

IDENTIFICAÇÃO DE RESERVATÓRIOS NATURAIS E ARTIFICIAIS NO BRASIL

Rogério de Abreu Menescal¹; Daniel Sosti Perini²; Morris Scherer-Warren³; Margareth Sílvia Benício de Souza Carvalho⁴; Eduardo Sávio Passos Rodrigues Martins⁵; Ana Maria Lebre Soares⁴; Luiz Carlos Guerreiro Chaves⁴ & Francisco de Assis Jorge De Oliveira⁴

RESUMO --- Este trabalho apresenta a utilização de imagens do satélite brasileiro CBERS-2 para o levantamento de reservatórios (naturais e artificiais) em todo o território nacional. Este estudo é importante para o desenvolvimento de planos de recursos hídricos e para definição de uma estratégia para a gestão da segurança das barragens. O estudo identificou 23.037 reservatórios acima de 200.000 m² em todo o país, sendo 6.929 artificiais, e 17.083 reservatórios acima de 50.000 m², para a região nordeste. Os resultados formam uma base abrangente e confiável para um inventário de reservatórios no Brasil

ABSTRACT --- This work describes the application of brazilian satellite CBERS-2 images in order to carry out a reservoir (natural and artificial) inventory. This study is quite important in order to developing water resources plans and a dam safety management strategy. The study identified 23,036 reservoirs over 200,000 m², being 6,929 artificial, for all the country, and 17,083 reservoirs over 50,000 m², for the northeast region. The results are a comprehensive and reliable reservoir inventory database.

Palavras-chave: Reservatórios, gestão dos recursos hídricos, barragens

¹ Especialista em Recursos Hídricos – Agência Nacional de Águas. rogerio@menescal.net

² Engenheiro Civil, Mestrando do Geotecnia da UnB.

³ Especialista em Recursos Hídricos – Agência Nacional de Águas.

⁴ Fundação Cearense de Meteorologia - FUNCEME

1 INTRODUÇÃO

A maioria das vítimas mortais de todos os acidentes com ruptura de barragens envolve aquelas com uma altura inferior a 30 m, constituindo este tipo de barramento o de maior risco no futuro próximo (ICOLD, 1998). Ainda, enquanto as rupturas de grandes barragens são geralmente mais espetaculares e recebem muito mais atenção do que aquelas de barragens menores, as rupturas de barragens pequenas, construídas em fazendas privadas, ocorrem muito mais freqüentemente. Por isso, em muitos casos, o preço anual total de pequenas rupturas de barragens é maior do que o das rupturas mais raras de grandes barragens (MCKAY & PISANIELLO, 2006).

Complementarmente, eventos anteriores com rupturas de barragens relativamente pequenas causaram conseqüências desastrosas. Por exemplo, na China, as barragens de Shimantan e Banquia romperam em 1975 como conseqüência da ruptura cumulativa de mais de 60 pequenas represas a montante, resultando na morte de 230 mil pessoas. Na Itália, a barragem Stava, localizada nas proximidades de Trento, rompeu em 1985 e lançando somente 180.000 m³ de rejeitos minerários, matou 268 pessoas e causou sérios danos ambientais. Nos Estados Unidos, a barragem de Kelly Barnes Lake, com somente oito metros de altura, rompeu em 1977 matando um total de 39 pessoas. A barragem de Lake Lawn, no Colorado, que tinha também oito metros de altura e acumulava somente 830 mil m³, rompeu em 1982, afogando três pessoas e causando US\$ 31 milhões de prejuízos, apesar dos avisos e evacuação. Esses eventos passados sugerem que sem o adequado projeto, construção e manutenção, pequenas barragens pobremente gerenciadas podem causar significativos danos às pessoas, à propriedade e ao meio ambiente.

As barragens pequenas podem representar um perigo real para a população. Usualmente, o número de pequenas barragens em um país é um número impressionante. Muitas vezes esse número é desconhecido. Assim, é impossível, por razões econômicas, dar atenção para um número tão grande de barragens. Portanto, a necessidade de concentrar esforços é reconhecida por diversos autores. Assim, a escolha das barragens para serem contempladas nos regulamentos sobre segurança de barragens é um aspecto muito importante. (VISEU, 1998)

Os principais acidentes e incidentes ocorridos no Brasil, com ênfase para registros a partir de 2001, encontram-se relacionados em MENESCAL (2009). Segundo esses registros, só no ano de 2004, estima-se a ocorrência de mais de 400 incidentes e acidentes em barragens, de diversos tamanhos e tipos, em todo o Brasil., muitas delas devido à incapacidade de suportar os eventos hidrológicos ocorridos. Neste sentido, o acompanhamento do comportamento das barragens é fundamental para o controle e mitigação do efeito das enchentes.

Entre as estruturas civis altamente perigosas, as barragens figuram entre aquelas cujo desempenho é predito com um dos níveis mais altos de incerteza (KREUZER, 2005). Algumas razões devem-se a:

- a) cada barragem é única. Encontrar referência útil de outras barragens de seu tipo e porte é difícil para um diagnóstico fiável de sintomas do comportamento não usual;
- b) barragens são estruturas complexas. A barragem artificial não é a parte predominante do sistema quando julgamos a incerteza do comportamento. É a fundação menos controlável, que geralmente resulta ser uma conexão mais débil para predizer o desempenho. A interação intrincada entre essas duas partes aumenta o nível da incerteza;
- c) barragens estão mais expostas às vicissitudes da natureza do que outras estruturas civis (e.g. geologia, inundações, terremotos, modificações climáticas).

Estimativas preliminares indicam a existência de cerca de 300.000 barragens em todo o território nacional, algumas delas construídas há mais de 100 anos. Nesse número estão incluídas obras de variados tamanhos e tipos e para diferentes usos, que incluem abastecimento humano, irrigação, geração de energia, mineração, piscicultura, deposição de resíduos industriais etc. Somente no Estado do Ceará esse número pode chegar a 30.000. (MENESCAL et al., 2001)

Tendo em vista os acidentes registrados nos últimos anos, o Ministério da Integração Nacional (MI) iniciou em 2004 uma série de ações na tentativa de minimizar riscos associados às barragens e assim reduzir a ocorrência de acidentes envolvendo essas estruturas em todo o Brasil. Esse conjunto de ações constituiu-se no Projeto de Segurança de Barragens. Um dos maiores entraves encontrados foi o total desconhecimento do poder público sobre o número, a localização, a condição física e os responsáveis pelas barragens brasileiras. (MENESCAL et al., 2007)

Assim, uma das ações para reverter esse quadro foi a criação, em parceria com a Agência Nacional de águas (ANA), do Cadastro Nacional de Barragens (CNB). Inicialmente o cadastramento de barragens foi tentado por meio de autocadastramento, ou seja, pelo preenchimento estimulado da ficha de cadastro a partir dos próprios responsáveis ou instituições fiscalizadoras nos estados e municípios. Em função do pouco retorno obtido, concluiu-se pela necessidade de uma pré-identificação das barragens de forma extensiva em todo o território brasileiro, para que numa segunda etapa as indicações de preenchimento fossem mais direcionadas. Evitando assim a desculpa do desconhecimento por parte das instituições. Assim, o uso de imagens de satélite foi a solução adotada para efetuar o levantamento de espelhos d'água, reservatórios e barragens em todo o território brasileiro.

2 METODOLOGIA

Para a realização dos trabalhos, o MI firmou convênio com a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), que já acumulava larga experiência na área. Assim, a metodologia proposta foi fruto de intensa discussão entre o MI, ANA e FUNCEME, resultando no Guia Operacional para Elaboração das Cartas dos Espelhos D'água do Brasil. (FUNCEME, MI & ANA, 2006)

Desde o lançamento do primeiro satélite de recursos terrestres, o LANDSAT, em 1972, muito se progrediu no que se refere às pesquisas na área de meio ambiente e recursos naturais através das imagens de satélite. Atualmente as imagens de sensoriamento remoto vêm se tornando cada vez mais, parte do nosso cotidiano. A previsão meteorológica é ilustrada nos jornais e na televisão por imagens de satélites meteorológicos, regiões de conflitos internacionais são mostradas na mídia através de imagens obtidas do espaço, da mesma forma que imagens de satélite passam cada vez mais a ilustrar livros, catálogos, calendários, pôsteres e muitas outras formas de comunicação visual.

A utilização de técnicas de sensoriamento remoto para o gerenciamento de recursos naturais é um fato consolidado no mundo das geotecnologias. As imagens orbitais têm se mostrado especialmente úteis no mapeamento de grandes áreas e em sua análise temporal, permitindo o acompanhamento da evolução de cenários ambientais ao longo de um determinado período. (AZEVEDO, 2008)

Num país de dimensão continental como o Brasil, com uma grande carência de informações adequadas para a tomada de decisões sobre os problemas urbanos, rurais e ambientais, o geoprocessamento apresenta um enorme potencial, principalmente se baseado em tecnologias de custo relativamente baixo, em que o conhecimento seja adquirido localmente (CÂMARA, 2001).

Dentro desta ótica o trabalho apresentado teve como objetivo realizar o mapeamento cartográfico dos espelhos d'água, acima de 200.000 m² (20 ha)⁶, que cobrem o território brasileiro, através das imagens CBERS-2, visando gerar subsídios para o planejamento dos recursos hídricos pelos órgãos gestores.

⁶ O recorte utilizado foi a identificação de todos os espelhos com área superior 200.000 m² (20 ha), pois esta área equivale a um volume aproximado de 500.000 m³ (MOLLE, 1994). Para o NE, o recorte foi de espelhos acima de 50.000 m² (5ha), que equivale a um volume da ordem de 100.000 m³.

Como trabalho precursor que serviu de embasamento para o mapeamento dos espelhos de 20 ha do Brasil, destaca-se o realizado pela Agência Nacional das Águas (ANA) no ano de 2004, em que foi realizado o levantamento dos reservatórios maiores que 10 milhões m³ para a Região Nordeste através de imagens CBERS-2. (BIELINK et al., 2007)

Para o levantamento objeto deste trabalho, o Satélite Sino-brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS) foi usado como fonte primária de informação, cujas imagens (CCD/CBERS-2), são disponibilizadas gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Estas imagens possuem resolução espacial nominal de 20 m e foram adotadas em virtude de apresentar compatibilidade com a escala de trabalho desejada para a geração da base cartográfica digital dos reservatórios. Foram utilizadas 922 imagens CCD/CBERS-2 com datas variando de 2004 a 2007, dando-se preferência àquelas com datação mais recente. Na impossibilidade de utilização de imagens recentes, seja por presença de nuvens ou por indisponibilidade no acervo do INPE, foram utilizadas imagens de outras datas disponíveis. Todas as cenas CBERS-2 passaram por um processo de restauração utilizando-se o algoritmo Restau.exe desenvolvido pelo INPE. Em seguida, utilizando-se o Erdas Imagine 9.0, as imagens CBERS foram georeferenciadas tendo como base as imagens do produto LANDSAT 7 GeoCover (NASA, 2006). A Figura 1 mostra a cena CBERS 150/102 restaurada na combinação colorida (342) e monocromática (banda 4).

O georeferenciamento das imagens foi realizado escolhendo-se pontos de controle (Ground Control Points) na LANDSAT e marcando os correspondentes na CBERS-2. Esses pontos de controle foram identificados em locais fixos (e.g. cruzamentos de estradas, esquinas de ruas, construções, monumentos etc.) e nunca sobre rios e corpos d'água.

Após a preparação das imagens CBERS passou-se ao processo de vetorização dos espelhos d'água. A vetorização das feições do reservatório foi realizada manualmente (heads-up), ou seja, foi feita por um operador que perseguiu cada feição raster com o cursor, escolhendo as primitivas geométricas que a modelem melhor na estrutura vetorial. Quanto ao parâmetro adotado pelo digitalizador para a definição dos espelhos d'água nas imagens CBERS-2, seguiu-se a resposta espectral da feição, bem como recorreu-se à banda 4 da imagem, que por ser monocromática os espelhos d'água apareciam em melhor definição.

A vetorização dos espelhos foi feita no software ArcGis 9.1. Os polígonos referentes aos espelhos foram desenhados com polilinhas fechadas na escala entre 1:250.000 e 1:50.000 e o contorno foi feito

de modo a acompanhar, em detalhe, o mesmo contorno do espelho de água visível na CBERS-2. Previamente, foram criados os arquivos “shapes” específicos para cada tipo de vetorização que viesse a surgir, como: espelho d’água, ilhas, linha de costa e estuário, nuvem (para identificar os espelhos que apresentavam alguma nuvem sobre o mesmo) e espelho d’água continuidade (caso o reservatório abrangesse mais de uma cena). Se a imagem CBERS-2 não oferecesse condições de boa visualização do contorno do espelho d’água, seja pela presença de nuvens ou mesmo por uma má resposta espectral da água, a vetorização era feita pela imagem LANDSAT GeoCover, representando, assim, a condição do reservatório no ano de 2000. A cada vetorização o trabalho feito era avaliado por uma equipe técnica da FUNCEME que realizava os ajustes e correções dos polígonos vetorizados. Após digitalizados os polígonos, foi criado um banco de dados (dbf) com os seguintes campos: perímetro (m), área (m²), proprietário, tipo de reservatório (natural ou artificial), tipo de barramento, localização (UF, município e localidade), nome do reservatório, capacidade (hm³), id cena (CBERS na qual foi vetorizado o reservatório) e código. Dentre esses tópicos o perímetro, a área, o tipo de reservatório, a localização e a id cena foram preenchidos pelo próprio vetorizador, sendo que os demais campos foram criados para posterior utilização dos órgãos competentes. Em algumas áreas, como a região Nordeste, foram mapeados espelhos com limite a partir de 5,0 hectares utilizando-se a mesma metodologia, porém na escala de trabalho de 1:100.000.

3 RESULTADOS

Como produto do georreferenciamento das imagens CBERS-2 foi confeccionado um mosaico recobrimdo todo o Brasil (Figura 2). A constituição desse mosaico foi realizada também através do Erdas Imagine 9.0 com a função MosaicPro. Porém, antes procurou-se melhorar a qualidade visual das imagens fazendo-se modificações no seu contraste cena por cena, objetivando-se diminuir as inconstâncias radiométricas provenientes do sensor e consequentemente obter uma maior homogeneização entre as cenas. Em seguida, as imagens foram agrupadas por Estado e feito o mosaico de acordo com os limites estabelecidos pelo IBGE.

No total, foram mapeados 23.037 espelhos d’água distribuídos por todo o território brasileiro. Quanto à área dos espelhos é importante ressaltar que por margem de segurança considerou-se espelhos a partir de 19 hectares. Sendo assim, as áreas dos espelhos digitalizados variaram de 19 ha a 1.033.660,65 ha, sendo que o primeiro localiza-se no Ceará, no município de Crateús e o outro é a Lagoa de Patos, no Rio Grande do Sul. A Figura 3 mostra a distribuição espacial dos reservatórios pelo Brasil.

Com relação à distribuição territorial dos espelhos d'água pelo Brasil, destaca-se o Estado do Amazonas com a maior concentração (5.976), equivalente a 25,94%, em contraste com o Distrito Federal com apenas 10 espelhos, correspondendo a 0,04% do total (Tabela 1).

Quanto à distribuição dos tipos de espelhos por região (Figura 4), o maior número de reservatórios naturais ocorreu no Norte (8.303) em decorrência, provavelmente, das zonas alagadiças que formam consideráveis lagoas próximas aos grandes rios. Já nas regiões Nordeste e Sul predominaram os reservatórios do tipo artificial, evidenciando, assim a política de construção de barragens.

A política das pequenas barragens pressupõe a importância do estoque distribuído na bacia, em detrimento de uma opção mais eficiente no armazenamento das disponibilidades hídricas da bacia. De acordo com o autor supracitado, sendo a preocupação a eficiência, deve-se priorizar os médios e grandes reservatórios, uma vez que os resultados já alcançados mostram que o impacto dos pequenos açudes na média e na grande açudagem pode ser significativo. (MARTINS et al., 2007)

A seguir observam-se exemplos de um reservatório artificial (Figura 5a) e um natural (Figura 5b) vetorizados sobre as imagens CBERS-2.

A análise da síntese dos relatórios de erro permite constatar que todas as novecentas e vinte e duas imagens estão em conformidade com os padrões pré-estabelecidos de qualidade, ou seja, erro médio quadrático nunca maior que 1 pixel e, em média, de oito a dez pontos de controle. O resumo estatístico de todo o processo de georeferenciamento está relacionado na Tabela 2.

No que se referente aos espelhos d'água com limiar de 5 ha, a região Nordeste apresentou um total de 17.083 espelhos, representado um incremento de 242,41%, em relação aos 4.989 obtidos acima de 20 ha, evidenciando o impacto dos pequenos reservatórios na Região.

4 CONCLUSÃO

O presente trabalho resultou no primeiro mosaico do Brasil feito a partir das imagens do sensor CCD do CBERS-2. O georeferenciamento das 922 imagens evidencia a excelente qualidade geométrica das imagens do sensor CCD/CBERS 2, bem como do criterioso trabalho de seleção de pontos de controle, resultando em um mosaico com excelente qualidade geométrica recobrando todo território nacional.

O Mapeamento dos Espelhos D'água do Brasil proporcionou a identificação de todos os reservatórios, açudes, lagoas e lagos do Brasil com área superficial acima de 20 hectares. Em algumas áreas, como a região Nordeste, a Bacia do Paraíba do Sul e o Estado de Minas Gerais este limiar já foi diminuído para 5 hectares. Ressalta-se que nem todos os estados possuem cadastro dos reservatórios

existentes em seu território. A esse despeito, este produto estará disponível para toda a sociedade, constituindo valioso recurso não apenas para a União, mas para os estados e municípios. (FUNCEME, 2008)

Diante dos resultados obtidos, em consonância com a metodologia empregada, pôde-se concluir que a técnica de sensoriamento remoto usando imagens CCD/CBERS-2 é adequada para mapeamento de reservatórios, permitindo, inclusive, a distinção entre espelhos d'água naturais e espelhos artificiais. Neste trabalho foram mapeados 23.037 espelhos d'água no Brasil com área a partir de 20 hectares, sendo 6.929 artificiais e 16.108 naturais.

Os resultados mostraram que o maior número de reservatórios naturais ocorre na região Norte, enquanto que os artificiais concentram-se na região Nordeste, evidenciando, a política de construção de açudes que visa o armazenamento da água para suprir os meses de estiagem.

A experiência e a prática acumuladas neste trabalho, principalmente quanto a aplicabilidade da imagem CBERS-2, comprova sua eficiência em mapeamentos ainda mais detalhados, podendo identificar facilmente reservatórios com área a partir de 5 hectares.

O trabalho de mapeamento, além de identificar os reservatórios que não foram cadastrados pelo MI, aperfeiçoou um banco de informações sobre a situação das barragens e estudos de riscos potenciais, gerando subsídios para as decisões político-administrativas relacionadas à gestão dos recursos hídricos e da segurança de barragens no Brasil. Com o banco de dados, o MI e a ANA passam a dispor de informações sobre a distribuição espacial dos espelhos d'água em uma base unificada de dados, permitindo o acompanhamento e avaliação de programas integrados de desenvolvimento nacional.

Todas as informações coletadas estão sendo incorporadas nova versão do Sistema CNB-WEB (Figura 6), parte integrante do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos, sob a responsabilidade legal da ANA.

As informações obtidas através das imagens de satélites deverão passar agora por uma etapa de consistência, através de uma complementação dos atributos, pelos estados e municípios, a fim de permitir a priorização de ações através de um programa de inspeções das obras em campo. Com isso, espera-se criar um banco de dados primário, que será ao longo dos anos complementado com as informações fornecidas para o Sistema Nacional de Informação sobre a Segurança de Barragens – SNISB, cuja administração, segundo a proposta do PL 1181/2003, deverá ficar sob a incumbência da ANA.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Agência Nacional de Águas, Ministério da Integração Nacional e à Fundação Cearense de Meteorologia pela disponibilização das informações.

BIBLIOGRAFIA

- AZEVEDO, T. C. (2008). Utilização de imagens CBERS-2 para atualização da base cartográfica de recursos hídricos do estado do Rio Grande do Norte. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, (SBSR) 13., 2007, Florianópolis. Anais... Santa Catarina: INPE, 2007. Artigos, p.749-753. CD-ROM, On-line. ISBN 978-85-17-00031Disponível em:<<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2007/01.31.19.10/doc/@sumario.htm>>. Acesso em: 20 jan. 2008.
- BIELENKI Júnior, C.; Hauschild, R. M. P. R.; Godinho, J. M.; Scherer-Warren, M.; Quirino, W. S. (2007). Mapeamento de reservatórios no nordeste usando imagens CBERS II. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 13., 2007, Florianópolis. Anais... Santa Catarina: INPE, 2007. Artigos, p.758-790. CD-ROM, On-line. ISBN 978-85-17-00031. Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2007/01.31.19.10/doc/@sumario.htm>. Acesso em: 14 fev. 2008.
- CÂMARA, G.; Davis, C. Apresentação. In: Câmara, G.; Davis, C.; Monteiro, A. M. V. (2007). Introdução à ciência da geoinformação. São José dos Campos: INPE, 2001. cap. 01. p.1. Disponível em: <<http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43/doc/publicacao.pdf>> Acesso em: 20 jun. 2007.
- FUNCEME (2008). Mapeamento dos espelhos d'água do Brasil.. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, Fortaleza:, 2008, 108p.
- FUNCEME, MI & ANA (2006). Guia operacional para elaboração das cartas dos espelhos d'água do Brasil. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, Ministério da Integração Nacional, Agência Nacional das Águas, Fortaleza, 2006, 81p.
- ICOLD (1998). Dams less than thirty meters high – Costs savings and safety improvements. International Committee on Large Dams, Paris, Bulletin 109.
- KREUZER, H. (2005). Assessing uncertainty in dam engineering. In: Annual Meeting of ICOLD, 73. Tehran, IRAN. may. 1- 6, 2005. n. 007-S1.
- MARTINS, E. S. P. R.; Menescal, R. A.; Warren, M. S.; Souza Carvalho, S. B.; Melo, M. S.; Perini, D. S.; Oliveira, F. de A. J. (2007). Utilização de imagens CBERS para mapeamento dos espelhos d'água do Brasil, 2007, Florianópolis-SC. Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007.
- MCKAY, J. & PISANIELLO, J. (2006). The need for private dam safety assurance: a follow-up 'model' policy from Tasmania. The Australian Journal of Emergency Management, v. 21, n. 2, may. 2006.
- MENESCAL, R. A. (2009). Gestão da segurança de barragens no Brasil - Proposta de um sistema integrado, descentralizado, transparente e participativo. 2009. 727p. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.
- MENESCAL, R. A.; FONTENELLE, A. S.; OLIVEIRA, S. K.; VIEIRA, V. P. P. B. (2001). Ações de Segurança de Barragens no Estado do Ceará. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE GRANDES BARRAGENS, 24., 2001c, Fortaleza. Anais... Fortaleza: CBDB, 2001.
- MENESCAL, R. A.; PERINI, D. S.; MIRANDA, A. N.; PITOMBEIRA, E. S. (2007). A dam safety Project in Brazil. Granada: Hydro, 2007.

- MOLLE, F. (1994). Geometria do pequenos açudes. Recife: SUDENE, DPG, PRN, HME, 1994. 126 p.
- NASA – National Aeronautics and Space Administration (2006). Orthorectified Landsat Enhanced Thematic Mapper (ETM+) Compressed Mosaics. Disponível em: <[https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/docs/ GeoCover_circa_2000_Product_Description.pdf](https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/docs/GeoCover_circa_2000_Product_Description.pdf)> Acesso em: 29 dez. 2006.
- WISEU, T. M. R. (1998). Safety risks of small dams. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NEW TRENDS AND GUIDELINES ON DAM SAFETY, 1998, Barcelona. Proceedings... Barcelona: by L. Berga, v.1, jun. 1998. Rotterdam u.a.: Balkema, ISBN 90-5410-974-2.

Tabela 1 – Distribuição dos Espelhos d'água (naturais e artificiais) maiores de 20ha por Estado.

SIGLA	UF	Número de Espelhos	Artificiais	Naturais
AC	Acre	27	13	14
AL	Alagoas	83	42	41
AM	Amazonas	5.976	20	5.956
AP	Amapá	208	3	205
BA	Bahia	1.356	240	1116
CE	Ceará	1.353	1206	147
DF	Distrito Federal	10	8	2
ES	Espírito Santo	129	40	89
GO	Goiás	719	256	463
MA	Maranhão	483	84	399
MG	Minas Gerais	800	368	432
MS	Mato Grosso do Sul	2.297	67	2230
MT	Mato Grosso	1.827	246	1581
PA	Pará	1.290	76	1214
PB	Paraíba	444	429	15
PE	Pernambuco	238	218	20
PI	Piauí	318	88	230
PR	Paraná	106	53	53
RJ	Rio de Janeiro	125	12	113
RN	Rio Grande do Norte	669	569	100
RO	Rondônia	230	33	197
RR	Roraima	366	17	349
RS	Rio Grande do Sul	3.009	2451	558
SC	Santa Catarina	81	44	37
SE	Sergipe	46	23	23
SP	São Paulo	370	214	156
TO	Tocantins	477	109	368
TOTAL		23.037	6.929	16.108

Tabela 2 - Resumo estatístico das imagens CBERS-2 georreferenciadas.

Parameter	Value
Desvio Médio do Erro (RMS)	
Média Aritmética RMS	0,46
Desvio Padrão RMS	0,19
Variância RMS	0,04
Pontos de Controle	
Total Pontos	8.966
Média Aritmética Total Pontos	9,92
Desvio Padrão Total Pontos	2,49
Variância Total Pontos	6,21
Max Pontos	24
Min Pontos	4

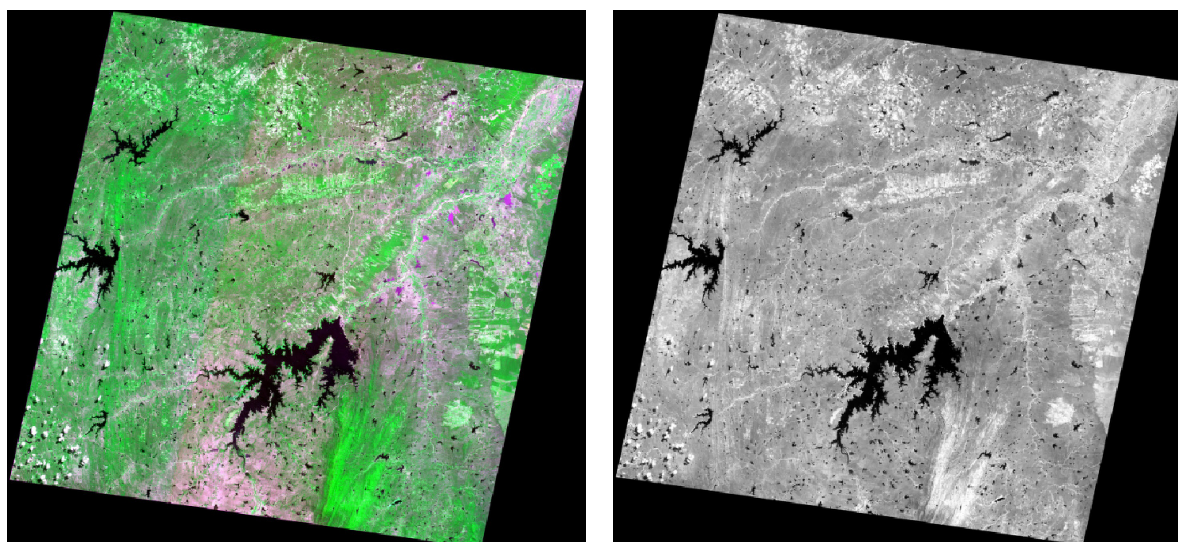


Figura 1 - Imagens CBERS-2, 150/102, em RGB 342 e na banda 4.



Figura 2 - Mosaico das imagens CBERS-2 do território brasileiro.



Figura 3 – Distribuição espacial do espelhos d'água maiores de 20ha no Brasil.

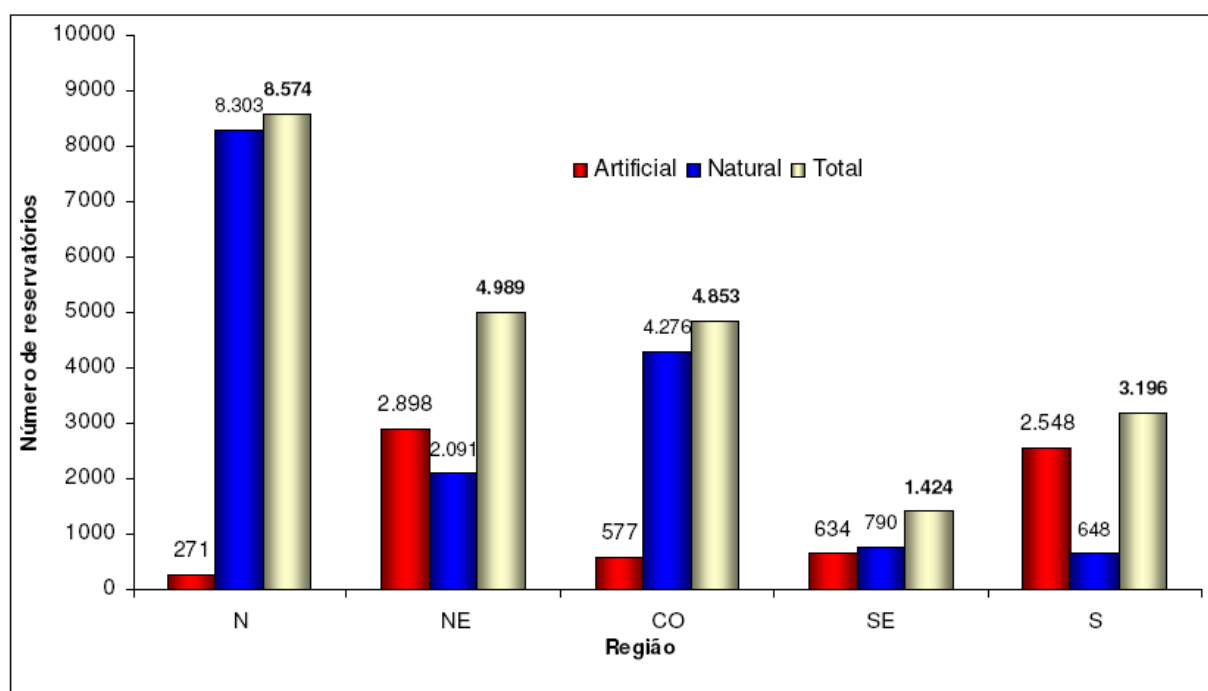


Figura 4 – Distribuição dos espelhos d’água maiores de 20ha por região do Brasil.

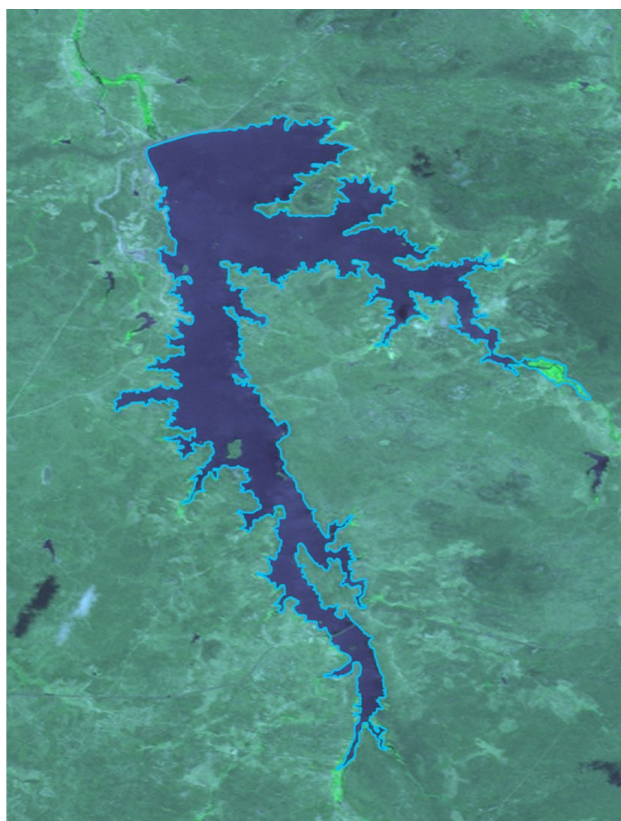


Figura 5a - Açude Público Edson Queiroz, localizado no município de Santa Quitéria, Ceará.

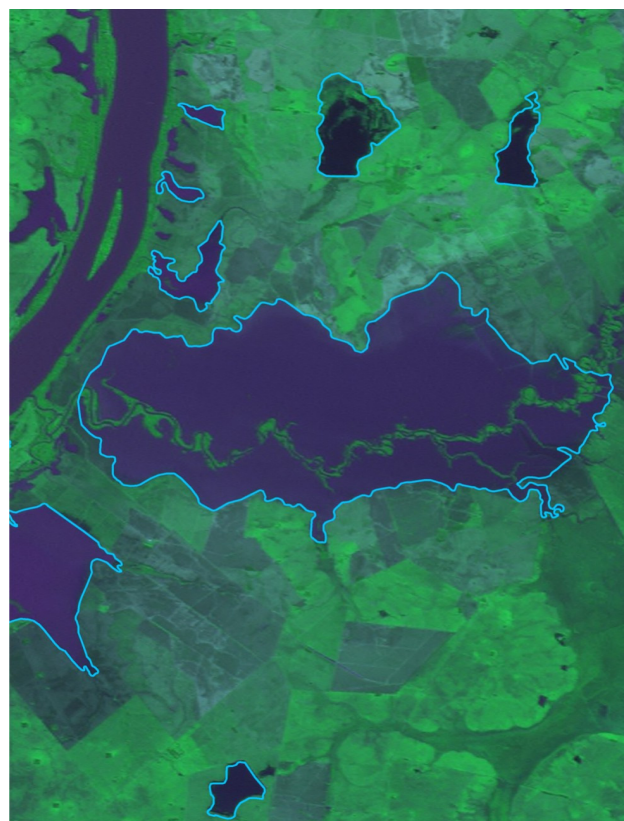


Figura 5b - Lagoas digitalizadas no município de São Borja, Rio Grande do Sul.

Governo Federal

Destaque do Governo

Brasília, segunda-feira, 5 de janeiro de 2009.

Olá, **DANIEL** | [Meus Dados](#) | [Sair](#)

CNB-Web | Cadastro Nacional de Barragens pela Web

Pesquisa Livre por

TODOS

» PESQUISAR

☒ Minhas Barragens Cadastradas
☐ Todas Barragens Cadastradas

[Início](#) | [Cadastrar Barragem](#) | [Minhas Barragens Cadastradas](#) | [Todas Barragens Cadastradas](#) | [Sair](#)

Módulo Barragem

Selecione Usuário ou Setor

14544-3 - ENG. SOLANGE DIAS DE MEDEIROS

» MÓDULO BARRAGEM [14544-3.1058]

2 - IDENTIFICAÇÃO DA BARRAGEM

2.1 - INFORMAÇÕES GERAIS

2.2 - LOCALIZAÇÃO / COORDENADA...

2.3 - BACIA / SUB-BACIA

2.4 - SITUAÇÃO / IDADE DA OBRA

2.5 - REGRAS OPERACIONAIS DE SEGUR...

2.6 - TREMORES DE TERRA

2.7 - DOCUMENTAÇÃO TÉCNIC...

2.8 - VOLUMES TOTAIS DE OBRAS

2.9 - INFORMA...

2.10 - CURVA CHAVE

2.11 - BARRAGEM PRINCIPAL

2.12 - BARRAGEM AUXILIAR

2.13 - SANGRADOURO / VERTEDOURO

2.14 - TOMADA D'ÁGUA

2.15 - DRENAGEM INTERNA

2.16 - DRENAGEM EXTERNA

2.17 - REVESTIMENTO DE TALUDES

2.18 - INSTRUMENTAÇÃO

3 - ASPECTOS DA GESTÃO DA BARRAGEM

3.1 - USOS ATUAIS

3.2 - MATERIAL ACUMULADO

3.3 - SITUAÇÃO DA ÁREA A...

3.4 - SITUAÇÃO DA ÁREA NO...

4 - ASPECTOS DA GESTÃO DOS RH DA BA...

4.1 - OUTORGA DE USO DOS RECURSOS...

4.2 - OUTORGA OU LICENÇA DE CONSTRU...

14544-3.1058 | 2 - IDENTIFICAÇÃO DA BARRAGEM - ETAPA 1 DE 24

BARRAGEM

[14544-3.1058 - ENGENHEIRO ARMANDO RIBEIRO GONÇALVES]

SALVAR

CANCELAR

LISTAR

(*) indica campo com preenchimento necessário

Nome do Açude / Barragem

14544-3.1058 - ENGENHEIRO ARMANDO RIBEIRO GONÇALVES

2.1 - Informações Gerais

2.1.1 - Empresa / Proprietário (Responsável)*

14544-3.16 - DNOCS/RN

CADASTRAR

EDITAR

2.1.2 - Nome do Açude / Barragem*

ENGENHEIRO ARMANDO RIBEIRO GONÇALVES

255 caracteres restantes

desconhecido(a)

restaurar

apagar

2.2 - Localização / Coordenadas

Figura 6 – Sistema de Cadastro Nacional de Barragens (CNB-WEB).

XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos

15