.32, n.7, e074001, 2015.	1.035
MALHI, Y. et al. Climate change, deforestation and the fate of the Amazon. Science , v.319, n.5860, p.169-172, 2008.	992
ANDREAE, M. O. et al. Smoking rain clouds over the Amazon. Science , v.303, p.5662, p.1337-1342, 2004.	965
NEPSTAD, D. C. et al. Large-scale impoverishment of amazonian forests by logging and fire. Nature , v.398, n.6727, p.505-508, 1999.	924
BROWN, A. G. A. et al. Gaia data release 1: summary of the astrometric, photometric and survey properties. Astronomy and Astrophysics , v. 595, A2, 2016.	870
ABBOTT, B. P. et al. Binary black hole mergers in the first advanced LIGO observing run. Physical Review X , v. 6, n.4, e041015, 2016.	867
GARREAUD, R. D. et al. Present-day South American climate. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology , v.281, n.3/4, p.180-195, 2009.	825

Dados coletados em 20 de março de 2021 na base Scopus.

Os artigos mais citados foram agrupados por área do INPE, considerando a afiliação do autor no período de publicação do artigo. Atualmente, alguns desses autores não são mais afiliados ao INPE ou estão instalados em outras áreas de atuação no Instituto. Entretanto, na análise, foi considerada a afiliação e a área de atuação na época.

Na análise foi possível perceber que 60% dos artigos são da área da Ciência Espacial

Atmosférica, seguidas da áreas de Ciência do Sistema Terrestre, Meteorologia e Sensoriamento Remoto. A Figura 3.5 apresenta a distribuição dos 20 artigos mais citados até março de 2021 por área de pesquisa do INPE.

Figura 3.5: Distribuição dos 20 artigos mais citados por área do INPE.

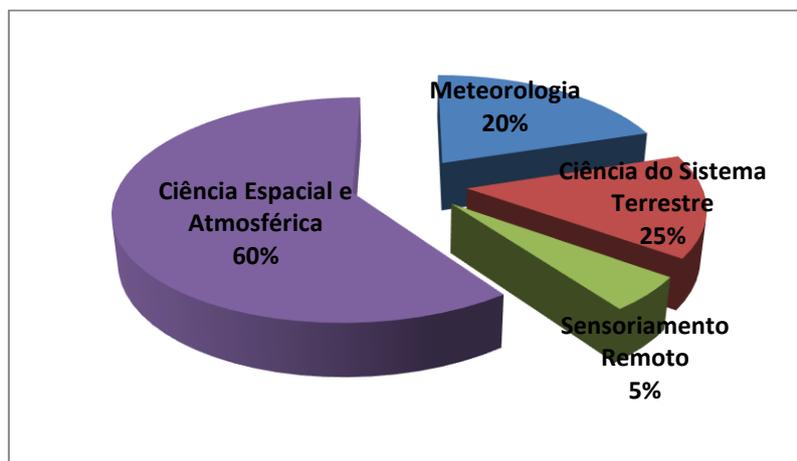


Gráfico gerado a partir de dados coletados em 20 de março de 2021 na base Scopus.

Uma segunda distribuição dos 20 artigos mais citados foi realizada considerando o ano de publicação. Nota-se que a maior concentração dos artigos mais citados foram publicados no período de 2010 a 2020, como mostra a Figura 3.6.

Figura 3.6: Distribuição dos artigos mais citados por período de publicação.

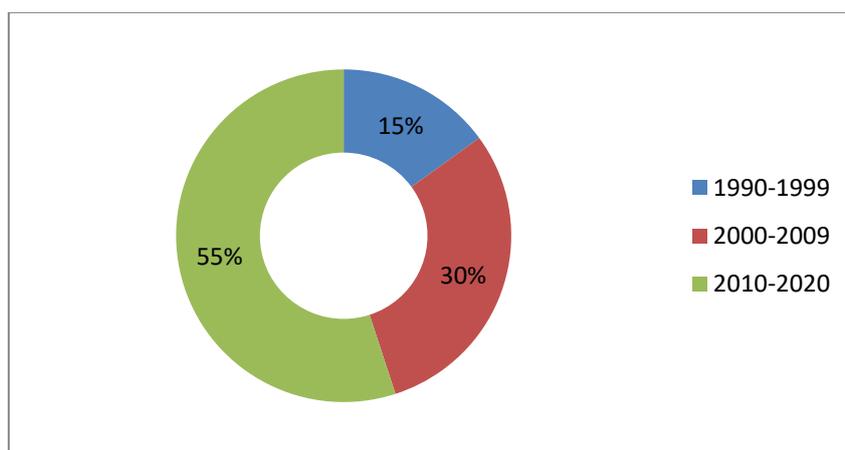


Gráfico gerado a partir de dados coletados em 20 de março de 2021 na base Scopus.

A Figura 3.7 apresenta os principais temas discutidos nos artigos com maior número de citações. Verifica-se que o tema com maior número de citações, refere-se à pesquisa

sobre Ondas Gravitacionais. O INPE participa do projeto LIGO que fez a detecção das Ondas Gravitacionais previstas por Einstein. Alguns pesquisadores e alunos da área da Ciência Espacial e Atmosférica do Instituto estão envolvidos no projeto. O tema vem produzindo muitos artigos nos últimos anos.

Figura 3.7: Distribuição dos artigos mais citados por assuntos abordados.

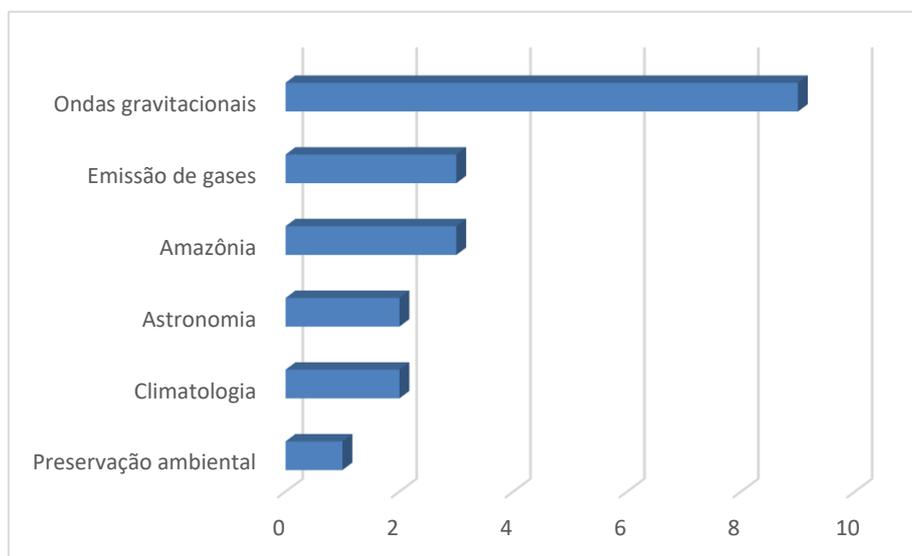


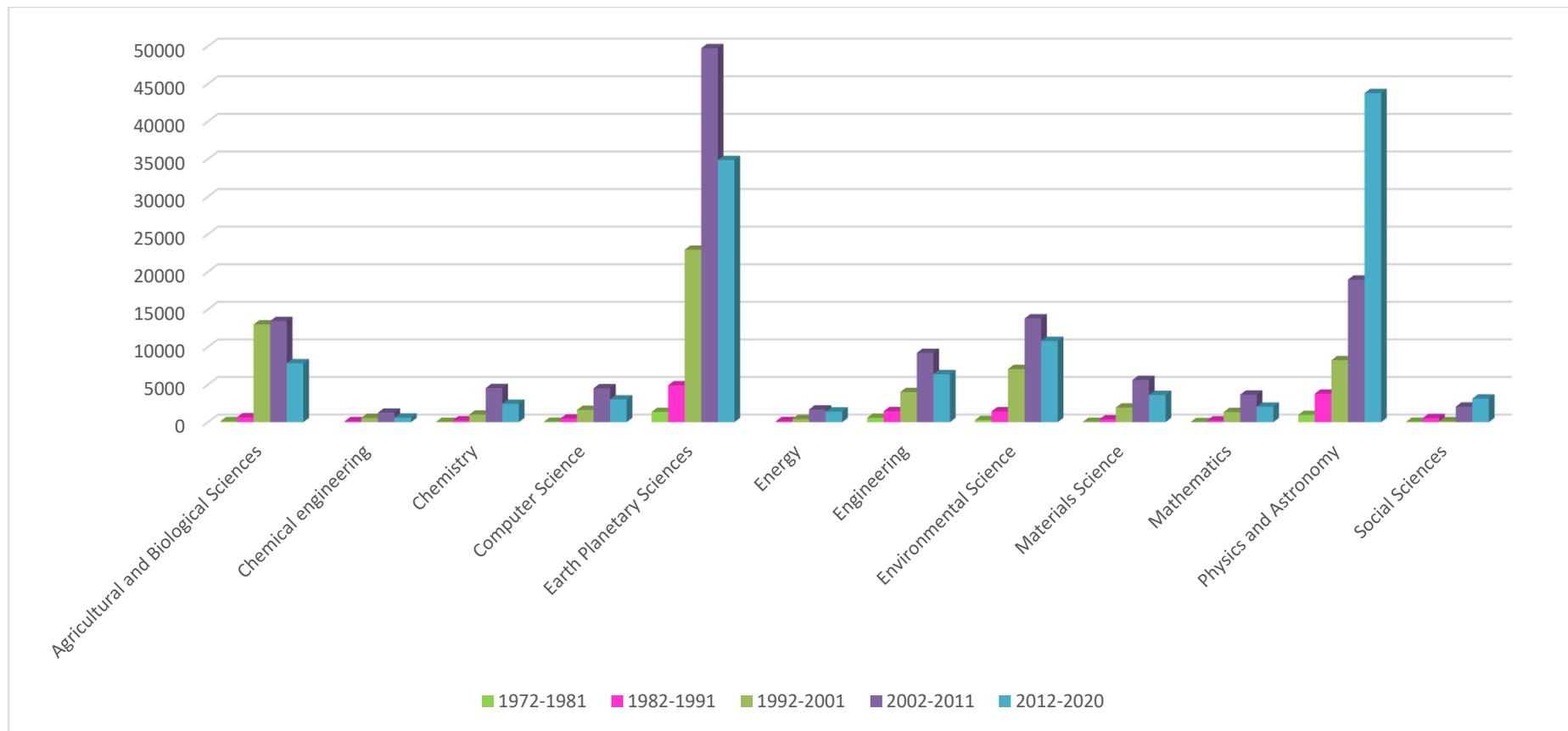
Gráfico gerado a partir de dados coletados em 20 de março de 2021 na base Scopus.

3.2.1 Número de citações por áreas Scopus

Foi realizada uma análise das publicações do INPE pelo período de publicação a cada 10 anos agrupadas por áreas do conhecimento definidas pela base Scopus. Verifica-se que as publicações do INPE classificadas como Ciência da Terra pela Scopus possuem grande número de citações nos últimos 30 anos e que a área Física e Astronomia vem crescendo no número de citações nos últimos anos (área que concentra a pesquisa sobre ondas gravitacionais).

Importante ressaltar que, para todas as áreas da Scopus, as publicações dos últimos 20 anos do INPE possuem número significativo de citações. Esta constatação demonstra a qualidade das pesquisas realizadas no Instituto que vem ganhando maior visibilidade em suas publicações científicas.

Figura 3.8: Total de citações recebidas pelo INPE agrupadas por período e área Scopus.



Dados coletados em março 2021.

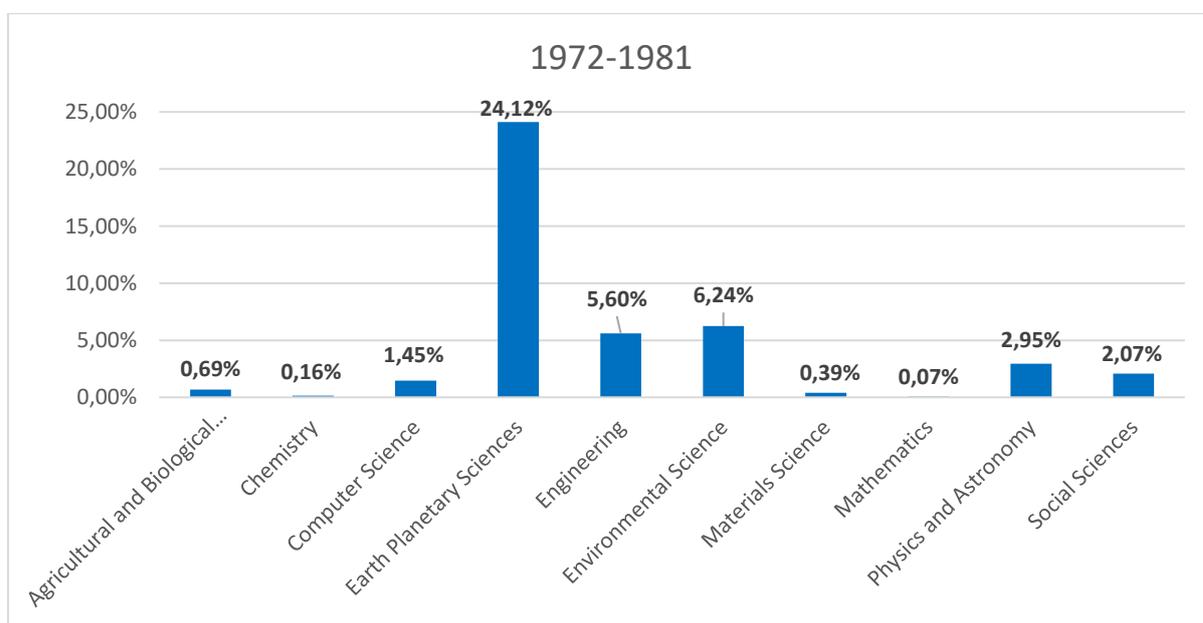
Considerando que o INPE é a 34ª instituição brasileira com o maior número de publicações no Brasil, foi realizada uma análise de contribuição do percentual de citações recebidas pelo INPE em relação ao total de citações recebidas por publicações do Brasil.

A análise considerou o número de publicações durante o período de 10 anos do INPE e do Brasil, e o total de citações recebidas por estas publicações. As Figuras 3.9 à 3.13 apresentam o resultado coletado.

Verifica-se que as publicações classificadas como Ciência da terra, mais de 15% das citações recebidas das publicações brasileiras foram de publicações do INPE.

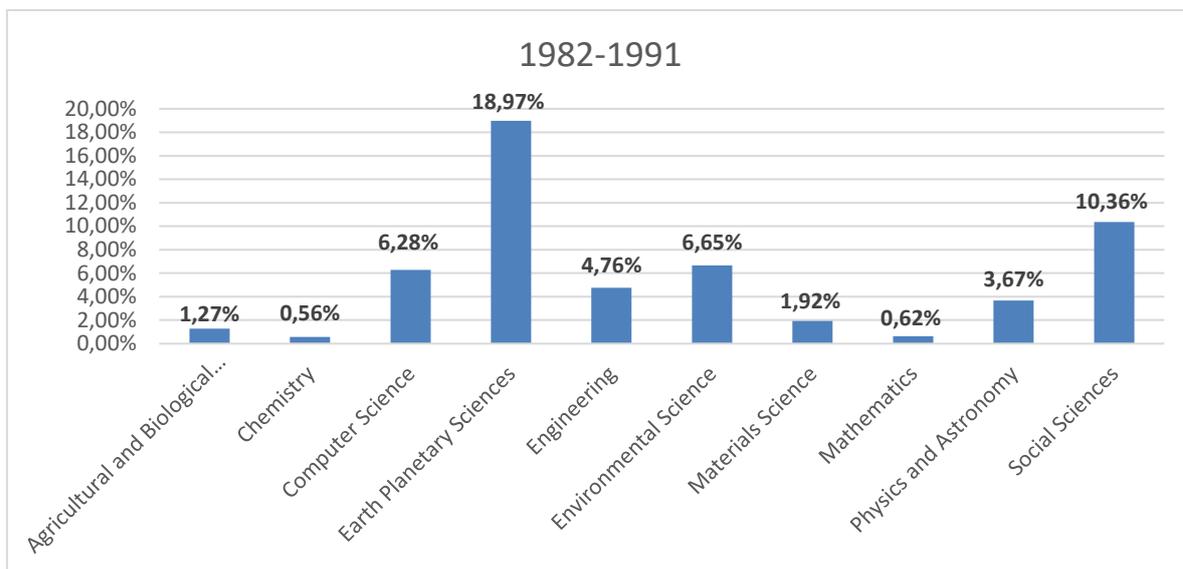
Outro fator a destacar são as publicações mais as recentes do Instituto (período de 2012 a 2020) também concentram um percentual significativo de citações das publicações brasileiras.

Figura 3.9: Percentual de citações recebidas pelo INPE em relação ao total de citações de publicações brasileiras dos anos de 1972 a 1981 por área da Scopus.



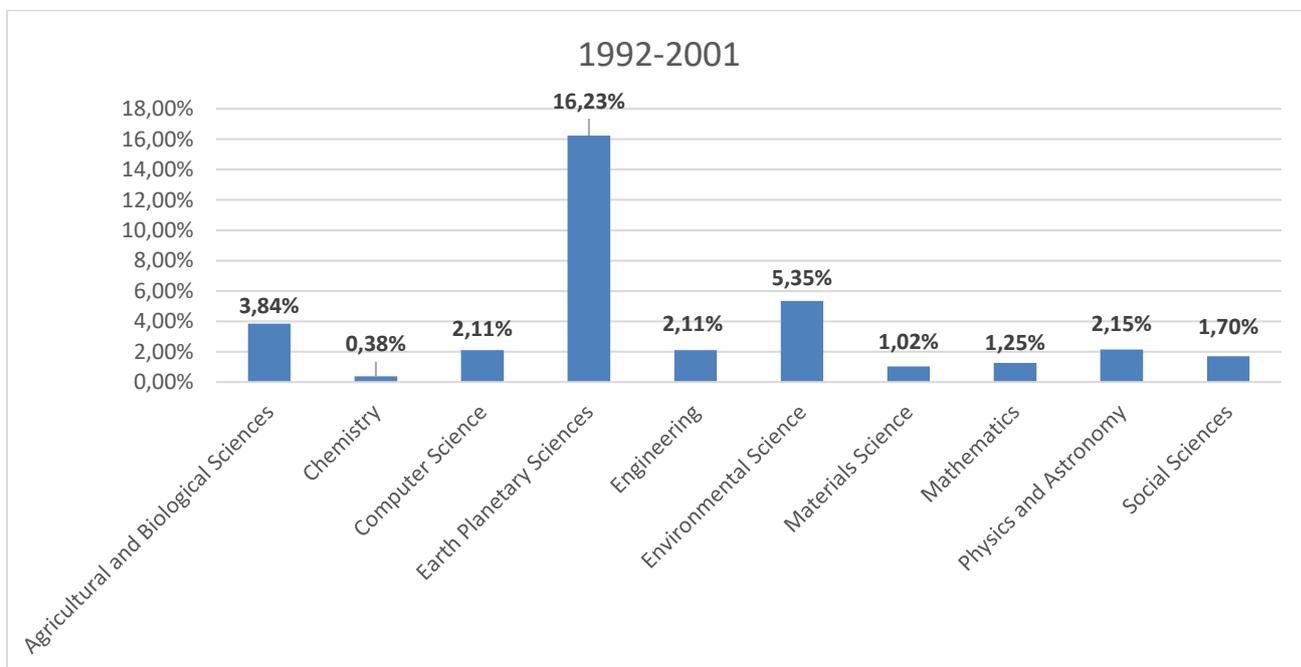
Dados coletados em março 2021.

Figura 3.10: Percentual de citações recebidas pelo INPE em relação ao total de citações de publicações brasileiras dos anos de 1982 a 1991 por área da Scopus.



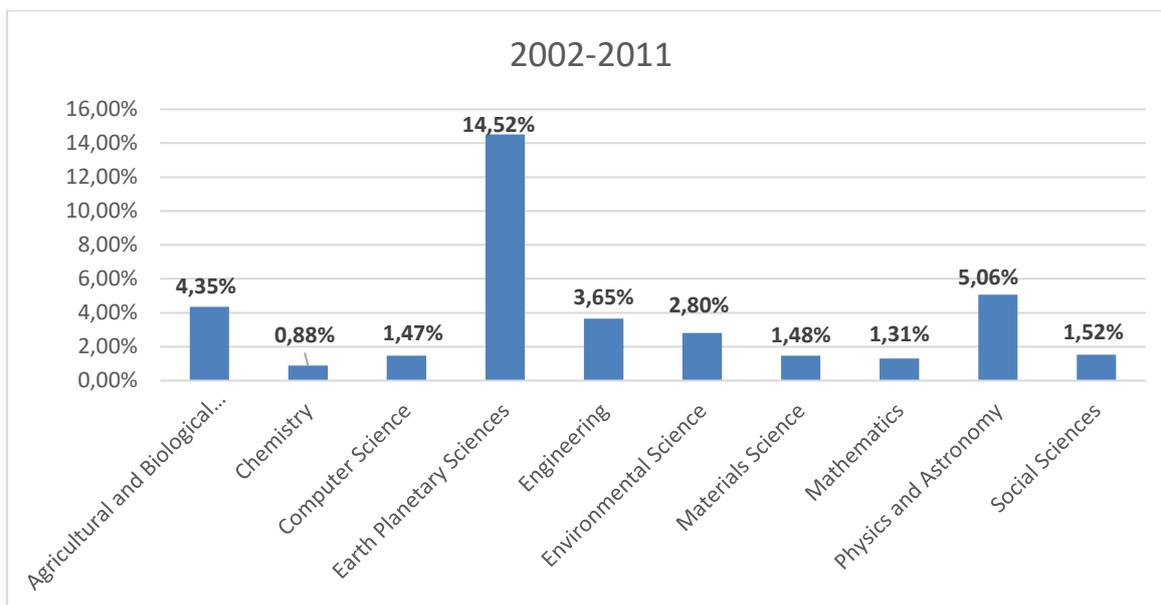
Dados coletados em março 2021.

Figura 3.11: Percentual de citações recebidas pelo INPE em relação ao total de citações de publicações brasileiras dos anos de 1992 a 2001 por área da Scopus.



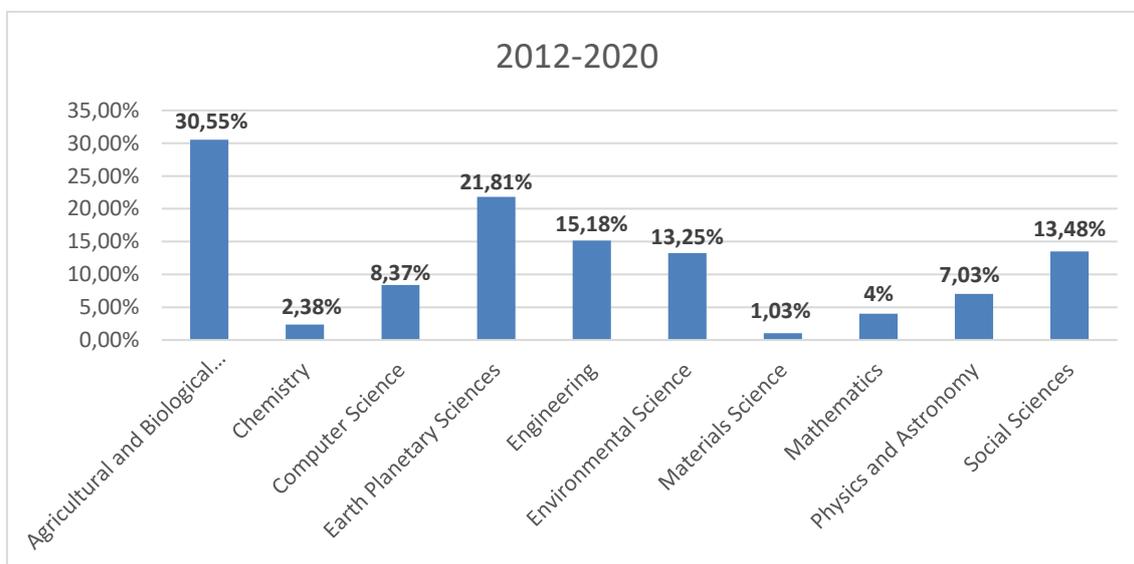
Dados coletados em março 2021.

Figura 3.12: Percentual de citações recebidas pelo INPE em relação ao total de citações de publicações brasileiras dos anos de 1992 a 2001 por área da Scopus.



Dados coletados em março 2021.

Figura 3.13: Percentual de citações recebidas pelo INPE em relação ao total de citações de publicações brasileiras dos anos de 1992 a 2001 por área da Scopus.



Dados coletados em março 2021.

3.3 Publicações por palavras-chave

A partir dos dados coletados, foi realizada uma análise por palavras-chave mais utilizadas nas publicações do Instituto.

As publicações do INPE na base Scopus foram agrupadas por período de 10 anos e os metadados foram exportados em formato .CSV para o Software VOS Viewer. Para geração dos mapas de palavras-chave foram considerados os termos classificados no Index da Scopus e também os termos fornecidos pelos autores.

As Figuras 3.14 à 3.18 apresentam as palavras-chave utilizadas em publicações do INPE agrupadas por período de 10 anos.

Nota-se que no período de 1972 à 1981 as publicações se concentravam em poucos termos de indexação. No período de 1982 a 1991 as terminologias se intensificaram, criando grupos de termos co-relacionados em algumas áreas de atuação. No período de 1992 a 2001 as terminologias e áreas de pesquisa tem um crescimento significativo, o que é possível perceber este crescimento se intensificando nos períodos de 2002 a 2011 e de 2012 a 2020.

Figura 3.14: Palavras-chave das publicações do INPE no período de 1972-1981.

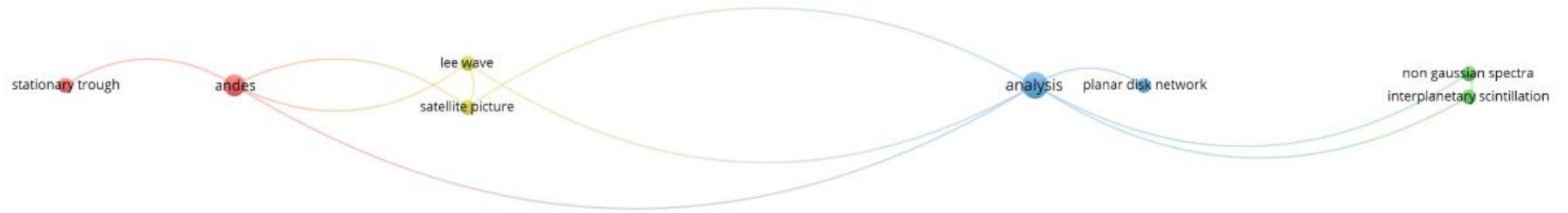
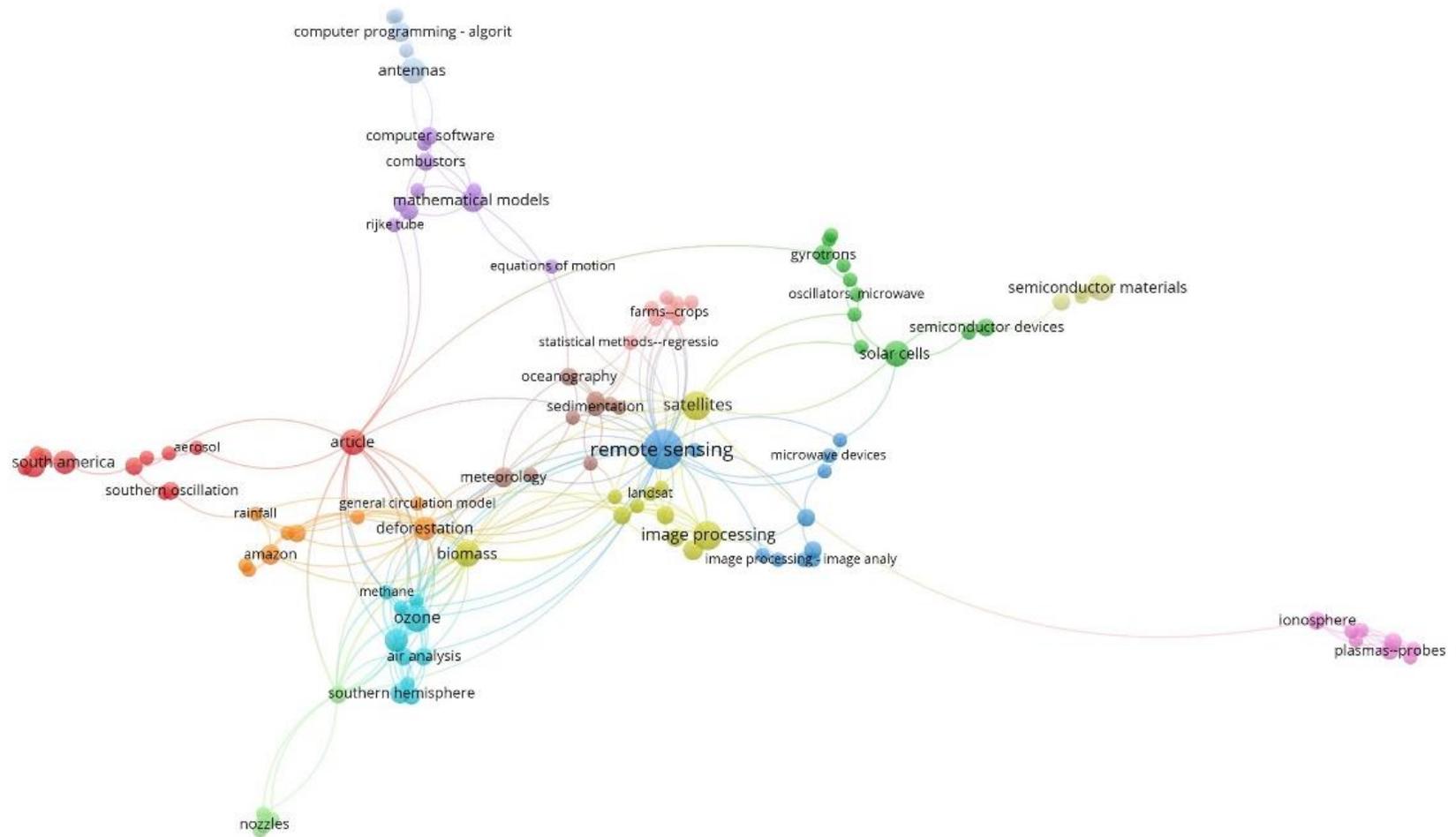


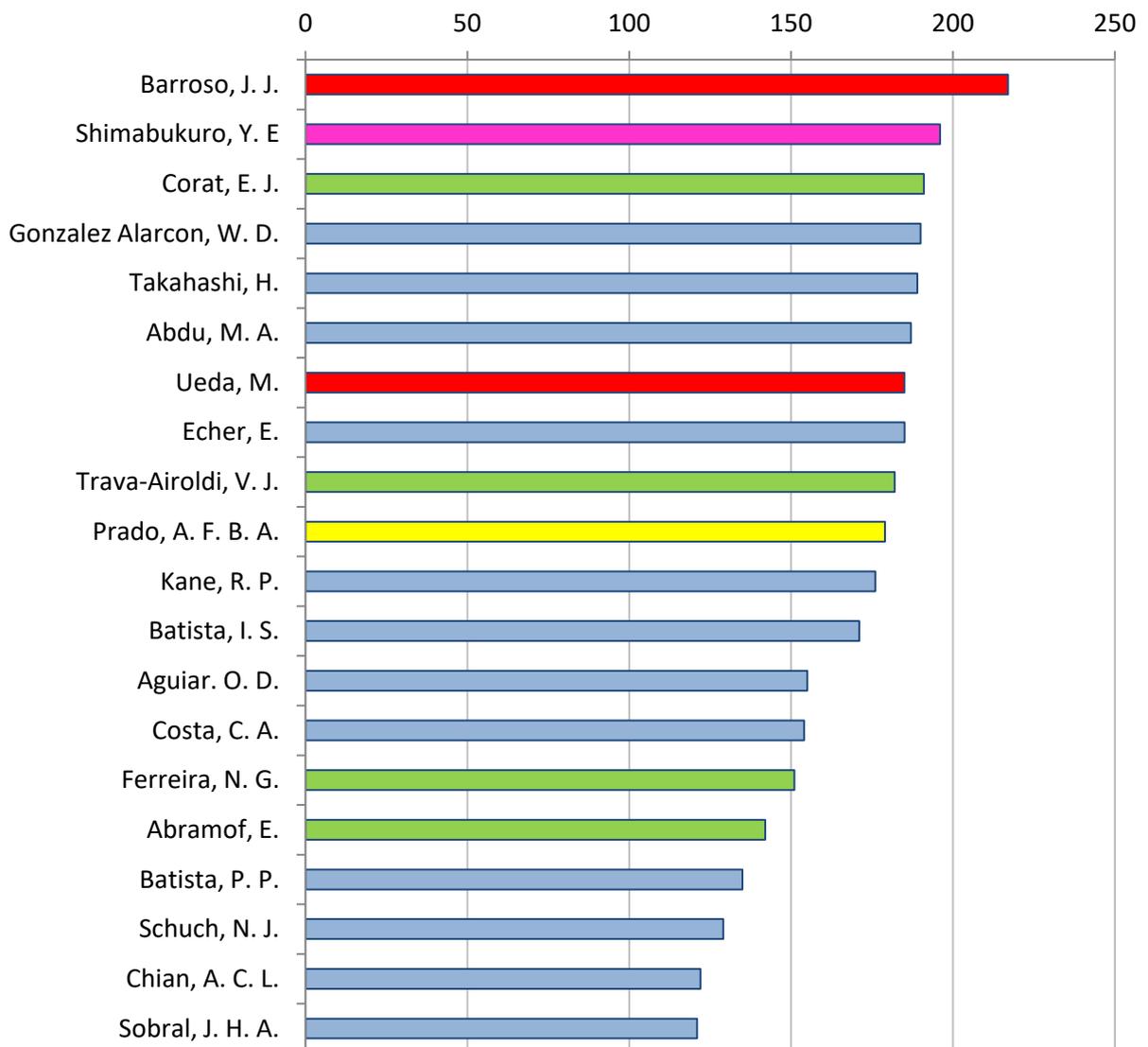
Figura 3.15: Palavras-chave das publicações do INPE no período de 1982-1991.



3.4 Autores do INPE com maior número de publicações

Foi realizada uma análise dos 20 autores com afiliação INPE que mais publicaram no período da pesquisa (1972 a 2020). A Figura 3.19 apresenta o ranking desses autores. As linhas de cada autor foram marcadas com cores identificando a área de atuação no Insituto.

Figura 3.19: Ranking dos autores INPE (1972 a 2020).



Legenda:

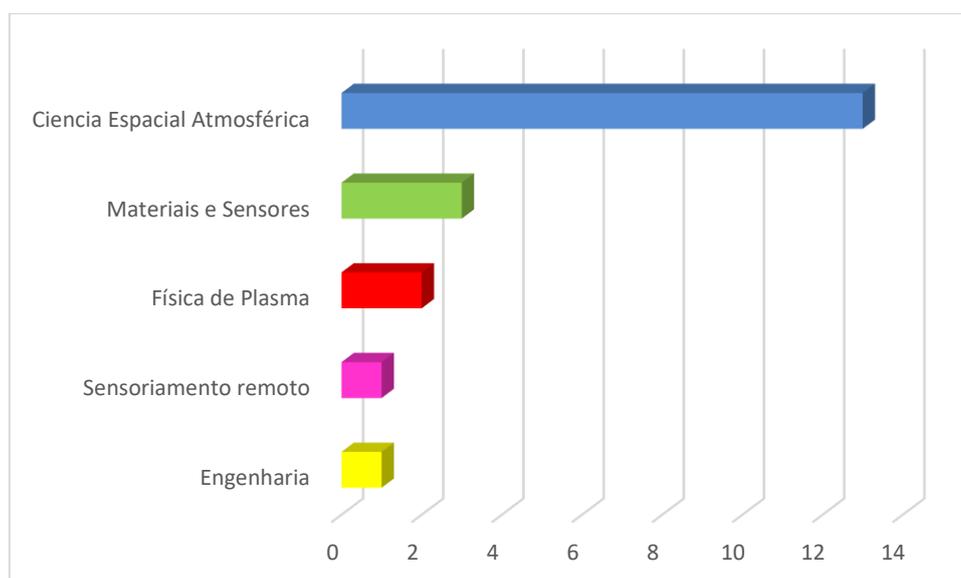
- | | | |
|--|---|---|
| ■ Ciência Espacial Atmosférica | ■ Física de Plasma | ■ Materiais e Sensores |
| ■ Sensoriamento Remoto | ■ Engenharia | ■ Meteorologia |
| ■ Combustão e Propulsão | ■ Computação Aplicada | |

A soma das primeiras publicações do INPE registradas na Scopus identifica a área de Ciências Espaciais e Atmosféricas como a maior concentração no número de publicações por autores no período de 1972 a 2020.

Ao analisar o percentual de pesquisadores com maior número de publicações por área, verifica-se que 60% dos autores são da Ciências Espaciais e Atmosféricas (CEA), seguida da área de Materiais e Sensores, com 20% dos autores e da Física de Plasmas com 10% dos autores como apresenta a Figura 3.20. A CEA, como primeira área do Instituto ainda possui maior número de publicações na listagem. Ressalta-se que a área de Materiais e Sensores vem contribuindo de forma significativa na produção científica do Instituto.

Alguns dos autores deste ranking dividem a autoria dos artigos publicados com outros autores da mesma área. Entretanto, o autor Kane, R. P. (11ª posição no ranking) possui 98% de suas publicações como único autor dos artigos.

Figura 3.20: Ranking dos autores (1972 a 2020) por área de atuação no INPE.



Numa análise de prospecção para os próximos é possível determinar que a listagem apresentada na Figura 3.19 deverá sofrer modificações em relação aos autores e suas áreas de atuação, uma vez que muitos desses pesquisadores faleceram ou se aposentaram nos últimos cinco anos. Vale ressaltar que alguns pesquisadores aposentados continuam publicando trabalhos com afiliação INPE e permanecem no

Ranking no período de 1972 a 2020.

Nota-se também que alguns dos autores que aparecem na listagem geral, já possuem publicações desde 1972 (Como Kane, B. R.; Takahashi, H.; Abdu, M. A. e Chian, A. C. L.). Esses autores contribuíram com publicações científicas no INPE desde os primeiros anos da criação do Instituto.

A Tabela 3.2 apresenta a lista dos 10 autores com maior número de publicações, identificando a área que pertence ao INPE, o índice h (do ano de 2020), o número de publicações registradas na Scopus e o número de citações recebidas na base. É importante ressaltar que o índice H apresentado na Tabela 3.2 refere-se às publicações registradas na Base Scopus. A mesma pesquisa em outras bases de dados fornecerão outros indicadores.

Tabela 3.2: Autores do INPE com maior número de publicações (1972-2020).

Autor	Área do INPE	Índice H	Num. Publicações	Citações recebidas
Joaquim José Barroso de Castro	Física de Plasma	24	217	1.876
Yosio Edemir Shimabukuro	Sensoriamento Remoto	39	198	6.782
Evaldo José Corat	Materiais e Sensores	33	193	4.005
Walter Demétrio Gonzalez Alarcon	Geofísica Espacial	40	190	7.063
Hisao Takahashi	Aeronomia	33	190	3.956
Mangalathayil Ali Abdu	Aeronomia	42	189	5.845
Ezequiel Echer	Geofísica Espacial	32	185	3.112
Vladimir Jesus Trava-Airoldi	Materiais e Sensores	28	185	3.354
Mário Ueda	Física de Plasma	19	185	1.638
Antonio F. Bertchini Almeida Prado	Engenharia	24	179	1.896

Constata-se que os autores com maior número de publicações possuem Índice H semelhantes dentro de sua área de pesquisa, uma vez que possuem uma média de número de publicações e citações recebidas de forma proporcional.

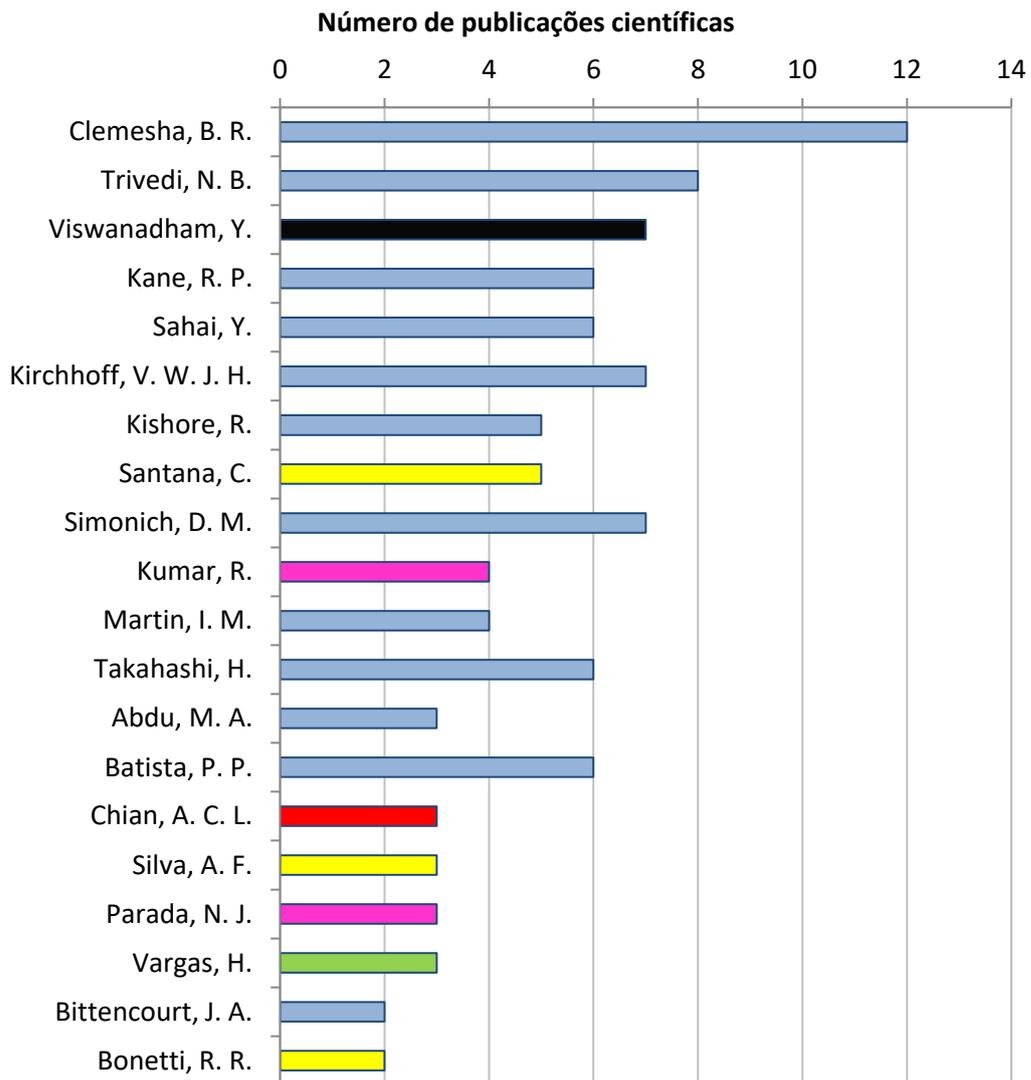
Segundo Costa et al (2012), o índice H foi criado por J. Hirsch no ano de 2005 como proposta para quantificar a produtividade e o impacto dos investigadores baseando-se nos seus artigos mais citados.

Lima (2012) e Costa et al (2012) ressaltam que a prática de citação é bastante variada entre as áreas de conhecimento, sendo que o índice h varia substantivamente entre as

áreas e não pode ser usado como indicador de comparação de desempenho científica entre elas.

A Figura 3.21 apresenta a lista dos autores com maior número de publicações científicas no período de 1972 a 1981. A área correspondente do autor está identificada por cores.

Figura 3.21: Ranking dos autores INPE (1972 a 1981).



Legenda:

- Ciência Espacial Atmosférica
- Física de Plasma
- Materiais e Sensores
- Sensoriamento Remoto
- Engenharia
- Meteorologia
- Combustão e Propulsão
- Computação Aplicada

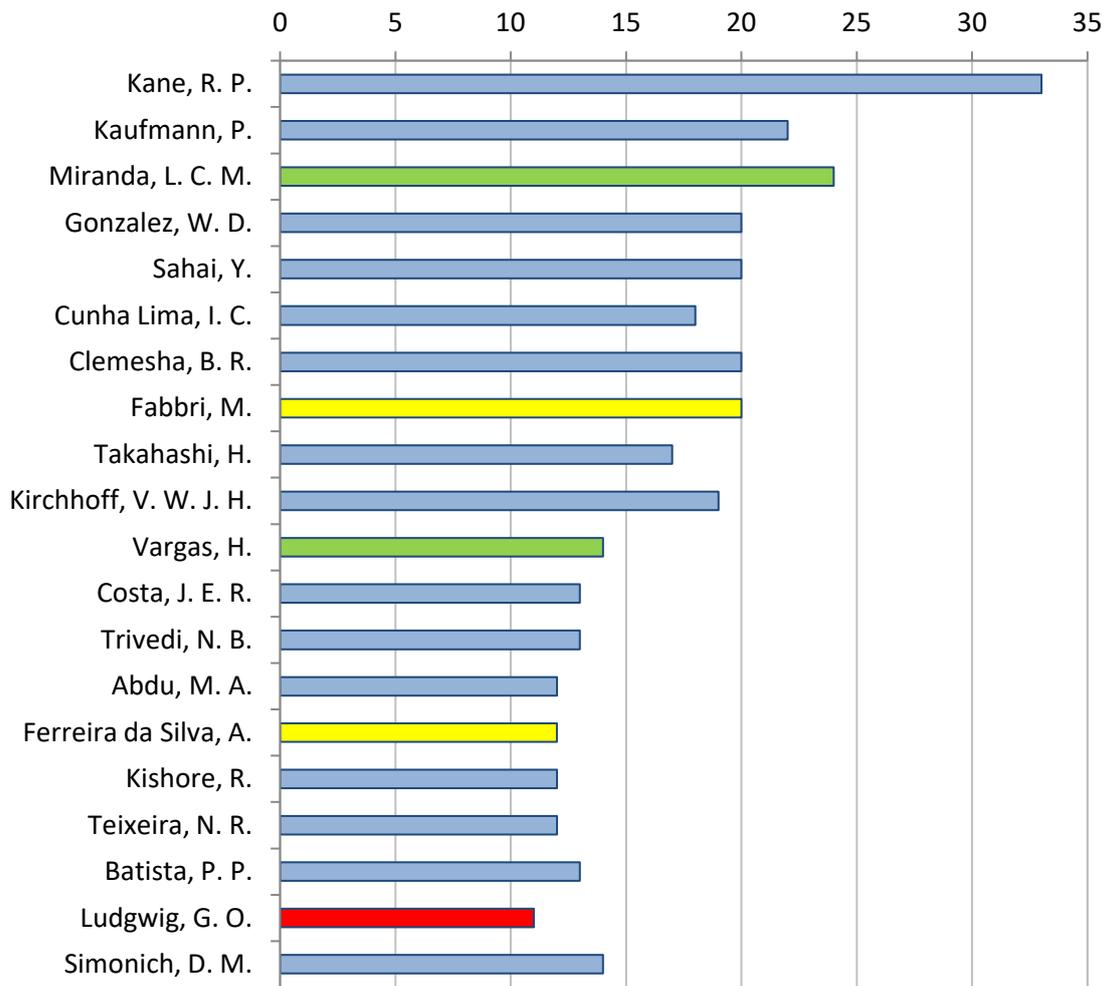
Os principais autores dos primeiros trabalhos científicos na Base Scopus com afiliação INPE se concentram na área de Ciências Espaciais e Atmosféricas. Isso se justifica por ser a área a pioneira no Instituto e produzir resultados de pesquisas apresentadas na forma de publicações.

Analisando o percentual de pesquisadores com maior número de publicações por área, verifica-se que 60% dos autores são da área de Ciências Espaciais e Atmosféricas, seguida da área de Engenharia, com 15% dos autores e Sensoriamento Remoto com 10% dos autores. Pelo histórico da Instituição, o início do INPE contava com a CEA como a grande área de produção científica. Em seguida INPE desenvolveu suas atividades na área de satélites, o que contribuiu para que a área de Engenharia se apresentasse como segunda área com maior número de autores no número de publicações.

Da listagem dos pesquisadores com maior número de publicações no período de 1972-1981, apenas um pesquisador continua como ativo no Instituto (até março de 2021). Os demais pesquisadores faleceram ou se aposentaram. Vale ressaltar que muitos pesquisadores aposentados continuam contribuindo com a publicação científica do INPE até os dias atuais.

A Figura 3.22, apresenta a lista dos autores com maior número de publicações científicas no período de 1982 a 1991. A área correspondente do autor está identificada por cores.

Figura 3.22: Ranking dos autores INPE (1982 a 1991).



Legenda:

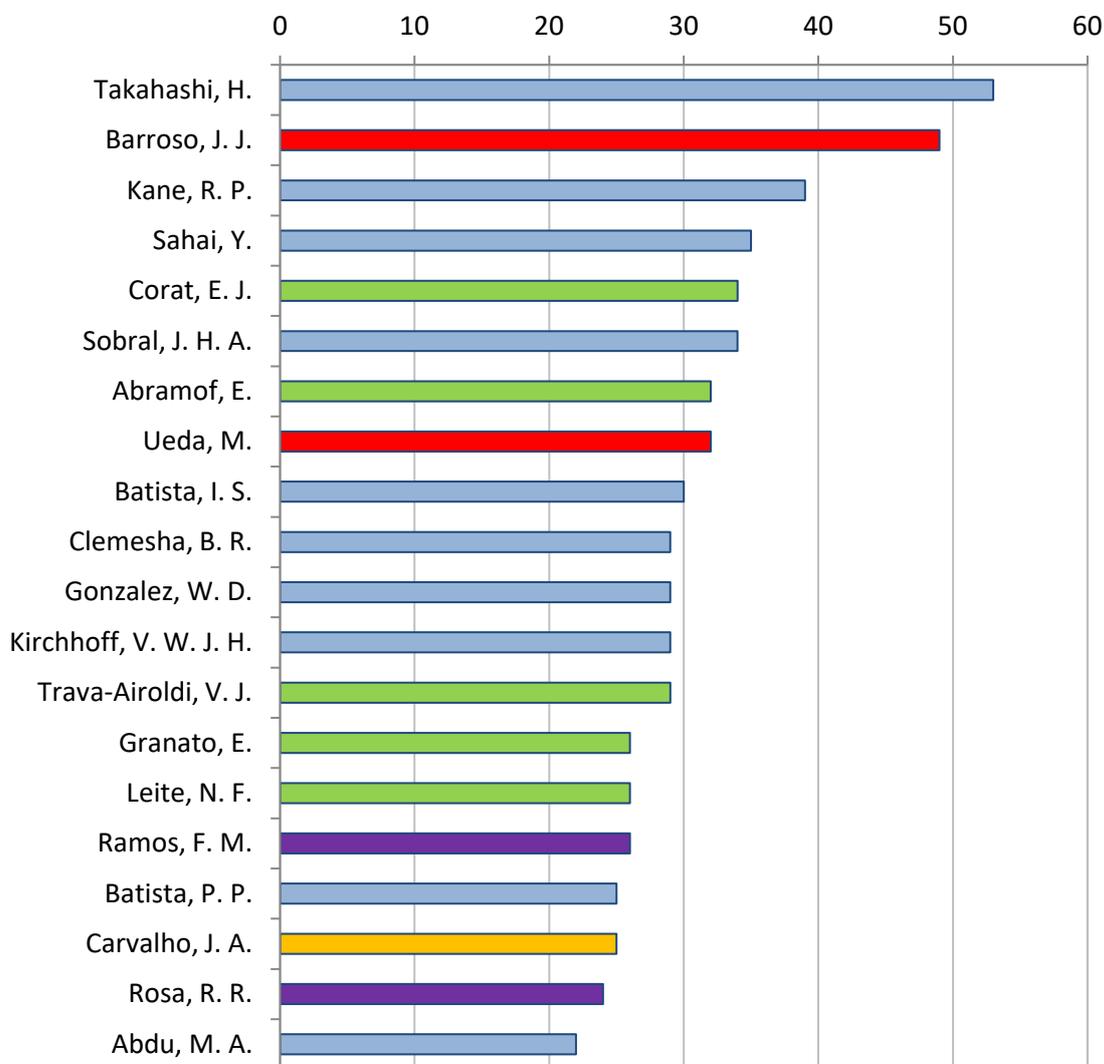


No período de 1982-1991, a área de Ciências Espaciais e Atmosféricas continua a principal colaboradora no número de publicações do Instituto, somando 75% dos autores, seguida da Engenharia e Materiais e Sensores com 10% .

Analisando os autores que mais publicaram no período de 1972-1981 com os autores do período de 1982-1991, verifica-se que 55% dos autores do período de 1972 permanecem no ranking do período de 1982-1991, e 45% de novos autores foram incorporados ao ranking com maior número de publicações.

A Figura 3.23 apresenta a lista dos autores com maior número de publicações científicas no período de 1992 a 2001. A área correspondente do autor está identificada por cores.

Figura 3.23: Ranking dos autores INPE (1992 a 2001).



Legenda:



O período de 1992 a 2001, mantém a área de Ciências Espaciais e Atmosféricas como principal colaboradora no número de publicações do Instituto, porém com uma pequena queda no percentual: 70% que contribuíram no período de 1982-1991 para 50% dos autores entre 1992-2001.

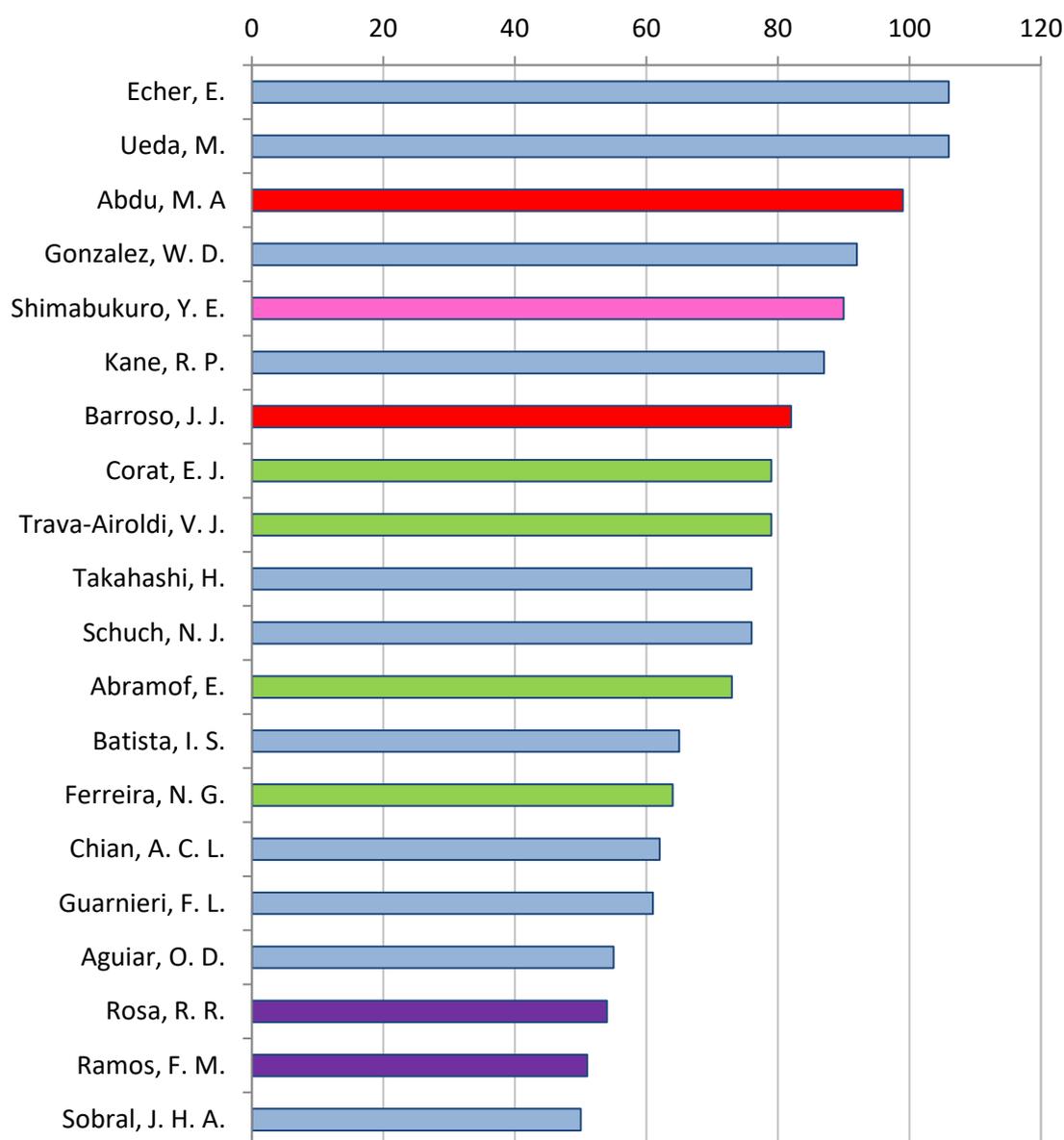
A área de Materiais e Sensores começa a ocupar maiores posições na lista com maior número de publicações, somando neste período 25% dos autores, seguida da Computação Aplicada e Física de Plasma com 10% dos autores.

Avaliando os autores que mais publicaram no período de 1982-1991 com os autores do período de 1992-2001, verifica-se que 40% dos autores do período de 1982-1991 permanecem no ranking do período de 1992-2001, e 60% novos autores foram incorporados ao ranking.

Pode-se concluir que, com as novas áreas do Instituto, foram criadas novos campos de pesquisa científica contribuindo de forma significativa para produção e diversidade científica do período analisado.

A Figura 3.24, apresenta a lista dos autores com maior número de publicações científicas no período de 2002 a 2011. A área correspondente do autor está identificada por cores.

Figura 3.24: Ranking dos autores INPE (2002 a 2011).



Legenda:



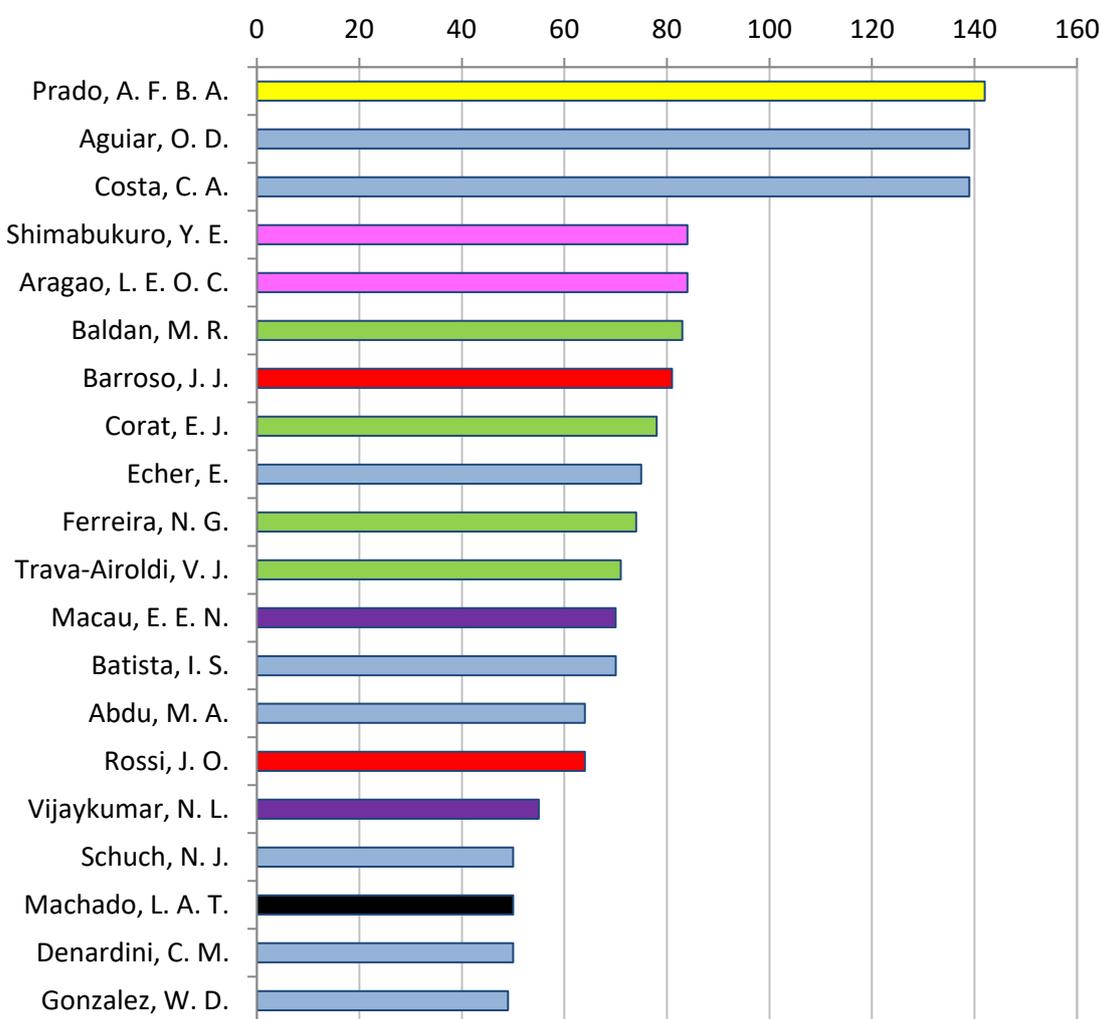
No período de 1992 a 2001, nota-se que a área de Ciências Espaciais e Atmosféricas volta a crescer no número de autores com maior número de publicações no Instituto, somando 55% dos autores. A área de Materiais e Sensores se mantém na segunda posição no ranking de autores com maior número de publicações, somando neste período 20% de autoria, seguida das áreas de Computação Aplicada e Física de Plasma

com 10% dos autores.

Avaliando os autores que mais publicaram no período de 1992-2001 com os autores do período de 2002-2011, verifica-se que 55% dos autores do período de 1992-2001 permanecem no ranking do período de 2002-2011, e 45% de novos autores foram incorporados.

A Figura 3.25, apresenta a lista dos autores com maior número de publicações científicas no período de 2012 a 2020. A área correspondente do autor está identificada por cores.

Figura 3.25: Ranking dos autores INPE (2012 a 2020).



Legenda:

- Ciências Espaciais Atmosféricas
 Física de Plasma
 Materiais e Sensores
- Sensoriamento Remoto
 Engenharia
 Meteorologia
- Combustão e Propulsão
 Computação Aplicada

No período de 2012 a 2020 houve uma significativa contribuição científica na área de

Ciências Espaciais e Atmosféricas em relação à Ondas Gravitacionais. O tema resultou num grande número de publicações e alguns autores deste projeto fazem parte do INPE. Entretanto, destaca-se no primeiro lugar no ranking o pesquisador Prado, A. F. B da área de Engenharia.

A área de Ciências Espaciais, neste período, possui 40% dos autores no ranking de maior número de publicações com afiliação INPE, seguida da área de Materiais e Sensores com 20% dos autores e das áreas de Computação Aplicada, Física de Plasma e Sensoriamento Remoto com 10% dos autores.

Avaliando os autores que mais publicaram no período de 2002-2011 com os autores do período de 2012-2018, verifica-se que 55% dos autores do período de 2002-2011 permanecem no ranking do período de 2012-2018, e 45% de novos autores foram incorporados ao ranking com maior número de publicações.

3.5 Cadeia de relações entre autores do INPE

A partir do Software VOSviewer, foi gerada a cadeia de relações entre os autores do INPE por período analisado. O objetivo da análise das relações é identificar o crescimento do número de autores em cadeia de relações por período e por contribuição.

Segundo Ruas e Pereira (2014) e Eck e Waltman (2010), o VOS viewer é uma ferramenta focada na visualização e construção de mapas bibliométricos que podem ser usados para explorar diferentes perspectivas de forma detalhada, enfatizando uma característica em específico como publicações, autores, palavras-chave, co-ocorrência de citações entre outras.

A Figura 3.26 apresenta a cadeia de relações entre os autores no período de 1972 a 1981. Nesta figura, pode-se notar dez autores que iniciaram a primeira rede de relações do INPE.

A Figura 3.27 apresenta a cadeia de relações entre os autores no período de 1982 a 1991. Na figura, pode-se notar um aumento na rede de relações na Ciência Espacial e Atmosférica, identificando pequenos grupos de relações entre autores da mesma divisão desta área. É possível também notar o início de uma pequena rede de relações entre autores da área de Meteorologia neste período.

A Figura 3.28 apresenta a cadeia de relações entre os autores no período de 1992 a 2001. Na figura, pode-se notar duas redes distintas. A primeira rede apresenta um aumento da rede de relações na Ciência Espacial e Atmosférica, principalmente entre as divisões desta área. Destaca-se a criação de redes em outras áreas do INPE, como Meteorologia, Sensoriamento Remoto, Física de Plasma, Materiais e Sensores e Computação Aplicada

A Figura 3.29 apresenta a cadeia de relações entre os autores no período de 2002 a 2011. A figura apresenta a mesma cadeia de relações da Figura 3.27, incluindo novos autores, aumentando a rede de relacionamento entre as divisões das áreas e entre as áreas. A Figura 3.29 ainda identifica duas redes distintas com as mesmas áreas de relacionando entre si, com maior número de pesquisadores e relações.

A Figura 3.30 apresenta a cadeia de relações entre os autores no período de 2012 a 2020. Novos autores foram incluídos na rede e as relações entre as áreas se mantiveram.

Figura 3.26: Relações entre autores (1972-1981).

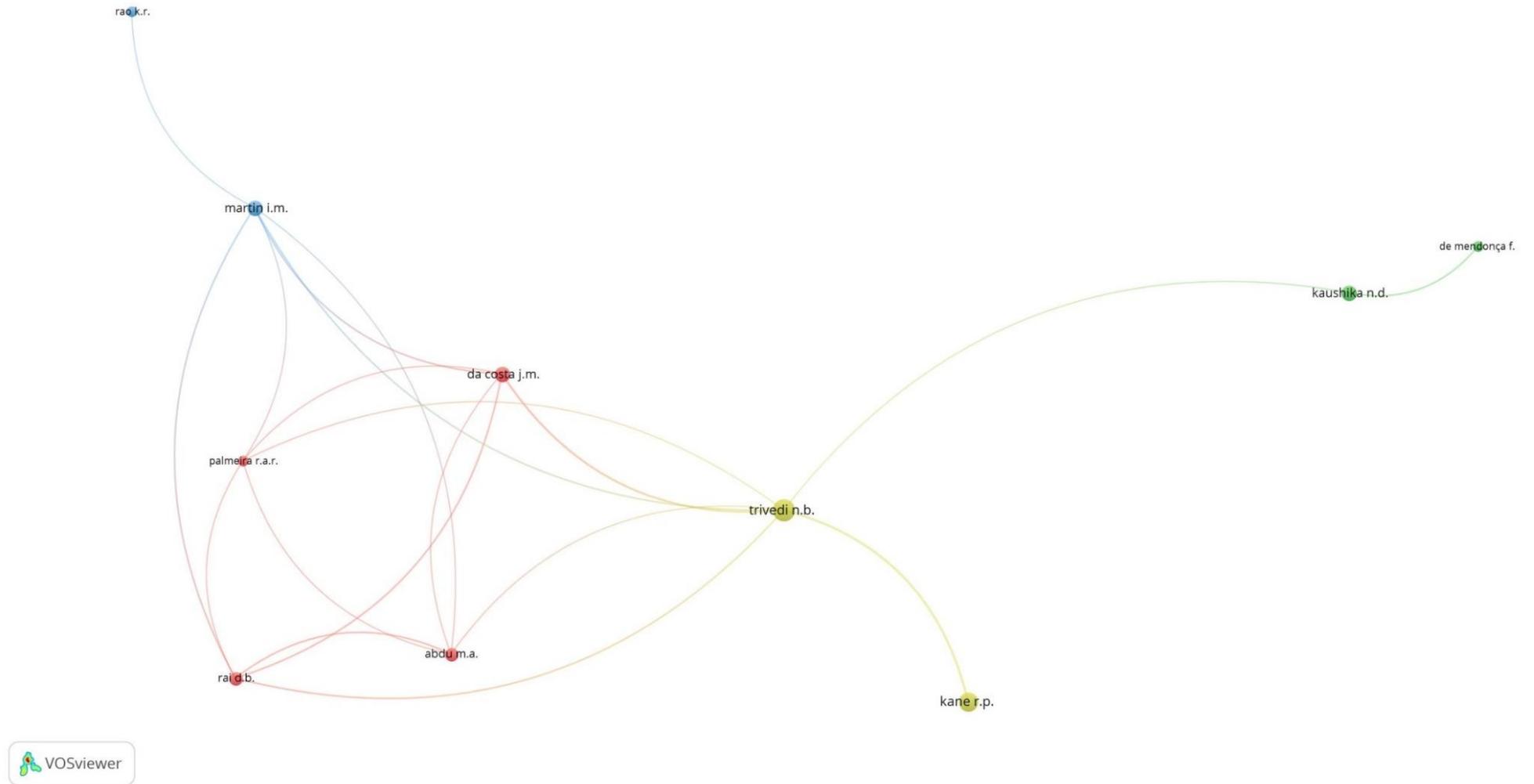


Figura 3.27: Relações entre autores (1982-1991).

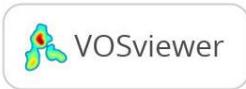
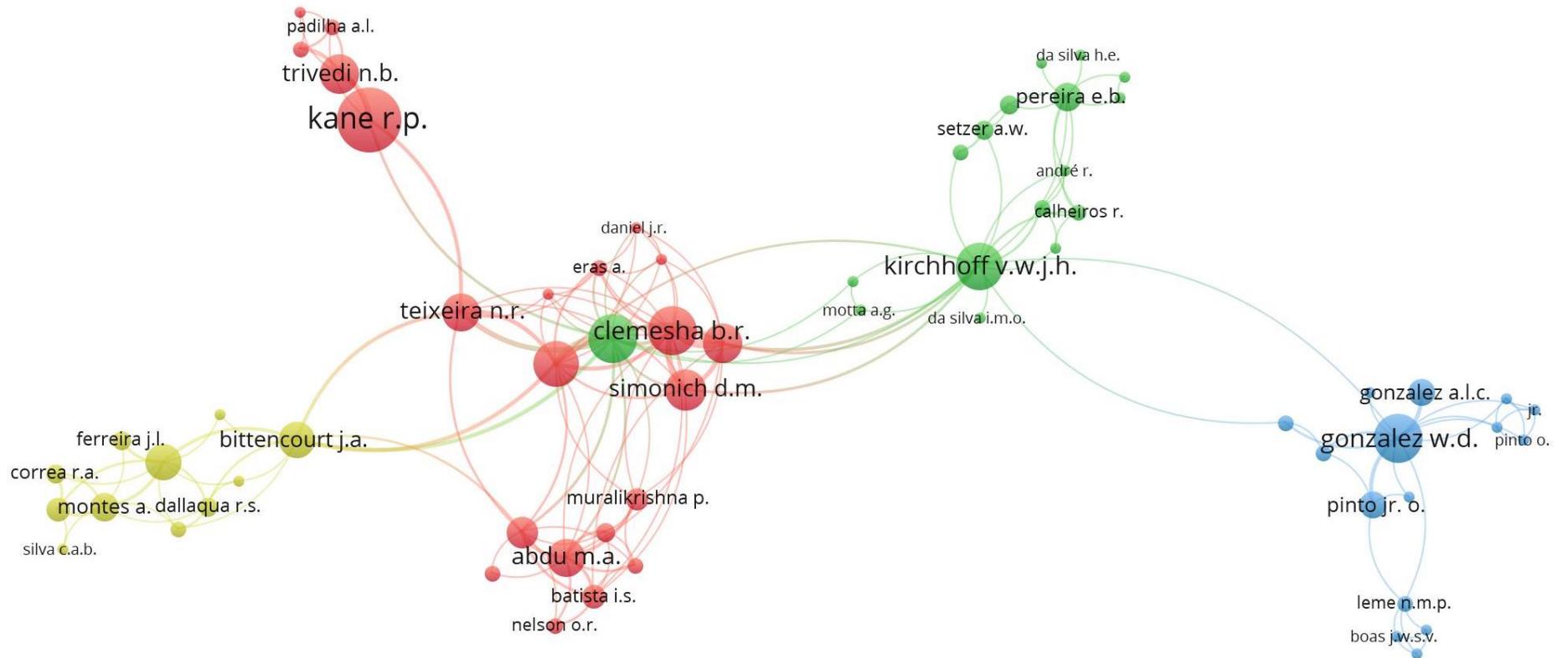


Figura 3.28: Relações entre autores (1992-2001).

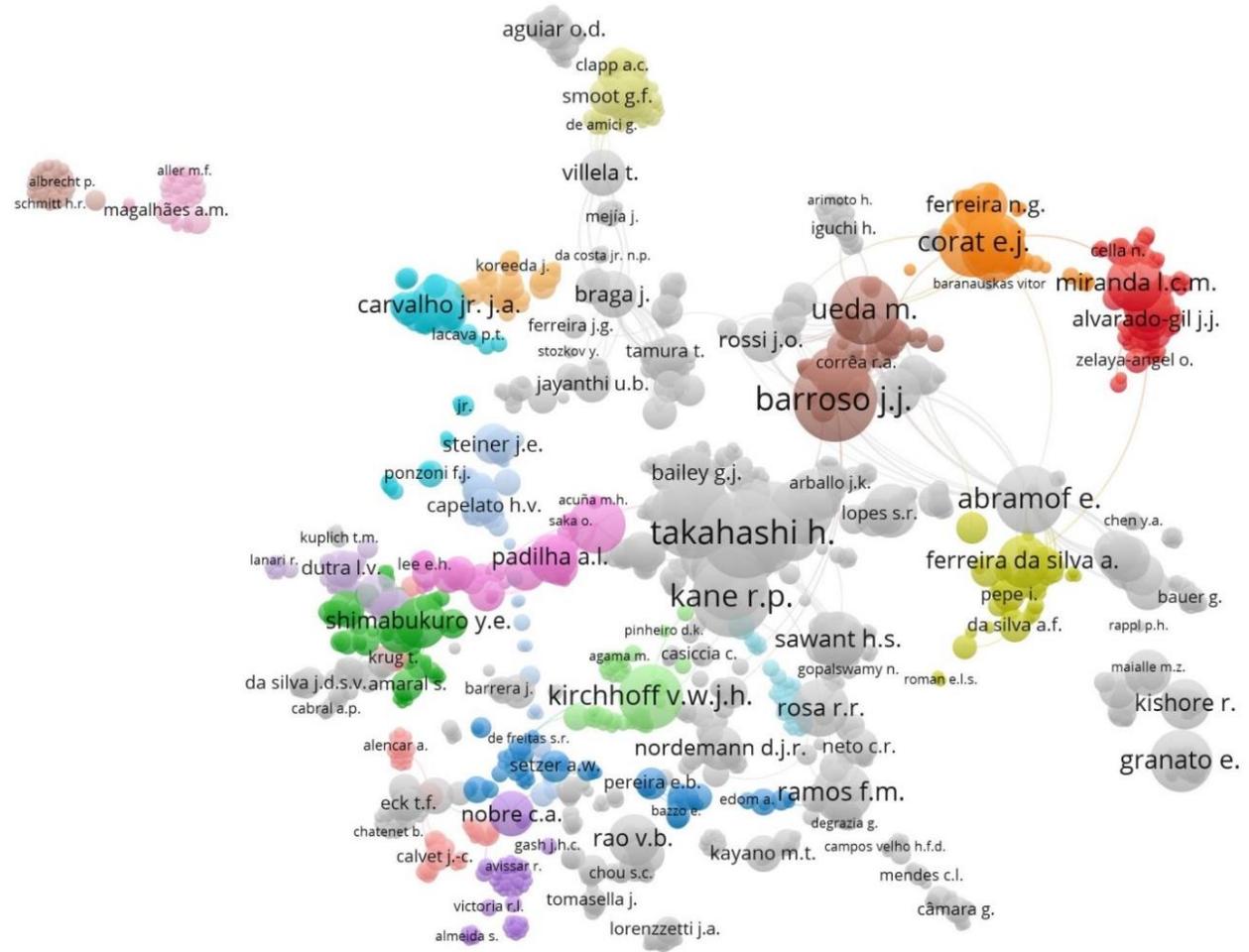
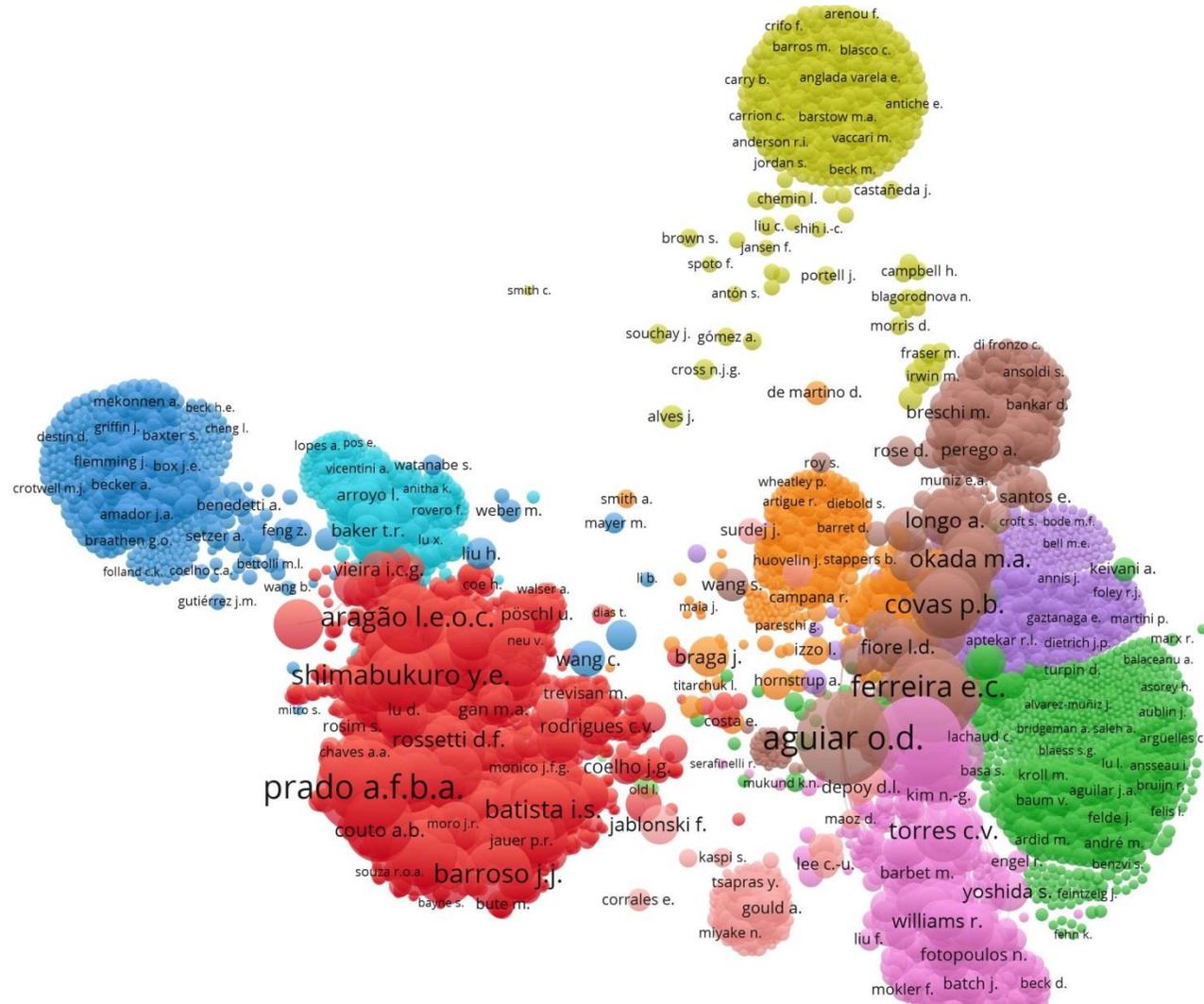


Figura 3.30: Relações entre autores (2012-2020).

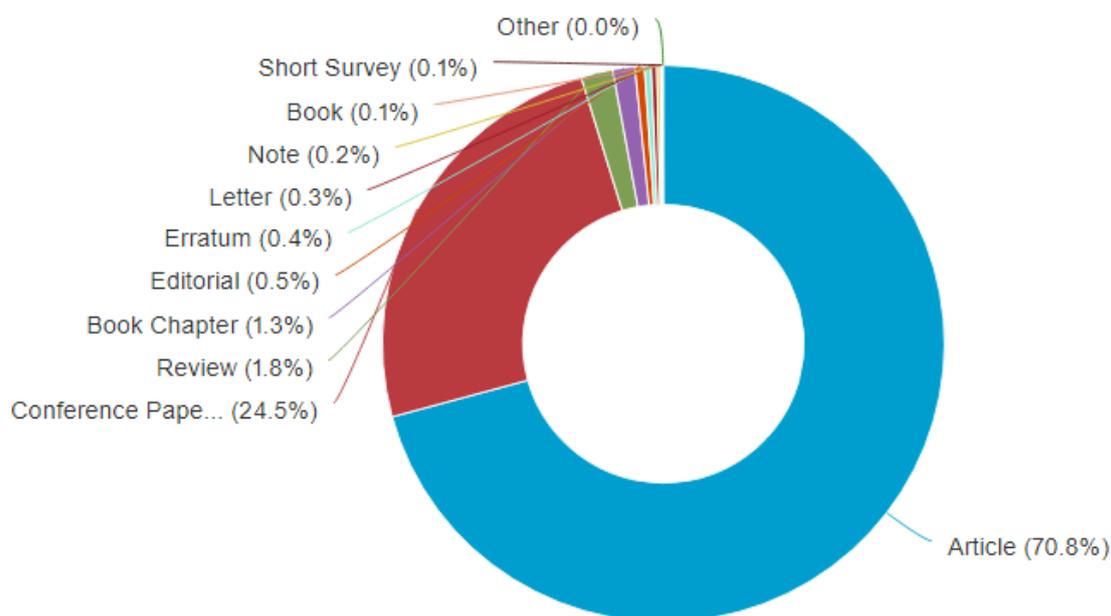


Nota-se que, futuramente o INPE deverá ter uma rede de relações entre os autores da instituição mais diversificada, uma vez que a necessidade de desenvolvimento de trabalhos com conhecimentos multidisciplinares deverá remodelar esta rede atual nos próximos anos.

3.6 Produção científica do INPE na Socpus por tipo de publicação

O total de registros obtidos na Scopus de publicações do INPE no período de 1972 a 2020 foram agrupados por tipos de publicação. A Figura 3.31 apresenta a distribuição do total de publicações por tipo no período de 1972 a 2020.

Figura 3.31: Total de publicações do INPE por tipo (1972-2020).



Nota-se que mais de 70% das publicações indexadas na Base Scopus são de artigos em revista e 24,5% das publicações são de artigos em conferência.

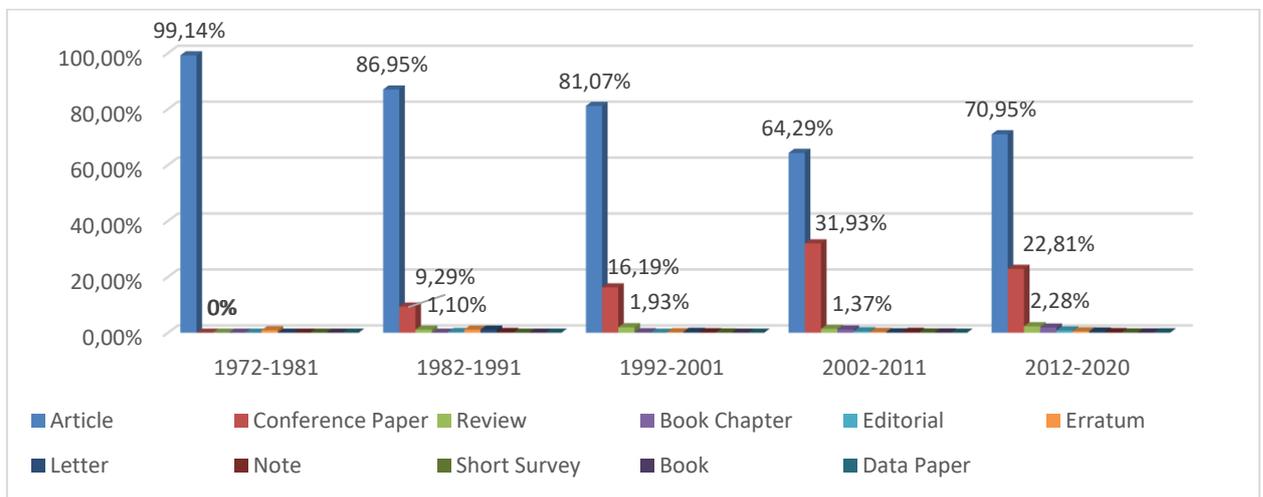
Apesar da Base Scopus ter a maioria de seus registros na área de artigos, as informações apresentadas na Figura 3.30 são confirmadas nos relatórios de produção científica do Instituto, no qual é realizada uma coleta de toda produção científica do ano vigente.

Nos dados do relatório do INPE, o maior número de publicações concentra-se em

artigos em revista. Os artigos em congresso oscilam entre os anos por conta do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, que produz (a cada ano ímpar) grande número de publicações em evento por autores do INPE. O terceiro tipo de publicação com maior número de produção são as Teses e Dissertações.

Ao analisar o tipo de publicação por período analisado, nota-se uma diminuição gradual dos artigos apresentados em revistas com um aumento dos artigos apresentados em congressos, conforme apresenta a Figura 3.32. Esta informação é comum na análise de publicações utilizando a Scopus, uma vez que ela vem incorporando artigos em congresso na indexação de sua base.

Figura 3.32: Publicações do INPE por tipo e período.



Considerando que a maior parte de publicações do INPE são em artigos em revista, foi feita uma análise das 10 revista que o INPE possui maior número de publicações. A partir das informações da Scopus, foi elaborada a Tabela 3.3 indicando o fator de impacto do ano de 2020 e o total de publicações do INPE nas revistas no período de 1972 a 2020.

Segundo Costa et al (2012), o fator de impacto criado foi por Eugene Garfield no ano de 1955 para classificar e avaliar as revistas incluídas na *Science Citation Index*, do *Institute for Scientific Information* (ISI). Para o autor, trata-se de um indicador de avaliação do impacto de revistas que determina a frequência com que um artigo é citado.

Tabela 3.3: Revistas com maior número de publicações do INPE (1972-2020).

Revista	Fator Impacto	Num. Publ. INPE
Advances in Space Research	1.63	269
Annales Geophysicae	1.61	128
Astrophysical Journal	4.41	127
Geophysical Research Letters	4.51	132
International Geoscience and Remote Sensing Symposium - IGARSS	0.49	191
International Journal of Remote Sensing	1.93	165
Journal of Atmospheric and Solar Terrestrial Physics	1.52	203
Journal of Geophysical Research – Atmospheres	3.19	98
Journal of Geophysical Research - Space Physics	3.19	165
Revista Brasileira de Geofísica	0.18	105

Pode-se verificar que 70% das revistas com maior número de publicações são da área de Ciência Espacial e Atmosférica, o que confirma os dados anteriores de área e pesquisadores com maior número de publicações no INPE.

As revistas da área de Sensoriamento Remoto possuem 20% da ranking das revistas com maior número de publicações e a Meteorologia 10%.

Pode-se concluir que, apesar da área de Sensoriamento Remoto não aparecer em destaque entre os autores com maior número de publicações no período de 1972 a 2020, a área concentra maior parte de sua produção nestas revistas. Nos próximos anos, a listagem dos autores com maior número de publicações poderá apresentar maior incidência de autores da área de Sensoriamento Remoto.

3.7 Publicações do INPE por ano

A Figura 3.1 apresentou o total de publicações do INPE do ano de 1972 a 2020. A partir da Figura 3.1, foi elaborada a Figura 3.33 que apresenta o crescimento anual do INPE em relação ao número de publicações. Foi possível notar um crescimento gradativo dos anos de 1972 a 1990. A partir de 1996, o total de publicações do INPE teve um aumento significativo, sendo que, a partir de 2006, houve um novo salto no total de publicações, e se manteve em uma média de 450 publicações até o ano de 2011. A partir de 2012, houve novamente um salto de publicações com uma média de 550 publicações até o ano

de 2019. Em 2020, com o total de 620 publicações, pode-se esperar um novo aumento na média de publicações para os próximos anos.

A Figura 3.34 apresenta o crescimento anual de publicação relacionado ao ano anterior. Nota-se que, em alguns anos o crescimento de publicações teve saldo negativo. É possível identificar um decréscimo nos anos de 2017 a 2019 e um aumento no crescimento das publicações no ano de 2020.

Figura 3.33: Crescimento anual de publicações do INPE (1972-2020).

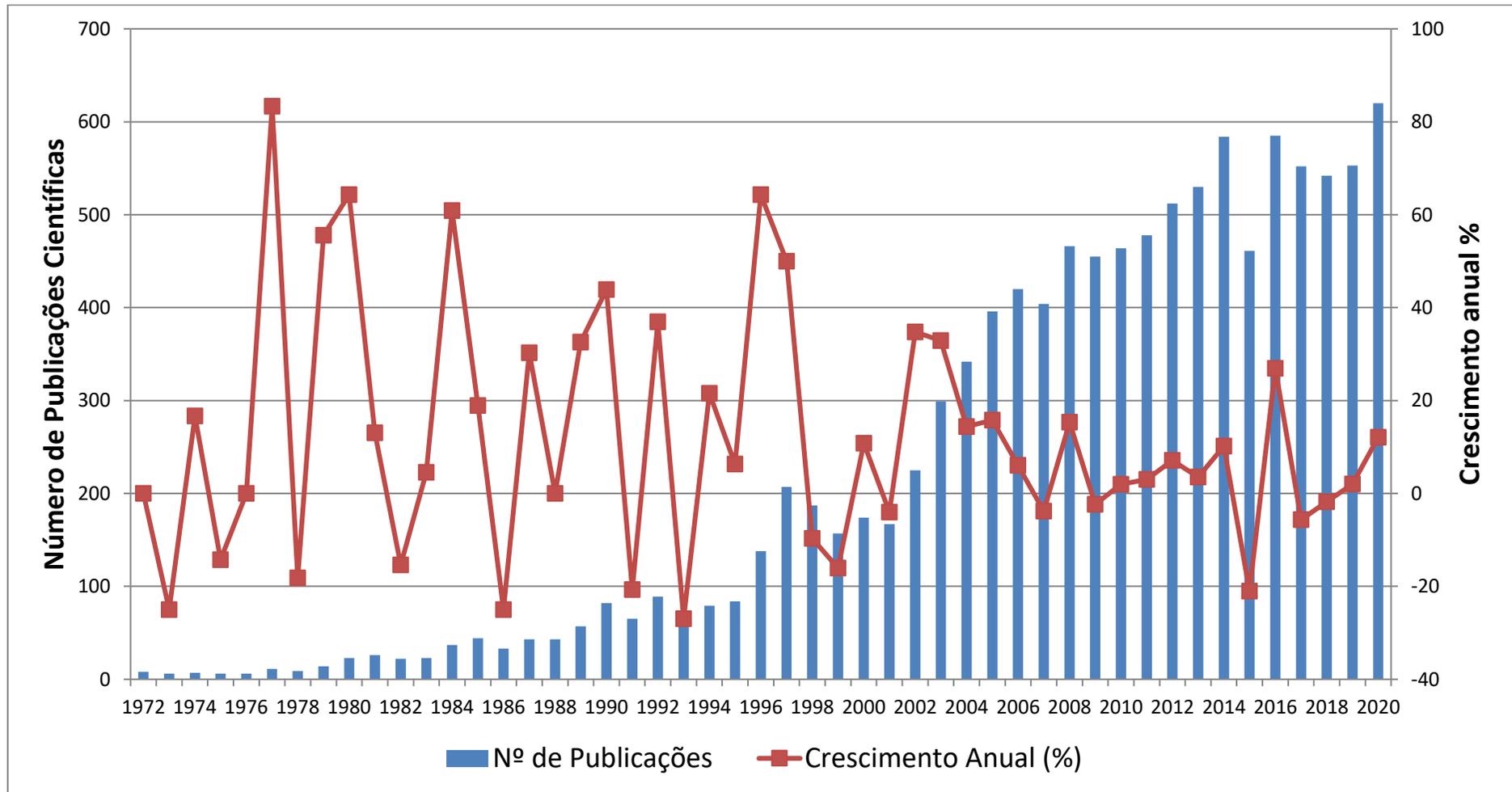
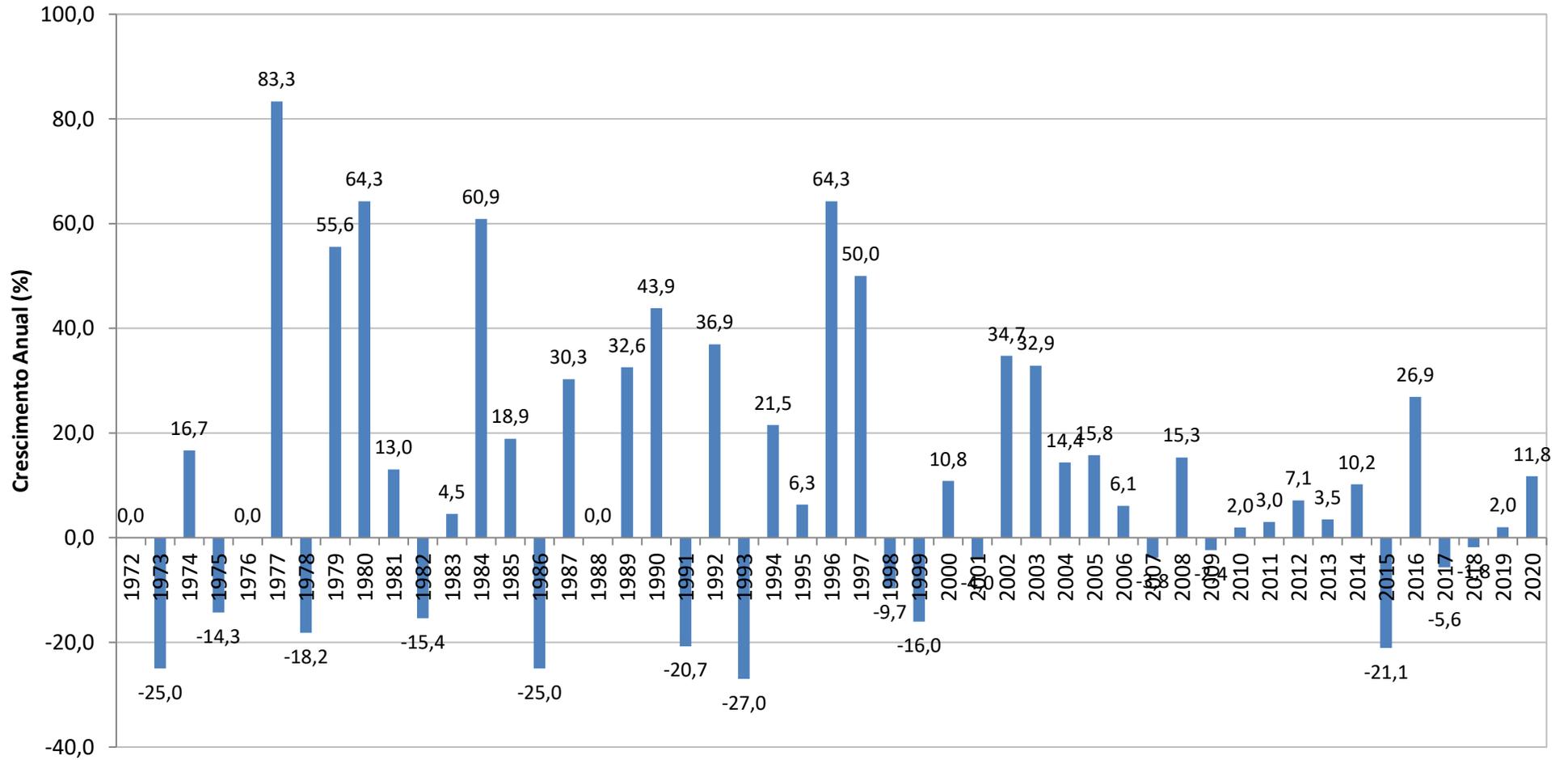


Figura 3.34: Crescimento de publicações do INPE relacionado ao ano anterior (1972-2020).



Dos 49 anos analisados, constata-se que aproximadamente 30% desse período houve crescimento negativo em relação ao ano anterior (15 anos com saldo negativo).

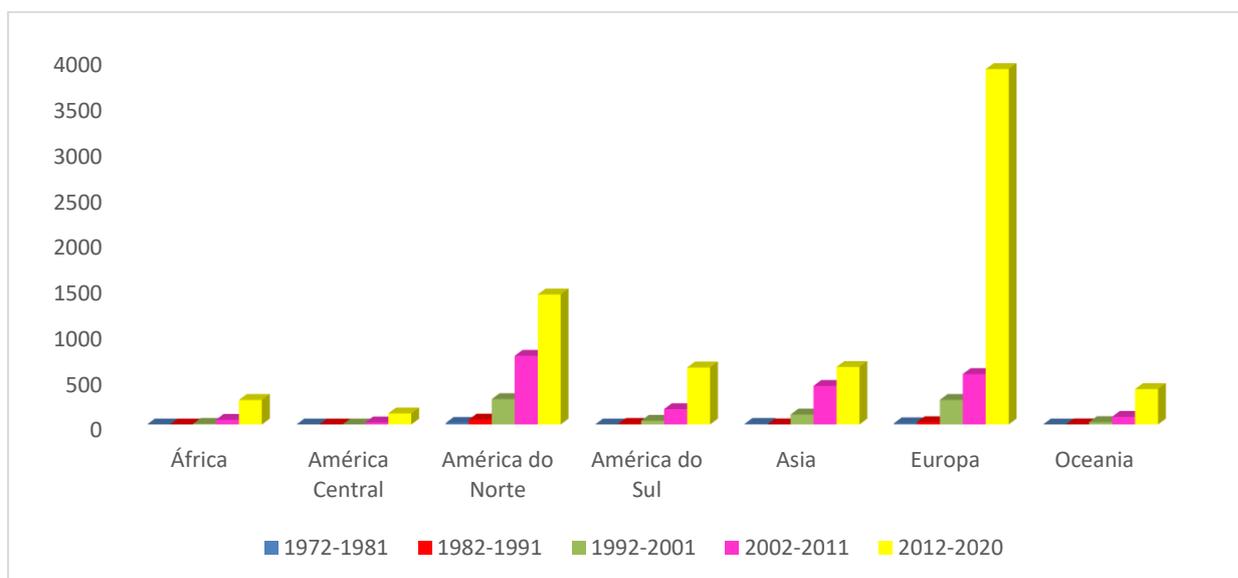
Ao analisar os últimos 10 anos de publicação (2010 a 2020), o INPE se manteve no total de publicações anuais, mantendo uma média geral, exceto o ano de 2015, e apresentando um aumento no número de publicações no ano de 2020 o que poderá ser uma indicativo para uma nova média para os próximos anos.

3.8 Publicações do INPE em colabaração com outros países

Desde sua criação, o INPE mantém cooperações internacionais com outros países. Os primeiros anos do Instituto foram marcados por cooperações com a comunidade científica internacional com objetivo de capacitar os pesquisadores do INPE. Com o passar dos anos, o Instituto manteve muitas de suas cooperações e suas publicações científicas foram produzidas em cooperação com instituições nacionais e internacionais.

A Figura 3.35 apresenta as publicações do INPE no período de 1972 a 2020 agrupados por continente dos países colaboradores. A América do Norte e a Europa são os principais continentes em colaboração de publicação com o INPE. Entretanto, nota-se também um crescimento nos últimos 10 anos de publicações que englobam o mundo todo. Destaca-se que o número publicações em parceria com a América Central e África são os menores.

Figura 3.35 – Continentes com co-autoria de publicações com o INPE (1972-2020).



Para compreender a evolução da rede de colaboração na produção científica do INPE com outros países, são apresentadas as Figuras 3.38 (1972-1981), 3.40 (1982-1991), 3.42 (1992-2001), 3.44 (2002-2011) e 3.46 (2012-2020) com o ranking dos 20 países com maior número de publicações em co-autoria com o INPE.

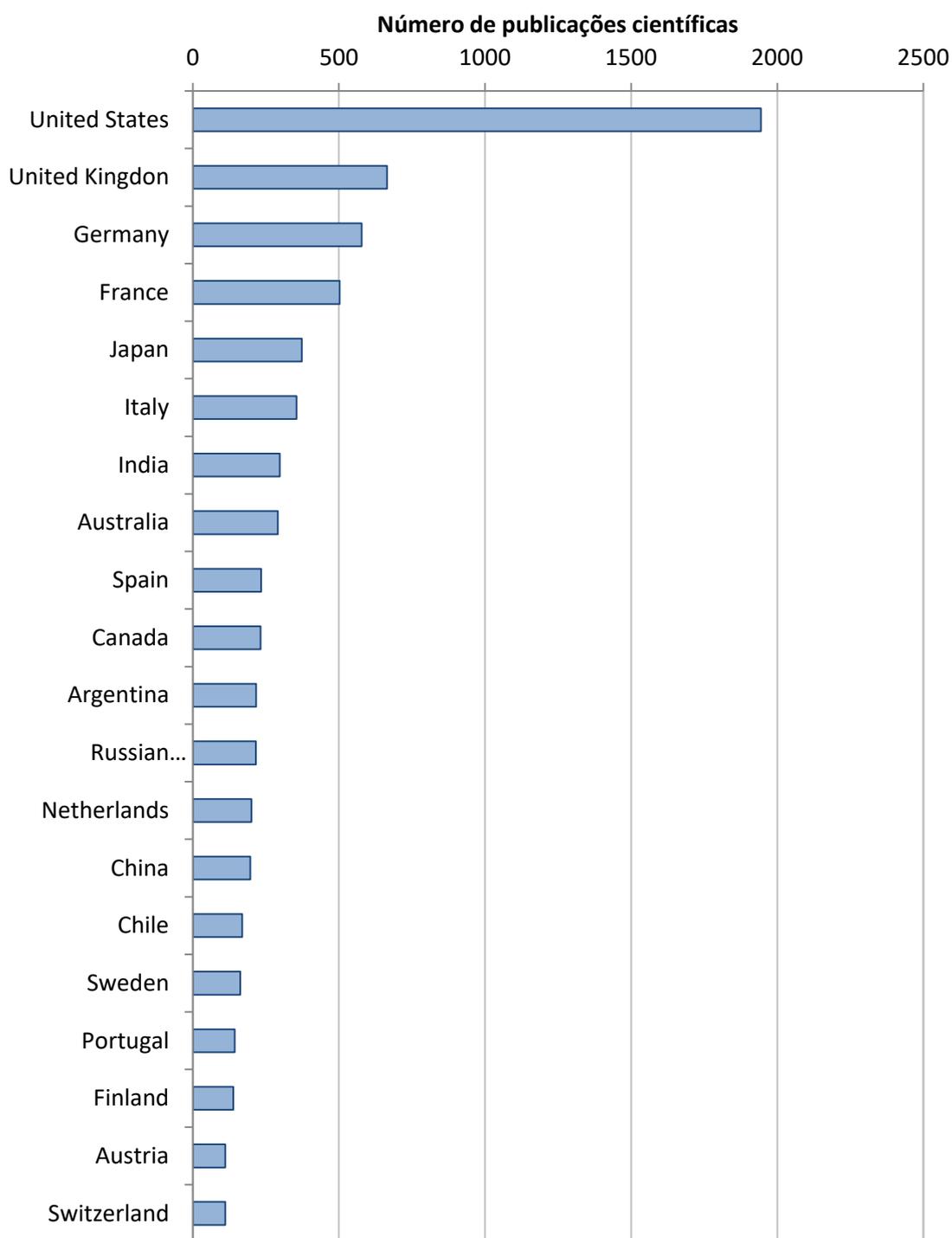
As Figuras 3.39 (1972-1981), 3.41 (1982-1991), 3.43 (1992-2001), 3.45 (2002-2011) e 3.47 (2012-2020) mostram todos os países em co-autoria com o INPE nas publicações representadas no mapa mundi. Para geração das figuras foi utilizado o software QGIS. Importante ressaltar que, para cada figura foi utilizado um agrupamento diferente de escalas, adequando-se ao total de países e o número de publicações relacionadas, para facilitar a visualização de colaborações.

É possível perceber a expansão da rede de colaboração de outros países com o INPE. O Instituto inicia sua rede de colaboração entre os países forma tímida. Porém, é possível notar que essa rede vai se entrelaçando, incluindo novos países, formando uma densa relação entre países a partir do período de 1992 e crescendo de forma significativa, como analisado no período de 2002-2011 e 2012-2020.

Antes de analisar os países em co-autoria por período, as Figuras 3.36 e 3.37 apresentam os países em colaboração com o Instituto no período de 1972 a 2020.

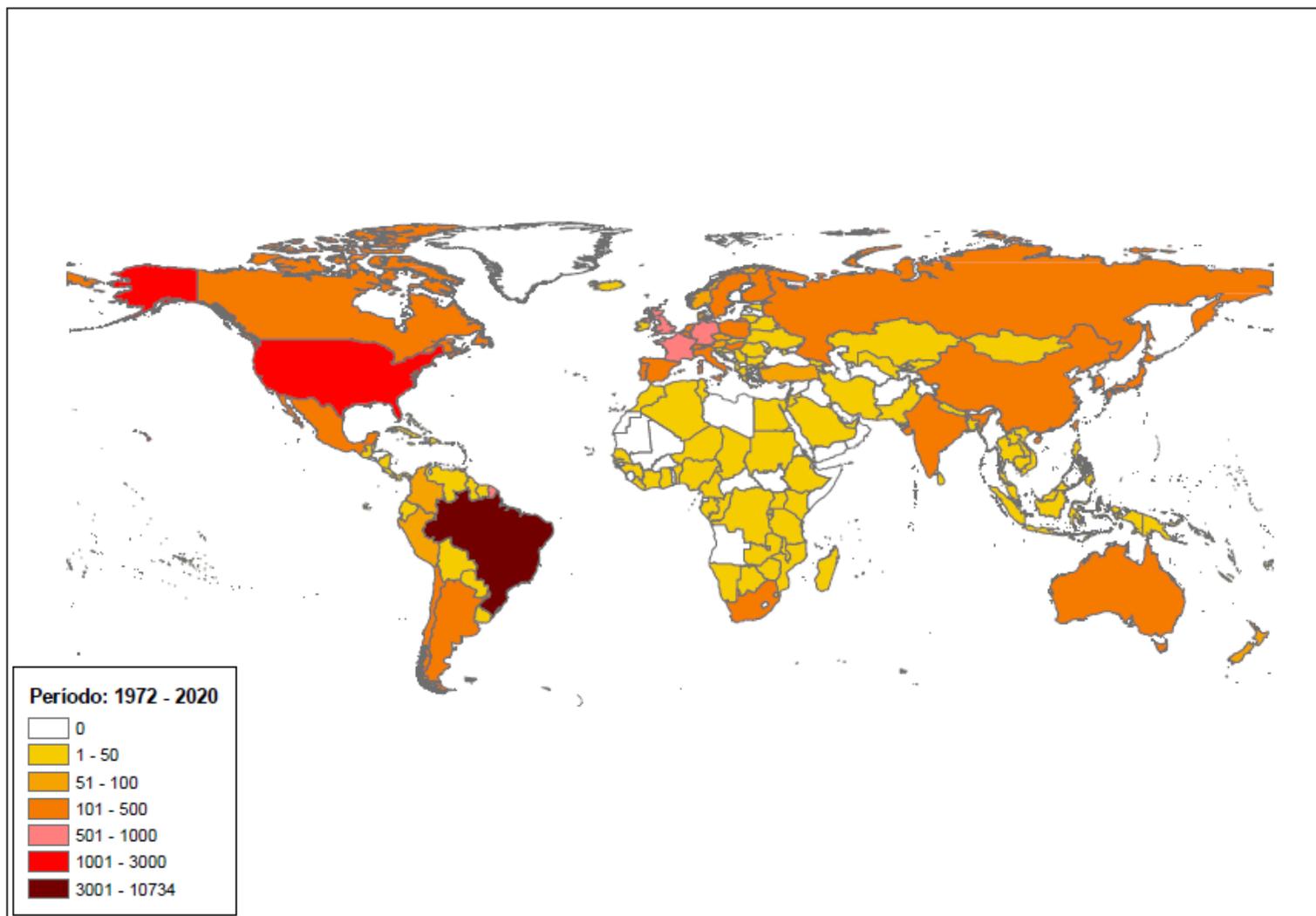
Destaca-se que o INPE possui colaboração com diversos países do mundo, mas mantém centralizado parte de suas publicações entre Estados Unidos, Reino Unido, França e Alemanha.

Figura 3.36: Países com co-autoria de publicações com o INPE (1972-2020).



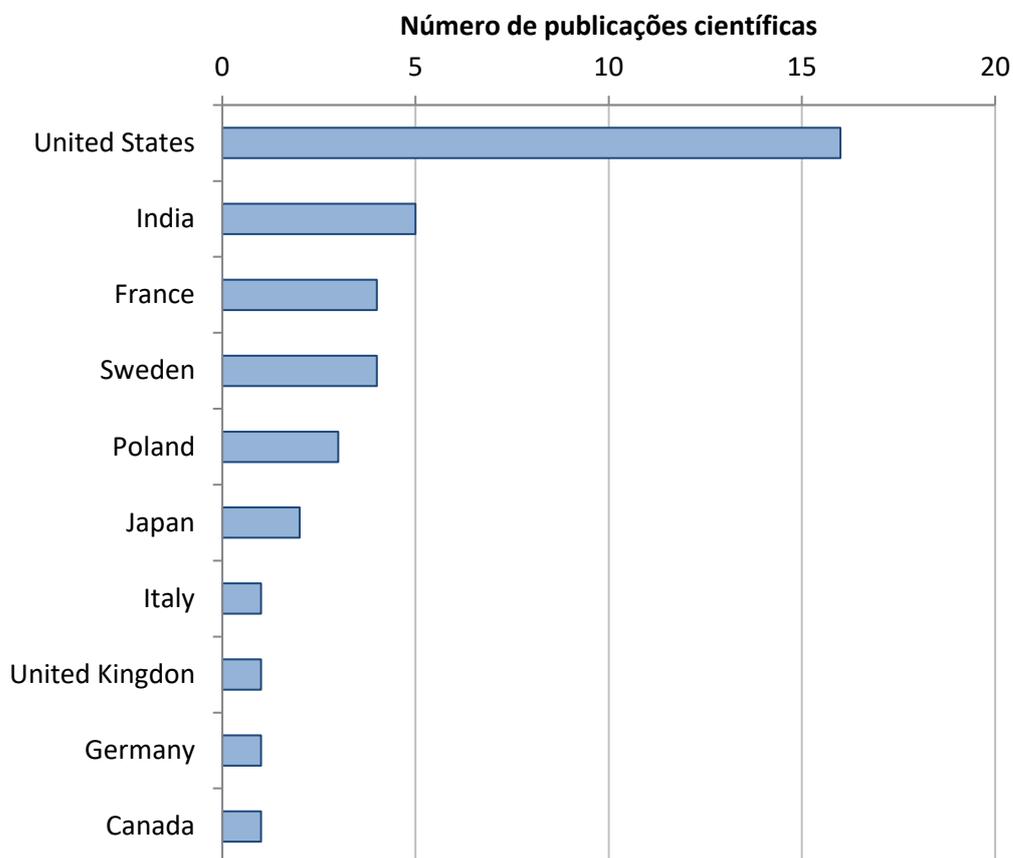
De um modo geral, os principais países que publicam em co-autoria com o INPE são os Estados Unidos, o Reino Unido, a Alemanha e a França. Entretanto, ao analisar os dados por período de 10 anos, verificam-se pequenas alterações na posição desses países, mantendo os Estados Unidos o principal colaborador.

Figura 3.37: Distribuição do número de publicações em co-autoria com o INPE por país (1972-2020).



A Figura 3.38 apresenta os principais países colaborações em publicação científica do INPE no período de 1972 a 1981.

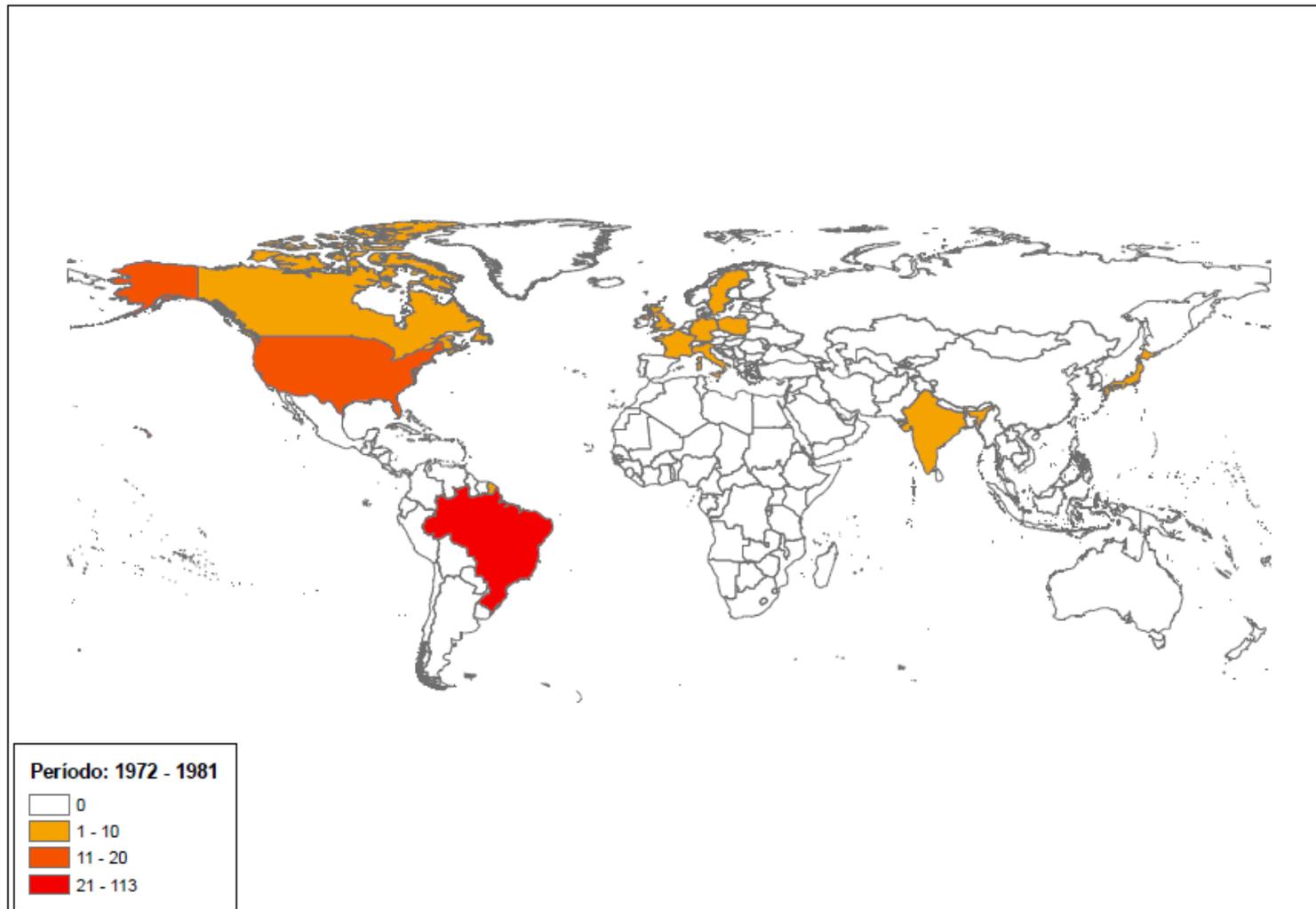
Figura 3.38: Países com co-autoria de publicações com o INPE (1972-1981).



O período de 1972 a 1981 teve como principais países em colaboração de publicações com o INPE os Estados Unidos, a Índia, a França e a Suécia.

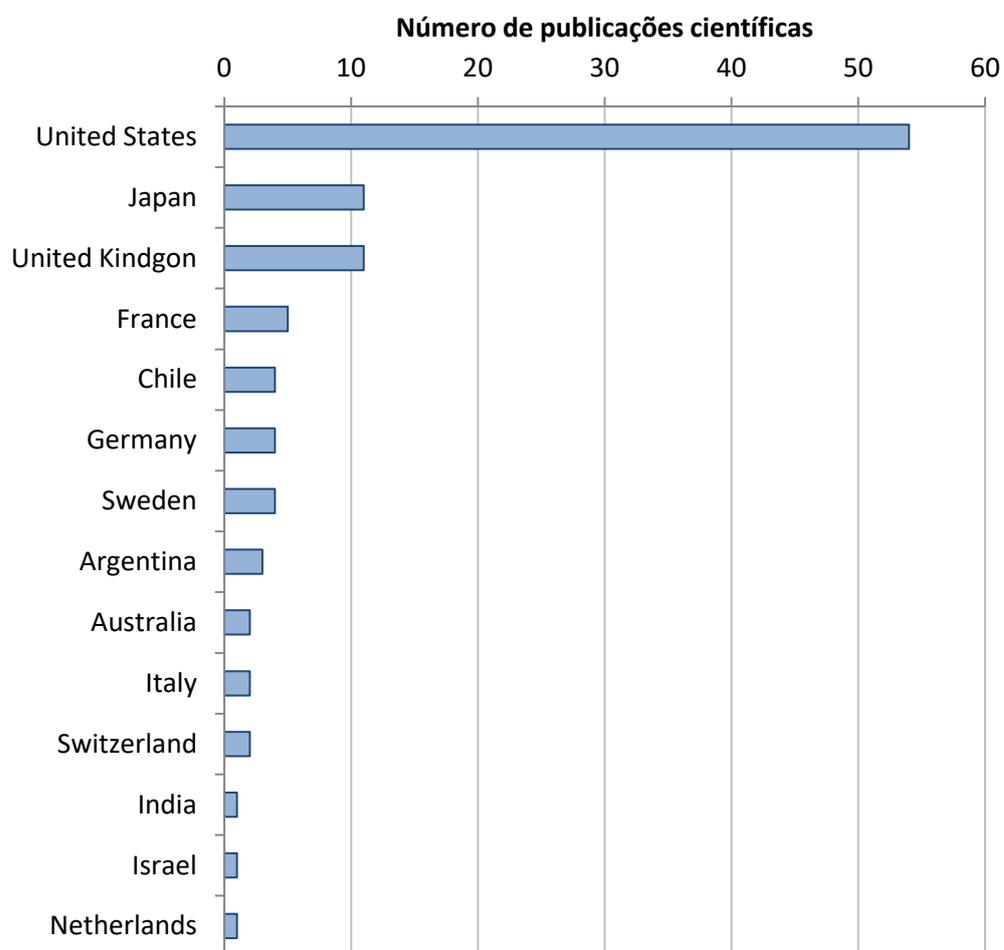
Analisando os dados com a história do Instituto, nesse período o INPE recebeu pesquisadores indianos para desenvolver pesquisa que mantiveram vínculo com o Instituto até a aposentadoria ou falecimento, como se pode notar na análise de principais pesquisadores com maior número de publicações no INPE autores como Abdu, M. A e Kane, R. P.

Figura 3.39 – Distribuição do número de publicações em co-autoria com o INPE por país (1972-1981).



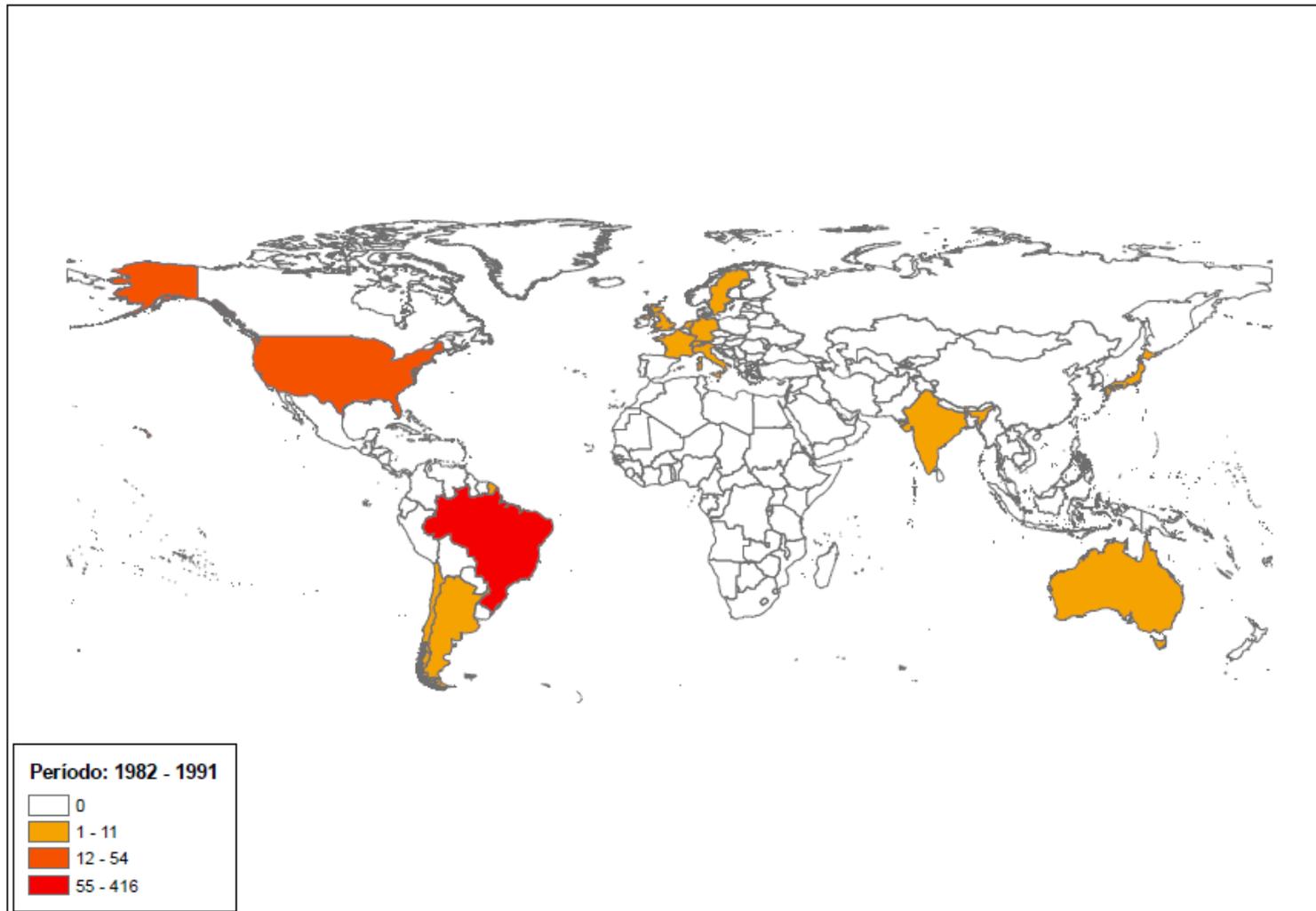
A Figura 3.40 apresenta os principais países colaborações em publicação científica do INPE no período de 1982 a 1991.

Figura 3.40: Países com co-autoria de publicações com o INPE (1982-1991).



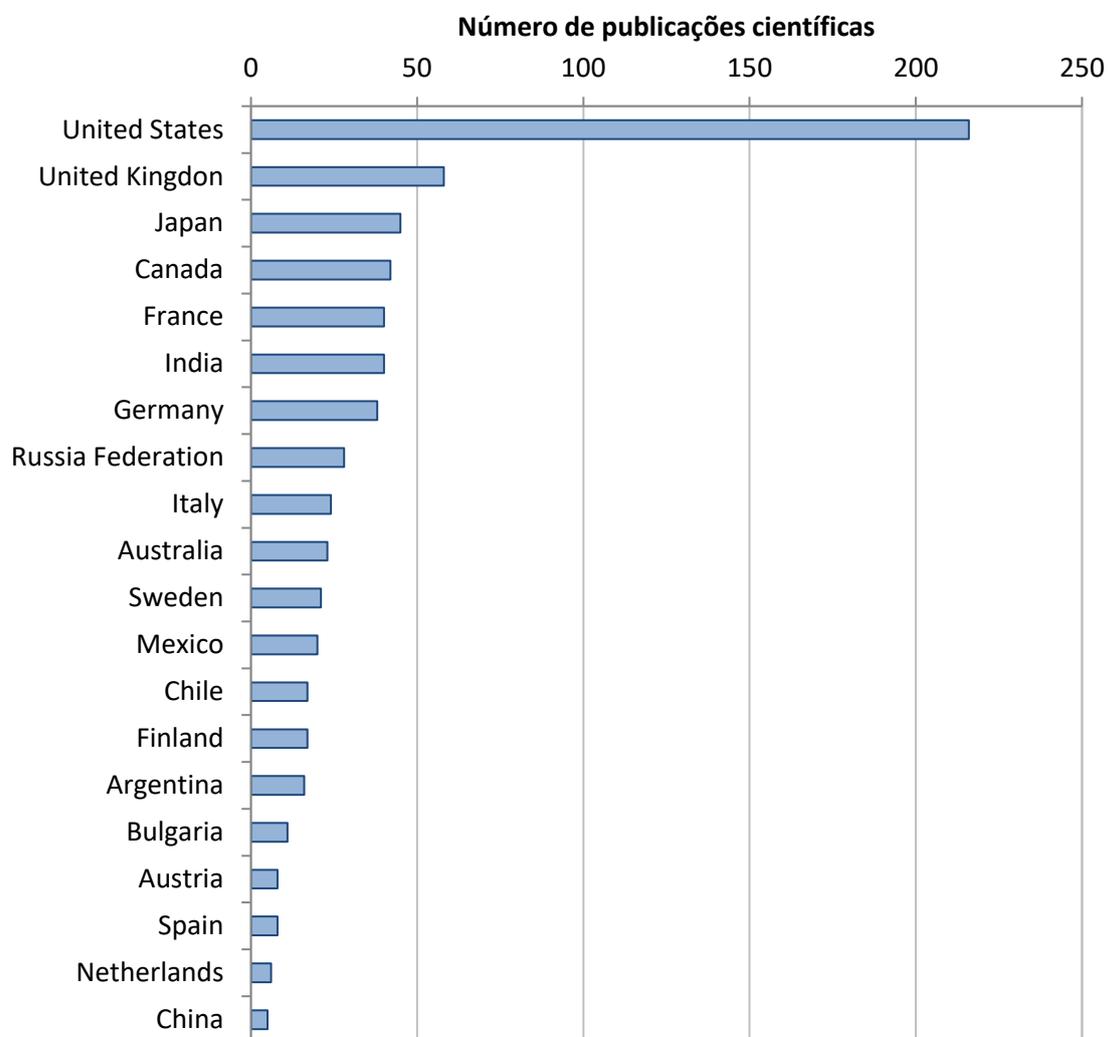
No período de 1982 a 1991, os Estados Unidos e a França se mantiveram entre os quatro primeiros países em colaboração com o Instituto. O Japão e Reino Unido se destacaram neste período como principais países em colaboração com o INPE.

Figura 3.41 – Distribuição do número de publicações em co-autoria com o INPE por país (1982-1991).



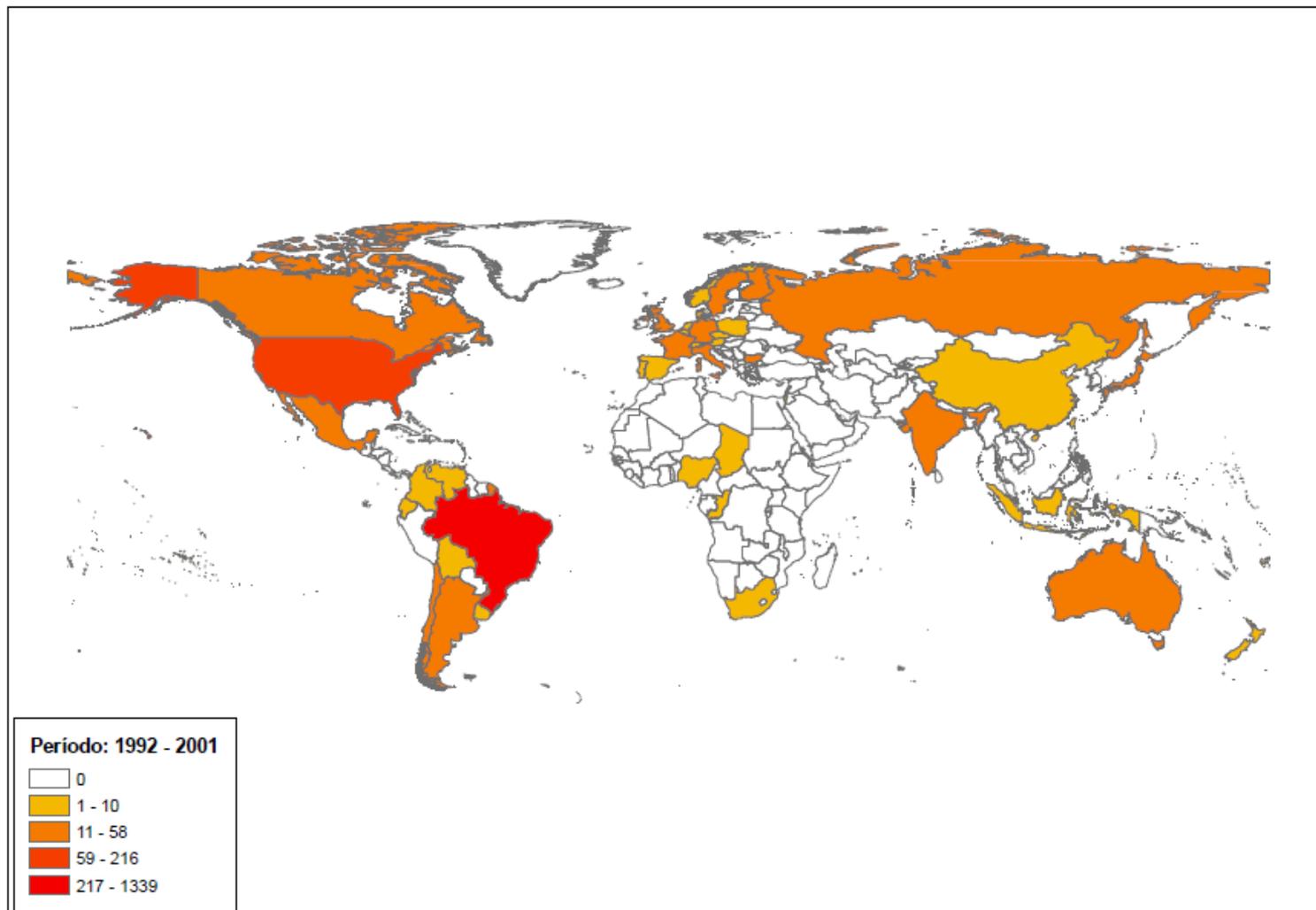
A Figura 3.42 apresenta os principais países colaborações em publicação científica do INPE no período de 1992 a 2001.

Figura 3.42: Países com co-autoria de publicações com o INPE (1992-2001).



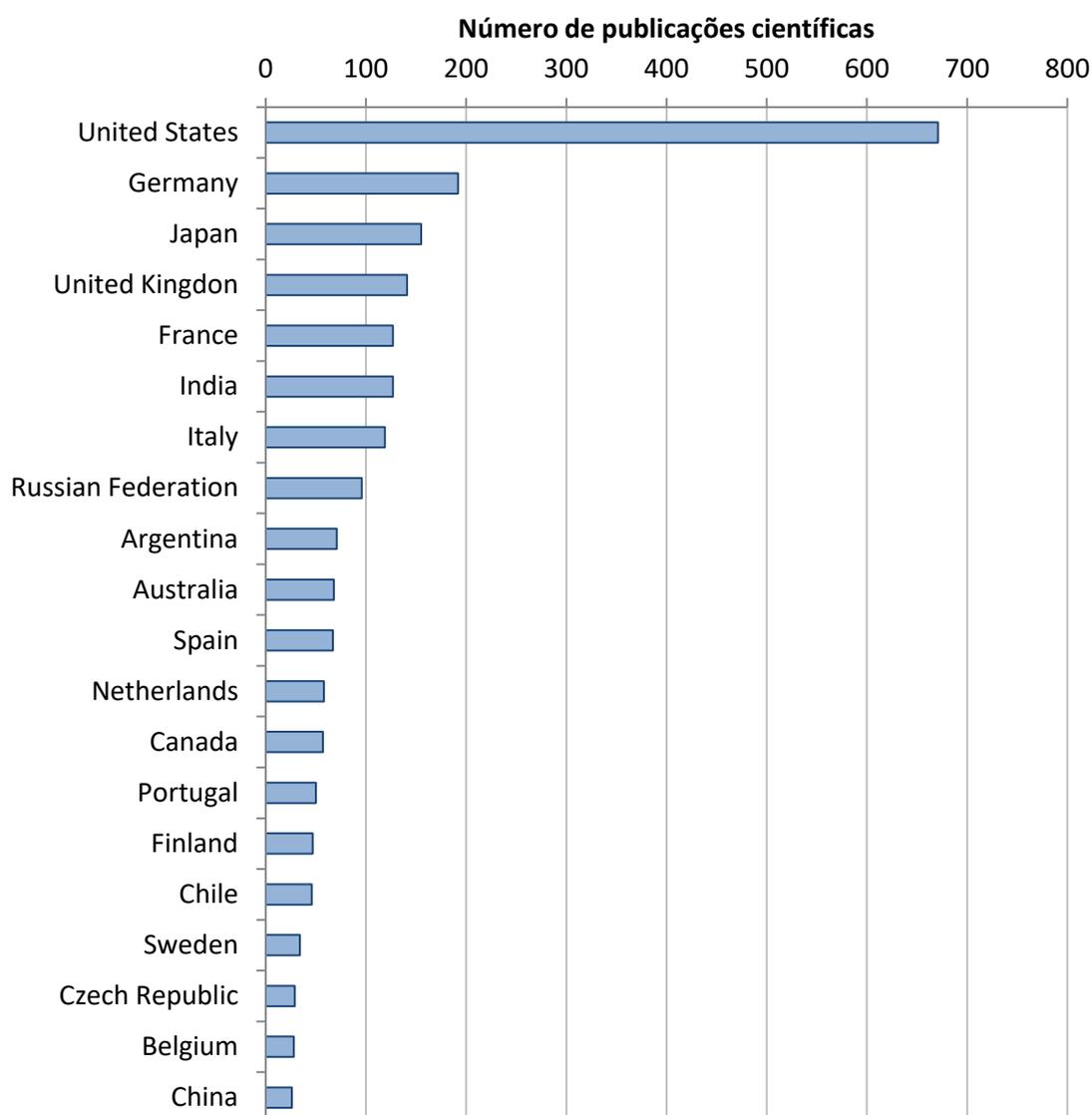
Neste período o Canadá ocupou o lugar da França entre os quatro primeiros países colaboradores e os Estados Unidos, o Reino Unido e o Japão se mantiveram entre os quatro principais colaboradores na produção científica do Instituto.

Figura 3.43: Distribuição do número de publicações em co-autoria com o INPE por país (1991-2001).



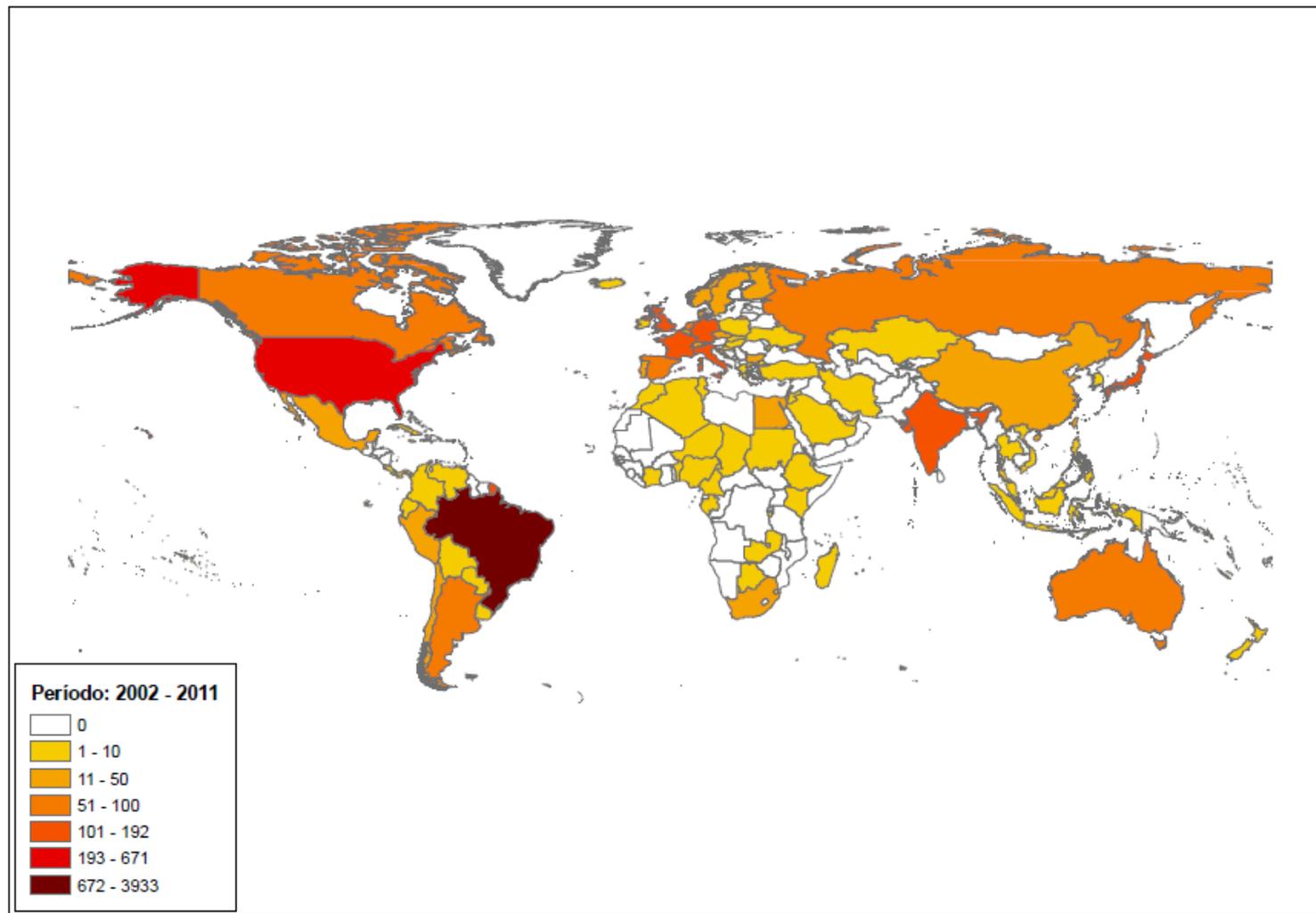
A Figura 3.44 apresenta os principais países colaborações em publicação científica do INPE no período de 2002 a 2011.

Figura 3.44: Países com co-autoria de publicações do INPE (2002-2011).



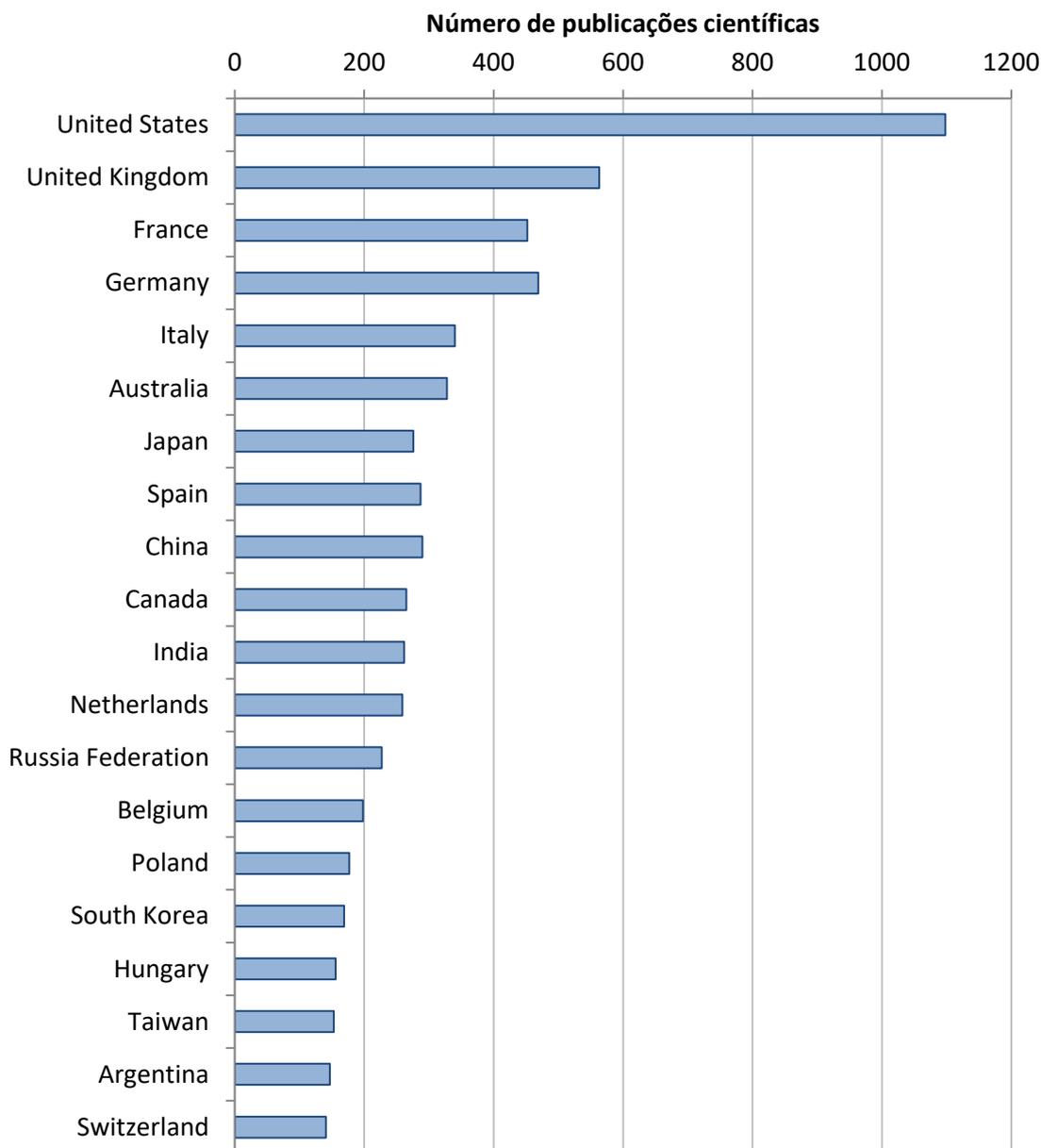
Este período destaca a Alemanha ocupando a segunda posição entre os países com maior número de colaboração e os Estados Unidos, o Japão e o Reino Unido se mantendo como os quatro primeiros colaboradores na produção científica do INPE desde 1982.

Figura 3.45: Distribuição do número de publicações em co-autoria com o INPE por país (2002-2011).



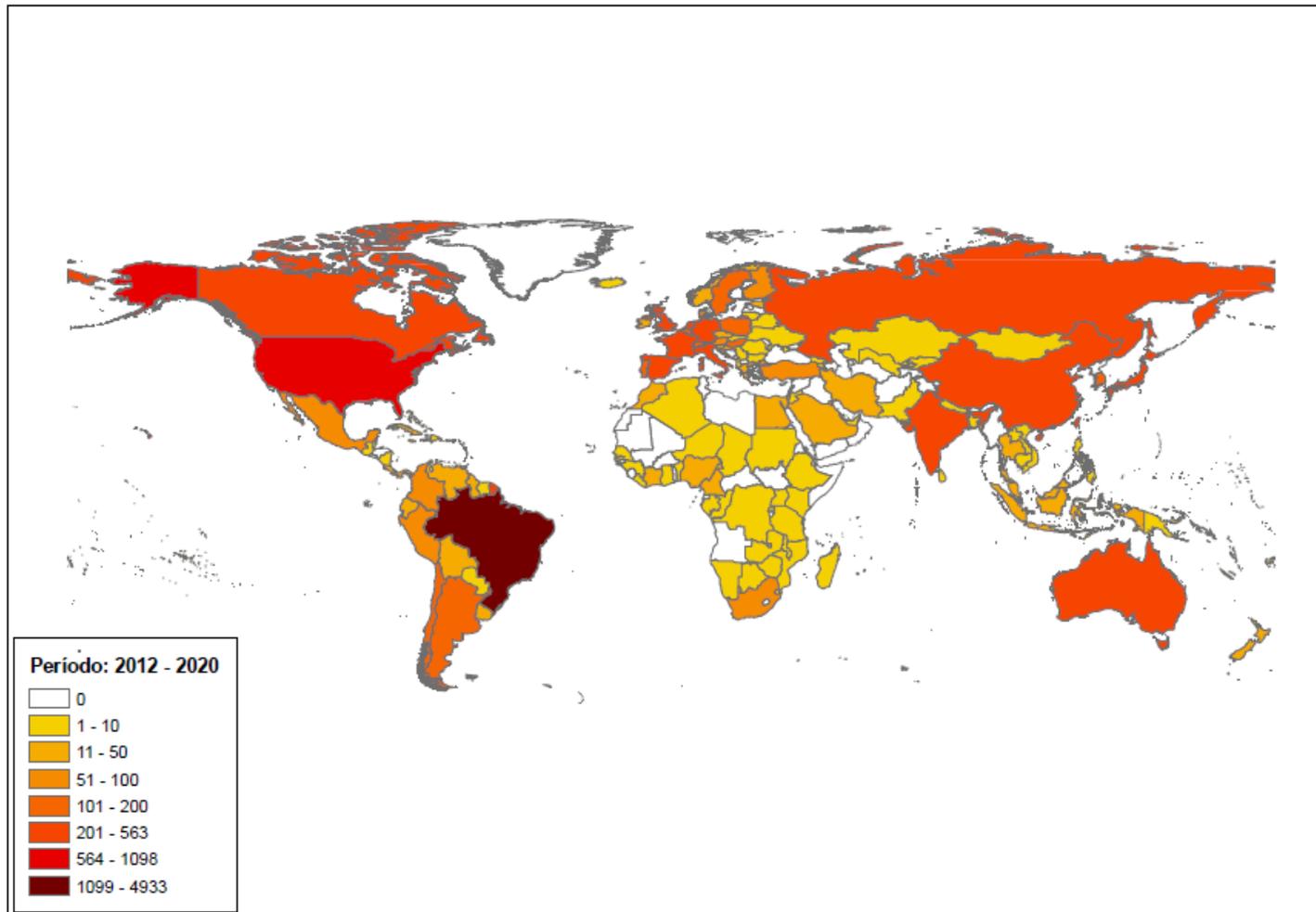
A Figura 3.46 apresenta os principais países colaborações em publicação científica do INPE no período de 2012 a 2018.

Figura 3.46: Países com co-autoria de publicações do INPE (2012-2020).



Neste período, os Estados Unidos, o Reino Unido, a França e a Alemanha se destacam como principais colaboradores em publicação científica com o INPE. Para melhor compreender as mudanças de posição dos países por período de estudo, a Seção 3.10.3 faz uma análise relacionando a evolução da colaboração dos países com áreas do conhecimento definidas na Base Scopus.

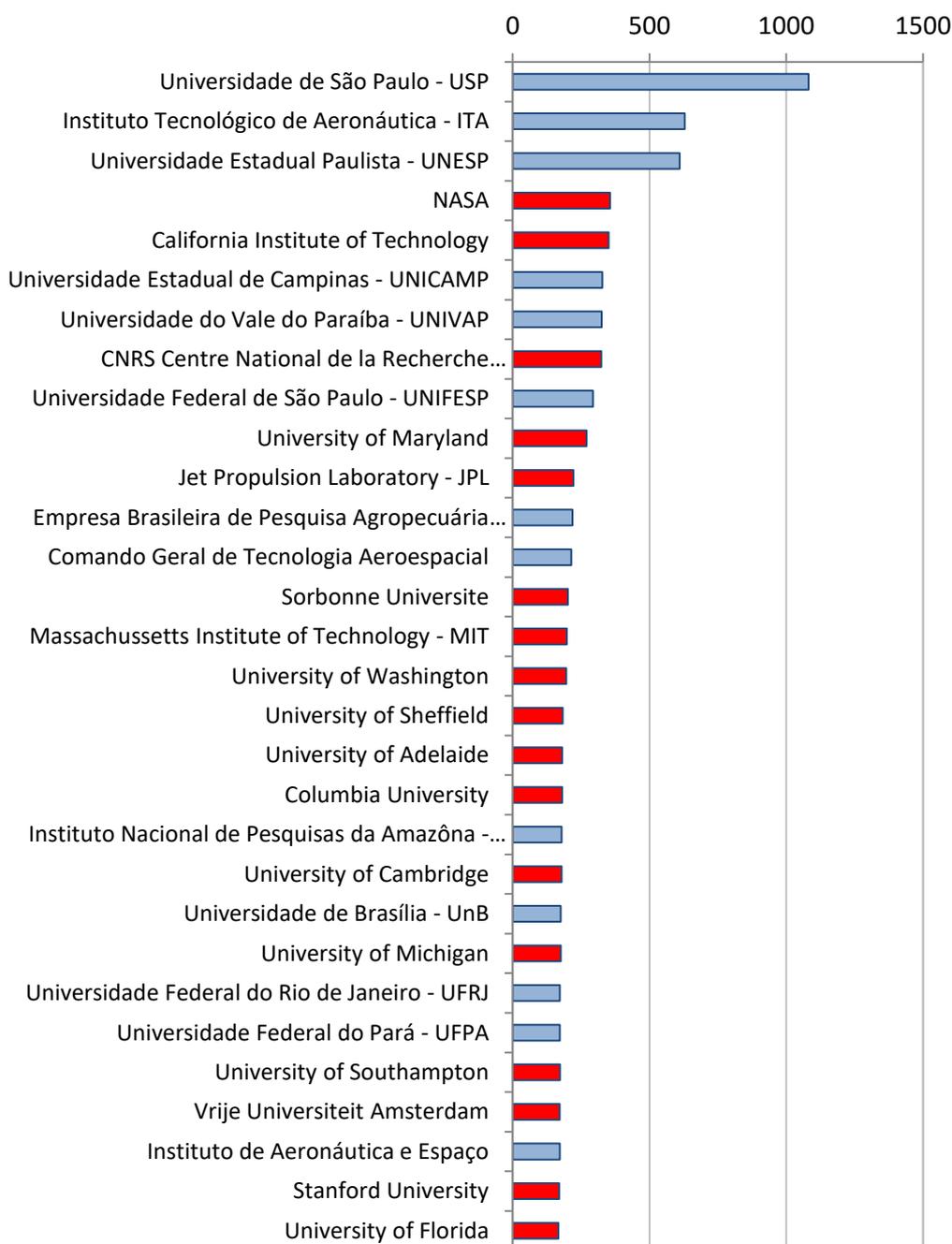
Figura 3.47 – Distribuição do número de publicações em co-autoria com o INPE por país (2012-2020).



3.9 Produção científica do INPE e instituições colaboradoras

O INPE possui parcerias com instituições nacionais e internacionais na colaboração de projetos e desenvolvimento de pesquisas. Algumas dessas instituições se destacam pelo número de colaboração na produção científica com o INPE. A Figura 3.48 apresenta as trinta principais instituições colaboradoras com o INPE no período de 1972 a 2020.

Figura 3.48: Principais instituições co-autoras com o INPE (1972-2020).

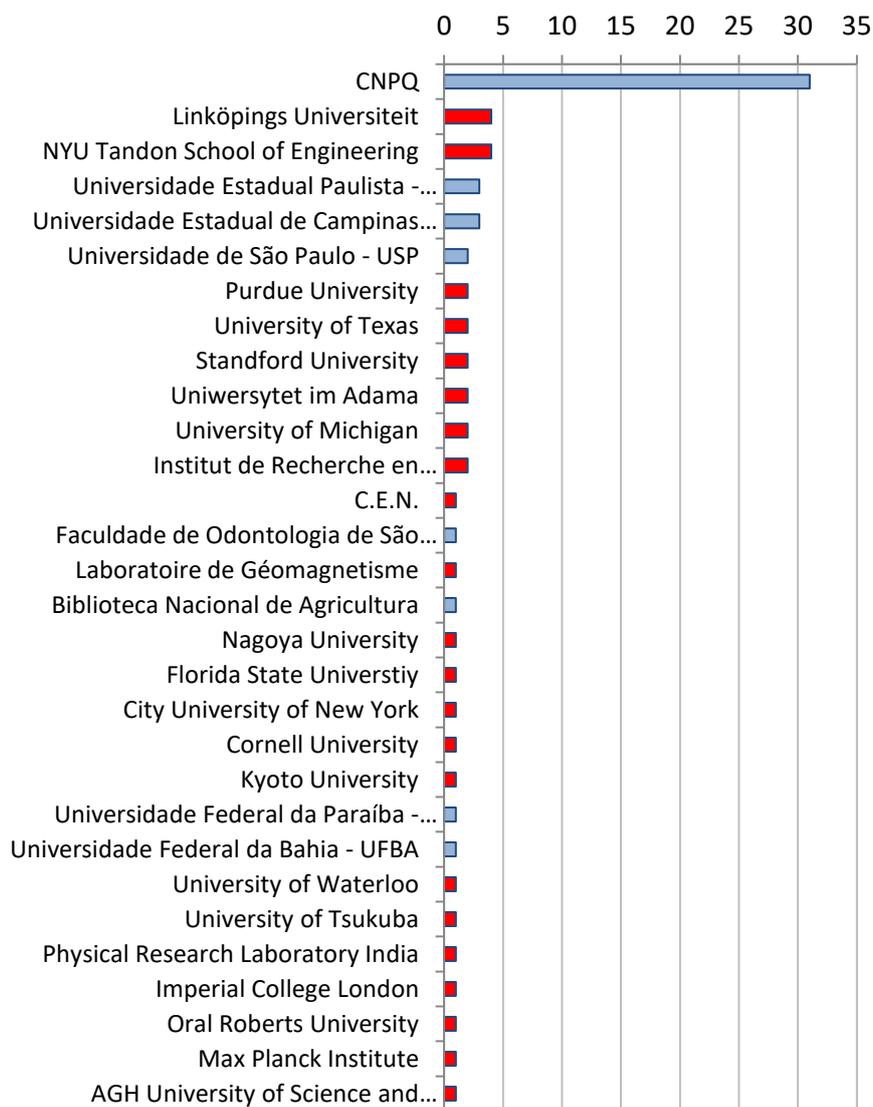


No período de 1972 a 2020 é possível identificar que 56% das instituições com maior contribuição na produção científica em co-autoria com o INPE são internacionais (em vermelho), enquanto as instituições nacionais (em azul) somam 44%. Das oito instituições nacionais com maior número de produção científica em parceria com o INPE, cinco são Universidades (62,5%) e todas do Estado de São Paulo.

Partindo da análise geral, as próximas figuras apresentam as principais instituições com colaboração de co-autoria na produção científica com o INPE por período.

A Figura 3.49 apresenta as principais instituições colaboradoras com o INPE no período de 1972 a 1981.

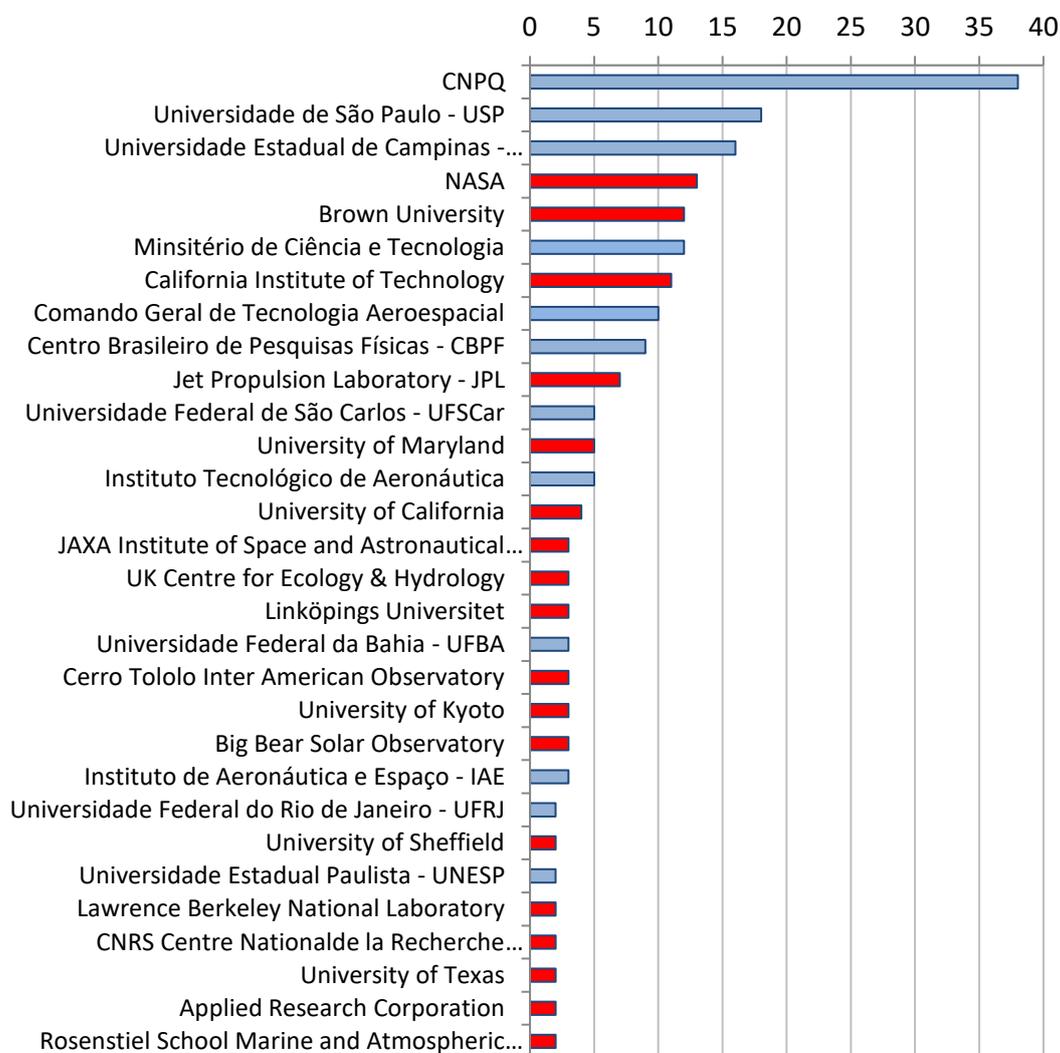
Figura 3.49: Principais instituições co-autoras com o INPE (1972-1981).



No período de 1972 a 1981 é possível identificar que 73% das instituições com maior contribuição na produção científica em co-autoria com o INPE são internacionais (em vermelho), enquanto as instituições nacionais (em azul) somam 27%. O número expressivo de instituições internacionais em colaboração na produção científica com o INPE se justifica pela própria estratégia da criação do Instituto visando parcerias internacionais para formação da pesquisa espacial no Brasil. Das cinco instituições nacionais com maior número de produção científica em parceria com o INPE, três são Universidades (60%) localizadas no Estado de São Paulo.

A Figura 3.50 apresenta as principais instituições colaboradoras com o INPE no período de 1982 a 1991.

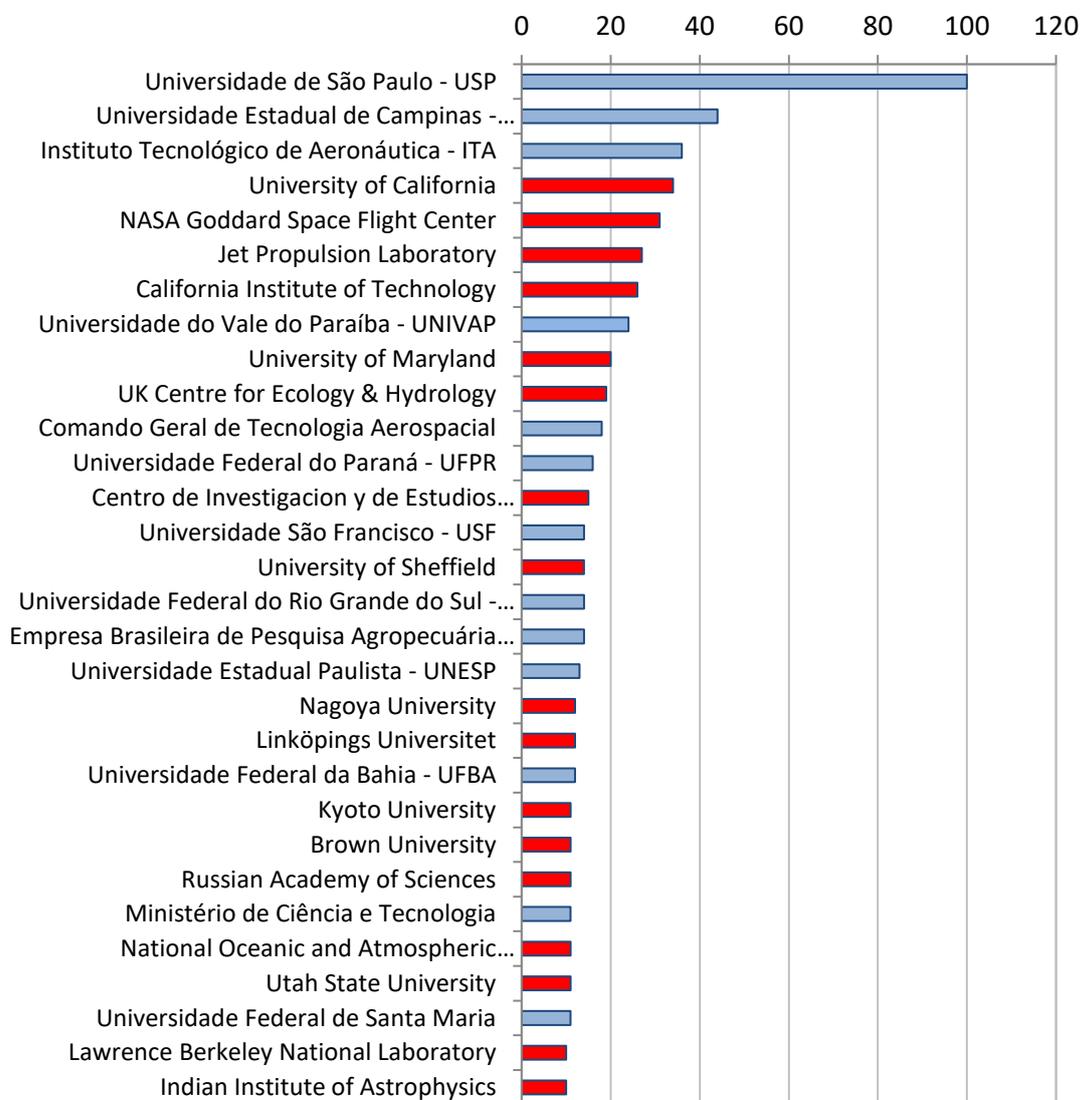
Figura 3.50: Principais instituições co-autoras com o INPE (1982-1991).



No período de 1982 a 1991 é possível identificar que 60% das instituições com maior contribuição na produção científica em co-autoria com o INPE são internacionais (em vermelho), enquanto as instituições nacionais (em azul) somam os demais 40%. Das sete instituições nacionais com maior número de produção científica em parceria com o INPE, três são Universidades (42,8%), quatro instituições estão no Estado de São Paulo (57,14%), uma no Estado do Rio de Janeiro (14,28%) e duas no Distrito Federal (28,58%).

A Figura 3.51 apresenta as principais instituições colaboradoras com o INPE no período de 1992 a 2001.

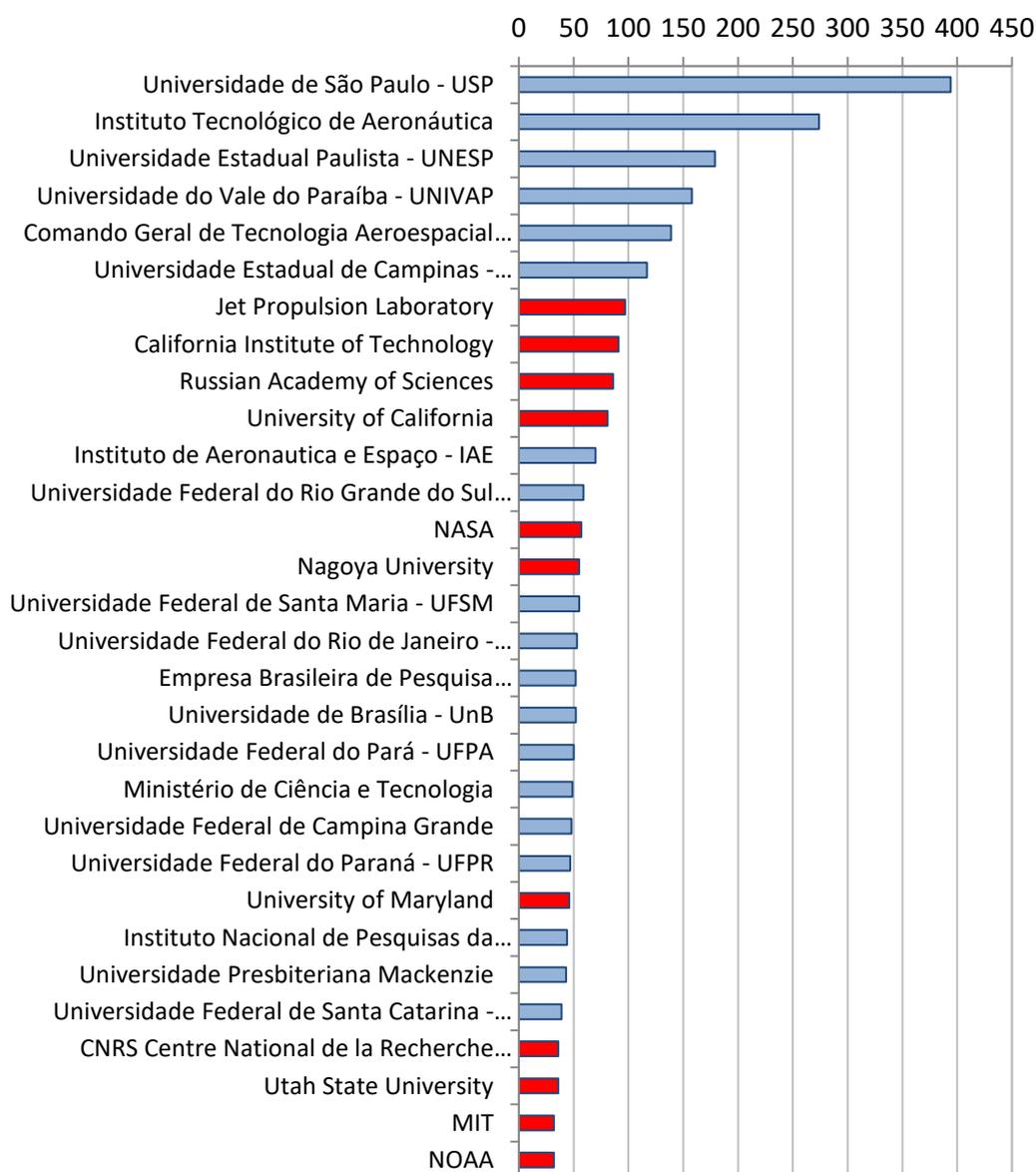
Figura 3.51: Principais instituições co-autoras com o INPE (1992-2001).



No período de 1992 a 2001 é possível identificar que 57% das instituições com maior contribuição na produção científica em co-autoria com o INPE são internacionais (em vermelho), enquanto as instituições nacionais (em azul) somam os demais 43%, mesmo percentual apresentado no período de 1982 a 1991. Das sete instituições nacionais com maior número de produção científica em parceria com o INPE, cinco são Universidades (71,4%), seis instituições estão no Estado de São Paulo (85,7%) e uma no Estado do Paraná (14,3%).

A Figura 3.52 apresenta as principais instituições colaboradoras com o INPE no período de 2002 a 2011.

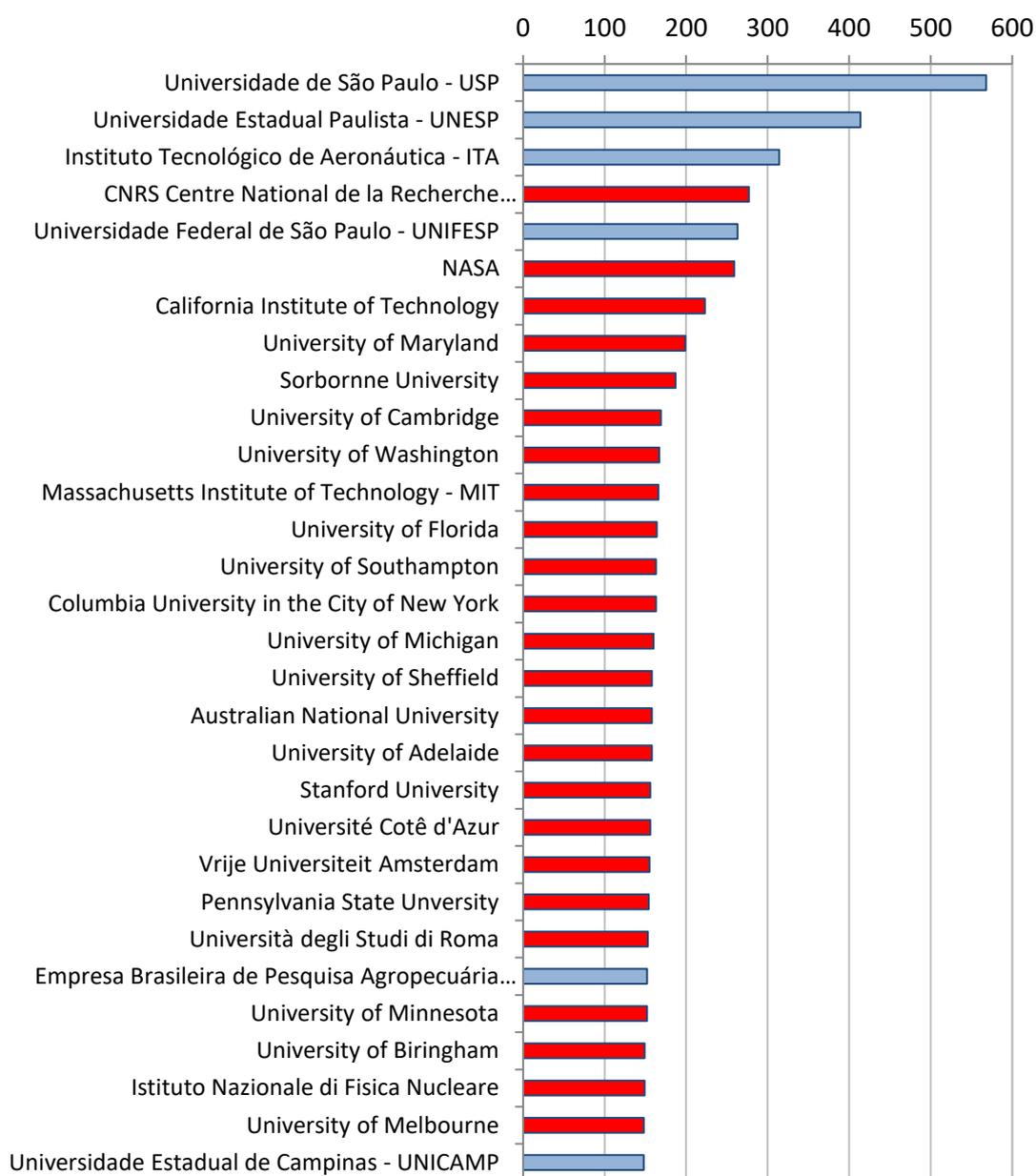
Figura 3.52: Principais instituições co-autoras com o INPE (2002-2011).



No período de 2002 a 2011 é possível identificar que 36% das instituições com maior contribuição na produção científica em co-autoria com o INPE são internacionais (em vermelho), enquanto as instituições nacionais (em azul) aumentaram seu percentual para 64% nas colaborações. Das sete instituições nacionais com maior número de produção científica em parceria com o INPE, quatro são Universidades (57,14%) e todas estão localizadas no Estado de São Paulo.

A Figura 3.53 apresenta as principais instituições colaboradoras com o INPE no período de 2012 a 2020.

Figura 3.53: Principais instituições co-autoras com o INPE (2012-2020).



No período de 2012 a 2020 é possível identificar que 80% das instituições com maior contribuição na produção científica em co-autoria com o INPE são internacionais (em vermelho), enquanto as instituições nacionais (em azul) tiveram percentual de 20% nas colaborações. O aumento das instituições internacionais em colaboração com o INPE neste período está relacionado ao grande número de publicações científicas desenvolvidas pelo grupo LIGO sobre ondas gravitacionais, no qual estão envolvidos mais de 800 autores de diversos países e instituições.

Das seis instituições nacionais com maior número de produção científica em parceria com o INPE, quatro são Universidades (66,66%).

Pode-se constatar que cada período da análise, as instituições foram se modificando em posição ou em denominações. Entre as instituições nacionais a Universidade de São Paulo (USP), a Universidade Estadual Paulista (UNESP) e a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) aparecem em todos os períodos da análise.

3.10 Produção científica do INPE por área do conhecimento

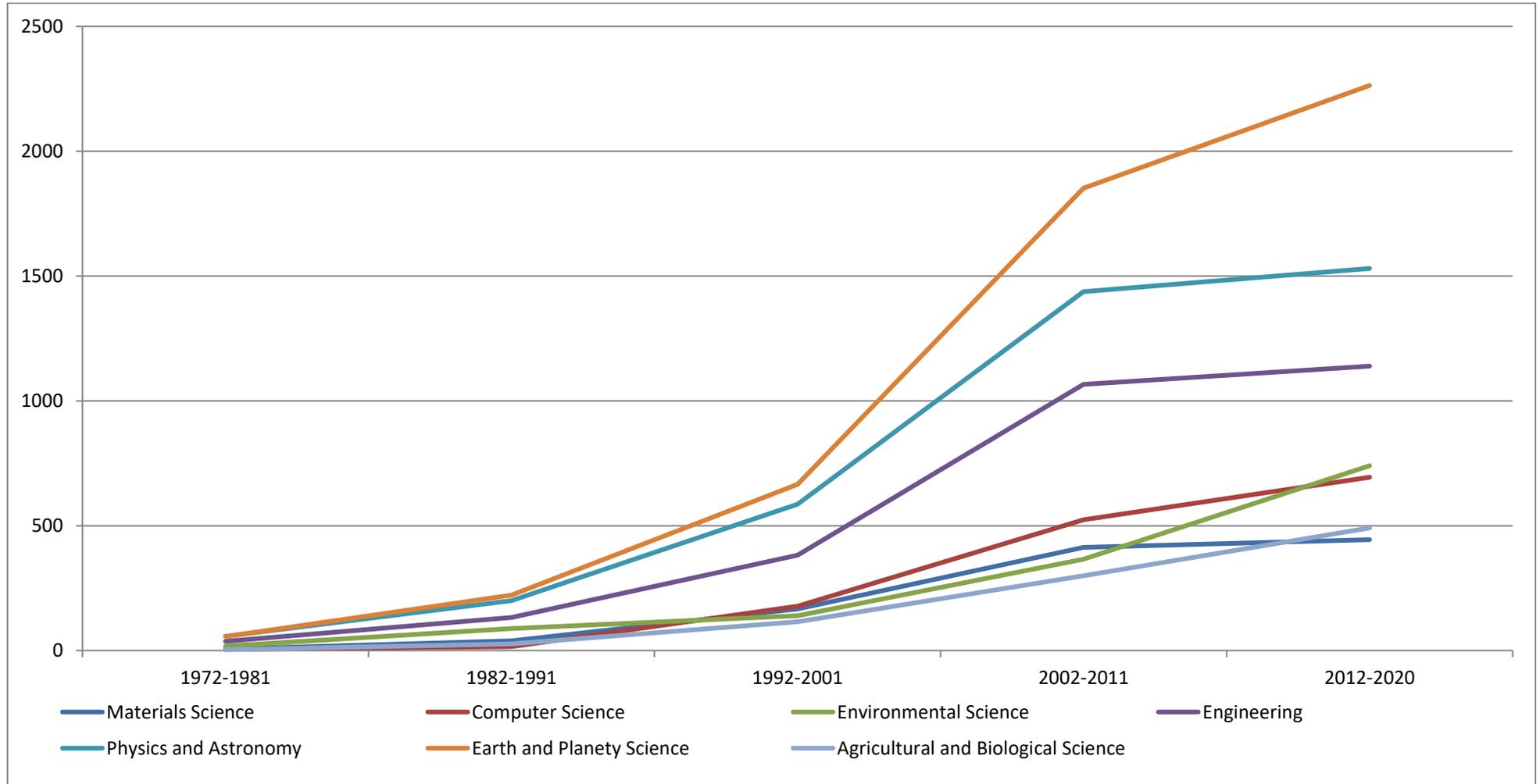
Pelos resultados obtidos na Base Scopus, é possível analisar o total de publicações em áreas de conhecimento definidas pela Base. As principais áreas da Scopus com maior número de publicações do INPE são: Ciências da Terra, Física e Astronomia, Engenharia, Ciência ambiental, Ciência da Computação e Ciência de materiais.

Ao identificar essas principais áreas da Scopus na produção científica do INPE, foram realizadas 3 tipos de análise: produção das áreas de conhecimento da Scopus com a publicação do INPE por período, por instituição co-autora e por país de colaboração.

3.10.1 Produção científica do INPE por área de conhecimento Scopus e ano e publicação

A Figura 3.54 apresenta a evolução do número de publicações por área do conhecimento relacionado ao período de análise da pesquisa. É possível perceber a evolução das áreas nestes períodos, com destaque para Ciência da terra, com maior número de publicações do INPE.

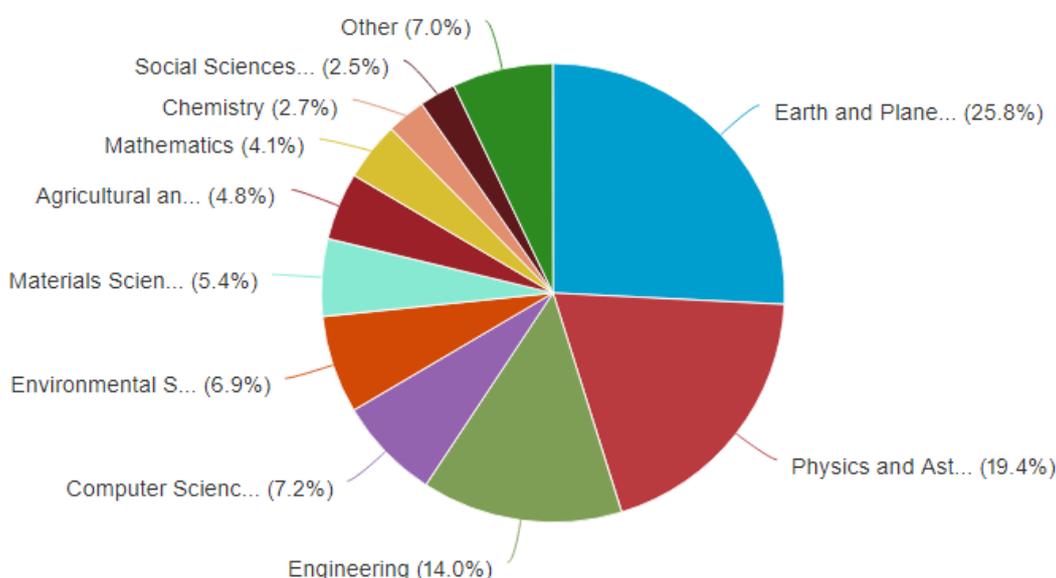
Figura 3.54: Número de publicações do INPE por área do conhecimento.



É possível identificar uma evolução das áreas de forma gradativa, sendo que a área de Ciências Ambientais teve uma evolução em relação às áreas da Ciência da Computação e Ciência de Materiais no período de 2012 a 2020. Destacam-se as áreas de Ciências da terra e a Física e Astronomia, com maior número de contribuição de publicações do INPE.

A Figura 3.55 apresenta o percentual de distribuição das publicações do INPE no período de 1972 a 2020 por áreas definidas pela Scopus.

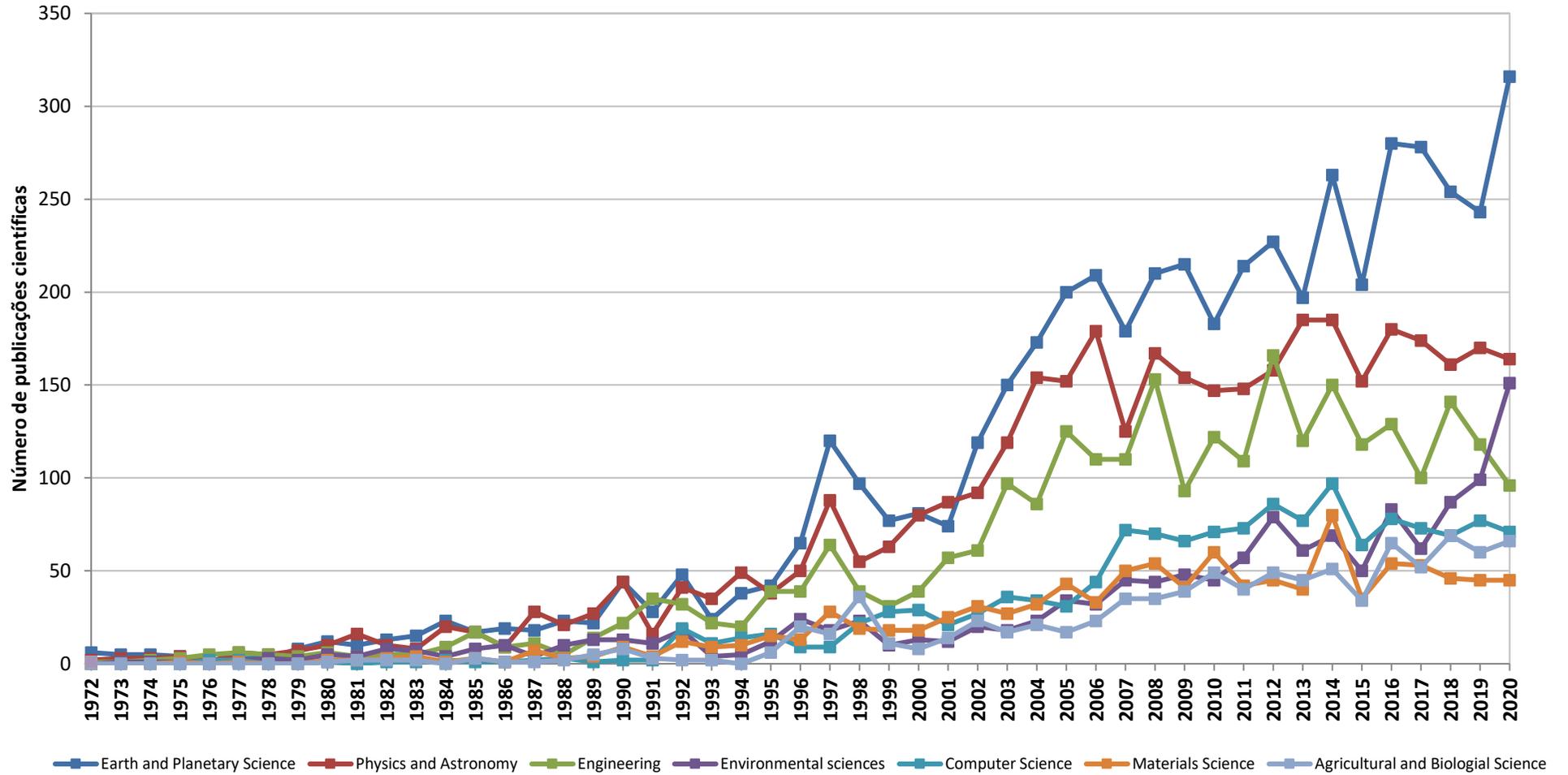
Figura 3.55 – Distribuição das publicações por área Scopus (1972 – 2020).



Em todo período da análise, verifica-se que as publicações concentram-se nas áreas de Ciência da terra, Física e Astronomia, Engenharia, Computação, Ciências ambientais, Ciência de materiais e Agricultura, que são áreas de atuação do Instituto. Destaca-se a áreas de Ciências Sociais, com 2,5% das publicações do Instituto no período de 1972 a 2020.

A Figura 3.56 apresenta o crescimento de cada área por ano de publicação no período de 1972 a 2020, destacando o crescimento no período de 2006 a 2014 da área de Ciência da Computação e o crescimento nos últimos anos da Ciência dos materiais.

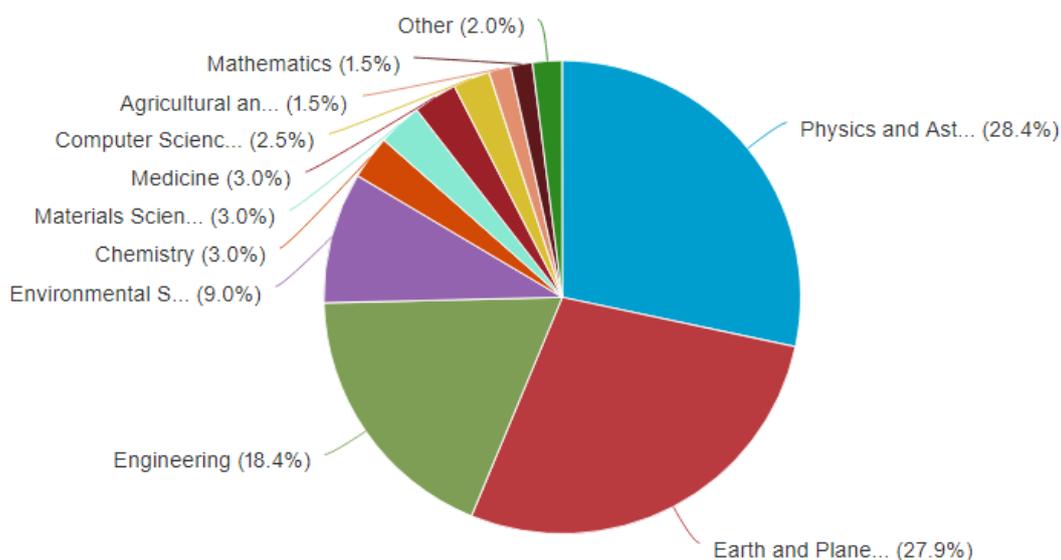
Figura 3.56: Número de publicações do INPE por área do conhecimento (1972-2020).



Para melhor compreender a evolução das áreas em destaque na publicação científica do INPE, foi feita uma análise por período.

A Figura 3.57 apresenta o percentual de distribuição das publicações do INPE no período de 1972 a 1981 por área definida pelo Scopus.

Figura 3.57 – Distribuição das publicações por área Scopus (1972-1981)

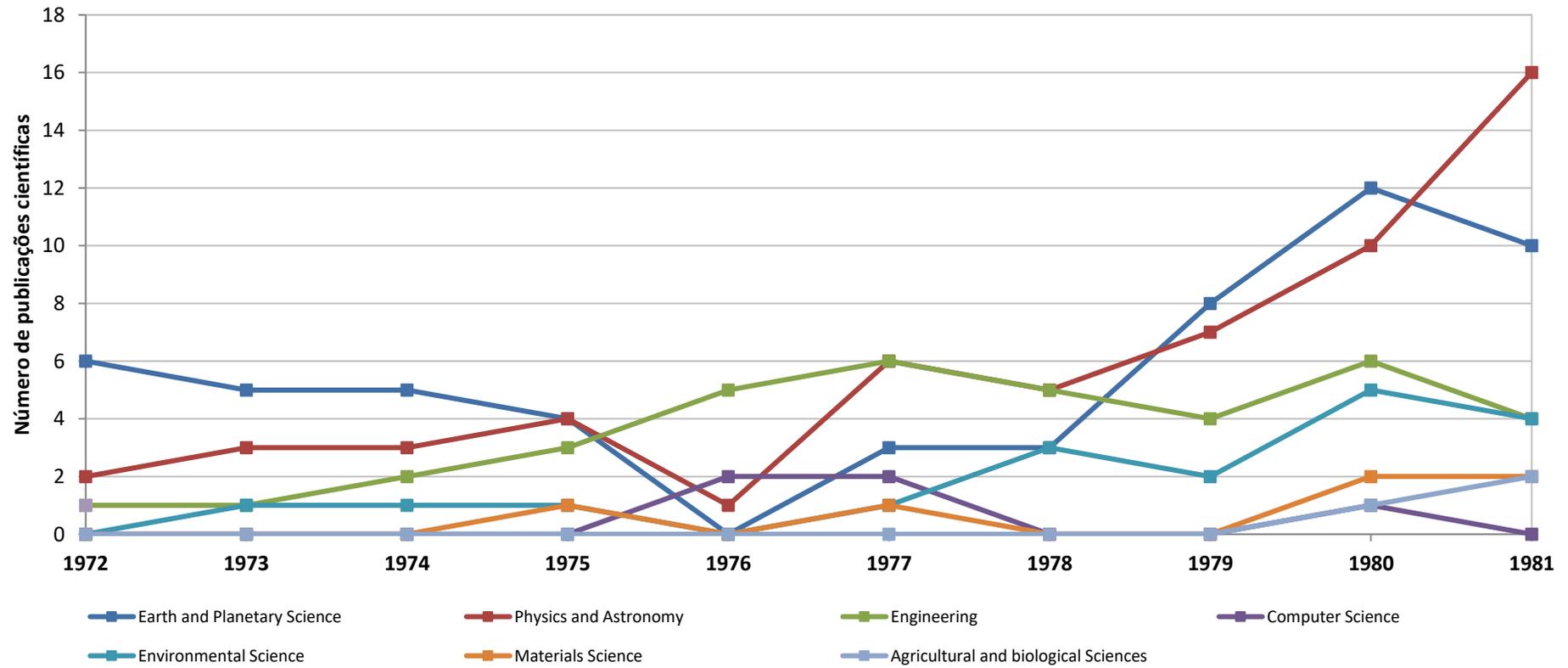


As publicações do INPE neste período concentram-se nas áreas de Física e astronomia, Ciência da Terra, Engenharia e Ciências ambientais. É possível identificar que 3% das publicações do INPE neste período foram para a área de Medicina.

A Figura 3.58 apresenta o número de publicações das áreas de conhecimento no período de 1972 a 1981. A área da Física e Astronomia apresenta um crescimento significativo nos últimos três anos deste período.

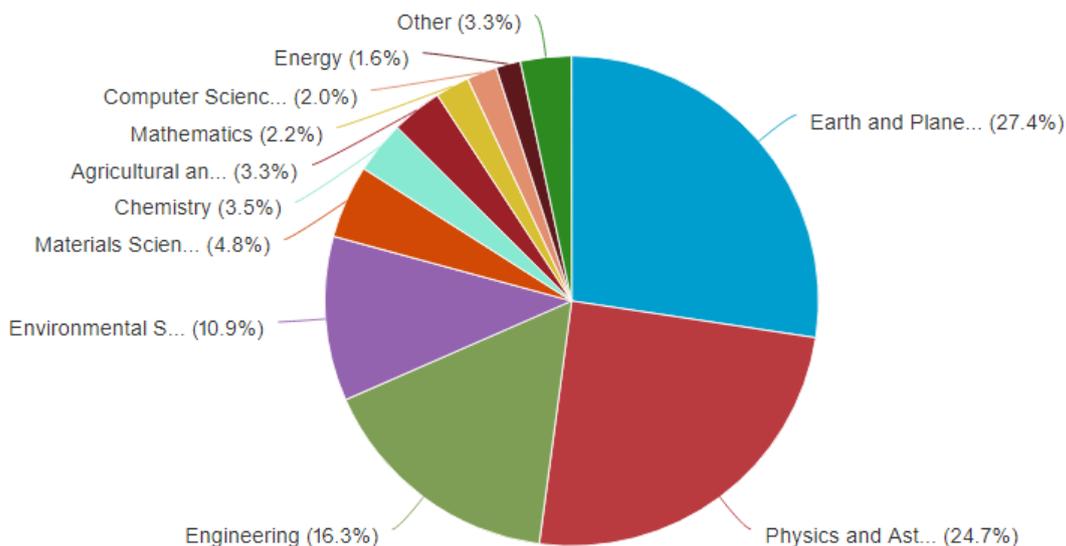
As Ciências da Terra apresenta uma variação do número de publicações neste período. Outro destaque é a área da Engenharia, que cresceu no número de publicações até o ano de 1977 e tem uma estabilidade no total de publicações nos últimos quatro anos do período. As Ciências de materiais, ao contrário, foi crescendo gradativamente até se igualar, no ano de 1981, com a Engenharia.

Figura 3.58: Número de publicações do INPE por área do conhecimento (1972-1981).



A Figura 3.59 apresenta o percentual de distribuição das publicações do INPE no período de 1982 a 1991 por área definida pelo Scopus.

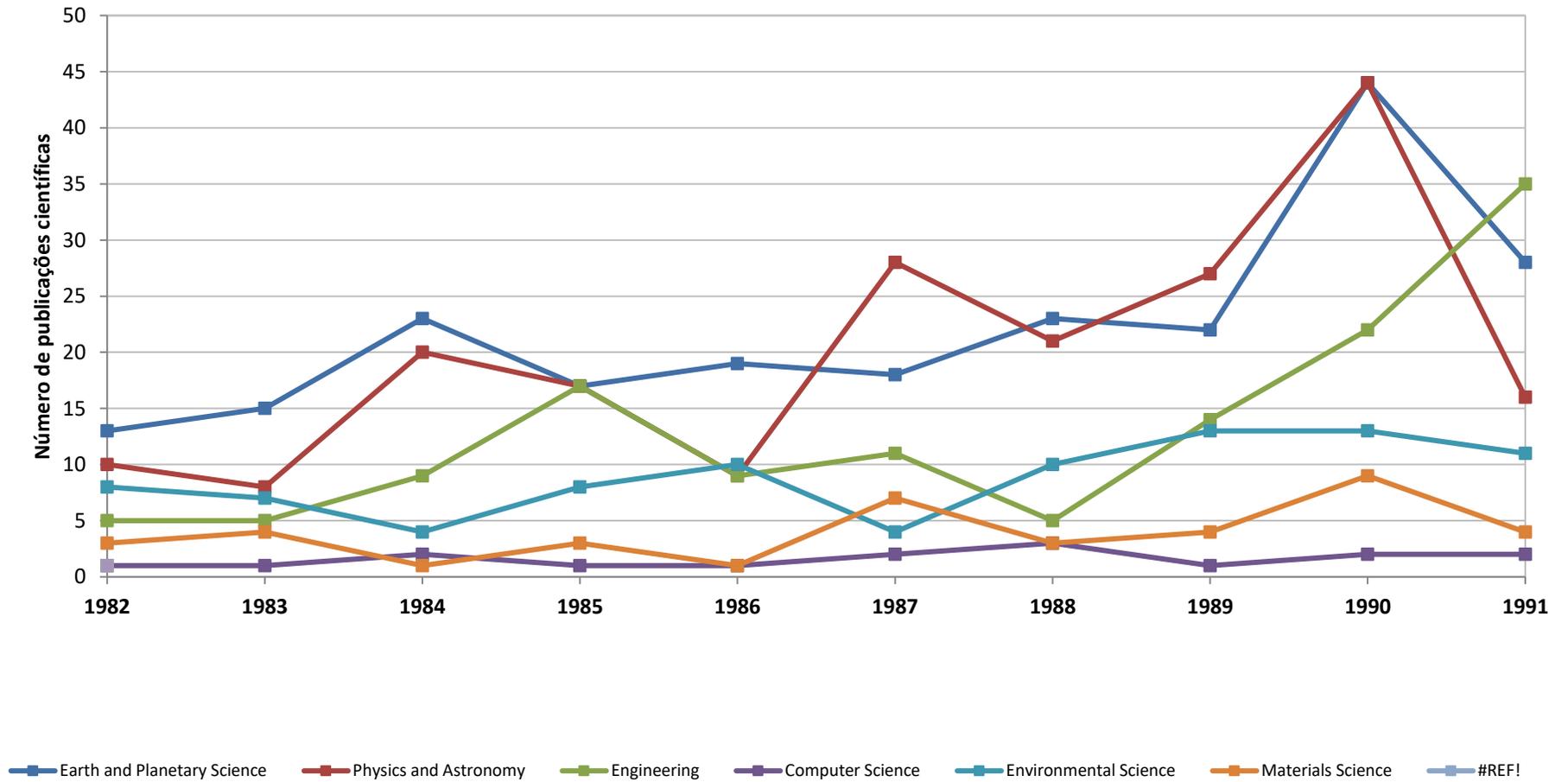
Figura 3.59 – Distribuição das publicações por área Scopus (1982-1991).



As publicações do INPE neste período concentram-se nas áreas de Ciência da terra, Física e astronomia, Engenharia e Ciências ambientais. É possível destacar que a área de Ciências ambientais cresceu no número de publicações relacionado ao período anterior da análise.

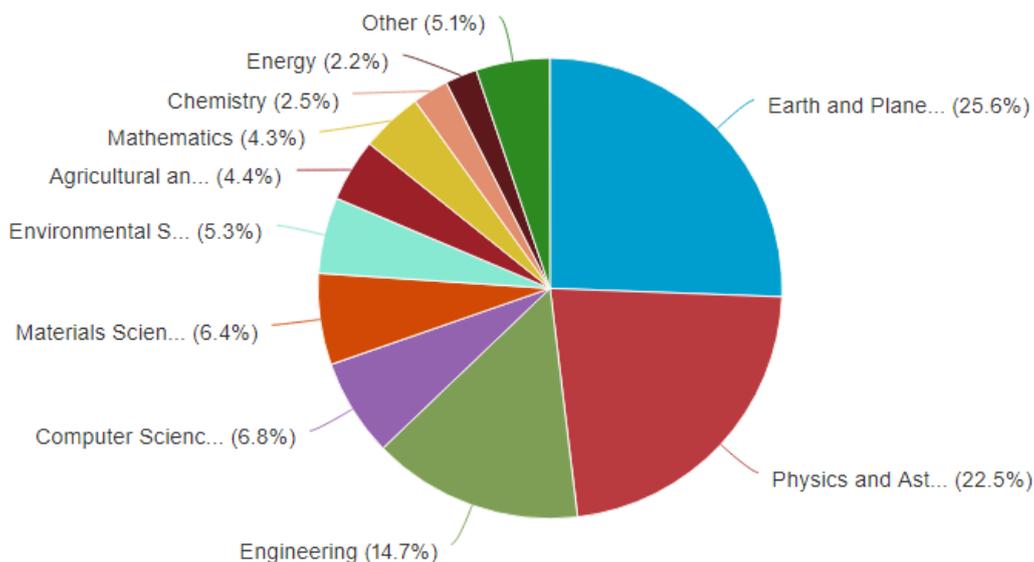
A Figura 3.60 apresenta o número de publicações do INPE nas áreas de conhecimento no período de 1982 a 1991. Neste período, a área de Física e Astronomia, que estava em crescimento no período anterior e na década de 1980 apresenta uma queda no total de publicações ano de 1991 enquanto a área de Ciências da Terra manteve seu crescimento no período. Destaca-se a área de Engenharia, que apresenta um salto no total de publicações a partir de 1989.

Figura 3.60: Número de publicações do INPE por área do conhecimento (1982-1991).



A Figura 3.61 apresenta o percentual de distribuição das publicações do INPE no período de 1992 a 2001 por área definida pelo Scopus.

Figura 3.61 – Distribuição das publicações por área Scopus (1992-2001).

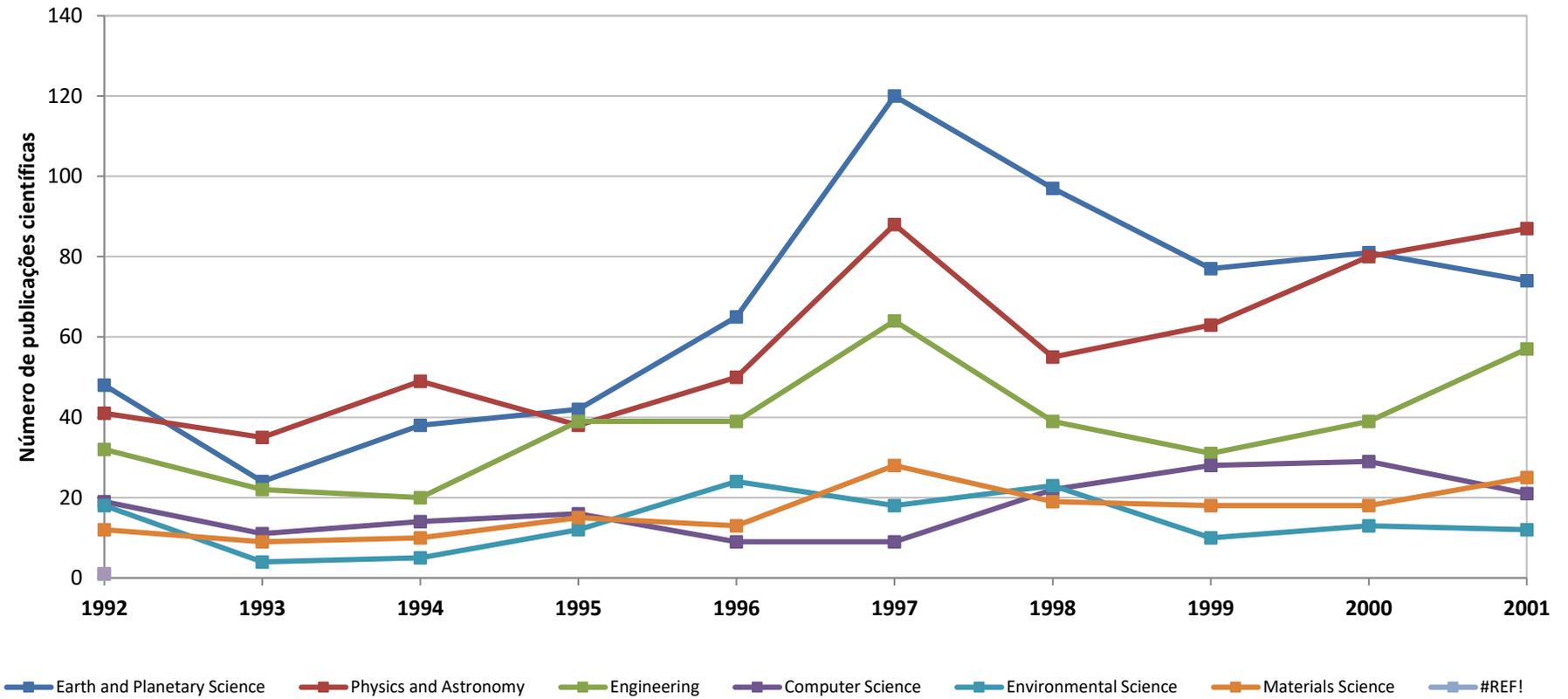


As publicações do INPE neste período concentram-se nas áreas de Ciência da terra, Física e astronomia, Engenharia e Ciência da computação. É possível destacar que a área de Ciência da computação triplicou o número de publicações relacionado ao período anterior da análise.

A Figura 3.62 apresenta o número de publicações do INPE nas áreas de conhecimento no período de 1992 a 2001. No período, a área de Ciências da Terra cresceu no número de publicações. A área de Física e Astronomia apresentou um crescimento gradativo neste período, principalmente nos últimos dois anos. A área de Engenharia manteve seu crescimento, terminando o período na 3ª posição no número de publicações no INPE.

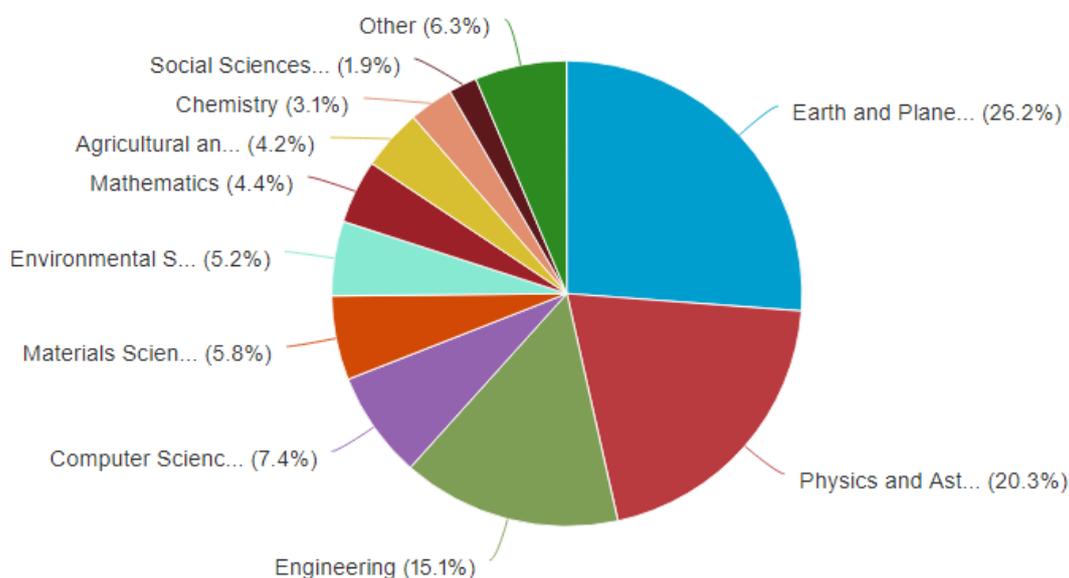
A área de Ciência de materiais, que teve uma queda no período de 1982 a 1991, apresentou um crescimento e estabilidade nos últimos anos do período de 1992 a 2001 no total de publicações e área de Computação com o crescimento gradativo neste período.

Figura 3.62: Número de publicações do INPE por área do conhecimento (1992-2001).



A Figura 3.63 apresenta o percentual de distribuição das publicações do INPE no período de 2002 a 2011 por área definida pelo Scopus.

Figura 3.63 – Distribuição das publicações por área Scopus (2002-2011).

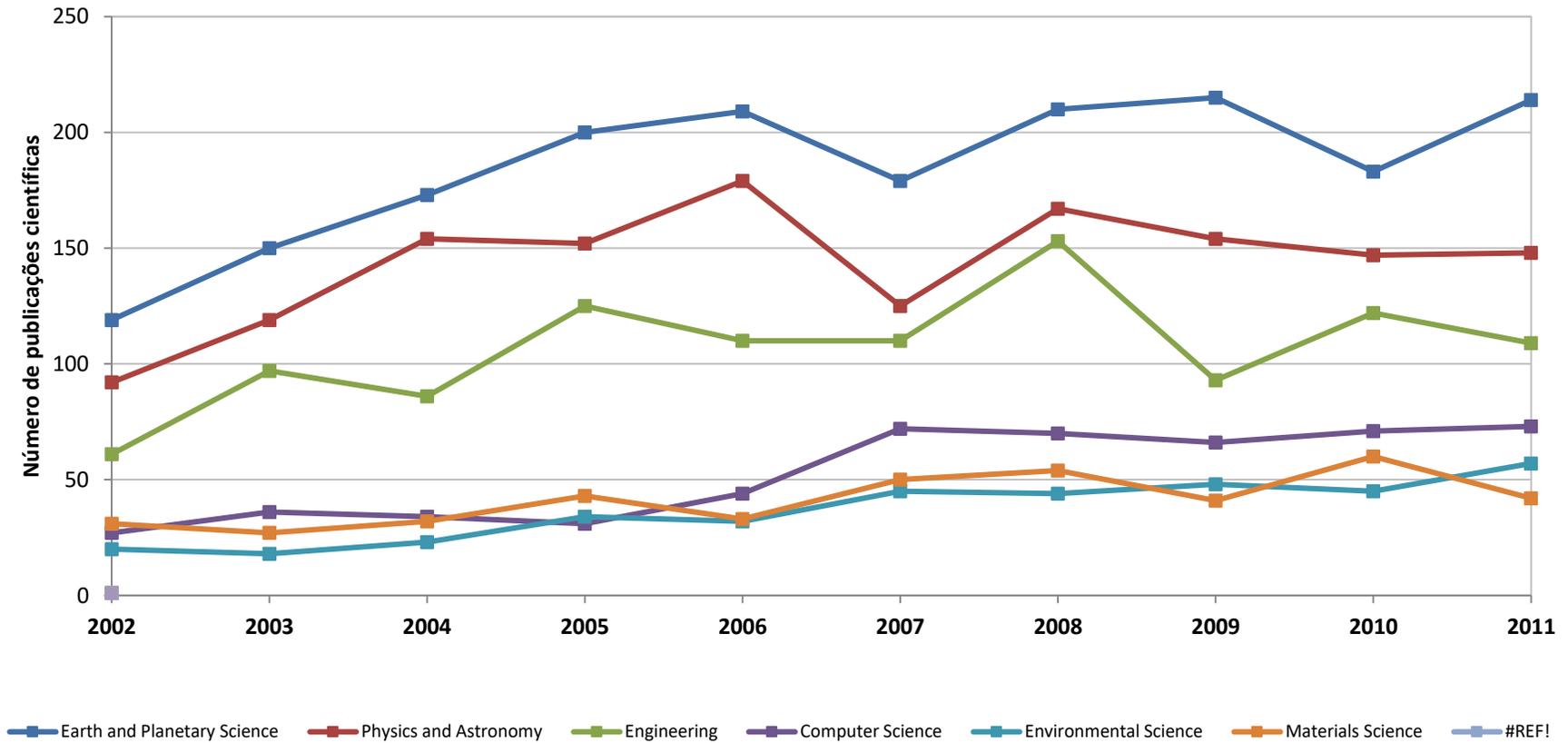


As publicações neste período mantêm a concentração nas áreas de Ciência da terra, Física e astronomia, Engenharia e Ciência da computação. É possível destacar que a área de Ciências Sociais aparece na distribuição com 1.9% das publicações do INPE.

A Figura 3.64 apresenta o número de publicações do INPE nas áreas de conhecimento no período de 2002 a 2011. Neste período, as áreas de Ciências da Terra, Física e Astronomia e Engenharia se mantiveram como as principais áreas no total de publicações do INPE.

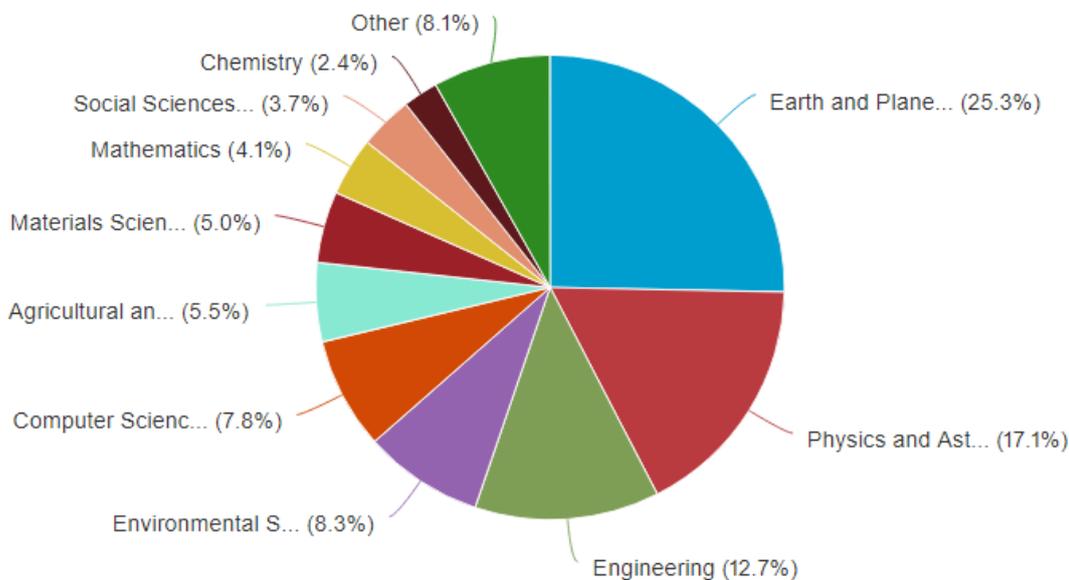
O destaque deste período é para a área de Ciência da Computação, que apresentou um aumento no número de publicações a partir do ano de 2007, ficando em 4ª lugar no total de publicações.

Figura 3.64: Número de publicações do INPE por área do conhecimento (2002-2011).



A Figura 3.65 apresenta o percentual de distribuição das publicações do INPE no período de 2012 a 2020 por área definida pelo Scopus.

Figura 3.65 – Distribuição das publicações por área Scopus (2012-2020).

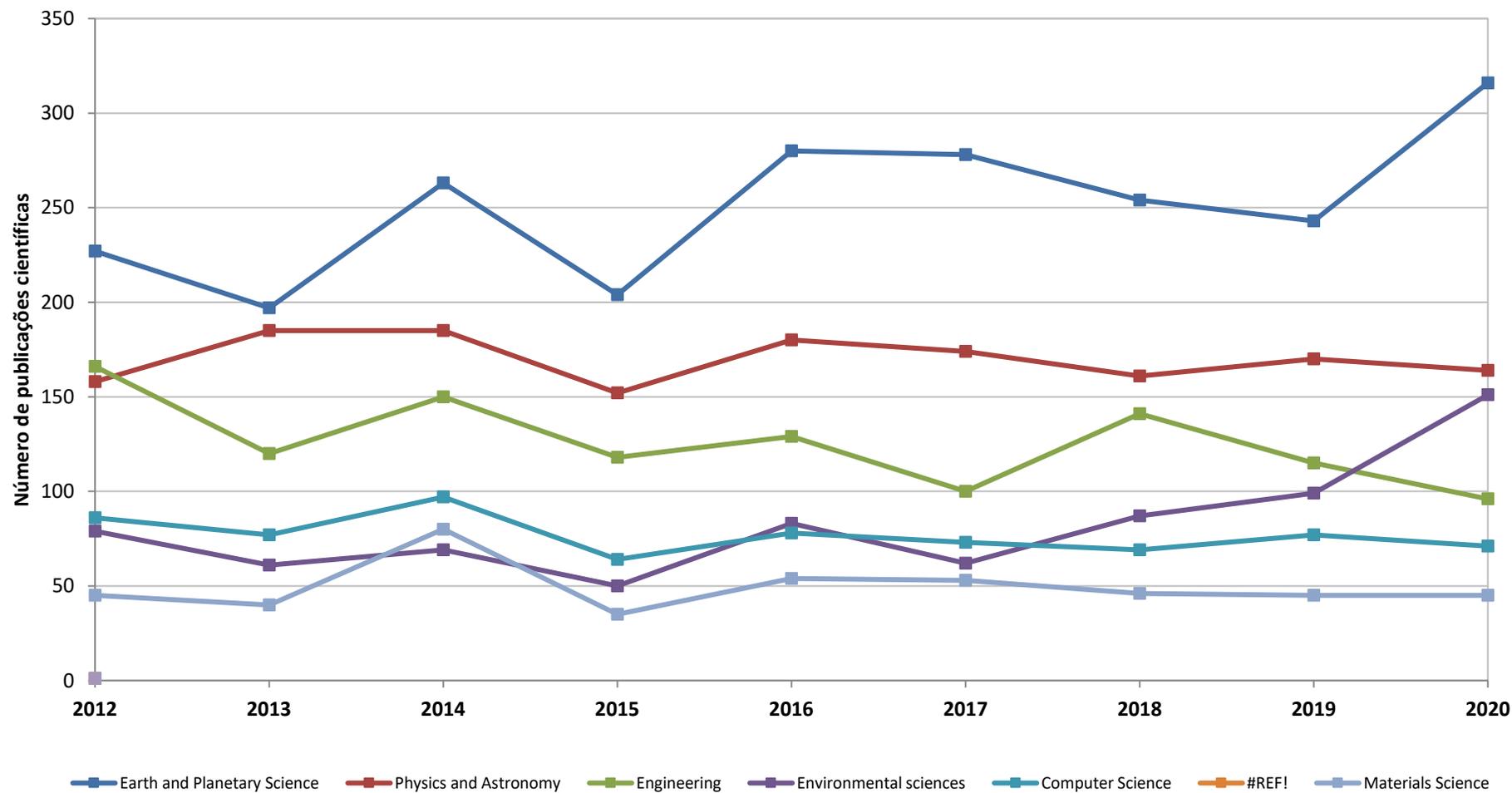


As publicações do INPE neste período mantêm a concentração nas áreas de Ciência da terra, Física e astronomia, Engenharia e Ciências ambientais. É possível destacar que a área de Ciências Sociais aparece na distribuição com 3,7% das publicações do INPE..

A Figura 3.66 apresenta o número de publicações do INPE nas áreas de conhecimento no período de 2012 a 2020. Neste período, as áreas de Ciências da Terra, Física e Astronomia e Engenharia se mantiveram como as principais áreas no total de publicações do INPE.

O destaque do período é para a área de Agricultura que aparecia tímida nos períodos de análise e dá um salto a partir do ano de 2016. Uma justificativa para o aumento de publicações da área pode estar relacionada à criação da área de Ciência do Sistema Terrestre no INPE no ano de 2008, que tem uma característica de pesquisa multidisciplinar e oferece um curso de doutorado. O total de teses defendidas nesta área do INPE relacionado à Agricultura e Ciência Biológicas soma 25% no período. Sendo assim, as publicações em artigos pelos alunos e pesquisadores da área aumentaram, no mínimo, 25% no campo da Agricultura e Ciências biológicas.

Figura 3.66: Número de publicações do INPE por área do conhecimento (2012-2020).



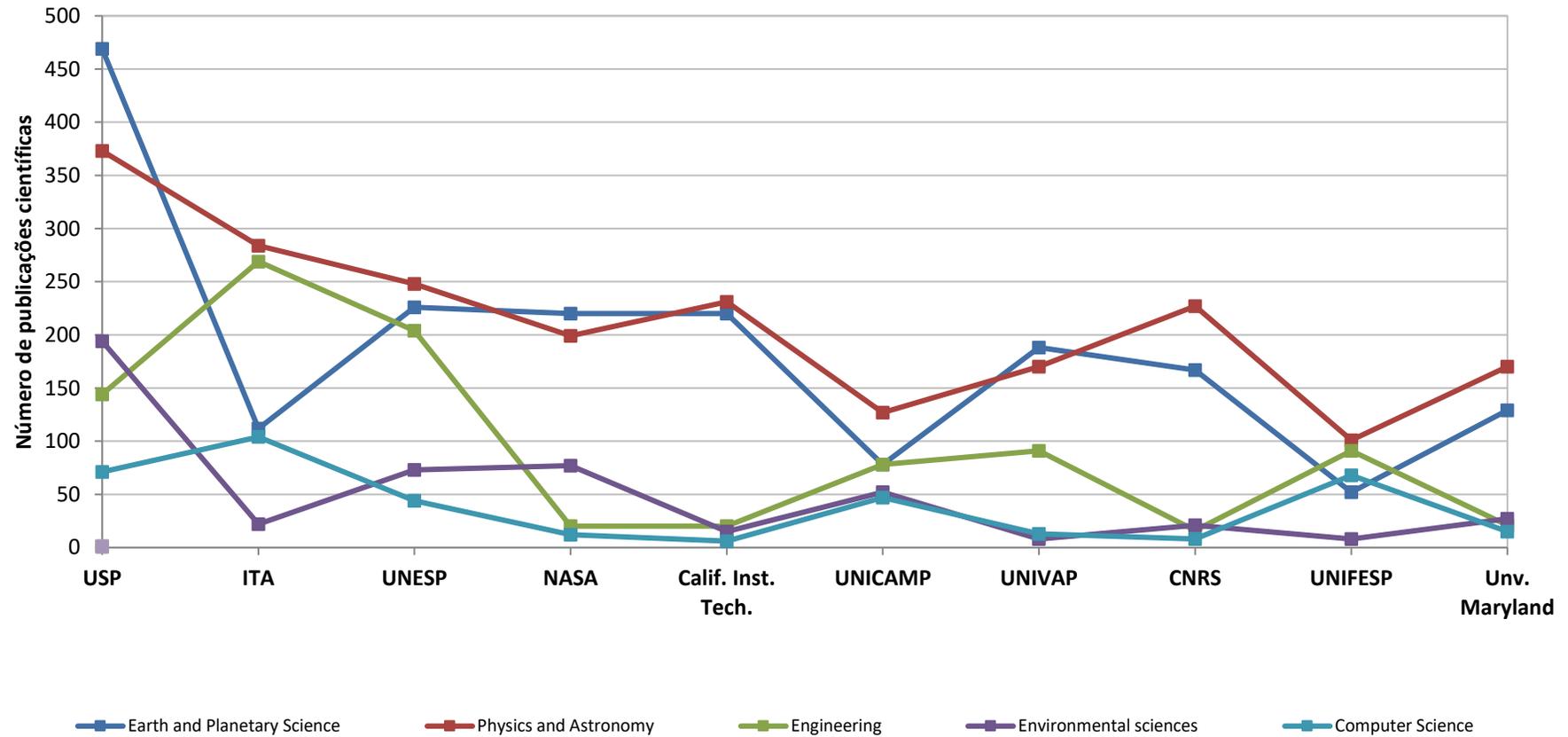
3.10.2 Publicação do INPE por área de conhecimento e instituições co-autoras

A Seção 3.9 deste relatório apresentou as principais instituições nacionais e internacionais em co-autoria com publicações do INPE. Esta seção visa analisar as principais instituições colaboradoras em publicações de artigos com o INPE em relação à contribuição nas áreas de conhecimento.

A Figura 3.67 apresenta as principais instituições co-autoras com o INPE em relação às áreas de conhecimento no período de 1972 a 2020. É possível identificar que a Universidade de São Paulo (USP) se manteve como principal colaboradora em co-autoria com o INPE em todas as áreas analisadas. Nas instituições internacionais, a Universidade de Maryland se destaca como principal colaboradora nas publicações do INPE em relação às áreas de conhecimento.

Em relação às outras instituições em colaboração, destaca-se o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) como principal colaborador nas áreas de Ciência da Computação, Física e Astronomia e Engenharia; e a NASA na área de Ciências ambientais.

Figura 3.67: Instituições co-autoras com o INPE por área do conhecimento (1972-2020).

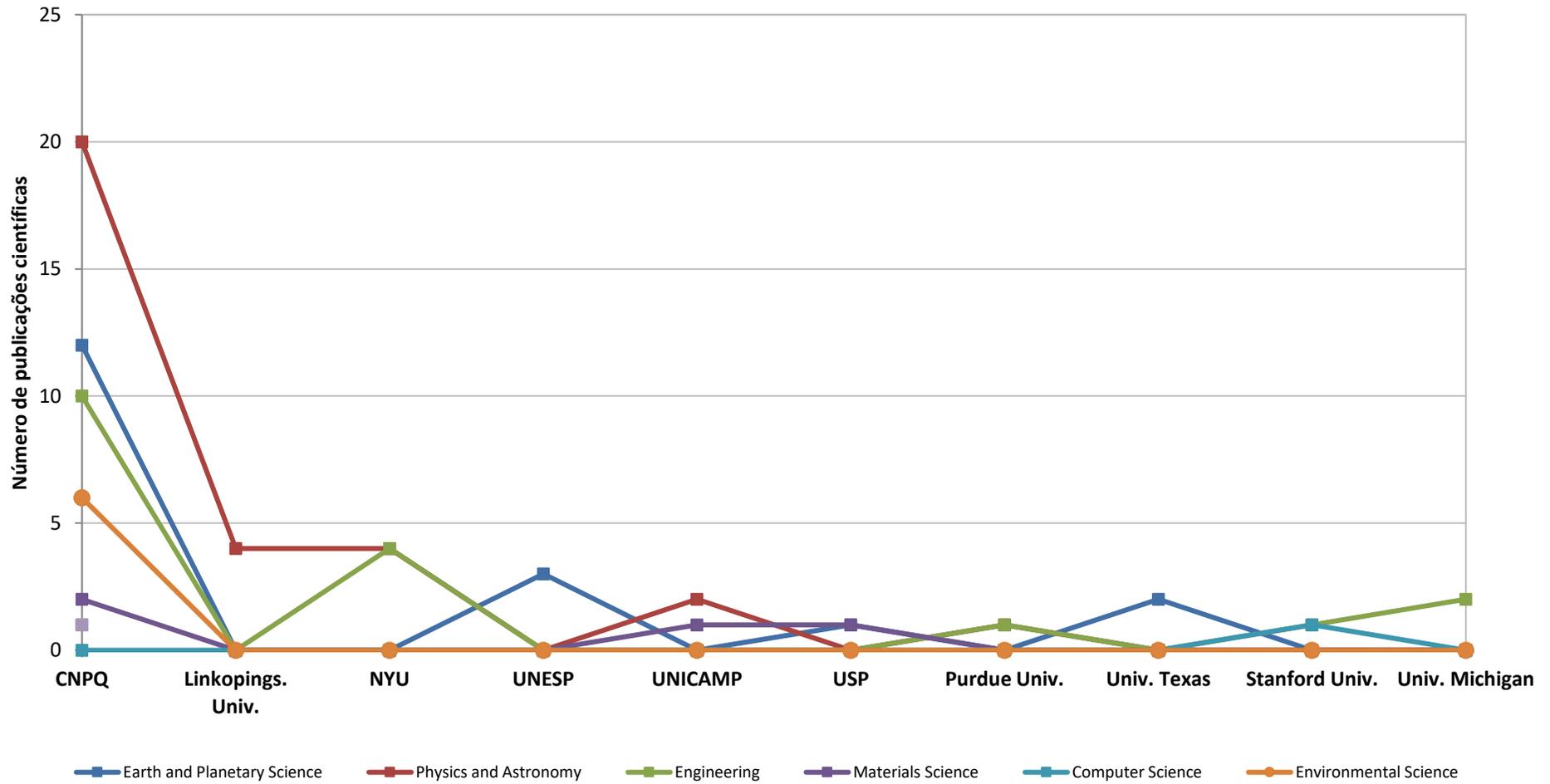


A partir da análise geral, foi realizada uma análise por período, identificando as principais instituições colaboradas em co-autoria com o INPE.

A Figura 3.68 apresenta as principais instituições co-autoras com o INPE em relação às áreas de conhecimento no período de 1972 a 1981. Neste período, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) apresenta-se como principal colaborador em co-autoria com o Instituto. Entre as Instituições internacionais, a NYU se destaca na co-autoria com o INPE nas área Engenharia, enquanto a Linkopings Universitet apresenta maior número de colaboração em co-autoria na área de Física e Astronomia.

Em relação às outras instituições em colaboração, destaca-se a Universidade Estadual Paulista (UNESP) como principal colaboradora na área de Ciências da Terra e a Universidade de São Paulo (USP) nas áreas de Ciência dos Materiais e Computação.

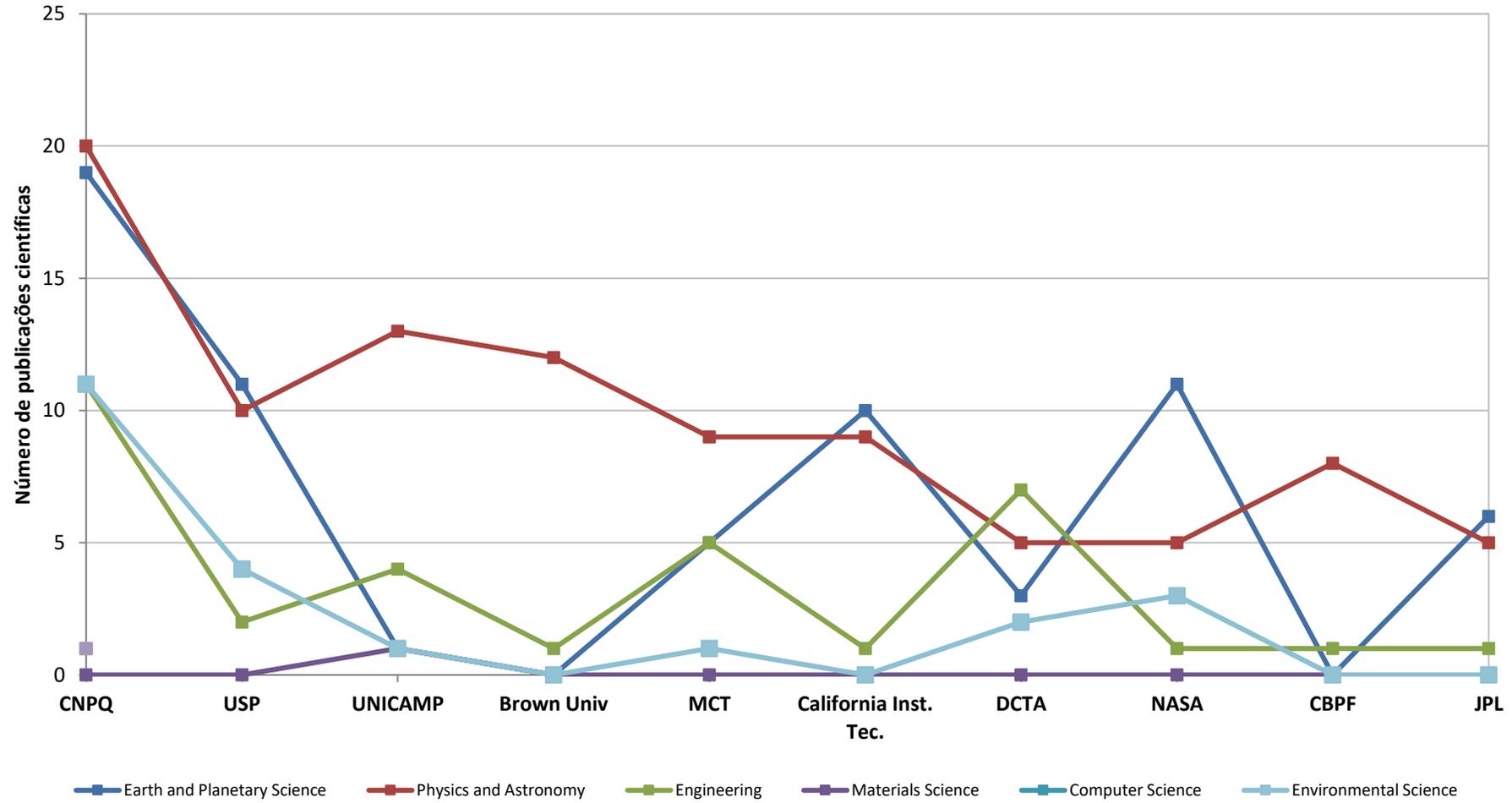
Figura 3.68: Instituições co-autoras com o INPE por área do conhecimento (1972-1981).



A Figura 3.69 apresenta as principais instituições co-autoras com o INPE em relação às áreas de conhecimento no período de 1982 a 1991. Neste período, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) ainda se mantém como principal colaborador em co-autoria com o Instituto. Entre as Instituições internacionais, o destaque é a NASA na co-autoria com o INPE na área de Ciências da Terra.

Em relação às outras instituições, destacam-se a Universidade de São Paulo, em colaboração na área de Ciências ambientais; o Comando da Aeronáutica na área de Engenharia; e a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) nas áreas de Computação, Física e astronomia e Ciência de materiais.

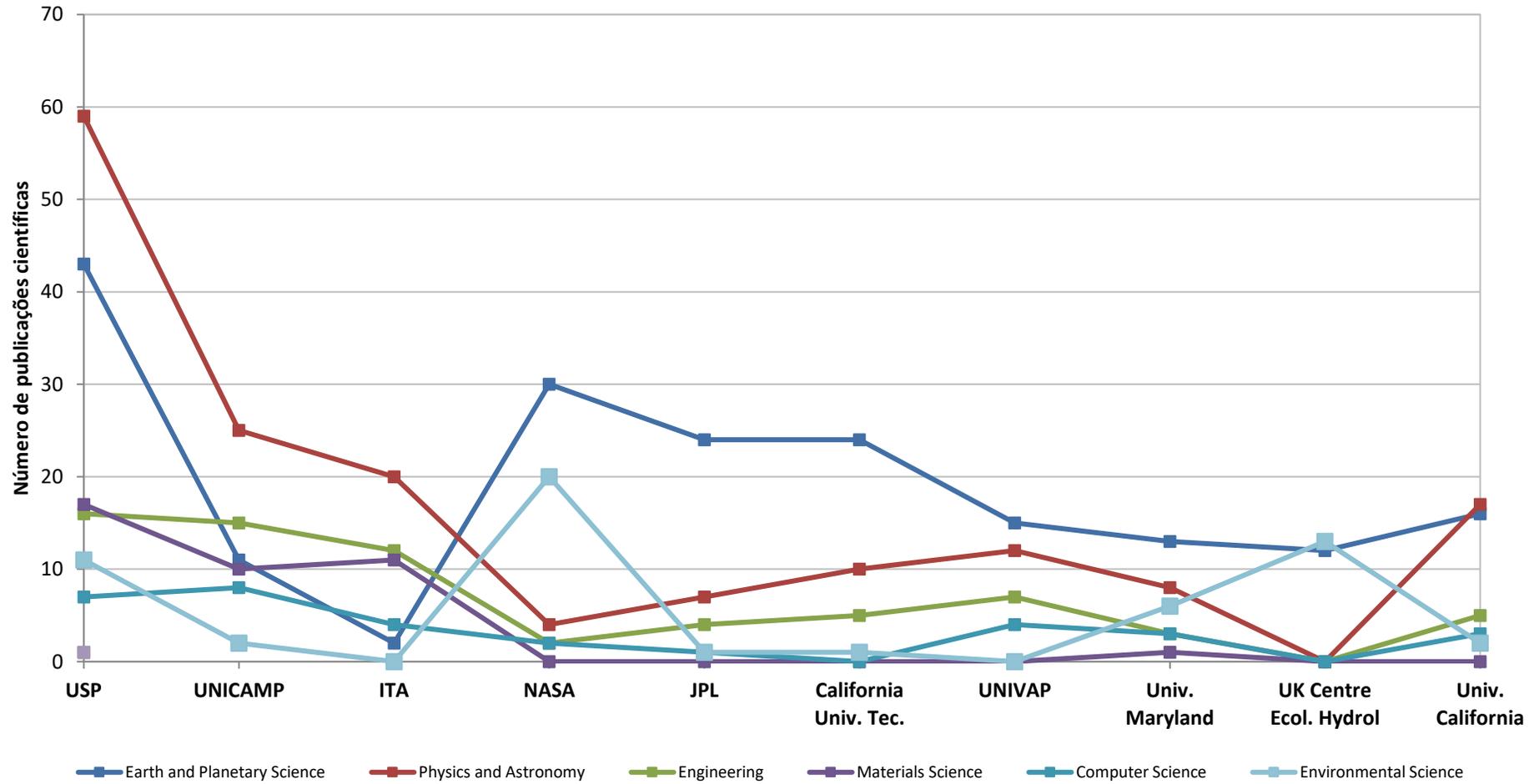
Figura 3.69: Instituições co-autoras com o INPE por área do conhecimento (1982-1991).



A Figura 3.70 apresenta as principais instituições co-autoras com o INPE em relação às áreas de conhecimento no período de 1992 a 2001. Neste período, a Universidade de São Paulo começa a se destacar como principal colaboradora em co-autoria de publicações com o INPE.

Entre as outras instituições em colaboração, destaca-se a NASA na área de Ciências da terra e Ciências ambientais; a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) nas áreas de Física e Astronomia, Engenharia e Computação e o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) na área de Ciência dos Materiais.

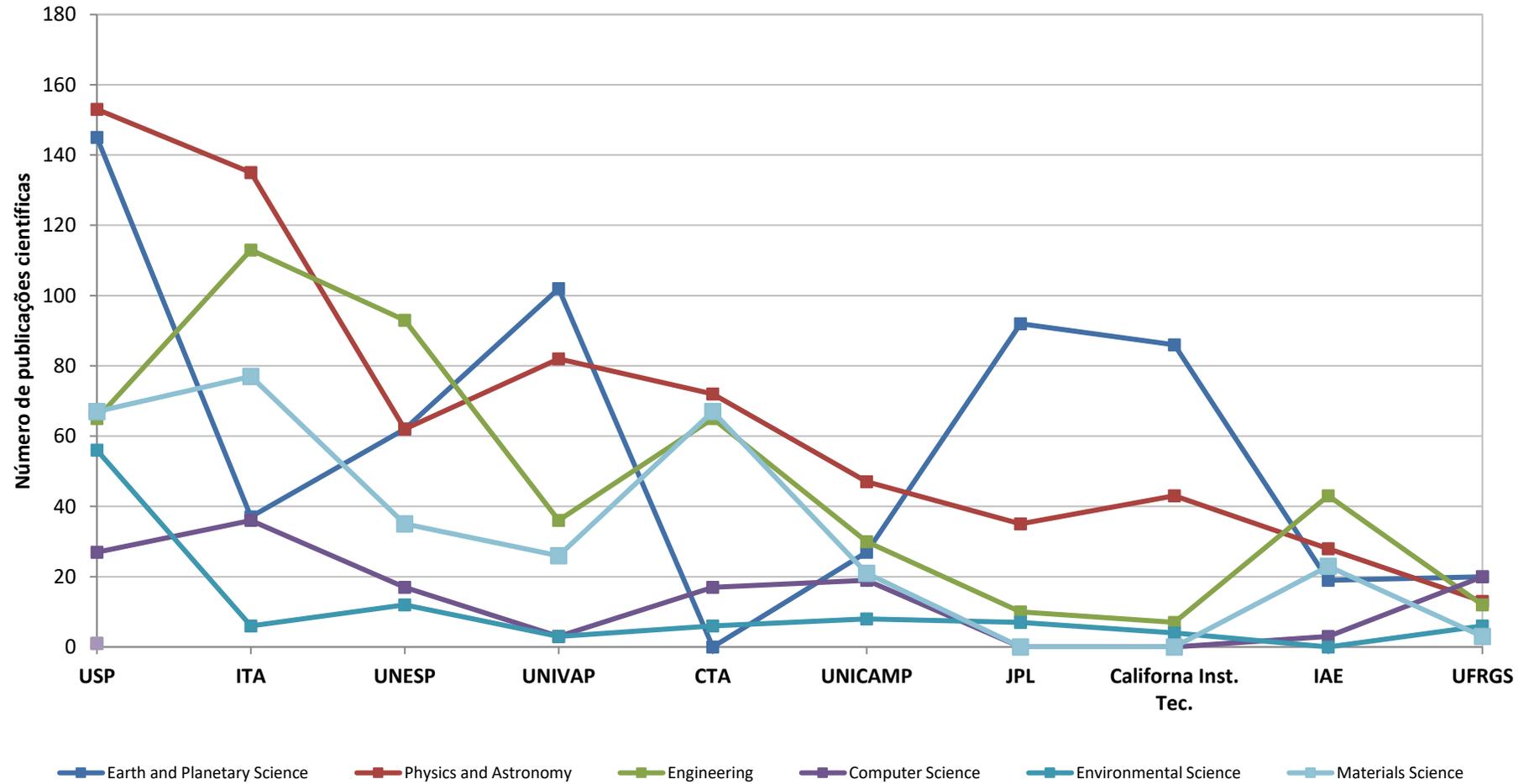
Figura 3.10: Instituições co-autoras com o INPE por área do conhecimento (1992-2001).



A Figura 3.71 apresenta as principais instituições co-autoras com o INPE em relação às áreas de conhecimento no período de 2002 a 2011. A Universidade de São Paulo (USP) permanece em destaque como principal colaboradora em co-autoria de publicações com o INPE. Este período se destaca pelo aumento de instituições nacionais em colaboração de co-autoria com o INPE.

Entre as outras instituições em colaboração, destaca-se a Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP) em colaboração na área de Ciências da terra; o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) nas áreas de Física e Astronomia, Engenharia e Computação e a Universidade Estadual Paulista (UNESP) na área de Ciência ambientais.

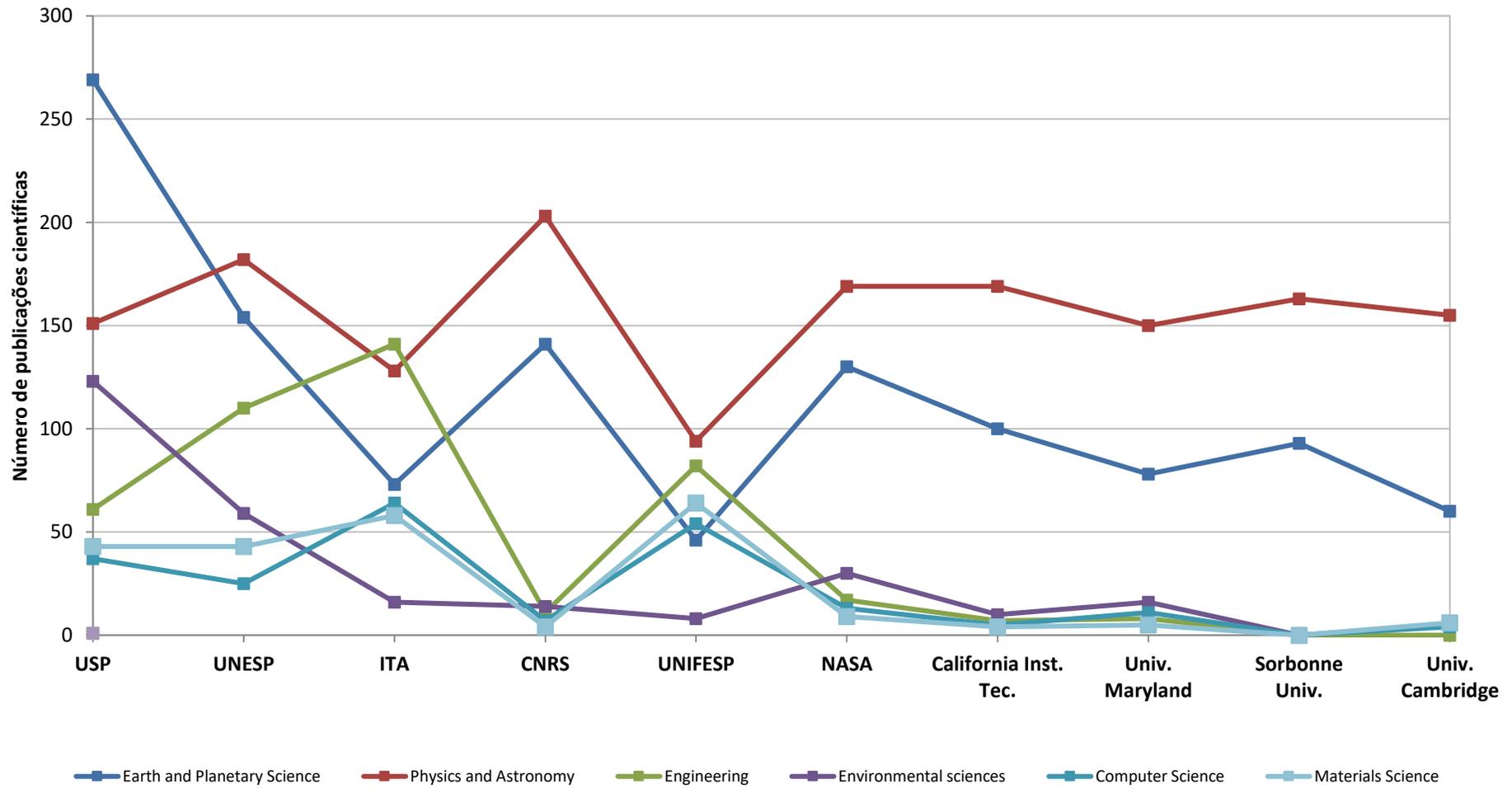
Figura 3.71: Instituições co-autoras com o INPE por área do conhecimento (2002-2011).



A Figura 3.72 apresenta as principais instituições co-autoras com o INPE em relação às áreas de conhecimento no período de 2012 a 2020. A Universidade de São Paulo (USP) permanece como principal colaboradora em co-autoria de publicações com o INPE. O período volta a ter igualdade no número de instituições nacionais e internacionais em colaboração com o INPE.

Entre as outras instituições em colaboração, destaca-se a Universidade Estadual Paulista (UNESP) em colaboração nas áreas de Ciências da terra e Ciências ambientais; o CNRS na área da Física e astronomia; o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) nas áreas de Engenharia e Computação; e a Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) na área de Ciência de materiais.

Figura 3.72 – Instituições co-autoras com o INPE por área do conhecimento (2012-2020).

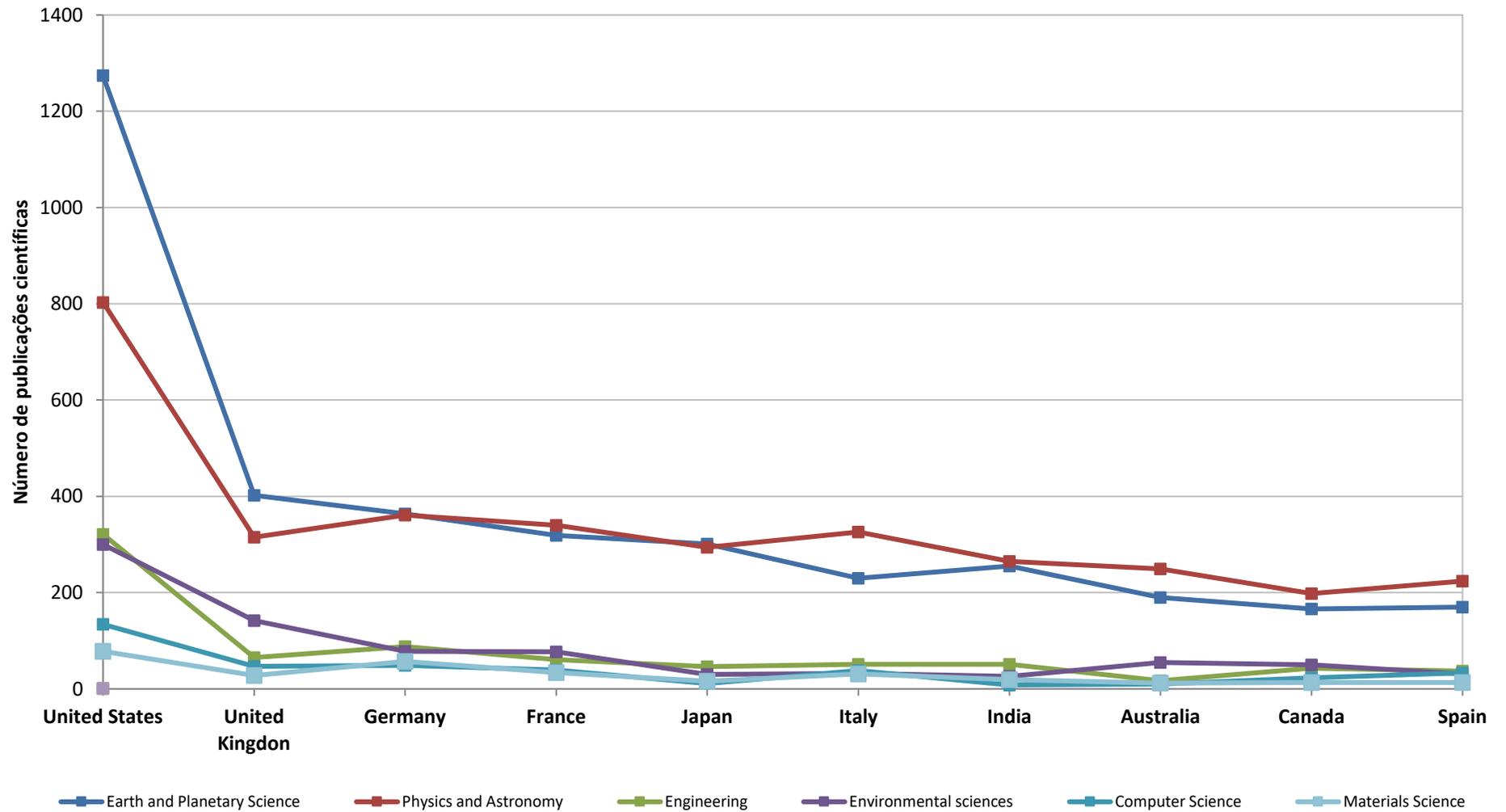


3.10.3 Publicação científica do INPE por área de conhecimento e países co-autores

A Seção 3.8 deste relatório apresentou os principais países em co-autoria com publicações do INPE. Esta seção visa analisar a contribuição dos principais países em relação às áreas de conhecimento. A Figura 3.73 apresenta os principais países co-autores com o INPE em relação às áreas de conhecimento no período de 1972 a 2020. É possível identificar os Estados Unidos como principal colaborador em co-autoria com o INPE em todas as áreas analisadas.

Em relação aos outros países em colaboração, destaca-se o Reino Unido como principal colaborador nas áreas de Ciências da terra, Ciências ambientais e Computação; e a Alemanha nas áreas de Engenharia, Física e astronomia e Ciência de materiais.

Figura 3.73: Países co-autores com o INPE por área do conhecimento (1972-2020).

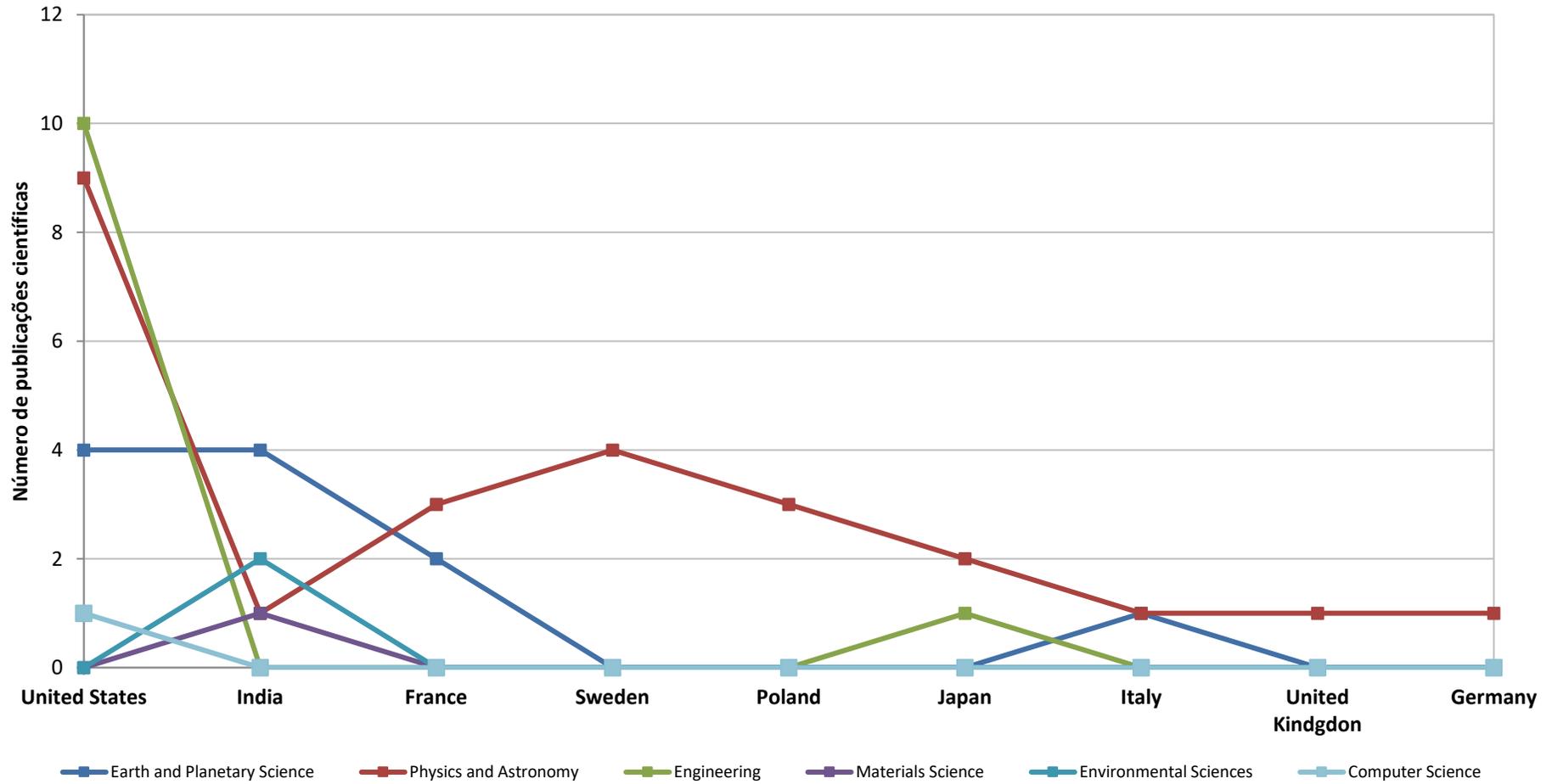


A partir da análise geral, foi realizada uma análise por período, identificando as principais instituições colaboradas em co-autoria com o INPE.

A Figura 3.74 apresenta os principais países co-autores com o INPE em relação às áreas de conhecimento no período de 1972 a 1981. Os Estados Unidos se destaca principal colaborador em co-autoria com o INPE em todas as áreas analisadas.

Em relação aos outros países em colaboração, destaca-se a Índia como principal colaborador nas áreas de Ciências da Terra, Ciência de materiais e Ciências ambientais; a Suécia na área da Física e astronomia; e o Japão na área de Engenharia. Apenas os Estados Unidos possui publicações na área de Ciências da computação, não tendo outro país em destaque na área neste período.

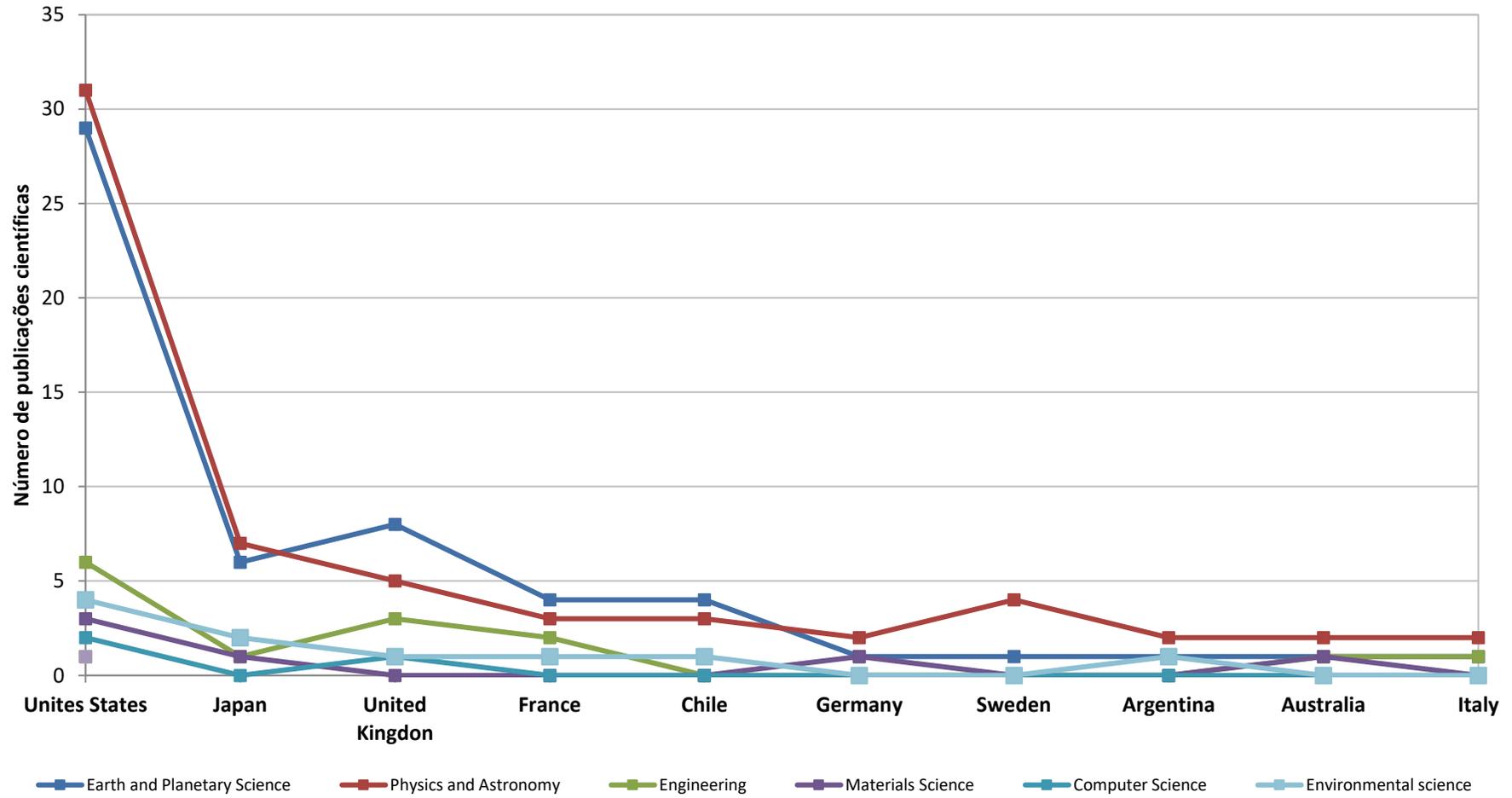
Figura 3.74: Países co-autores com o INPE por área do conhecimento (1972-1981).



A Figura 3.75 apresenta os principais países co-autores com o INPE em relação às áreas de conhecimento no período de 1982 a 1991. Os Estados Unidos se mantêm na primeira posição como principal colaborador em co-autoria com o INPE em todas as áreas analisadas.

Em relação aos outros países em colaboração, Reino Unido é o principal colaborador nas áreas de Ciências da terra, Engenharia e Ciência da computação; o Japão nas áreas de Física e astronomia e Ciências ambientais; e a Austrália e Alemanha na área de Ciência dos materiais.

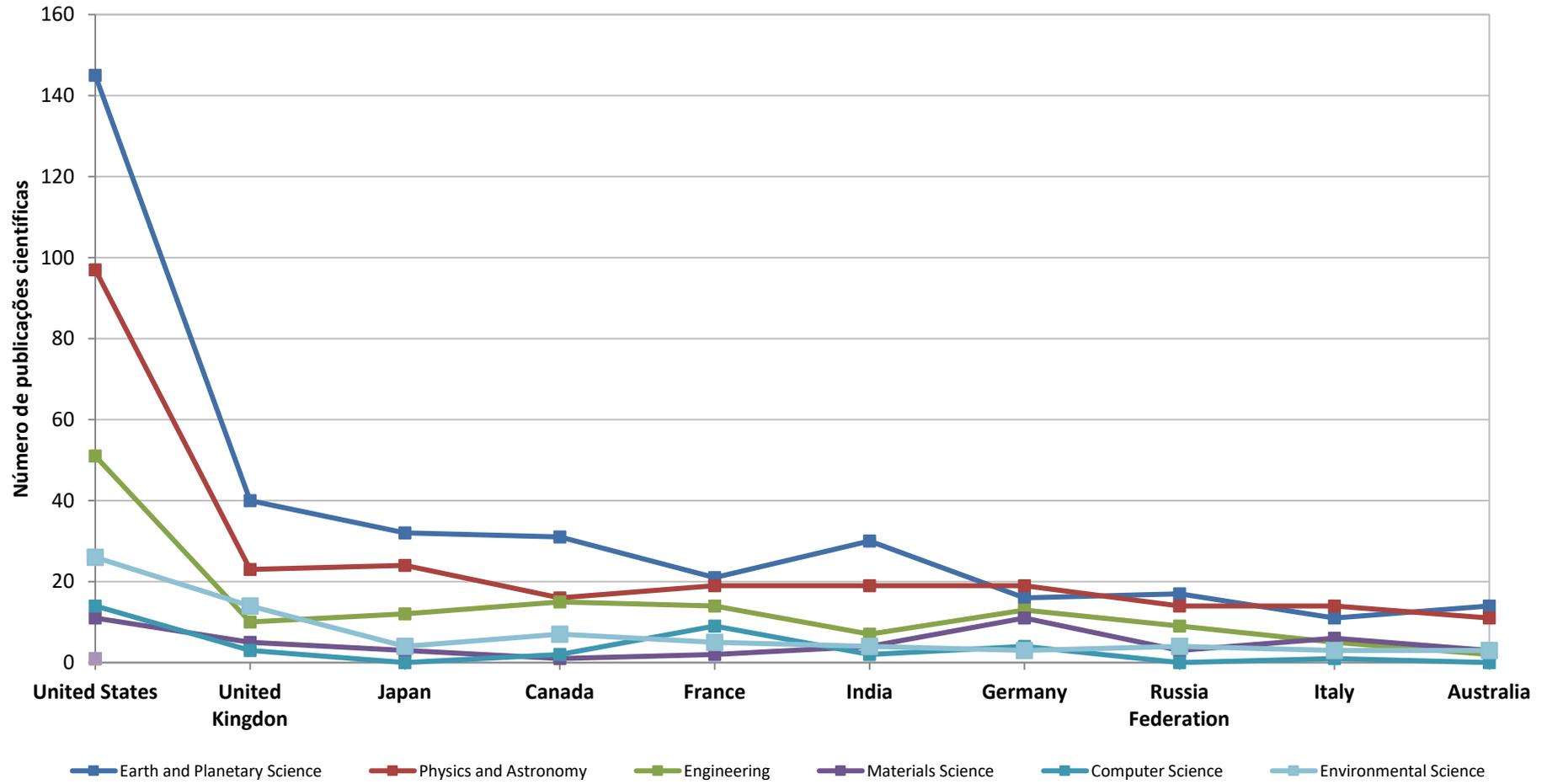
Figura 3.75: Países co-autores com o INPE por área do conhecimento (1982-1991).



A Figura 3.76 apresenta os principais países co-autores com o INPE em relação às áreas de conhecimento no período de 1992 a 2001. Os Estados Unidos se mantêm na primeira posição como principal colaborador em co-autoria com o INPE em todas as áreas analisadas.

Em relação aos outros países em colaboração, destaca-se o Reino Unido como principal colaborador nas áreas de Ciências da terra e Ciências ambientais; a Alemanha na área de Ciência de materiais; o Japão na área de Física e astronomia; o Canadá na área de Engenharia; e a França na Ciência da computação.

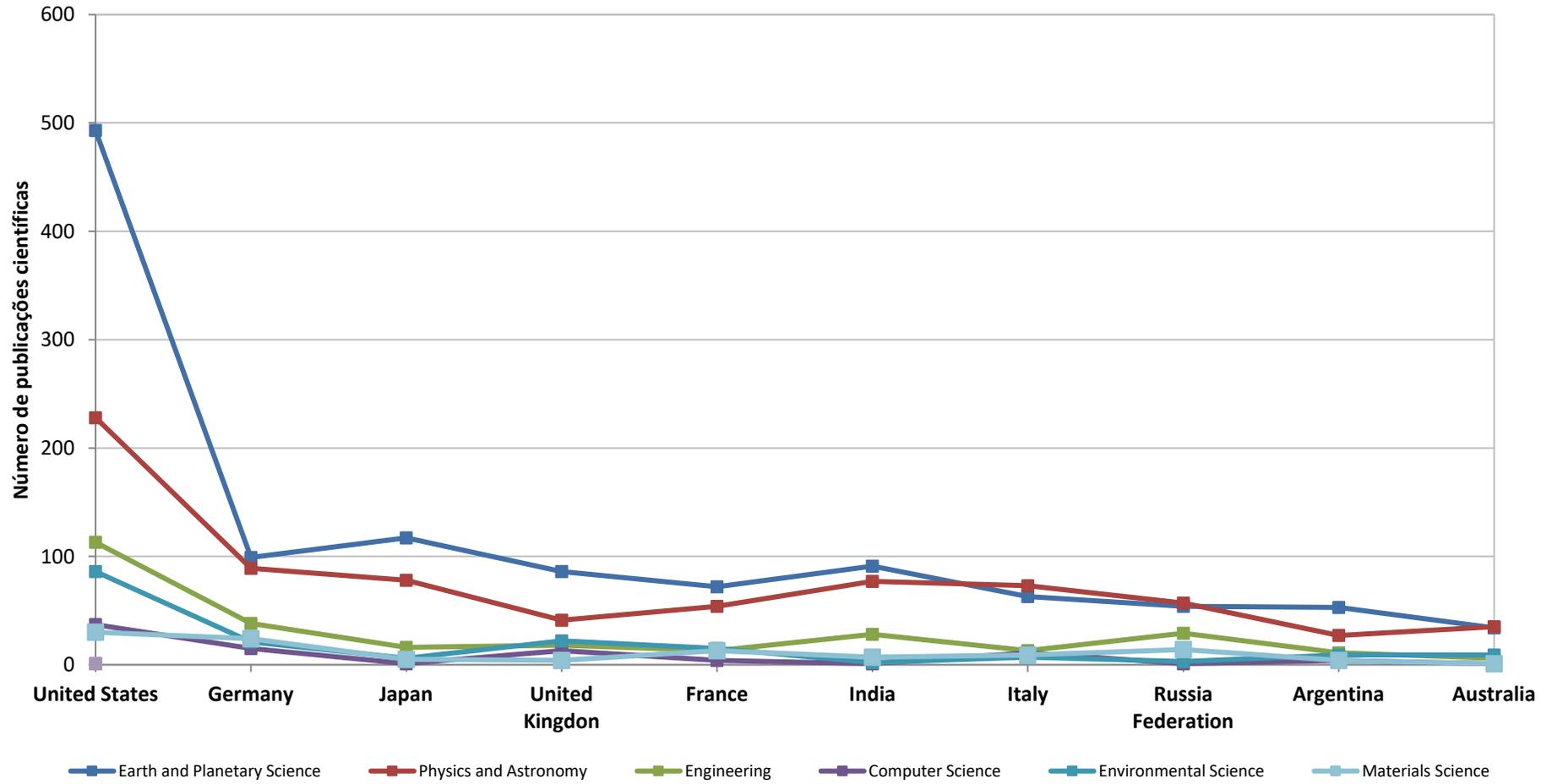
Figura 3.76: Países co-autores com o INPE por área do conhecimento (1992-2001).



A Figura 3.77 apresenta os principais países co-autores com o INPE em relação às áreas de conhecimento no período de 2002 a 2011. Os Estados Unidos se mantêm na primeira posição como principal colaborador em co-autoria com o INPE em todas as áreas analisadas.

Em relação aos outros países em colaboração, destaca-se o Japão como principal colaborador na área de Ciências da terra; a Alemanha nas áreas de Engenharia, Ciência da computação, Física e astronomia e Ciência de materiais; e o Reino Unido nas Ciências ambientais.

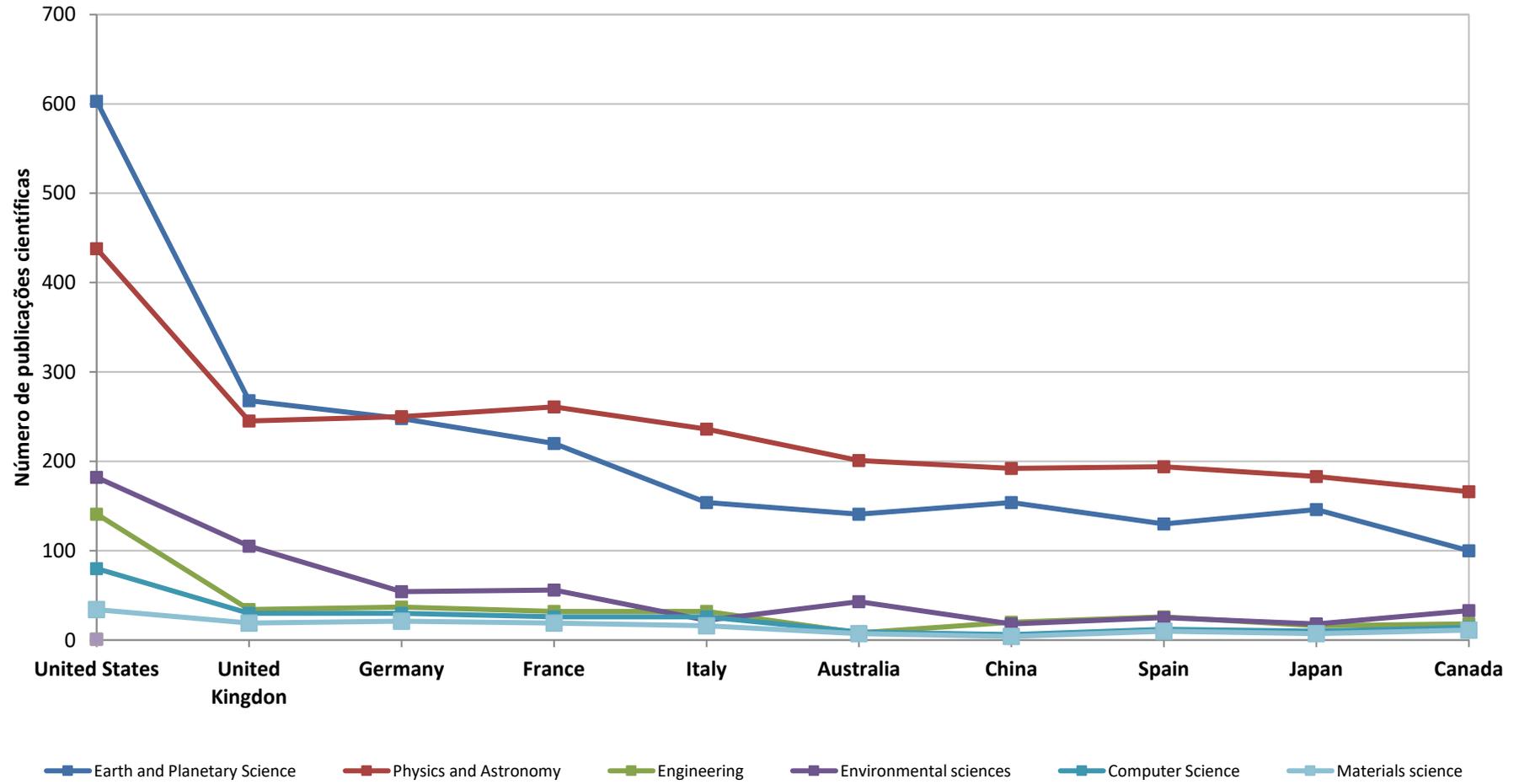
Figura 3.77: Países co-autores com o INPE por área do conhecimento (2002-2011).



A Figura 3.78 apresenta os principais países co-autores com o INPE em relação às áreas de conhecimento no período de 2012 a 2020. Os Estados Unidos se mantêm na primeira posição como principal colaborador em co-autoria com o INPE em todas as áreas analisadas.

Em relação aos outros países em colaboração, destaca-se o Reino Unido como principal colaborador nas áreas de Ciências da terra, Computação e Ciências ambientais; a França na área de Física e astronomia; e a Alemanha nas áreas de Engenharia e Ciência de materiais.

Figura 3.78: Países co-autores com o INPE por área do Conhecimento (2012-2020).



4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados da análise da produção científica do INPE pode-se considerar que o Instituto é um colaborador significativo na produção científica nacional nas áreas de conhecimento e possui expressiva visibilidade internacional.

Dois destaques identificados nesta análise são a produção científica com foco na Amazônia, que tem repercussão positiva em relação à produção de artigos na área e ao número de citações recebidas. Outro destaque é a área de Ciências Espaciais Atmosféricas que possuem descobertas científicas importantes para o desenvolvimento da ciência mundial.

Por meio da análise feita por períodos de 10 anos foi possível identificar algumas prospecções em relação às publicações dos próximos anos:

- Diversidade de áreas do INPE no ranking dos autores com maior número de produção, considerando a Ciência Espacial Atmosférica em destaque, por conta publicações relacionadas às ondas gravitacionais;
- Estreitamento da rede de relações entre autores do INPE com maior colaboração entre as áreas, podendo gerar uma rede única ao invés de duas redes distintas apresentadas no período de 2012-2020;
- Aumento ou manutenção da média de publicações por década;
- Manutenção e criação de novas colaborações entre instituições nacionais e internacionais;
- Manutenção do Projeto LIGO e outros projetos de parceria em colaboração científica;
- Permanência da Universidade de São Paulo (USP) como principal instituição colaboradora na produção científica com o INPE;
- Permanência dos Estados Unidos como principal país colaborador na produção científica com o INPE;
- Crescimento de áreas multidisciplinares, refletindo maior contribuição entre diversas instituições, países e áreas do conhecimento;

- Crescimento no número de publicações nas áreas de Ciências ambientais e Agricultura, mantendo as áreas de Ciências da Terra e Física e Astronomia como principais na produção do Instituto no período 2012-2021.

O INPE elaborada anualmente um relatório de sua atividades, incluindo indicadores que precisam ser respondidos ao Ministério da Ciência Tecnologia e Inovações no que se refere a produção científica e sua disponibilidade para a sociedade.

No Plano Diretor do INPE vigente (2016-2019), o objetivo estratégico 5 tem por foco:

“Gerar conhecimento científico por meio de pesquisa básica e de tecnologias com desenvolvimento instrumental na área de Ciências Espaciais e Atmosféricas”.

O uso dos resultados apresentados neste relatório pode contribuir para melhor compreender o crescimento anual do Instituto na sua pesquisa e produção científica, traçando metas futuras em seus relatórios e na elaboração do futuro Plano Diretor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, B. H. **Aportes bibliométricos à produção científica nos principais periódicos da área de ciência da informação no Brasil no período de 2006-2010.** Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Universidade Estadual Paulista, Marília, 2013.

ALVES, M. C. Visualização de informação para simplificar o entendimento de indicadores sobre avaliação da ciência e tecnologia. **Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, v.15, n.2, p.324-348, 2017.

BARRETO, M. L. O desafio de avaliar o impacto das ciências para além da bibliometria. **Revista de Saúde Pública**, v.47, n.4, p.834-837, 2013.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR (CAPES). **GEOCAPES**. 2020. Disponível em: <https://geocapes.capes.gov.br/geocapes/>. Acesso em 22 mar. 2021.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR (CAPES). **Plano nacional de pós graduação (PNPG): 2005-2010.** Brasília: CAPES, 2004.

COSTA, T. et al. A bibliometria e a avaliação da produção científica: indicadores e ferramentas. **Actas: Congresso Nacional de Bibliotecários, Arquivistas e Documentalistas**, n.11, 2012. Disponível em: <http://www.bad.pt/publicacoes/index.php/congressobad/article/view/429>.

CROSS, D.; THOMSON, S.; SINCLAIR, A. **Research in Brazil: a report for CAPES** by Clarivate Analytics. 2017. Disponível em: <http://www.sibi.usp.br/wp-content/uploads/2018/01/Relat%C3%B3rio-Clarivate-Capes-InCites-Brasil-2018.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2018.

ECK, N. J.; WALTMAN, L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. **Scientometrics**, v.84, p.523-538, 2010.

FUNDAÇÃO DE AMPARO A PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO (FAPESP). **Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo 2010.** São Paulo: FAPESP, 2011. Disponível em: <http://www.fapesp.br/6479>.

GLÄNZEL, W. **Bibliometrics as a research field: a course on theory and application of bibliometric indicators.** [S.l.: s.n.], 2003. Disponível em: http://www.cin.ufpe.br/~ajhol/futuro/references/01%23_Bibliometrics_Module_KUL_BIBLIOMETRICS%20AS%20A%20RESEARCH%20FIELD.pdf.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS EDUCACIONAIS ANISIO TEIXEIRA.
Censo de educação superior 2016: principais resultados. Disponível em:
http://download.inep.gov.br/educacao_superior/censo_superior/documentos/2016/censo_superior_tabelas.pdf. Acesso em: 19 nov. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **História.** 2017. Disponível em: http://www.inpe.br/institucional/sobre_inpe/historia.php. Acesso em: 16 nov. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Plano diretor:** 2016-2019. São José dos Campos: INPE, 2016. Disponível em: http://www.inpe.br/noticias/arquivos/pdf/Plano_Diretor_2016-2019.pdf. Acesso em: 16 nov. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **PÓS GRADUAÇÃO. Engenharia e tecnologia espaciais:** sobre o curso. 2011. Disponível em: http://www3.inpe.br/pos_graduacao/cursos/ete/. Acesso em: 19 fev. 2019.

LIMA, R. A. Bibliometria e “avaliação” da atividade científica: um estudo de índice h. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v.17, n.3, p.3-17, 2012.

RUAS, T. L.; PEREIRA, L. Como construir indicadores de ciência, tecnologia e inovação usando Web of Science, Derwent World Patent Index, Bibexcel e Pajek? **Perspectivas em Ciência da Informação**, v.19, n.3, p.52-81, 2014.

SILVA, M. R.; HAYASHI, C. R. M.; HAYASHI, M. C. P. I. Análise bibliométrica e cientométrica: desafios para especialistas que atuam no campo. **InCID: Revista de Ciência da Informação e Documentação**, v.2, n.1, p.110-129, 2011.

VANZ, S.A.S.; SANTIN, D. M.; PAVÃO, C. M. G. A bibliometria e as novas atribuições profissionais em bibliotecas universitárias. **InCID: Revista de Ciência da Informação e Documentação**, v.9, n.1, p.4-24, 2018.

YOSHIDA, N. Análise bibliométrica: um estudo aplicado à previsão tecnológica. **Future Studies Research Journal**, v.2, n.1, p.52-84, 2010.

APÊNDICE A

A representação das figuras e mapas apresentados na Seção 3.2.1 (citações recebidas por áreas Scopus) e na Seção 3.8 (número de publicações em co-autoria com países) foi baseada nos dados coletados na Base Scopus, os quais foram criadas as tabelas apresentadas neste Apêndice.

Tabela A.1: Citações recebidas por período de publicação e por área Scopus.

Área Scopus	1972-1981	1982-1991	1992-2001	2002-2011	2012-2020
Agricultural and Biological Sciences	121	647	12993	13447	7834
Arts and Humanities		3	22	295	322
Biochemistry, Genetics, Molecular biol.		37	135	797	2020
Business, Management and Accounting			37	384	812
Chemical engineering		122	573	1263	599
Chemistry	32	240	1004	4535	2429
Computer Science	47	484	1630	4496	3015
Decision Sciences			253	775	292
Dentistry				44	200
Earth Planetary Sciences	1351	4898	22934	49738	34863
Economics, Econometrics and Finance			20	25	49
Energy		135	429	1685	1412
Engineering	587	1451	4004	9210	6390
Environmental Science	269	1429	7068	13799	10794
Health Professions		12	35	2	13
Immunology and Microbiology			54	150	112
Materials Science	30	369	1944	5611	3621
Mathematics	7	222	1340	3655	2048
Medicine	170	17	157	1133	722
Multidisciplinary	18	954	2649	4785	3904
Neuroscience		3	1	99	118
Nursing				21	4
Pharmacology, Toxicology Pharmacology			41	59	45
Physics and Astronomy	960	3786	8239	18956	43761
Psychology				82	138
Social Sciences	43	541	116	2058	3136
Veterinary			54	141	77

Dados coletados em 20 mar. 2021

Tabela A. 2: Número de publicações do INPE com países por período.

País	1972-1981	1982-1991	1992-2001	2002-2011	2012-2020
Albania					1
Algeria				1	5
Antigua and Barbuda					3
Argentina		3	16	71	147
Armenia					3
Australia		2	23	68	328
Austria			8		80
Bahamas					2
Bahrain					1
Bangladesh					2
Barbados					7
Belarus					1
Belgium			4	28	198
Belize					1
Benin				1	2
Bermuda					1
Bolivia			1	2	36
Botswana				1	3
Brazil	113	416	1339	3933	4933
Brunei Darussalam					7
Bulgaria			11	11	5
Burundi				1	
Cambodia					2
Cameroon				1	14
Canada	1		42	57	265
Cayman Islands					4
Chad			1	2	1
Chile		4	17	46	108
China			5	26	290
Colombia			3	10	72
Congo			2		3
Costa Rica				4	17
Cote Ivoire				1	13
Croatia				3	12
Cuba				7	27
Czech Republic			2	29	31
Democratic Republic Congo					3
Denmark			4	12	58
Dominica					5
Dominican Republic					1

Continua

Tabela A.2 – Continuação.

País	1972-1981	1982-1991	1992-2001	2002-2011	2012-2020
Ecuador			1	4	37
Egypt				14	15
Estonia					13
Ethiopia				2	6
Fiji			1		3
Finland			17	47	74
France	4	5	40	127	452
French Guiana				1	12
French Polynesia			1	3	2
Gabon				1	3
Gambia					7
Georgia					2
Germany	1	4	38	192	469
Ghana					4
Greece				10	21
Grenada					4
Guam				1	6
Guatemala					5
Guinea					1
Guyana					14
Hong Kong			2	1	90
Hungary				7	156
Iceland				1	6
India	5	1	40	127	262
Indonesia			1	7	18
Iran				9	18
Ireland				2	27
Israel		1	2	9	48
Italy	1	2	24	119	340
Jamaica				1	8
Japan	2	11	45	155	276
Jordan				1	2
Kazakhstan				1	2
Kenya				1	9
Kwait				9	16
Kyrgyztan					1
Laos					3
Lebanon					6
Liberia					1
Lithuania					6

Continua

Tabela A.2 – Continuação.

País	1972-1981	1982-1991	1992-2001	2002-2011	2012-2020
Luxemburg					6
Madagascar				1	10
Malawi					1
Malaysia				2	17
Maldives					3
Malta					1
Marroco				1	14
Mauritius				1	5
Mexico			20	23	58
Monaco					4
Mongolia					8
Mozambique					5
Namibia					1
Nepal					5
Netherlands		1	6	58	259
New Caledonia				1	2
New Zealand			1	10	46
Nicaragua					2
Niger				1	2
Nigeria			1	2	17
Norway			2	15	50
Pakistan					5
Panama				2	13
Papa New Guinea					2
Paraguay				4	5
Peru				18	58
Philippines				2	6
Poland	3		2	10	177
Portugal			5	50	104
Puerto Rico				9	15
Qatar					10
Romania					9
Russian Federation			28	96	227
Rwanda					1
Saint Lucia					3
São Tome and Principe					1
Saudi Arabia				3	15
Senegal					3
Serbia					3
Seychelles				1	4
Singapore				2	20

Continua

Tabela A.2 – Conclusão.

País	1972-1981	1982-1991	1992-2001	2002-2011	2012-2020
South Korea				4	169
Slovakia				3	6
Slovenia					12
Solomons Islands				1	
South Africa			3	14	92
Spain			8	67	287
Sri Lanka					2
Sudan				1	1
Suriname					8
Swaziland				1	1
Sweden	4	4	21	34	112
Switzerland		2	5	23	141
Taiwan				7	153
Tanzania					7
Thailand				1	11
Trinidad and Tobago					5
Tunisia				1	
Turkey				7	60
Uganda					7
Ukraine				4	6
United Arab Emirates				1	5
United Kingdom	1	11	58	141	563
United States	16	54	216	671	1098
Uruguay			2	6	27
Uzbekistan					1
Venezuela			1	6	41
Vietnam				3	7
Virgin Islands					1
Zambia				1	5
Zimbabwe					2