

AS RELAÇÕES ESPACIAIS ENTRE OS DADOS DE LOCALIZAÇÃO DE CAVERNAS E AS OTTOBACIAS - BASE HIDROGRÁFICA GEOCODIFICADA DO BRASIL

Ana Lúcia Costa de Oliveira Galvão

Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas - CECAV, E-mail: ana.galvao@icmbio.gov.br.

Wougran Soares Galvão

Centro de Sensoriamento Remoto – CSR/IBAMA, E-mail: wougran.galvao@ibama.gov.br.

RESUMO

A presença de cavernas ou cavidades naturais subterrâneas deve ser significativamente considerada na execução das diversas políticas públicas nacionais, com destaque àquelas diretamente relacionadas aos recursos naturais. A codificação de bacias hidrográficas segundo o método desenvolvido por Otto Pfastatter, utilizada na implementação da Política Nacional dos Recursos Hídricos, imprime a necessidade de serem realizadas análises e avaliações relativas à presença das cavernas nas unidades de gestão e planejamento adotadas. Dessa forma, as Ottobacias, nível seis, unidades espaciais de maior detalhamento, são consideradas e avaliadas quanto à presença de cavidades naturais subterrâneas, destacando-se aquelas unidades que apresentam maior quantidade e/ou densidade de feições representativas do patrimônio espeleológico nacional.

Palavras-chave – Caverna, Ottobacia, prospecção espeleológica, Base de dados, geoespacialização.

SPATIAL RELATIONSHIP BETWEEN CAVE LOCATION AND THE OTTOBACIAS DATA – THE BRAZILIAN GEOCODED HYDROGRAPHIC DATABASE

ABSTRACT

Caves or natural underground cavities should be significantly considered for the implementation of several national public policies, especially those directly related to the natural resources. The watershed codification, according to the method developed by Otto Pfastatter, used in the implementation of the National Water Resources Policy, emphasizes the need of analysis and evaluation for the presence of these caves at the adopted units of management and planning. Thus, Ottobacias, level six, which are more detailed spatial units, are considered and evaluated for the presence of natural underground cavities, especially those units that have great amounts and/or densities of representative features of the national speleological.

Keywords -. Cave, Ottobacia, speleological exploration, Database, geospatialization.

1. INTRODUÇÃO

A proteção do Patrimônio Espeleológico Brasileiro, que é formado pelo conjunto de elementos bióticos e abióticos, socioeconômicos e histórico-culturais, subterrâneos ou superficiais, representado pelas cavidades naturais subterrâneas ou a estas associadas (CONAMA, 2004), constitui a missão institucional do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas – CECAV.

Unidade descentralizada do Instituto Chico Mendes, o CECAV objetiva a produção de conhecimento temático, a execução e o auxílio às ações de manejo para a conservação dos ambientes cavernícolas e espécies a eles associadas (Portaria Instituto Chico Mendes nº 78/2009, de 03/09/2009). Para tanto, dentre suas atividades, mantém uma Base de Dados Geoespacializados onde agrega e armazena informações de localização das cavernas - cavidades naturais subterrâneas - já prospectadas no território nacional, contando com quase 12.000 cavidades cadastradas no início do ano de 2013.

A proteção às cavidades naturais subterrâneas brasileiras, firmada pelo Decreto nº 99.556, de 01/10/1990, alterado pelo Decreto nº 6.640, de 07/11/2008, tem como objetivo propiciar a realização de estudos e pesquisas técnico-científicas, bem como a prática de atividades de cunho espeleológico, étnico-cultural, turístico, recreativo e educativo. Porém, a eficácia dessa proteção encontra-se diretamente subordinada à efetiva quantificação e reconhecimento da distribuição das cavidades localizadas no território nacional e à integração do tema às políticas de planejamento e gestão dos recursos naturais.

Assim sendo, considerando que a Política Nacional dos Recursos Hídricos (Lei nº 9.433, de 08/01/1997) constitui uma dentre as políticas governamentais que mais apresentam interface com a espeleologia, o objetivo do presente trabalho é expor os resultados obtidos a partir de análises integradas dos dados de localização de cavidades já prospectadas com as unidades de planejamento e gestão dos recursos hídricos, as Ottobacias.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As Ottobacias

A Política Nacional dos Recursos Hídricos criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, composto por entidades e instituições como: o Conselho Nacional de Recursos Hídricos; os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal; os Comitês de Bacia Hidrográfica; os órgãos de governo cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos; e as Agências de Água. Sistema que aponta aos Comitês de Bacia Hidrográfica como instâncias de decisão local responsáveis pela sustentabilidade dos recursos e equidade ao atendimento das mais variadas e competitivas demandas apresentadas pelos usuários de água (Porto e Porto, 2008).

No contexto de sua implementação, a Política Nacional dos Recursos Hídricos define a Bacia Hidrográfica como sua unidade territorial e unidade de atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Silva, 1999), orientando a adoção de um sistema único de classificação e codificação das bacias hidrográficas brasileiras.

Diante dos mais variados sistemas de delineamento e codificação de bacias, desenvolvidos por diferentes entidades com a finalidade de promover a organização dos dados hidrológicos, a codificação de bacias proposta por Otto Pfastatter – Ottocodificação apresenta destaque como um sistema natural e hierárquico de classificação (Verdin e Verdin, 1999).

Visando favorecer o gerenciamento das bacias hidrográficas e o controle das ações do homem em áreas específicas, assim como as consequências que essas ações podem causar em todo o sistema hídrico (Gomes e Barros, 2011), a Ottocodificação caracteriza-se pela aplicabilidade global e fácil integração com sistemas de informação geográfica (Galvão e Meneses, 2005). Baseada em aspectos topográficos do terreno, este sistema considera a conectividade e a direção da rede de dre-

nagem (Iescheck et. al, 2012), destacando o posicionamento relativo de bacias, interbacias e intrabacias (Teixeira et. al. , 2007), para identificação das Ottobacias - resultado deste sistema de classificação e hierarquização de bacias hidrográficas. Portanto, tomando como base apenas elementos da paisagem, a classificação ocorre à parte de delimitações espaciais tradicionais ou unicamente baseadas em aspectos históricos ou políticos, potencializando a avaliação multiescala e possibilitando a regionalização de todo território nacional.

Diante dessas e de outras considerações, a Agência Nacional de Águas – ANA, entidade operacional do sistema, responsável pela implantação da Política Nacional dos Recursos Hídricos e que detém o poder outorgante de fiscalização e de cobrança pelo uso da água (Porto e Porto, 2008), adota a classificação por Ottobacias, para a construção do sistema de codificação dos cursos d'água do território nacional.

Segundo dados obtidos a partir de ANA (2013), mantendo-se as áreas insulares à parte, o Brasil continental encontra-se atualmente mapeado em até seis diferentes níveis de codificação ou graus de classificação, segundo o método desenvolvido por Otto Pfastatter. Cada um desses níveis associa-se a um diferente grau de detalhamento, conseqüentemente, agrega variadas quantidades de Ottobacias ou unidades de gestão (Tabela 1).

Tabela 1 – Quantificação das Ottobacias no território brasileiro, por nível de codificação.

Nível de Codificação	Número de Ottobacias
1	6
2	39
3	351
4	2.541
5	14.921
6	60.001

Análise do patrimônio espeleológico

Estimativas recentes (Piló e Auler, 2011) revelam que menos de 5% das cavidades naturais subterrâneas localizadas no território brasileiro tenham sido identificadas. Portanto, muito ainda há que se prospectar para que o Brasil alcance um nível razoável de conhecimento de seu patrimônio espeleológico.

Criada em 2005 com o propósito de suprir a demanda de dados, de forma supletiva e temporária até a implantação do Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas – CANIE, a Base de Dados do CECAV constitui importante fonte de informações geoespacializadas referentes ao patrimônio espeleológico nacional.

Dispondo de dados mínimos de identificação das cavidades naturais subterrâneas já prospectadas e promovendo a geoespacialização daquelas cujas informações de sua localização sejam apresentadas ou citadas em relatórios, estudos técnicos, acadêmicos e científicos e/ou registrados e disponibilizados em outros cadastros temáticos (e.g.: Cadastro Nacional de Cavernas - SBE e o CO-DEX, da Redespeleo) a referida Base de Dados conta com atualização periódica e permanente, além de livre acesso aos dados geoespacializados a partir do site institucional www.icmbio.gov.br/cecaav.

Entretanto, acredita-se que o conjunto do patrimônio espeleológico nacional permanece pouco conhecido. A maioria dos dados armazenados na Base de Dados do CECAV carece de inspeções de campo para validação de sua localização e o universo das cavidades naturais subterrâneas prospectadas no território brasileiro ainda é pouco representativo. Destaca-se ainda que parte significativa do acervo de dados dessa Base decorre do atendimento à legislação ambiental (Oliveira-Galvão, 2011), determinando que muitas das cavidades ora reconhecidas concentrem-se especialmente nas áreas de relevante interesse econômico (Oliveira-Galvão e Cruz, 2012).

Em janeiro de 2013, diante de mais de 25.000 cavidades naturais subterrâneas identificadas, a Base de Dados do CECAV (CECAV, 2013) contava com 10.871 cavidades naturais subterrâneas geoespacializadas (Figura 1). Destas, 3.918 registros (36%) são de cavernas cadastradas devido a estudos espeleológicos em atendimento legal, 3.647 (34%) de estudos e pesquisas técnicas e cientí-

ficas e 3.306 (30%) originam-se de outras bases de dados alimentadas a partir de levantamentos realizados por interesses diversos.

As cavidades geoespacializadas distribuem-se especialmente ao longo do bioma do Cerrado e localizam-se, principalmente, nas Bacias Hidrográficas do São Francisco e do Tocantins, com grande destaque à ocorrência em áreas carbonáticas e significativa presença nas áreas ferríferas (Tabela 2). Os estados de Minas Gerais e do Pará, Unidades da Federação, que apresentam elevado potencial à exploração mineral e significativa atividade minerária instalada, destacam-se com os maiores quantitativos de cavidades naturais subterrâneas geoespacializadas (Figura 2). Resultado do cadastramento de dados especialmente obtidos a partir de prospecções e estudos espeleológicos decorrentes de processos de Licenciamento Ambiental de empreendimentos, com destaque à Extração Mineral, como destaca Oliveira-Galvão (2011).

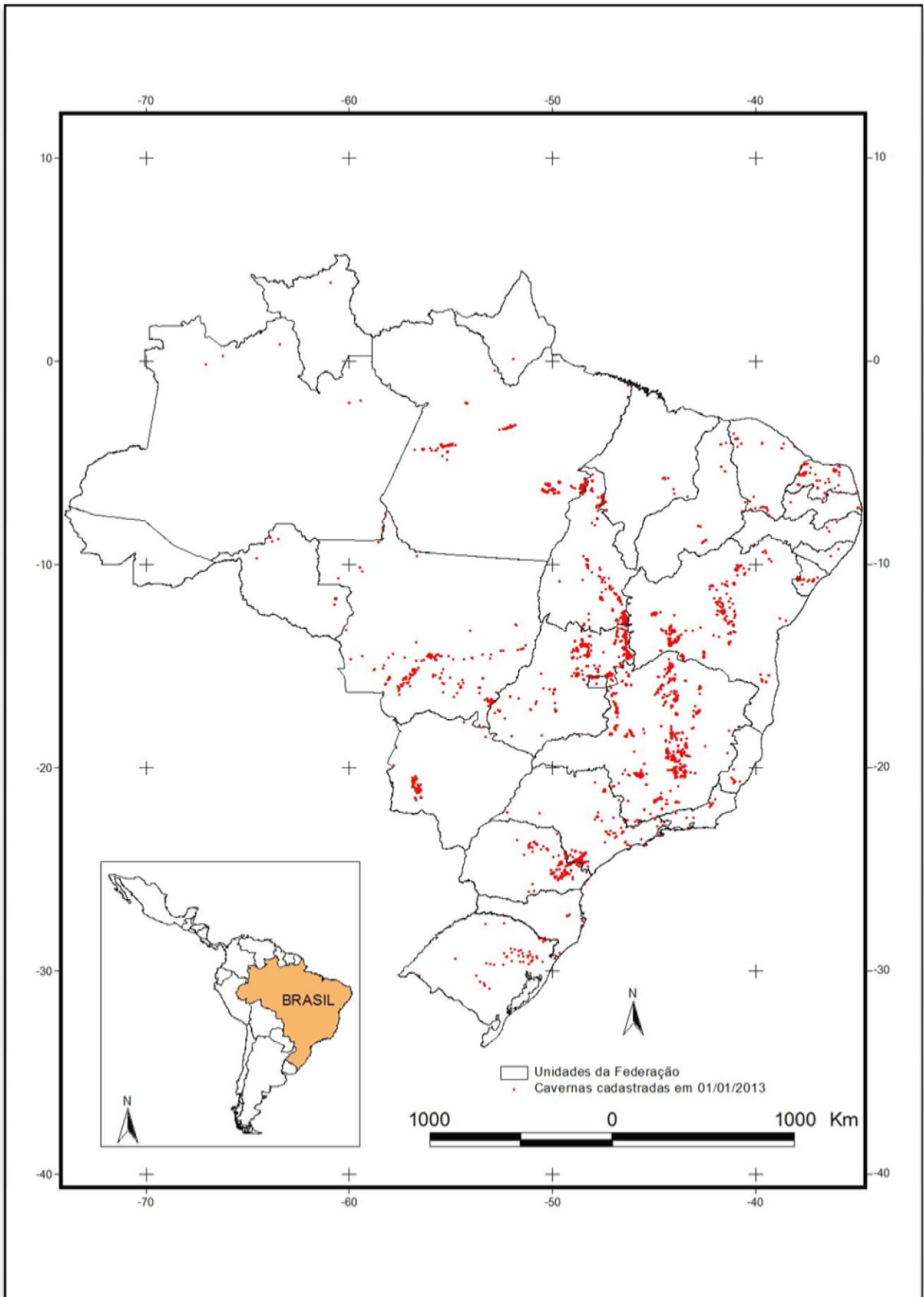


Figura 1 – Mapa de distribuição das Cavidades Naturais Subterrâneas geoespacializadas no território brasileiro e constantes da Base de Dados do CECAV em 01/01/2013.

Tabela 2 – Distribuição das cavidades naturais subterrâneas dentre as diferentes unidades fisionômicas, hidrográficas e litológicas.

Bioma	Número de Cavernas geoespacializadas	Bacia Hidrográfica	Número de Cavernas geoespacializadas	Litologia dominante	Número de Cavernas geoespacializadas
Cerrado	5727	São Francisco	4088	Rochas Carbonáticas	6932
Amazônia	1954	Tocantins	3336	Rochas Ferríferas	2056
Mata Atlântica	1932	Atlântico Leste	900	Arenito/Quartzito	1374
Caatinga	1235	Atlântico Nordeste	792	Outras Litologias	344
Pampa	15	Atlântico Sudeste	771	Gnaiss/Granito/Granitóide	165
Pantanal	8	Paraná	767		
		Amazônica	190		
		Uruguai	27		

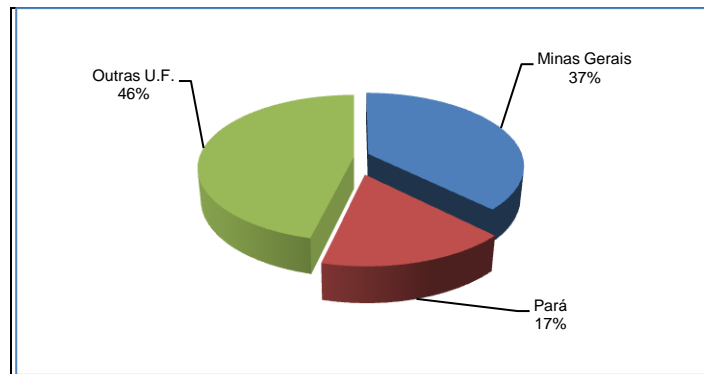


Figura 2 – Distribuição das cavidades geoespacializadas entre as diferentes Unidades da Federação (UF), em 01/01/2013.

Localização da Área

Diante da quantidade e distribuição de cavernas geoespacializadas presentes na Base de Dados do CECAV em 01/03/2013, o estudo se restringiu a 26 Unidades da Federação, pois o Estado do Acre não dispõe de cavernas cadastradas nesta data. Considerando a abrangência nacional dos dados de ocorrência de cavernas e a necessidade de se obter parâmetros de maior detalhamento e homogeneidade para a melhor gestão desses recursos, optou-se por considerar o maior nível da classificação nacional das Ottobacias, nível seis.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A integração dos dados de localização das cavernas geoespacializadas com as Ottobacias, nível seis, revelou que 30 cavidades não apresentaram sobreposição a qualquer uma destas unidades espaciais por se localizarem em áreas insulares: foram dezessete localizadas no Arquipélago de Fernando de Noronha (PE), uma no de Trindade (ES), uma em Ilha Bela (SP), uma na Ilha do Mel (PR), outra no Arquipélago dos Currais (PR) e nove na Ilha de Florianópolis (SC).

A análise das inter-relações permitiu destacar que 1.139 Ottobacias (Figura 3 e Tabela 3), com área total de 329.448km², abrigam entre uma e 1.122 cavidades. Destas, 508 Ottobacias têm apenas um registro de ocorrência de caverna, enquanto dez superam o registro de 150 cavidades (Tabela 4), abrangendo mais de 30% de todas as cavernas constantes da Base de Dados CECAV em 01/01/2013.

Com densidades distribuídas entre 0,0002 e 3,8219 cavidades por km², 16 Ottobacias apresentam mais de 1 cavidade por esta unidade de área (Tabela 5). Destaca-se que a maior densidade de cavernas foi identificada na menor Ottobacia com registro de ocorrência de cavernas, a **65135**, no município de Xambioá (TO) e com área de apenas 0,5233km².

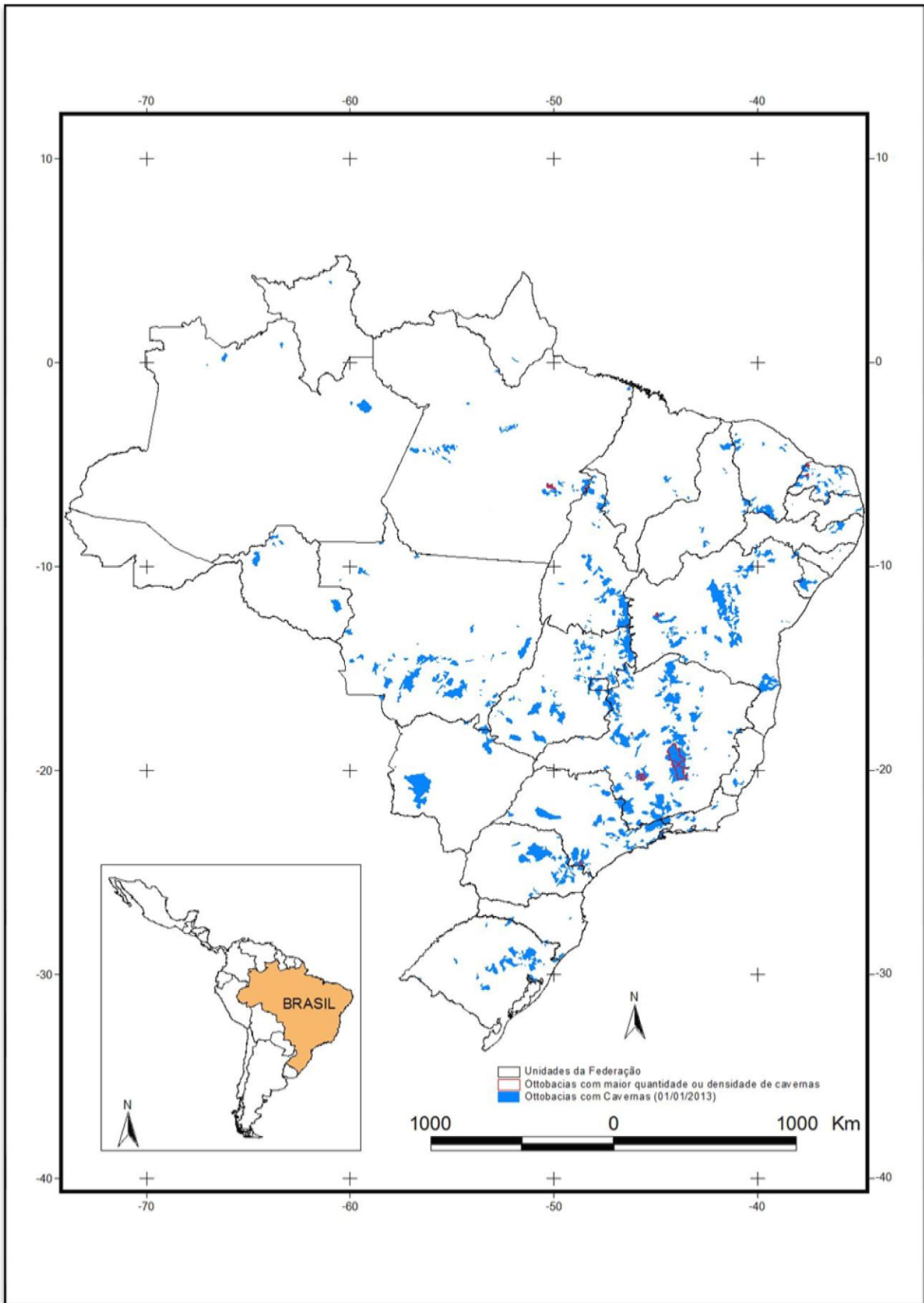


Figura 3 – Mapa de distribuição das Ottobacias, nível seis, que abrangem as Cavidades Naturais Subterrâneas geoespacializadas constantes da Base de Dados do CECAV em 01/01/2013.

Tabela 3 – Ottobacias, nível seis, com dados de ocorrência de cavernas, segundo a Base de Dados do CECAV em 01/01/2013.

Ottobacia	Ottobacia	Ottobacia	Ottobacia	Ottobacia	Ottobacia	Ottobacia	Ottobacia	Ottobacia	Ottobacia	Ottobacia	Ottobacia
41345	62294	645463	646666	648266	69166	734689	741586	745495	748785	751421	758916
418314	62425	645469	646667	648268	691673	734699	741618	745746	748787	751422	758919
421299	624625	645496	646681	648269	691674	734827	741621	745747	748789	751423	758998
421564	62489	645498	646682	648292	694976	734829	741623	745881	748851	751432	759857
421566	626156	645887	646683	648298	695262	734892	741624	745924	748852	751433	759881
421567	626162	645992	646684	648299	695648	734894	741632	745964	748861	751612	761852
421575	626182	646238	646685	64832	695649	734899	741634	746192	748863	751613	762322
421957	62624	646239	646686	648421	695686	734927	741641	746222	748881	751615	765653
421959	62626	646244	646687	648434	696269	734942	741693	746224	748882	751692	766267
421963	62632	646245	646691	648442	696283	735242	741694	746492	748892	751698	766453
421971	62634	646246	646692	648449	698442	735243	741695	746544	748894	751829	766644
421972	62642	646247	646693	648464	698557	735254	741862	746546	748922	753957	766647
422447	626443	646264	646695	648482	698561	73527	741872	746563	748942	753992	766662
422452	62651	646268	646824	648491	698713	73528	741875	746924	748944	754697	766664
428291	62652	646269	646883	648525	698789	73529	741879	746942	749124	754761	766667
429881	62653	646276	646896	64856	699299	735424	741889	746943	749125	754763	766687
429886	62654	646278	646898	64869	699362	735428	741892	746944	749126	754767	766688
429941	62662	646281	646899	648843	699462	735429	741893	746945	749127	754769	766692
429993	62663	646284	646964	648862	699544	735451	741894	746952	749128	754772	766693
429994	626722	646285	646968	648863	699545	735452	741896	746956	749184	754773	766694
436991	626723	646286	646969	648865	699546	735454	741945	746972	749188	754793	766961
43812	627586	646287	646994	648928	699547	735455	741946	746982	749189	754812	766963
441436	627587	646292	646996	648929	699555	735456	741948	746984	749244	754814	766964
441442	62923	646293	646998	648941	699592	735457	742725	746985	749248	754815	768694
441444	62931	646294	647117	648982	699629	735459	742781	746986	749249	754863	768695
441445	641714	646295	647126	648984	699638	735466	742782	747112	749262	754914	768825
441461	641722	646296	647147	648987	699668	735471	742783	747115	749292	754922	76891
441471	641723	646297	647157	648992	699693	735472	742811	747116	749296	754924	768921
441472	641751	646298	647283	648994	699715	735477	743278	747124	749419	754929	768922
441481	641752	646348	647354	648995	699722	735619	743299	747141	749443	754936	768923
441482	641753	646394	647371	648997	699725	735655	743691	747152	749447	754941	76896
441483	641761	646412	647442	649899	699731	735825	743895	747154	749462	754943	769611
441491	641767	646422	64756	651118	699732	736129	744122	747156	749464	754945	769622
441492	641781	646425	647584	651141	699753	736164	744127	747157	749465	75495	769626
441534	641811	646426	647589	651152	699762	736184	744152	747164	749466	754961	769627
441564	641813	646427	64759	651154	699767	736191	744153	747166	749476	754967	769629
441568	641814	646428	647611	651156	699772	736197	744156	747167	749481	754971	769643
441594	641815	646429	647615	651171	713811	736198	744157	747172	749482	754972	769693
441734	641817	646443	647686	651172	713813	736218	744159	747182	749484	754976	769694
441743	64191	646444	647699	651174	716682	736287	744162	747211	749487	754977	769894
444521	641921	646446	64771	651176	716683	736292	744165	747212	749488	756362	771545
444969	641931	646447	64772	651178	718589	736293	744166	747386	749489	756394	771589
44517	641932	646449	64773	651181	718676	736329	744167	747388	749492	756582	771638
44551	641933	646452	647741	651182	718698	736629	744169	747389	749495	756898	771642
445533	641935	646454	647743	651189	721427	737138	74419	747568	749496	756899	771644
445535	641936	646472	647817	651191	721428	737139	744216	747844	749497	756922	771646
445579	641939	646474	647826	651192	721446	737144	744411	747853	749498	756988	772421
446855	641961	646484	647828	651194	722652	737152	744541	747861	749499	756989	772423
446982	64222	646492	647829	651212	722718	737169	744542	747883	749543	757626	772425
456628	643151	646512	647831	651232	72285	737185	744713	747884	749544	757811	77256
458253	643232	64653	647833	651244	724269	737249	744714	747891	749563	757812	772724
459478	643413	646542	647834	651312	724289	737292	744733	747893	749569	757814	772842
462457	644413	646546	647835	651313	724614	737493	745131	747899	749638	757815	772884
462933	644414	646548	647852	651314	724712	737527	745285	747941	749642	757929	772886
462934	644418	646549	647911	651315	724952	737746	74532	747942	749655	758111	772889
463484	644422	646554	647912	651316	724958	739114	745422	747943	749657	758275	772892
463485	644443	646626	647932	651318	724973	739121	745424	747945	749659	758276	772924
463625	644445	646642	647933	65132	72583	739124	745425	747948	749691	758279	772936
463633	644472	646645	647936	651332	726499	739125	745432	747967	749692	758291	772955
463711	644476	646646	647937	651347	731624	739271	745434	748473	749937	758292	772969
463742	644492	646647	647938	65135	731696	739278	745462	748476	749939	758298	772978
469929	644494	646648	647941	651361	732276	739459	745464	748477	749952	758682	772999
469948	644495	646649	647971	651362	733429	739834	745465	748489	749953	758683	773734
469954	645118	646655	647973	65137	733582	739944	745466	748644	749954	758684	773737
484927	645121	646657	648111	65139	733589	741177	745467	748646	749955	758685	773793
486286	645134	646658	648112	66821	733618	741347	745472	748669	749962	758686	773794
487583	645137	646661	648113	682992	73371	741348	745482	748682	749964	758688	773925
487936	645179	646663	648142	68393	734684	741545	745483	748683	749969	758691	773931
62243	645422	646664	648145	686921	734686	741552	745492	748691	749983	758692	773933
62284	645454	646665	648234	68693	734688	741556	745494	748694	751241	758828	773935

Ottobacia	Ottobacia	Ottobacia	Ottobacia	Ottobacia	Ottobacia	Ottobacia	Ottobacia	Ottobacia	Ottobacia	Ottobacia	Ottobacia
773938	774718	774942	776469	777647	844236	846623	848489	849188	895649	896824	899547
773944	774726	774943	776475	784721	844237	846624	848683	849196	895811	896825	899548
774299	774731	774944	776476	786481	844266	846628	848688	849448	896297	896826	899583
774551	774732	774945	776483	786482	844267	846632	848696	849468	896421	896833	899584
774563	774736	774963	776491	787625	844294	846647	848736	849475	896422	896834	899586
774571	774739	774974	776497	787937	844299	846648	848784	849479	896429	896844	899587
774584	774742	774976	776617	78871	844427	846693	848785	849488	896437	896852	899588
774586	774749	774982	776622	78872	844428	846696	848829	849685	896454	896853	899642
774587	774764	774992	776623	788764	844429	846866	848864	849694	896497	896866	899669
774591	774765	774993	776627	78877	844499	846937	848869	849811	896498	896867	899672
774592	774766	775118	776641	78881	844812	846939	848876	849984	896644	896871	899846
774596	774767	77535	776656	78891	844865	846943	848886	849985	89666	896929	899869
774597	774771	775424	776663	788921	844895	846944	848887	849987	896685	896949	899896
774614	774772	775922	776673	788934	844898	846948	848922	849997	896744	896966	899918
774615	774781	775924	776676	842593	844899	846953	848934	891629	896746	896983	899963
774616	774788	775977	776678	842732	844928	846962	848965	891664	896749	89813	899964
774618	774824	775978	776691	842765	844929	846971	848972	891968	896762	898623	899965
774632	774842	776217	776742	842853	844964	846989	848973	891989	896764	899244	899966
774682	774851	776229	776774	842856	844994	846995	848984	895133	896785	899292	899967
774696	774853	776292	776788	842858	845158	848418	848988	895222	896786	899295	899968
774697	77487	776429	776789	842899	845369	848423	848993	895223	896787	899296	899969
774711	774882	776442	776828	843632	845897	848424	848996	895225	896788	899436	899984
774713	774892	776448	776876	843684	846617	848429	848997	895226	896789	899438	899989
774714	774895	776449	776913	843691	846618	848476	848999	895228	896798	899497	899992
774717	774923	776451	776915	844235	846622	848487	849163	895647	896822	899529	

Obs. As Ottobacias em negrito destacam-se pela maior quantidade relativa de cavernas ou pela densidade dessas feições por km².

Tabela 4 – As 10 Ottobacias, nível seis, que apresentam o maior número de cavernas.

Ottobacia	Número de Cavernas	Localização
749952	1.122	Pains (parte leste) e Arcos (sudeste) - MG
749495	632	Matozinhos (parte central), Pedro Leopoldo (nordeste), Prudente de Moraes (porção leste) e Lagoa Santa (parte noroeste) - MG
62634	390	Parauapebas (porção leste) - PA
749954	300	Pains (parte oeste) e Dorsoópolis (porção leste) - MG
749499	244	Itabirito, Nova Lima e Rio Acima - MG
735455	187	Felipe Guerra (porção central e nordeste) - RN
774596	178	Iporanga (parte centro-oeste) e Apiaí (porção sudeste) - SP
749498	166	Pedro Leopoldo (nordeste), Matozinhos (porção centro-oeste), Prudente de Moraes e Lagoa Santa (sudeste) - MG
742781	164	São Desidério (porção nordeste) - BA
627587	153	Parauapebas (porção leste) - PA

Tabela 5 – Ottobacias, nível seis, que apresentam maiores quantidades de caverna por km².

Ottobacia	Densidade (número de Cavernas por km ²)	Localização
65135 *	3,8219	Xambioá (porção noroeste) - TO
749952	2,2125	Pains (parte leste) e Arcos (sudeste) - MG
735455	1,6867	Felipe Guerra (porção central e nordeste) - RN
768825	1,5597	Barão de Cocais (porção central) - MG
76896	1,4874	Santa Bárbara (oeste), nos limites com Rio Acima - MG
769629	1,3989	Ouro Preto (porção nordeste) - MG
748851 ***	1,3870	Presidente Olegário (porção centro-leste) - MG
735451	1,3705	Governador Dix-Sept Rosado (centro-oeste) - RN
73527	1,3149	Baraúna (porção central) - RN
748683 **	1,2803	Paracatu (porção central) - MG
774596	1,2317	Iporanga (centro oeste) e Apiaí (sudeste) - SP
62634	1,2278	Parauapebas (porção leste) - PA
735243	1,1758	Baraúna (centro leste) e Mossoró (oeste) - RN
651191	1,1653	São Geraldo do Araguaia (leste) – PA e Ananás (oeste) - TO
627587	1,1177	Parauapebas (porção centro-leste) - PA
626182	1,0906	Parauapebas (porção leste) - PA

Obs.* - Menor Ottobacia com registro de caverna (2 cavernas).

** - Quarta menor Ottobacia com registro de caverna.

*** - Vigésima menor Ottobacia com registro de caverna.

O somatório das Ottobacias que apresentam as dez maiores concentrações de cavidades, com aquelas que revelam densidade igual ou superior a uma caverna por km², resulta em 21 Ottobacias. Todas, além de se destacarem pela mais significativa presença de cavidades naturais subterrâneas, apresentam configuração espacial contígua a outras Ottobacias com cavernas e localizam-se nos

estados de Minas Gerais (Figura 4), Pará e Tocantins (Figura 5), Rio Grande do Norte (Figura 6), São Paulo (Figura 7) e Bahia (Figura 8).

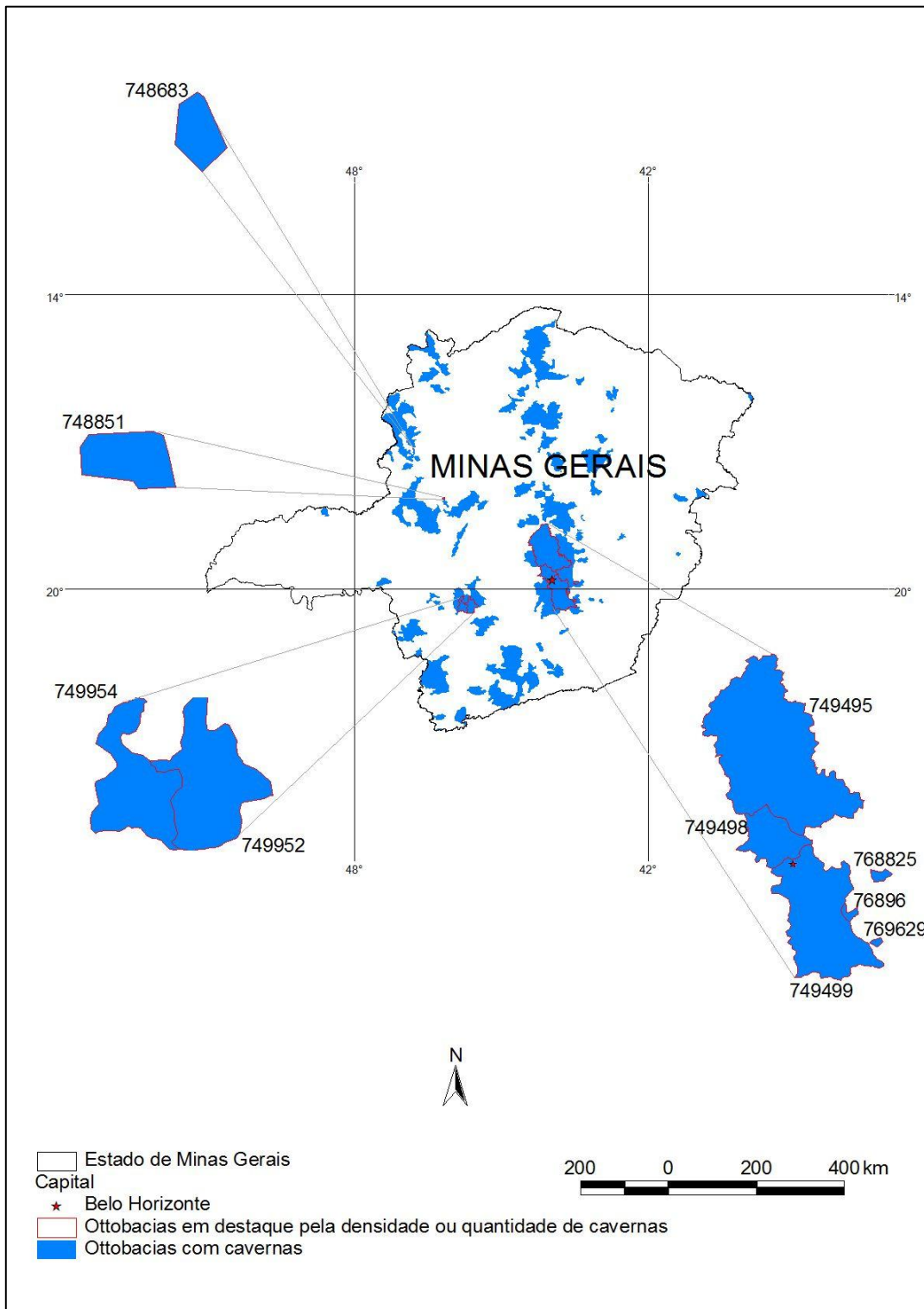


Figura 4 – Ottobacias, nível seis, em destaque pela presença de cavidades naturais subterrâneas no Estado de Minas Gerais.

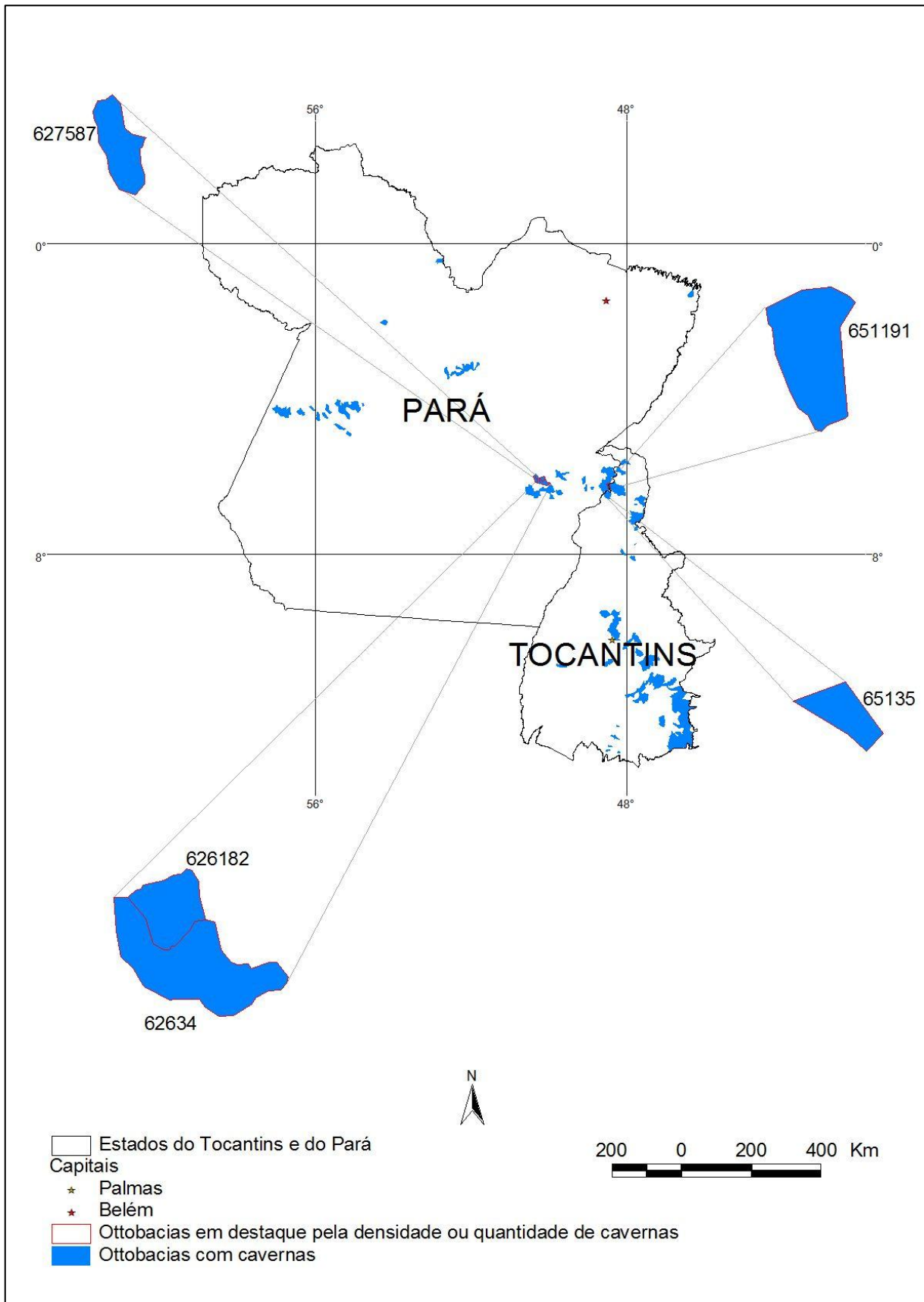


Figura 5 – Ottobacias, nível seis, em destaque pela presença de cavidades naturais subterrâneas nos Estados do Pará e de Tocantins.

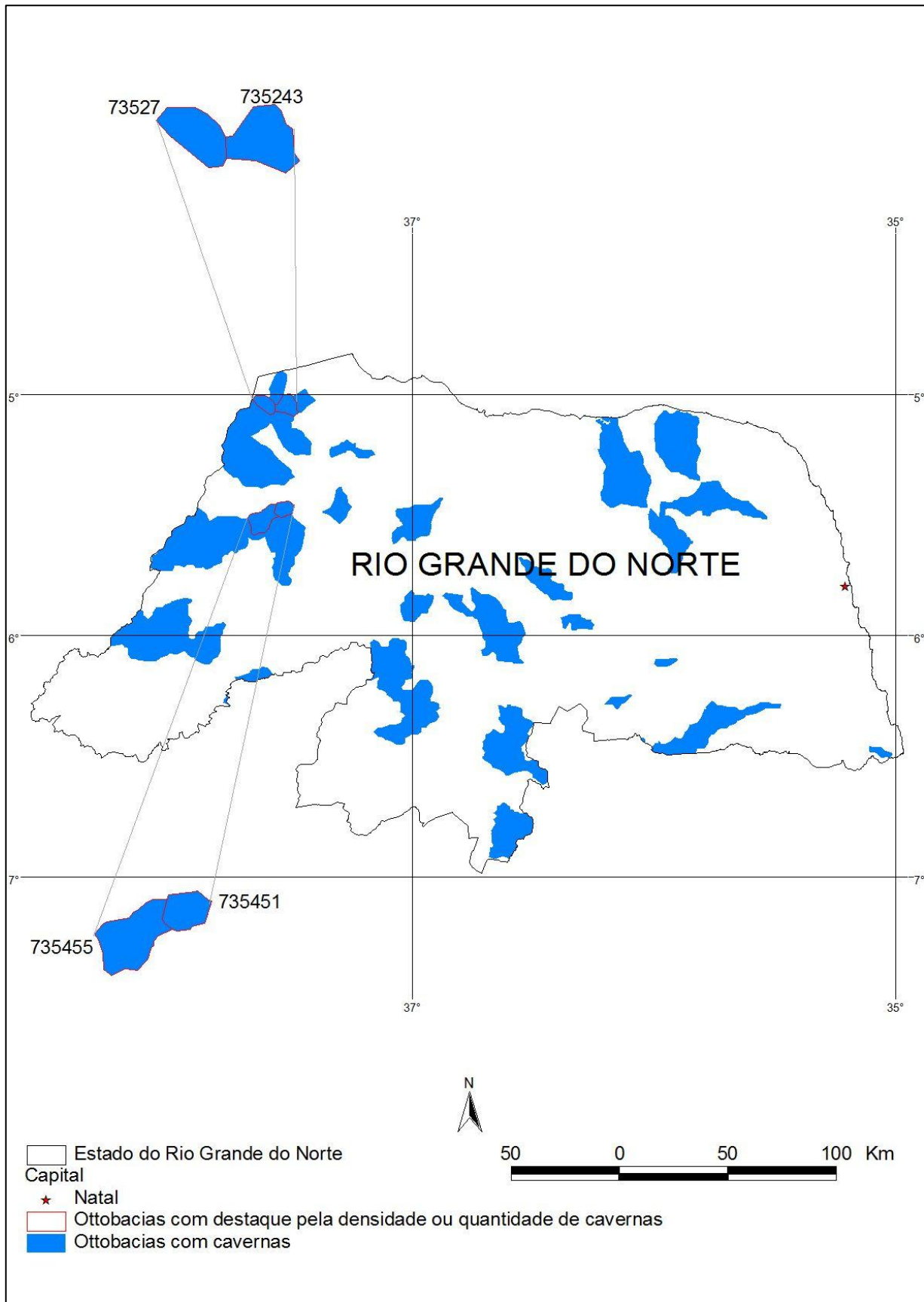


Figura 6 – Ottobacias, nível seis, em destaque pela presença de cavidades naturais subterrâneas no Estado do Rio Grande do Norte.

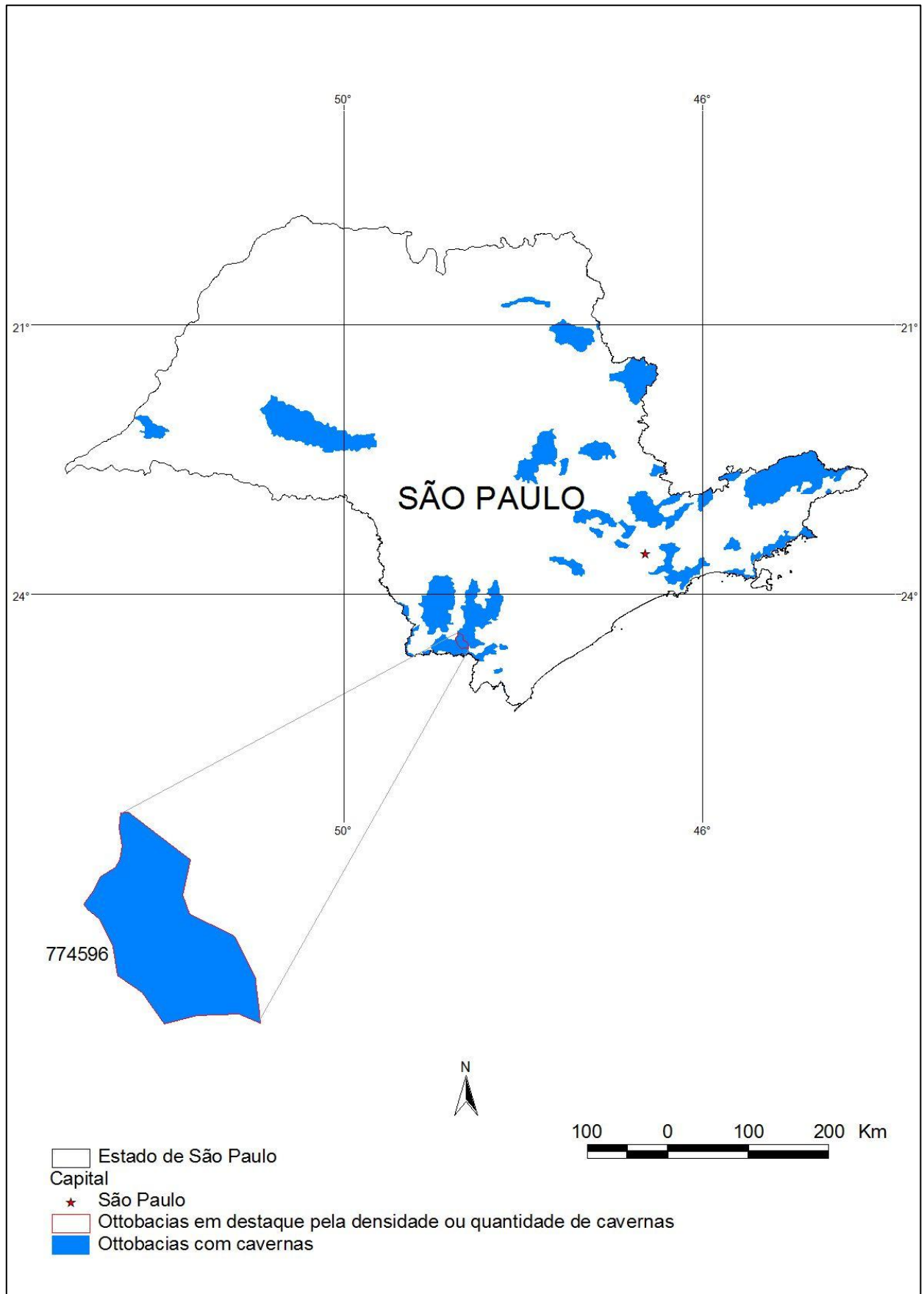


Figura 7 – Ottobacias, nível seis, em destaque pela presença de cavidades naturais subterrâneas no Estado de São Paulo.

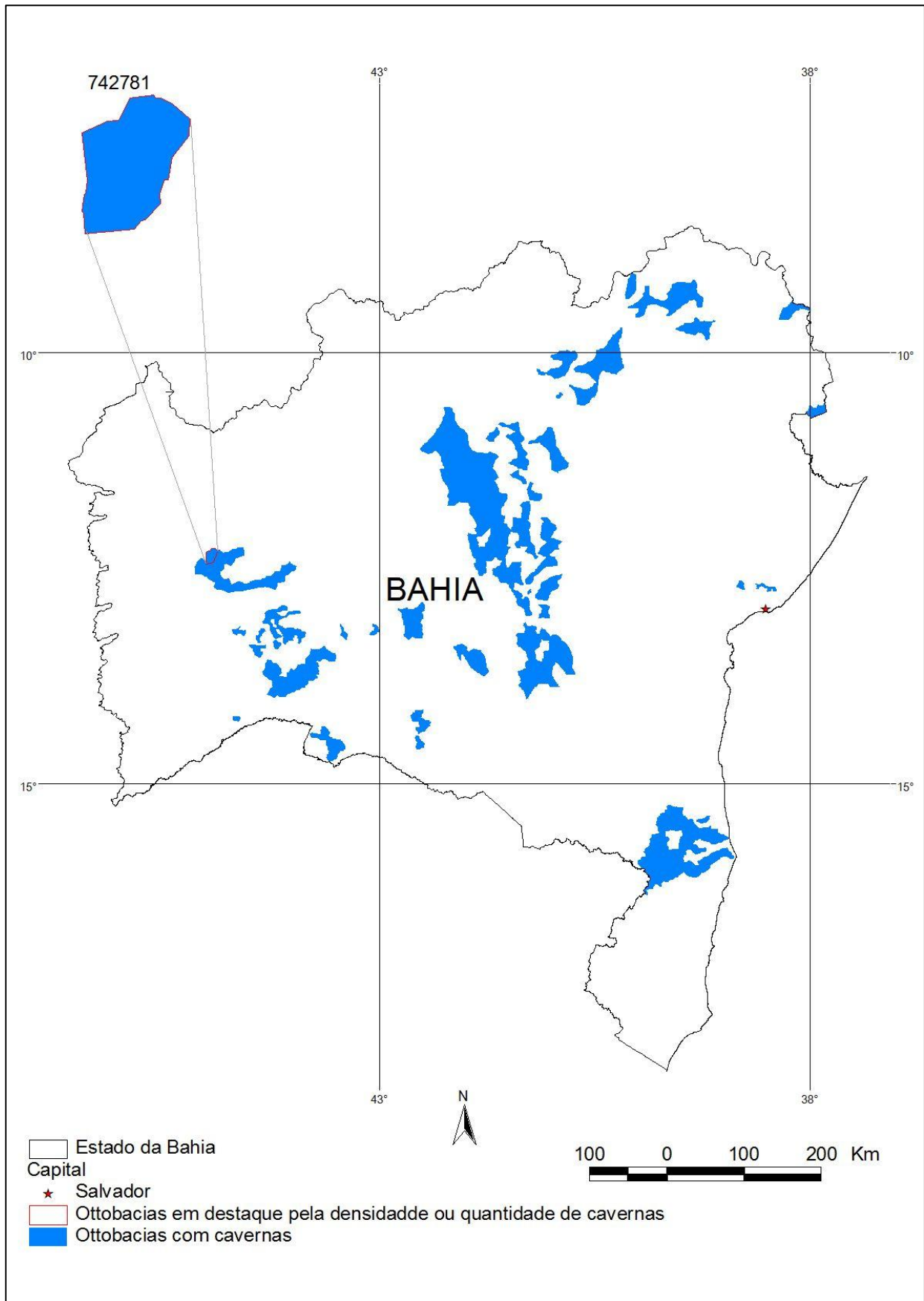


Figura 8 – Ottobacias, nível seis, em destaque pela presença de cavidades naturais subterrâneas no Estado da Bahia.

Os limites territoriais do Estado de Minas Gerais (Figura 4) incorporam, total ou parcialmente, 217 Ottobacias, nível seis, com registro de cavernas. São áreas que, consideradas as continuidades espaciais, distribuem-se entre 52 polígonos distintos.

Das 21 Ottobacias destacadas a nível nacional, as 10 que se distribuem neste Estado constituem áreas especialmente marcadas pela mineração, com destaque à exploração do calcário e do minério de ferro.

Dentre as áreas predominantemente calcárias destacam-se as Ottobacias:

- **749952** (rio São Miguel) e **749954** (ribeirão dos Patos), em afluentes do alto rio São Francisco. Constituem áreas contíguas, cuja prospecção espeleológica deriva especialmente de levantamentos espeleológicos associados a processos de licenciamento ambiental.
- **749495** (rio das Velhas) e **749498** (ribeirão da Mata), áreas contíguas que compõem a bacia do rio das Velhas e abrangem a APA Carste de Lagoa Santa. Cujas cavidades prospectadas derivam especialmente de estudos e pesquisas realizados na referida Unidade de Conservação.
- **748851** (rio da Prata) e **748683** (afluente do rio São Pedro), na bacia do Paracatu. Cujos dados de localização das cavidades advêm principalmente de outras Bases de Dados constituindo, portanto, dados de origens diversas, tanto com relação aos responsáveis pela coleta, quanto à motivação do levantamento.

Mais diretamente associadas às áreas de exploração do minério de ferro e com dados de localização especialmente advindos do licenciamento ambiental e de outras Bases de Dados, tais como o Cadastro Nacional de Cavernas – SBE e o CODEX da Redespeleo Brasil, destacam-se as Ottobacias:

- **768825** (rio Una) e **76896** (rio da Conceição), na sub-bacia do rio Piracicaba, bacia do rio Doce.
- **769629** (afluente do rio Gualaxo do Norte), na bacia do rio Doce.
- **749499** (alto rio das Velhas), na bacia do rio das Velhas.

As cavernas localizadas no Estado do Pará (Figura 5) compreendem, total ou parcialmente, 80 Ottobacias, nível seis, que se concentram em 24 polígonos distintos entre si.

Das 21 Ottobacias destacadas nacionalmente, três inserem-se totalmente nesta unidade da Federação e pertencem à bacia do rio Itacaiúnas. Compõem a unidade espeleológica de Carajás (Valentim e Olivito, 2011) e localizam-se em áreas com potencial à exploração de Ferro, Ouro, Cobre, Alumínio, Manganês, Chumbo e Zinco. Com trabalhos de cadastramento das cavernas iniciados em 1985, nas encostas do platô da Serra Norte (Cunha Junior et. al., 2007), os processos de licenciamento ambiental constituem os principais motivadores à prospecção espeleológica realizada nessas áreas, que apresentam significativa atuação da mineradora Vale.

- **626182** (afluente do rio Itacaiúnas) e a **627587** (rio Azul), ambas abrangendo a Flona de Carajás e a APA do Igarapé Gelado.
- **62634** (afluente do rio Parauapebas) na Flona de Carajás.

Tocantins (Figura 5) apresenta registro de cavidades em 91 Ottobacias, nível seis, total ou parcialmente inseridas em seu território, perfazendo 29 polígonos com agrupamentos de áreas circunvizinhas.

Duas Ottobacias, nível seis, destacam-se nesta unidade da federação. Ambas compõem áreas que foram submetidas a intenso e sistemático trabalho de prospecção espeleológica realizado pelo Grupo Espeleológico de Marabá – GEM. Cujos levantamentos, iniciados em 1987, envolveram a Serra das Andorinhas e região, em apoio à criação do Parque Estadual da Serra dos Martírios/Andorinha e da Área de Proteção Ambiental de São Geraldo do Araguaia (Maurity et. al.,

1999), estendendo-se pela região abrangida pelo empreendimento da Usina Hidrelétrica de Santa Isabel, área de inundação e adjacências (Atzingen, 2003; Atzingen et. al., 2004).

- **65135**, já citada anteriormente, (rio Araguaia) localizada em área de mineração de calcário.
- **651191**(rio Araguaia), compartilhada com o Pará, em área de mineração de diamante e cascalho.

As cavernas registradas no Estado do Rio Grande do Norte (Figura 6) inserem-se em 45 Ottobacias, nível seis, que, considerada a contiguidade de feições, totalizam 21 polígonos distintos.

O Estado apresenta dois perímetros correspondentes aos maiores valores relativos à quantidade e densidade de cavernas no território nacional. Ambos derivam dos esforços de prospecção espeleológica realizados pelo CECAV, a partir de sua Base Avançada no Rio Grande do Norte.

- **735451 e 735455** (rio Apodi), Ottobacias contíguas, em área de mineração de calcário e mármore. Cujos levantamentos espeleológicos iniciaram diante das ameaças que, na década de 1990, a indústria de cal e a mineração artesanal ofereciam às poucas cavernas, então conhecidas no Estado (Cruz et. al., 2010).
- **73527 e 735243** abrangem o Parque Nacional da Furna Feia, também constituindo Ottobacias justapostas que envolvem áreas inicialmente prospectadas para fins de criação de uma unidade de conservação federal que, ora apresentam elevado potencial arqueológico (Cruz, 2011) e paleontológico, além de concentrarem a maior quantidade de cavernas do Estado do Rio Grande do Norte (Cruz et al, 2011).

O Estado de São Paulo (Figura 7) apresenta 68 Ottobacias, nível seis, com registro de cavidades, perfazendo 27 conjuntos com agregação de Ottobacias adjacentes.

Considerando-se as Ottobacias com maior representação de cavernas no território nacional, neste estado destaca-se:

- **774596** (rio Betari), inserida na Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e litoral sul, abrangendo o parque Estadual Turístico do Vale do Ribeira - PETAR. Área que compõe parte do carste descoberto por Krone no início do século XX e incorpora o Alto Ribeira.

O levantamento sistemático e o mapeamento das cavernas da região foram especialmente realizados por grupos espeleológicos ligados à Sociedade Brasileira de Espeleologia – SBE e técnicos do Instituto Geográfico e Geológico do Estado de São Paulo (Karmann e Ferrari, 2002), sendo, inclusive, utilizados na elaboração do Plano de Manejo Espeleológico do PETAR apresentado por Leonel (2010).

No Estado da Bahia (Figura 8) a ocorrência de cavernas é registrada em 131 Ottobacias, nível seis, distribuídas em 33 áreas espacialmente distintas entre si.

A Ottobacia em destaque pelo considerável número de cavernas, tanto deve o amplo reconhecimento espeleológico as excepcionalidades espeleométricas e singularidades cársticas, como destaca Oliveira-Galvão et. al. (2012), quanto à concentração de esforços de prospecção, especialmente impostos pelo licenciamento ambiental de empreendimentos viários, com destaque a duplicação da BR 135, e de mineração.

- **742781** (rio São Desidério), bacia do rio Grande, área de significativa exploração de calcário e intensa atividade agrária.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os dados constantes na Base CECAV reproduzem o estado da arte ou o nível de conhecimento do patrimônio espeleológico nacional até o momento. As cavidades cadastradas concentram-se em áreas cujos estudos espeleológicos derivam de imposições legais bem como em áreas cujos interesses pessoais ou institucionais determinam os maiores esforços à prospecção espeleológica.

Assim sendo, destaca-se a necessidade de que sejam ampliados os esforços no sentido de aumentar a consistência dos dados de localização das cavidades naturais subterrâneas que se distribuem pelo território nacional. Esforços baseados tanto no fomento à realização de amplas e sistemáticas campanhas de prospecção espeleológica, quanto no estímulo e orientação à execução de trabalhos voltados à validação dos dados de localização, segundo métodos e critérios de coleta pré-estabelecidos.

À parte dos resultados ora apresentados deve-se considerar a dinâmica das informações disponíveis, uma vez que a evolução constante das prospecções espeleológicas determina a atualização permanente da Base de Dados do CECAV. O que imprime a necessidade de realização de considerações periódicas das inter-relações existentes entre a localização de cavidades naturais subterrâneas prospectadas e geoespacializadas e as Ottobacias ou unidades de gestão dos recursos hídricos.

Diante dos dados constantes na Base para a elaboração deste artigo, toda atividade de impacto ambiental realizada em uma das 1.139 Ottobacias, nível seis, destacadas pela presença de cavidades naturais subterrâneas, deve levar em consideração a presença do patrimônio Espeleológico. A fragilidade e complexidade dos ambientes cársticos impõem, aos comitês estaduais e interestaduais de Bacias Hidrográficas que contam com a presença de cavidades naturais subterrâneas, a necessidade de aumentarem a atenção quanto à presença de tais feições quando da elaboração de suas considerações e deliberações.

Ainda que os resultados ora apresentados revelem que das 60.001 Ottobacias, nível seis, apenas 1.139 apresentem registro de ocorrência de Cavernas, todas as Ottobacias devem ser submetidas a avaliações sistemáticas e especificamente voltadas a identificação da potencialidade de ocorrência de cavidades naturais subterrâneas. Trabalhos de prospecção espeleológica sistematizada devem ser programados e realizados, especialmente nas Ottobacias que apresentarem os maiores níveis de potencialidade ou registro efetivo de ocorrência de cavernas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. Agência Nacional de Águas. *Bases de Dados Georreferenciadas; Ottobacias*. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/solicitacaoBaseDados.asp>>. Acesso em 21 de janeiro de 2013.

ATZINGEN, N. Von. Estudos Espeleológicos na UHE Santa Isabel. *Boletim Técnico Casa da Cultura de Marabá*. n.2, p.71-86, 2003.

ATZINGEN, N. Von.; ROLDÃO, D.; LEITE, H. J. V. Estudos Espeleológicos no extremo norte do Estado de Tocantins. *Boletim Técnico Casa da Cultura de Marabá*. n.3, p.121-133, 2004.

CECAV – Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas. *Base de Dados*. Disponível em <http://www.icmbio.gov.br/cecav/downloads/mapas.html>. Acesso em 02 de janeiro de 2013.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. *Resolução nº 347 de 10 de setembro de 2004. Diário Oficial da União, 176 de 13 de setembro de 2004*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=452>>, acessada em 17/02/2013.

CRUZ, J. B. Patrimônio arqueológico. In: INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBio. *Proposta de criação de Unidade de Conservação Federal Parque Nacional da Furna Feia; municípios de Baraúna e Mossoró no Estado do Rio Grande do Norte*. Natal, ICMBio, 2011. pp. 10.

CRUZ, J. B.; BENTO, D. de M.; BEZERRA, F. H. R.; FREITAS, J. I.; CAMPOS, U. P.; SANTOS, D. J. dos. Diagnóstico espeleológico do Rio Grande do Norte. *Revista Brasileira de Espeleologia*. v.1. n.1, 2010. 1-24p.

CRUZ, J. B.; BENTO, D. de M.; FREITAS, J. I.; CAMPOS, U. P.; SANTOS, D. J. dos. Patrimônio espeleológico. In: INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBio. *Proposta de criação de Unidade de Conservação Federal Parque Nacional da Furna Feia; municípios de Baraúna e Mossoró no Estado do Rio Grande do Norte*. Natal, ICMBio, 2011. p. 11-12.

CUNHA JUNIOR, W. R.; ATZINGEN, N.; CRESCENCIO, G. *Estudos espeleológicos na Serra dos Carajás, município de Parauapebas – PA*. Congresso Brasileiro de Espeleologia, 29. Ouro Preto – MG, 7 a 10 de junho de 2007. Anais. Campinas, Sociedade brasileira de Espeleologia – SBE, 2007. p. 97-103.

GALVÃO, W. S.; MENESES, P. R. *Uso de SIG e do classificador ISODATA na geração de mapa de regiões geoambientais homogêneas na bacia do rio São Francisco, como um produto estratégico de apoio às ações de planejamento de redes fluviométricas*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12. Goiânia, GO. 16 a 21 de abril de 2005. Anais. INPE, p.2177-2184.

GOMES, J. V. P.; BARROS, R. S. de. *A importância das Ottobacias para gestão de recursos hídricos*. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15. Curitiba – PR, 30 de abril – 5 de maio de 2011. Anais. São José dos campos – SP, INPE, 2011. p. 1287-1294.

IESCHECK, A. L.; SILVA, S. C. da; SILVA, T. S. da; FARINA, F. C.; AYUP-ZOUAIN, R. N. *Aplicação dos Sistemas de Informação Geográfica e sensoriamento remoto na definição de micro-bacia como área de influência ambiental e unidade de gestão: o caso do campus do Vale da U-FRGS – RS*. Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 4. Recife – PE, 06-09 de maio de 2012. Anais. Recife, UFPE, 2012. p.001-005.

KARMANN, I.; FERRARI, J. A. Carste e cavernas do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR), SP. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.; QUEIROZ, E. T.; BERBERT-BORN, M. *Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil*. Brasília, CPRM, 2002. p.401-413.

LEONEL, C. (Coord.). *PETAR; Planos de Manejo Espeleológico Resumo Executivo*. São Paulo, Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2010. 100p.

MAURITY, C. W.; ATZINGEN, N. von; CRESCÊNCIO, G. *Estudos espeleológicos na Serra das Andorinhas, São Geraldo do Araguaia. Boletim Informativo Casa da Cultura de Marabá*. p.42-72, 1999.

OLIVEIRA-GALVÃO, A. L. C. de. *O uso do geoprocessamento como ferramenta de apoio ao cadastramento e caracterização geoambiental de cavernas pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas – CECAV*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMO-

TO, 15. Curitiba, PR. 30 abril a 05 maio de 2011. Anais. São José dos Campos – SP, INPE, 2011. p.3687-3694.

OLIVEIRA-GALVÃO, A. L. C. de; CRUZ, J. B. Considerações técnicas sobre os dados geoespacializados e disponibilizados pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas – CECAV. *Espeleoinfo*. Boletim Eletrônico do CECAV. v.3, Edição Especial. Janeiro de 2012. 08p.

OLIVEIRA-GALVÃO, A. L. C. de; FERREIRA, C. F.; ROSSATO, R. M.; REINO, J. C. R.; JANSEN, D. C.; VILELA, C. do V. Breve descrição do patrimônio espeleológico do município de São Desidério – BA. *Revista Brasileira de Espeleologia*. v.2, n.1, p13-28, 2012.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. *Gestão de bacias hidrográficas. Estudos Avançados*. v.22, n.63, p.43-60, 2008.

PILÓ, L. B.; AULER, A. Introdução à Espeleologia. In: *Curso de Espeleologia e Licenciamento Ambiental*, 3. Brasília, DF: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2011. p.7-23.

SILVA, P. A. *Classificação e codificação das bacias hidrográficas brasileiras segundo método PFAFSTETTER, com uso de geoprocessamento*. Encuentro de las Aguas, 2. Montevidéo, 12-15 de junho de 1999. Anais. Montevidéo, IICA, 1999. 10p. ([HTTP://www.iica.org.uy](http://www.iica.org.uy)).

TEIXEIRA, A. de A.; PRADO, A. do; SILVA, M. A.; SCHERER-WARREN, M.; HAUSCHILD, R. M. P. R.; SOUSA, F. M. L. e; CAMPOS NETO, V. S. *Topologia hídrica: uma proposta para gestão de recursos hídricos utilizando sistema de informações geográficas*. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12. Florianópolis – SC, 21-26 de abril de 2007. Anais. São José dos campos – SP, INPE, 2007. p. 3597-3605.

VALENTIM, R. F.; OLIVITO, J. P. R. Unidade espeleológica Carajás: delimitação dos enfoques regional e local, conforme metodologia da IN-02/2009 MMA. *Espeleotema*. v.22, n. 1, p.41-60, 2011.

VERDIN, K. L.; VERDIN, J. P. A topological system for delineation and codification of the earth's river basins. *Journal of Hydrology*. v.218, p.1-12, 1999.