

PANORAMA DA PESQUISA CIENTÍFICA EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO BRASIL

Maurício Pontes Monteiro¹; Oscar de Moraes Cordeiro Netto² & Sergio Koide³

Resumo - O presente trabalho visa apresentar uma análise preliminar sobre a situação atual da pesquisa científica em águas subterrâneas no Brasil a partir de uma caracterização dos grupos de pesquisa que atuam nessa área. As informações foram obtidas do Diretório dos Grupos de Pesquisa, administrado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). A metodologia compreendeu uma avaliação de indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação (C, T & I) como, por exemplo, a distribuição dos grupos por área do conhecimento, a quantidade e qualificação dos pesquisadores atuantes e a produção científica (bibliográfica e técnica) dos grupos de pesquisa. A análise dos resultados levou em consideração a comparação dos indicadores no Brasil em nível inter-regional. Os resultados obtidos mostram uma certa variabilidade dos indicadores selecionados em nível regional e que podem auxiliar, de forma preliminar, na definição de políticas específicas de ciência e tecnologia para a área de águas subterrâneas no Brasil.

Abstract - The present paper presents a preliminary analysis about the situation of scientific research in Brazil developed through a characterization of scientific research groups working with groundwater. The methodology comprised a survey from data of Brazilian Scientific and Technologic Development Council (*Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq*) The analysis included indicators like the distribution of these groups by areas of knowledge, the scientific production, the number of PhDs, etc., making a comparison among Brazilian regions. The results show a variability of these indicators and can help to develop specific policies of science and technology for groundwater in Brazil.

Palavras-Chave - águas subterrâneas; grupos de pesquisa; pesquisa científica.

¹ Agência Nacional de Águas. Setor Policial Sul, Área 5, Quadra 3, Bloco L. Telefone: (61) 445-5149 – Fax: (61)445-5281.CEP: 70610-200. Brasília-DF – Brasil. E-mail: mpontes@ana.gov.br

² Universidade de Brasília. FT/ENC/PTARH SG-12. Campus Universitário Darcy Ribeiro. Telefone: (61) 307-1447 - Fax: (61) 307-3065. CEP: 70910-900. Brasília-DF – Brasil. E-mail: cordeiro@unb.br

³ Universidade de Brasília. FT/ENC/PTARH SG-12. Campus Universitário Darcy Ribeiro. Telefone: (61) 307-2304 - Fax: (61) 347-4743. CEP: 70910-900. Brasília-DF – Brasil. E-mail: skoide@unb.br

INTRODUÇÃO

O presente trabalho apresenta uma avaliação preliminar sobre a situação da pesquisa científica em águas subterrâneas no Brasil, realizada a partir da consulta aos dados constantes do Diretório dos Grupos de Pesquisa, administrado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). No âmbito deste estudo, buscou-se, inicialmente, identificar os Grupos que vêm promovendo pesquisa e desenvolvimentos tecnológicos na área de hidrologia subterrânea. Essa identificação permitiu avaliar, por Região Geográfica, diferentes indicadores de desempenho, tais como instituições envolvidas, número e titulação dos pesquisadores, produção bibliográfica, entre outros. A avaliação, que incluiu 38 Grupos de Pesquisa de todo País entre 11.760 grupos cadastrados, considerou os dados no período 1997-2000.

METODOLOGIA E COLETA DE DADOS

A metodologia adotada para a análise da pesquisa científica regional no setor iniciou-se mediante um levantamento de informações provenientes do banco de dados do Diretório dos Grupos de Pesquisa acessível pela página da *internet* do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), em que se encontram dados sobre os grupos de pesquisa cadastrados em diversas instituições científicas. A pesquisa se deu a partir da consulta a palavras-chave relacionadas à hidrologia subterrânea e áreas correlatas. Após a fase de coleta das informações, realizou-se uma sistematização dos resultados e divisão das diversas áreas do conhecimento. Os grupos de pesquisa são classificados pelo CNPq em 9 (nove) classes denominadas pelo termo “Grande Área”, cada qual subdividida em novas classes denominadas de “Áreas do Conhecimento”, conforme ilustrado pela Tabela 1.

A etapa seguinte caracterizou-se em identificar os diferentes Grupos que vêm promovendo pesquisa e desenvolvimentos tecnológicos em água subterrânea no País. Essa identificação permitiu avaliar, por Região Geográfica, diferentes indicadores de desempenho, tais como instituições envolvidas, número e titulação dos pesquisadores, produção bibliográfica, teses e dissertações defendidas, etc. A avaliação, que incluiu, como já ressaltado, 38 Grupos de Pesquisa de todo País, considerou os dados no período 1997-2000.

Após a identificação dos Grupos de Pesquisa que vêm participando de pesquisas na área de águas subterrâneas, analisaram-se fatores como a distribuição dos grupos por área do conhecimento, assim como se procedeu à comparação entre número e formação dos pesquisadores e entre a produção científica, considerando as diferentes regiões do País. No âmbito deste estudo, consideraram-se os seguintes indicadores: total de pesquisadores (doutorado, mestrado, outros) e total da produção (bibliográfica e técnica). Cabe ressaltar que a análise dos indicadores relativos ao

total de grupos e ao total de pesquisadores teve como referência o ano de 2000, enquanto que para a produção científica foi considerada a produção acumulada do período 1997-2000.

Tabela 1 – “Grandes Áreas” e “Áreas do Conhecimento. Fonte: CNPq

Grande Área	Área do Conhecimento	Grande Área	Área do Conhecimento	
Ciências Exatas e da Terra	Matemática	Ciências Sociais Aplicadas	Direito	
	Probabilidade e Estatística		Administração	
	Ciência da Computação		Economia	
	Astronomia		Arquitetura e Urbanismo	
	Física		Planejam. Urbano e Regional	
	Química		Demografia	
	Geociências		Ciência da Informação	
	Oceanografia		Museologia	
Ciências Biológicas	Biologia Geral		Comunicação	
	Genética		Serviço Social	
	Botânica		Economia Doméstica	
	Zoologia		Desenho Industrial	
	Ecologia		Turismo	
	Morfologia		Ciências Humanas	Filosofia
	Fisiologia	Sociologia		
	Bioquímica	Antropologia		
	Biofísica	Arqueologia		
	Farmacologia	História		
	Imunologia	Geografia		
	Microbiologia	Psicologia		
	Parasitologia	Educação		
	Engenharias	Engenharia Civil		Ciência Política
Engenharia de Minas		Teologia		
Eng. Metais e Metalurgia		Linguística, Letras e Artes		Linguística
Engenharia Elétrica				Letras
Engenharia Mecânica				Artes
Engenharia Química		Outros		Administração Hospitalar
Engenharia Sanitária			Administração Rural	
Engenharia de Produção			Carreira Militar	
Engenharia Nuclear			Carreira Religiosa	
Engenharia de Transportes			Ciências	
Eng. Naval e Oceânica			Biomedicina	
Engenharia Aeroespacial			Ciências Atuariais	
Engenharia Biomédica			Ciências Sociais	
Ciências da Saúde			Medicina	Decoração
	Odontologia		Desenho de Moda	
	Farmácia		Desenho de Projetos	
	Enfermagem		Diplomacia	
	Nutrição		Engenharia de Agrimensura	
	Saúde Coletiva		Engenharia Cartográfica	
	Fonaudiologia	Engenharia de Armamentos		
	Fisioterapia / Terapia Ocupacional	Engenharia Mecatrônica		
	Educação Física	Engenharia Têxtil		
Ciências Agrárias	Agronomia	Estudos Sociais		
	Rec. Florestais / Eng. Florestal	História Natural		
	Engenharia Agrícola	Química Industrial		
	Zootecnia	Relações Internacionais		
	Medicina Veterinária	Relações Públicas		
	Rec. Pesqueiros / Eng. Pesca	Secretariado Executivo		
	Ciência e Tecnologia de Alimentos			

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Caracterização geral dos grupos

A etapa de seleção mostrou um resultado de um total de 38 grupos de pesquisa, distribuídos por todo o País que desenvolvem suas atividades de pesquisa, tanto direta quanto indiretamente, na área de águas subterrâneas. A Figura 1 que apresenta a distribuição dos grupos por Região Geográfica indica que, desse valor total, foram identificados 14 grupos localizados na Região Nordeste, o que equivale a aproximadamente 36% do total dos grupos de pesquisa nesse setor no País. Em seguida destaca-se a Região Sudeste, com 12 grupos (32% do total). As regiões Sul, Norte e Centro-Oeste apresentam, em conjunto, cerca de 32% do total de grupos de pesquisa em águas subterrâneas.

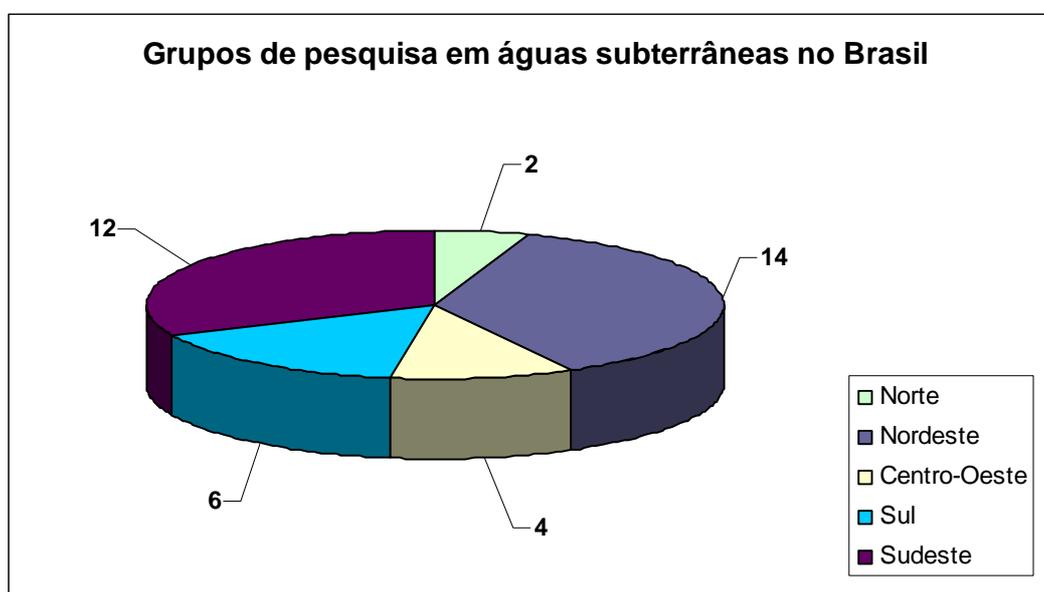


Figura 1 – Distribuição dos grupos de pesquisa em águas subterrâneas no Brasil.

A análise da distribuição dos grupos de pesquisa em relação à população total, distribuída por Regiões Geográficas, indicou que a média nacional situa-se em torno de 0,23 grupo por milhão de habitantes (Figura 2). Nesse caso, a Região Centro-Oeste é a que possui maior destaque com aproximadamente 0,43 grupo por milhão de habitantes, seguido da região Nordeste (0,29 grupo por milhão de habitantes). Quanto à relação do total de grupos de pesquisa pelo número de domicílios abastecidos por poço ou nascente, a média nacional situa-se na ordem de 5,45 grupos por milhão de domicílios sendo que as regiões Nordeste e Sudeste são as que apresentam valores acima da média nacional com aproximadamente 7,61 e 5,97 grupos por milhão de domicílios. As regiões Centro-Oeste e Sul apresentam índices próximos à média nacional (5,28 e 4,75 grupos por milhão de domicílios) enquanto que a Região Norte apresenta índices relativamente baixos (1,81 grupos por milhão de domicílios).

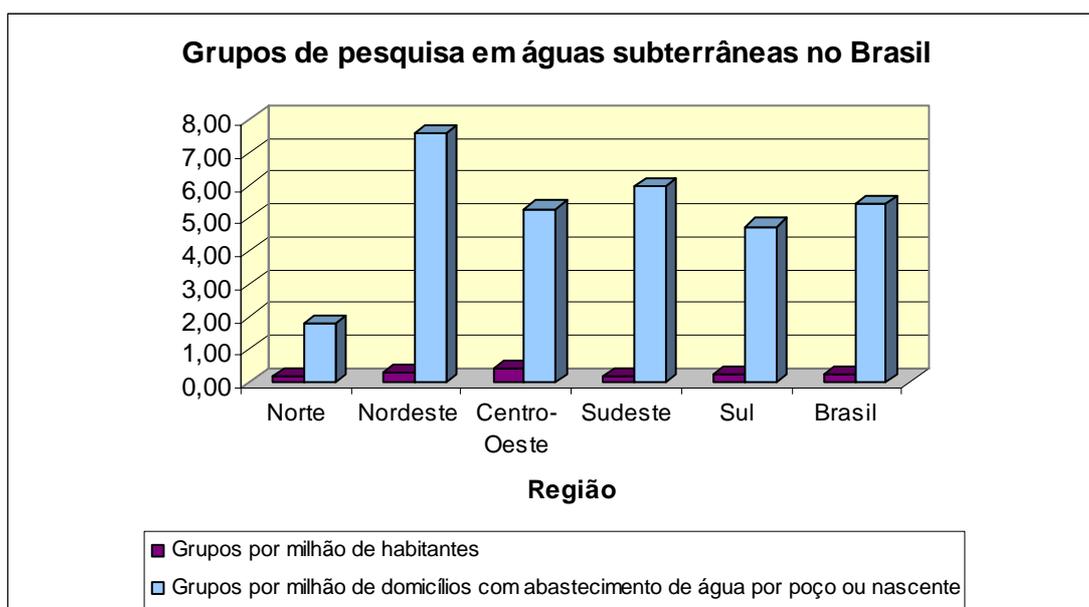


Figura 2 – Relação do total de grupos de pesquisa em águas subterrâneas no Brasil pela população total e pelo total de domicílios com abastecimento de água por poço ou nascente – Regiões Geográficas. Ano: 2000.

A Figura 3 apresenta uma distribuição dos grupos de pesquisa do setor por “Grande Área” de acordo com a classificação apresentada na Tabela 1. Nesse caso, caracterizou-se que a maioria dos grupos apresenta-se vinculada à grande área “Ciências Exatas e da Terra”, com 27 grupos que respondem por 71% do total. Em seguida, destaca-se a grande área “Engenharias” com 21% do total (8 grupos). Do total de grupos de pesquisa, os que mais se destacaram estão relacionados às seguintes áreas do conhecimento: geociências (26 grupos) e engenharia sanitária (6 grupos). Os demais grupos apresentam-se vinculados a outras áreas do conhecimento, tais como: engenharia civil, engenharia agrícola e química.

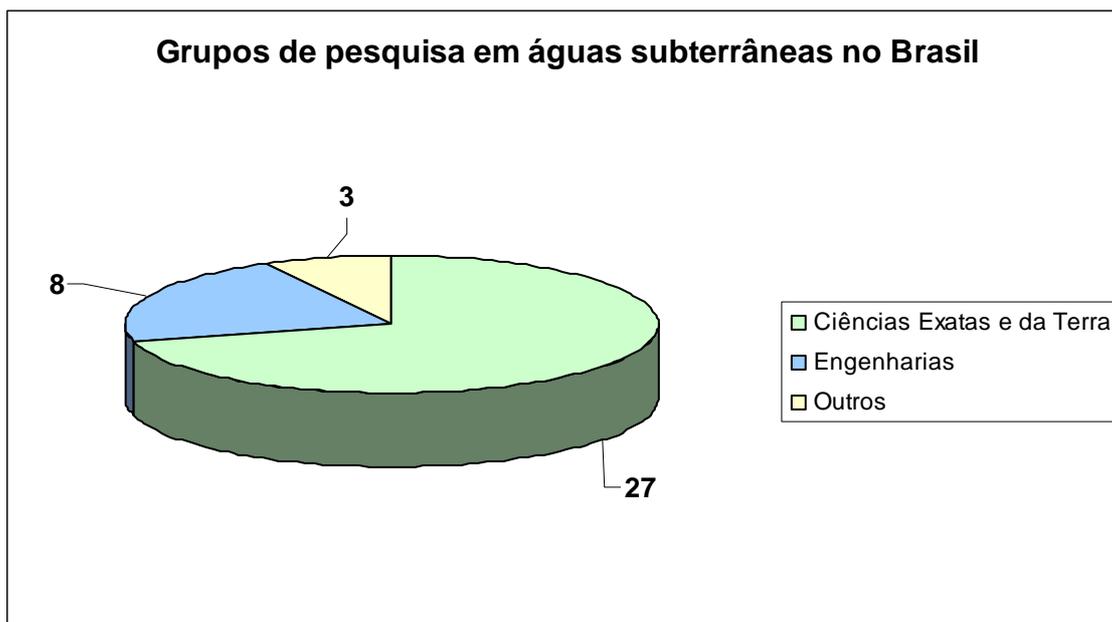


Figura 3 – Distribuição dos grupos de pesquisa em águas subterrâneas no Brasil por “Grande Área”.

Pesquisadores

A análise dos resultados dos pesquisadores vinculados aos grupos de pesquisa em águas subterrâneas compreendeu a relação do total de pesquisadores da Região pela população total assim como a qualificação desses pesquisadores por meio da relação do total de pesquisadores com doutorado pelo total de pesquisadores. A Figura 4, que apresenta a relação de pesquisadores pela população total para as Regiões Geográficas, observa-se que a média nacional situa-se na ordem de 1,27 pesquisador por milhão de habitantes. Na análise por Regiões Geográficas observa-se que a Região Centro-Oeste apresenta maior destaque com índices em torno de 2,06 pesquisadores por milhão de habitantes seguido das Regiões Nordeste e Sul com valores de 1,65 e 1,51 pesquisador por milhão de habitantes respectivamente. Em termos da qualificação dos pesquisadores, a Figura 5 apresenta o percentual de pesquisadores com doutorado, dado pela razão entre o total de pesquisadores com doutorado e o total de pesquisadores. De acordo com os resultados apresentados observa-se que aproximadamente 72% dos pesquisadores dos grupos de pesquisa em águas subterrâneas possuem título de doutorado. A análise comparativa das regiões mostra que a Região Centro-Oeste apresenta índices bem superiores à média nacional sendo em torno de 95,8%, seguido pela região Nordeste, com valores em torno de 78,5%. A região Sudeste apresenta um índice próximo à média nacional em torno de 68,9%, enquanto que as demais regiões (Sul e Norte) encontram-se bem abaixo da média nacional (entre 50 e 55%).

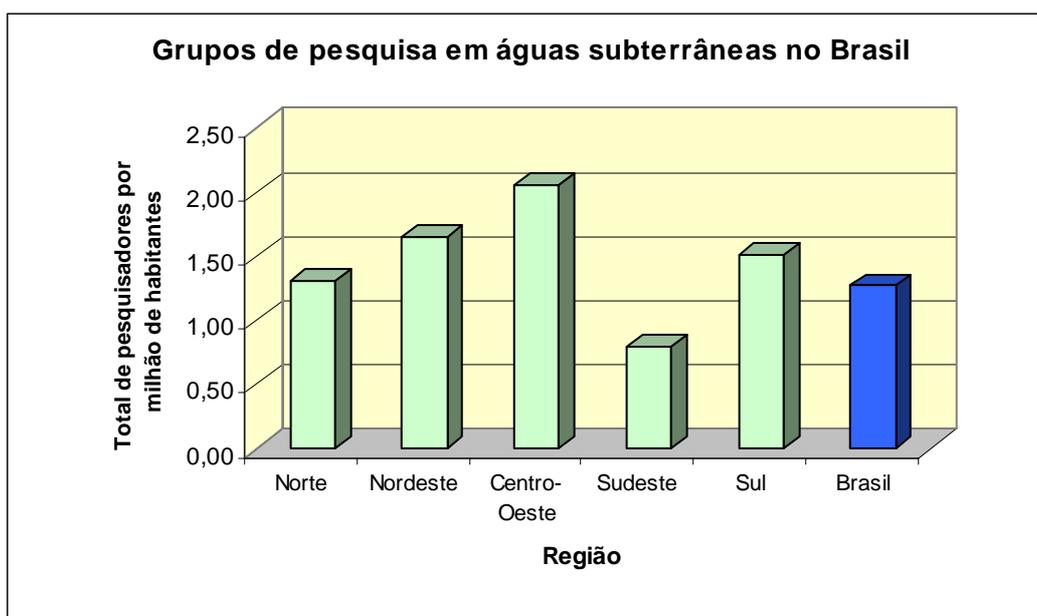


Figura 4 – Relação do total de pesquisadores dos grupos de pesquisa em águas subterrâneas pela população total - Regiões Geográficas. Ano: 2000.

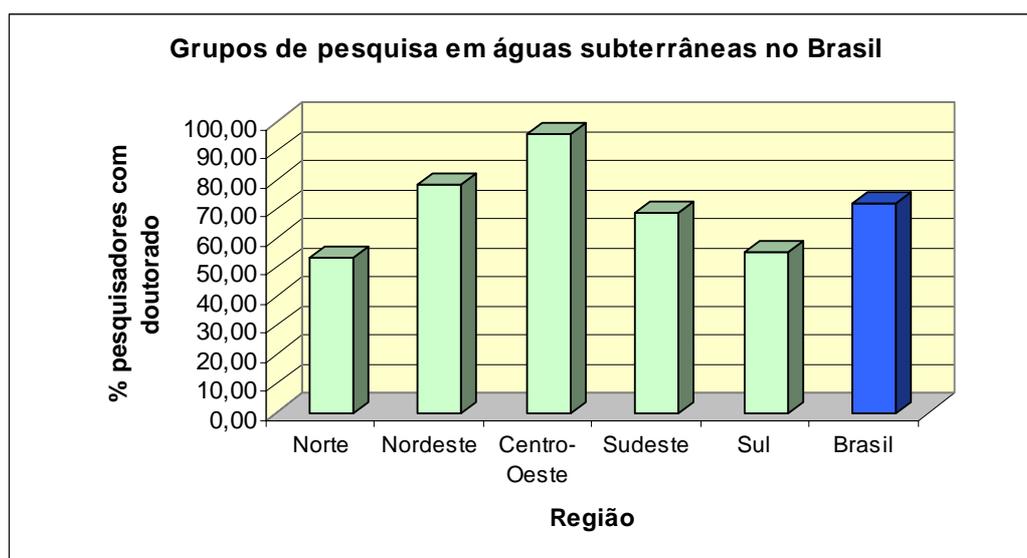


Figura 5 – Percentual de pesquisadores com doutorado dos grupos de pesquisa em águas subterrâneas - Regiões Geográficas. Ano: 2000.

Produção Científica

No que se refere à análise dos resultados relativos à produção científica dos grupos de pesquisa em águas subterrâneas, considerou-se a relação entre a produção científica e o total de pesquisadores. No Brasil, os grupos com linhas de pesquisa vinculadas diretamente ou indiretamente à área de águas subterrâneas realizaram durante o período 1997-2000, aproximadamente 3.200 produções científicas, sendo aproximadamente 82% de natureza bibliográfica e o restante de natureza técnica. De acordo com a Figura 6, observa-se que a relação

da produção bibliográfica pelo total de pesquisadores desses grupos de pesquisa no Brasil é de, aproximadamente, 12,3 produções por pesquisador, sendo que as regiões Centro-Oeste e Nordeste apresentam índices superiores a 15 produções bibliográficas por pesquisador. As regiões Sudeste e Sul possuem cerca de 9 produções bibliográficas por pesquisador enquanto que a Região Norte apresenta índices bem inferiores à média nacional, em torno de 5,8 produções bibliográficas por pesquisador. No que se refere à produção técnica, a média nacional dos grupos de pesquisa selecionados situa-se na ordem de 2,65 produções por pesquisador, sendo que as Regiões Sul e Centro-Oeste são as que mais se destacam com relações de aproximadamente 3,5 produções técnicas por pesquisador.

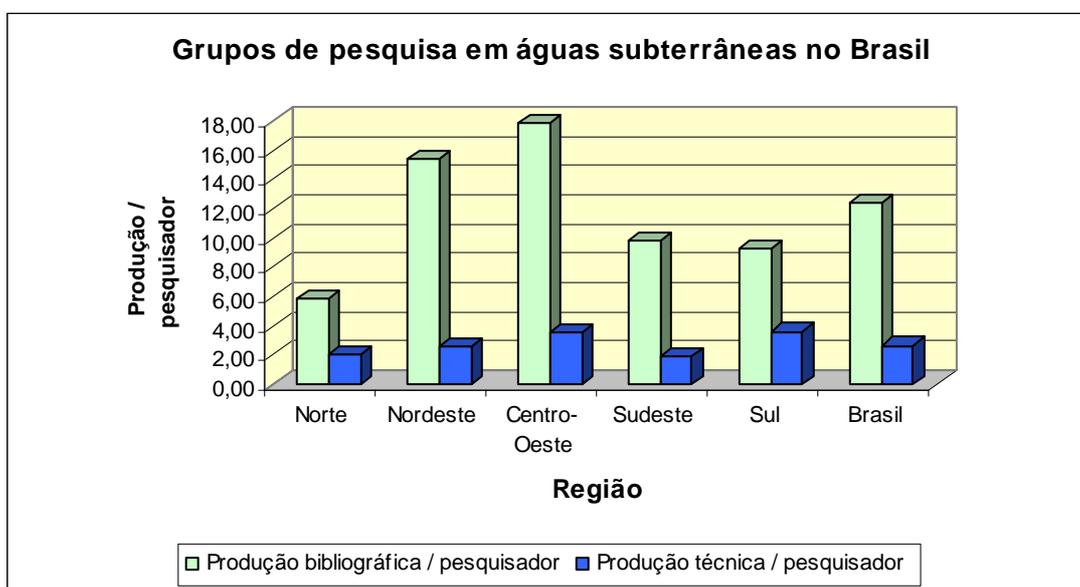


Figura 6 – Relação da produção científica pelo total de pesquisadores – Regiões Geográficas. Período: 1997-2000.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que se refere à etapa da metodologia do presente trabalho, é importante ressaltar que o levantamento a que se precedeu apresenta alguns vieses e limitações uma vez que se trabalhou com o universo dos Grupos de Pesquisa do Diretório do CNPq, o que já exclui, por princípio, os grupos não cadastrados no próprio Diretório. Do mesmo modo, sabe-se que o Diretório constitui-se em uma base formada a partir de dados “declarados”, que não são necessariamente verificados ou controlados. Observa-se, ainda, que o refinamento da pesquisa dependeu tanto da qualidade dos dados declarados na base como também da descrição sobre as linhas de pesquisa de cada grupo e sobre as repercussões do trabalho dos grupos. Cabe ressaltar que descrições pouco precisas podem não permitir a identificação de grupos que poderiam estar atuando na área de águas subterrâneas, uma vez que

determinados grupos que atuam de forma generalizada ou abrangente na área de recursos hídricos podem estar desenvolvendo linhas específicas de pesquisa na área de hidrologia subterrânea.

A análise preliminar dos grupos de pesquisa do Brasil que atuam em águas subterrâneas indicou uma certa variabilidade inter-regional, sendo que algumas regiões como o Nordeste e o Centro-Oeste apresentaram com certa frequência valores dos indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação (C, T & I) superiores à média nacional. As regiões Sudeste e Sul tiveram os valores dos indicadores selecionados no presente estudo oscilando em torno da média nacional enquanto que a Região Norte em geral apresentou valores abaixo da média nacional. Os resultados podem auxiliar, de forma preliminar, na formulação de políticas específicas de Ciência, Tecnologia e Inovação em águas subterrâneas tanto no sentido de definir formas prioritárias de alocar recursos provenientes de fontes de financiamento em ciência e tecnologia, quanto para formar modalidades de intercâmbio com o objetivo de auxiliar na troca de experiências para o desenvolvimento de pesquisas e aplicação de novas metodologias nessa área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] CNPq. Página da *internet* . www.cnpq.br