

O USO DE GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO AÇUDE MUCAMBO - CEARÁ

Adahil Pereira de Sena¹; Josefa Marciana Barbosa de França²; Francisco Robério Bezerra Albuquerque^{3}; Maria Joceli Noronha de Andrade⁴; Daniel Lima de Sena⁵*

Resumo – A principal fonte de abastecimento da zona urbana do município de Mucambo, Estado do Ceará, é o açude Mucambo, construído antes da emancipação do município, no ano de 1953. O referido reservatório foi construído pela população local, com ajuda da Prefeitura Municipal, no entanto, não se localizou o registro deste reservatório. O açude é considerado estratégico para a população e, em consequência da sua importância, realizou-se inspeção técnica in loco, onde se identificou um acelerado processo de eutrofização da água remanescente, assim como, vários impactos ambientais na bacia de hidráulica e hidrográfica. A partir de técnicas de sensoriamento remoto, processaram-se três imagens: na primeira imagem delimitou-se a área da bacia hidrográfica de 7.874.724 m² (imagem SRTM); na segunda, estimou-se a drenagem e a área da bacia hidráulica de 423.333 m² (Landsat 7 TM - julho de 2009 - ano de maior precipitação); na terceira, quantificou-se as áreas degradadas (Landsat 7 TM - julho de 2011), onde se identificou que 32% da área foram desmatados, principalmente no entorno do reservatório e próximo ao leito do rio. No restante da área (68%) existia alguma vegetação, que é caracterizada por Floresta Caducifolia Espinhosa (Caatinga Arbórea).

Palavras-Chave – Sensoriamento remoto; bacia hidrográfica; impactos ambientais.

THE GEOTECHNOLOGY USE APPLIED TO MANAGEMENT OF WATER RESOURCES IN THE BASIN MUCAMBO WEIR - CE

Abstract – The main source of supply of the urban area of Mucambo-CE and the Mucambo dam, built before the emancipation of the municipality in 1953. The aforementioned reservoir was built by the local population, with the help of the city hall, however, no record of this reservoir was found. The reservoir is considered strategic for the population and as a consequence of its importance, a technical inspection was carried out in loco where an accelerated process of eutrophication of the remaining water was identified, as well as several environmental impacts in the hydro and hydrographic basin. Based on remote sensing techniques, three images were processed: in the first image, the basin area of 7,874,724 m² (SRTM image) was delimited; In the second one, the drainage and the hydraulic basin area were estimated to be 423,333 m² (Landsat 7 TM - July 2009 - year of higher rainfall); In the third one the degraded areas were quantified (Landsat 7 TM - July 2011), where it was identified that 32% of the area was deforested, mainly around the reservoir and near the river bed. In the rest of the area (68%) there was some vegetation, which is characterized by Thorny Caducifolia Forest (Caatinga Arbórea).

Keywords – Remote sensing; hydrographic basin; environmental impacts.

¹Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - COGERH; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Fortaleza; adahilsena@gmail.com

²Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - COGERH; marciana.fran@gmail.com

³Universidade Federal do Ceará; roberioalbuquerque9@gmail.com

⁴Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Tabuleiro do Norte; joceli.andrade@ifce.edu.br

⁵Limas Projetos de Engenharia e Consultoria Ambiental; danielsen81@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O acelerado processo de degradação dos biomas brasileiros tem ocasionados a perda da biodiversidade, o que tem culminado com a extinção da fauna, da flora, além de vários outros impactos ambientais nos ecossistemas, sendo necessário estabelecer metas para redução ou mitigação dos impactos aos recursos naturais, visando à preservação a partir da concepção de unidade de conservação, que existe desde a década de 30. No entanto, foi a partir da Constituição de Federal de 1988, considerado o primeiro marco legal, onde se assegura a todos “um meio ambiente ecologicamente equilibrado e impõe ao Poder Público o dever de defendê-lo e preservá-lo”.

A Lei Nº 11.998, de 24 de junho de 1992, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos do Ceará e institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos (SIGERH), estabelece que a bacia hidrográfica é a unidade básica a ser adotada para o gerenciamento dos potenciais hídricos, como decorrência de condicionante natural que governa as interdependências entre as disponibilidades e demandas de recursos hídricos em cada região. CEARÁ/COGERH (1992). Atualmente, dentro do Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos, a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - COGERH realiza o monitoramento qualitativo e quantitativo de 153 açudes (Federais e Estaduais) e adota a bacia hidrográfica como unidade de gerenciamento.

Segundo Paulino *et al.* (2007), a remoção da cobertura vegetal altera significativamente a cobertura do solo, ocasionando alterações no ciclo hidrológico, já que ocorre a diminuição da porcentagem de água infiltrada e o aumento no escoamento superficial, sendo que, o açude por se localizar no exutório sofre as conseqüências desses impactos, como assoreamento, diminuição da qualidade das águas, perda de balneabilidade e alterações na biota.

Os múltiplos usos na bacia hidrográfica do açude Mucambo têm ocasionado a degradação dos recursos naturais, constatado a partir da vistoria técnica realiza no ano de 2014, onde se identificou várias irregularidades na área de preservação permanente como: disposição inadequada dos resíduos sólidos; lançamento de efluentes, sem nenhum tratamento; uso e ocupação desordenada para construção de cercas e residências e criação de animais.

Os impactos supracitados estão contribuindo para alterações negativas na qualidade da água, cuja principal finalidade de uso é o abastecimento humano da zona urbana do município, assim como, a dessedentação dos animais.

2. METODOLOGIA

O uso de geotecnologias é fundamental para auxiliar a tomada de decisão. Conforme Angeloni (2003), a tecnologia exerce um papel essencial tanto na comunicação e armazenamento dos dados, das informações e dos conhecimentos, como na integração dos tomadores de decisão, a troca de informações e de conhecimento, e sua qualidade e rapidez auxiliam as organizações. À medida que a necessidade de estruturar o processo da decisão amplia-se do ambiente interno das organizações e passa a difundir-se para o ambiente externo novas variáveis surgem para o estudo. Nesse sentido vários modelos podem ser utilizados para a análise da tomada da decisão, sendo que os métodos desenvolvidos são construídos de forma a contribuir para estruturar respostas e estratégias a cada tipo de problema. Shimizu (2001).

No período de 27 a 29 de julho de 2014, realizou-se vistoria técnica para identificar os principais impactos na bacia hidrográfica do Açude Mucambo, que se localiza no município de Mucambo, noroeste do Estado do Ceará.

A Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH) realizou batimetria no reservatório no período de estiagem de novembro de 2012 e, quantificou que a área da bacia hidráulica era de 169.018 m².

A partir de imagem *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) com resolução de 90 m, estimou-se a área da bacia hidrográfica.

Empregou-se técnica de sensoriamento remoto para processar duas imagens Landsat; na primeira imagem do dia 1 de julho de 2009, identificou-se a área da bacia hidráulica e a rede de drenagem. Neste ano ocorreram maiores precipitações, ou seja, o açude estava com máxima capacidade de armazenamento. Conforme dados pluviométricos do site da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, FUNCEME (2014), no ano de 2009 choveu mais que os demais anos, no período em análise (1.705 mm). Na segunda imagem, do período de 1 de julho de 2011, identificou-se as áreas degradadas, com base no método de classificação NDVI. Ambas as imagens de baixa resolução foram processadas com uso do programa Arcgis 9.3.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Não existe registro do açude Mucambo no livro *Açudagem Particular em Cooperação no Ceará*, Pinheiro (2004), ou seja, o Departamento de Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS não contribuiu com recursos financeiros federais. Conforme informações locais, o açude foi construído pelo poder público municipal em parceria com a população local, no período que a dominialidade territorial do município pertencia ao município de Ibiapina (sede Municipal).

Na vistoria realizada em 2014, foram Identificadas várias irregularidades relacionadas à deposição inadequada de resíduos sólidos na área de preservação permanente (APP) do açude como: lançamento de efluentes, sem nenhum tratamento; uso e ocupação desordenada com a construção de cercas e residências; presença de animais bovinos e suínos; desgaste dos taludes de montante e jusante do barramento com presença de vegetação, inclusive na área do sangradouro.

A coleta dos resíduos sólidos é ineficiente, visto que, encontrou-se lixo disposto nos taludes de barramento, no coroamento, na área de preservação permanente (APP) e dentro do espelho d' água (reservatório).

Levantamento censitário do IBGE (2000) constatou que na sede do município de Mucambo, em média 60% dos resíduos sólidos são coletados por serviços de limpeza, 33% são depositados em terrenos baldios ou logradouros, 7% são queimados, 0,23% são dispostos em rios e lagos e os demais têm outros destinos.

A disposição inadequada dos resíduos infringe a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305 de 2010), que proíbe a disposição final de resíduos sólidos ou rejeitos em quaisquer corpos hídricos. O lixão do município de Mucambo fica localizado fora da área de contribuição do açude Mucambo, no entanto, está localizado na área de drenagem do açude Taquara.

O esgotamento sanitário da sede do município de Mucambo tem fins diversos, sendo que, apenas 0,05% do esgoto é coletado por rede pública de esgoto, 88% são destinados para fossa rudimentar, 10% não tinham banheiro nem sanitário e o restante tem destinos diversos, IBGE (2000). Constatou-se que a deposição dos esgotos em fossa rudimentar e em locais sem banheiro e sanitário tem maior proporção sobre os demais destinos.

A presença de animais e plantações na área de APP de 100m do açude é considerada uma prática irregular, pois não é permitida a presença de animais, apenas é possível para dessedentação e

também não se permite o uso de agrotóxico em áreas de vazante. Os principais animais criados pelos proprietários rurais são compostos por aves (galináceos), suínos e bovinos e as culturas predominantes são feijão, milho e arroz.

Constatou-se a presença de vegetação nos taludes de montante e jusante que pode comprometer a segurança da barragem devido à presença de animais escavadores (Figura 1), assim como, o excesso de macrófitas é um indicador do acelerado processo de eutrofização que é resultado dos impactos identificados na bacia hidrográfica do açude. A entrada de nutrientes provenientes da presença de animais, efluentes domésticos, resíduos sólidos, desmatamento do bioma caatinga e demais fontes poluidoras são um grande desafio que precisam ser mitigados, visto que, a degradação da qualidade de água por processo de eutrofização pode deixar o açude com qualidade inapropriada para atender aos usos múltiplos.



Figura 1 – Vegetação nos taludes de montante e jusante (fotografia à esquerda) e presença excessiva de macrófitas aquáticas

A bacia hidrográfica do açude Mucambo foi estimada com base em imagem SRTM (90 m), onde se identificou área de contribuição de 7.874.724 m² (Figura 2).

Segundo a resolução do Conselho Estadual dos Recursos Hídricos - CONERH N° 6/2005, a bacia hidrográfica pode ser enquadrada como uma bacia de pequeno porte, ou seja, aquela que cria um reservatório cuja capacidade de armazenamento igual ou superior a 300.000 m³ (trezentos mil metros cúbicos) e inferior a 3.000.000 m³ (três milhões de metros cúbicos), altura máxima da barragem, em relação ao leito do rio, inferior a 10 m, e bacia hidrográfica inferior a 100 km².

A partir da análise dos dados morfométricos constantes no Quadro 1, determinou-se os índice de circularidade (0,47) e o coeficiente de compacidade (1,43), onde se constatou que a bacia hidrográfica apresenta variáveis de uma bacia alongada. O resultado do índice de circularidade relacionado com o coeficiente de compacidade caracterizam a forma da bacia da hidrográfica pouco propensa a inundações. Segundo Villela e Mattos (1975), uma bacia estreita e longa, há menos possibilidade de ocorrência de chuvas intensas cobrindo simultaneamente toda sua extensão.

Tabela 1. Dados morfométricos da área de estudo

Parâmetros	Unidade	Valor
Bacia hidrográfica	Km ²	7,87
Perímetro da bacia hidrográfica	km	14,35

Comprimento total da drenagem	km	6,10
-------------------------------	----	------

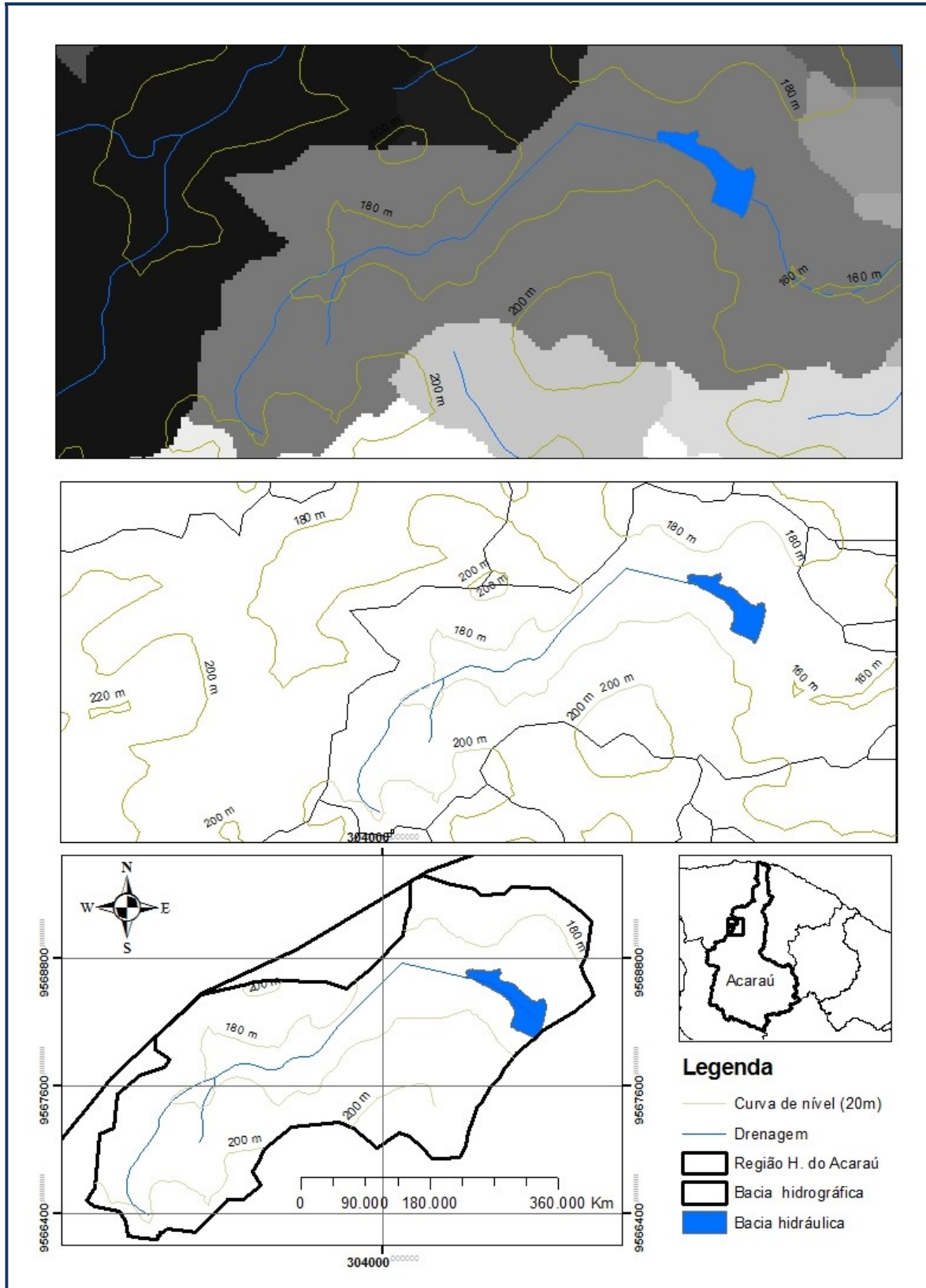


Figura 2 - Delimitação da área da bacia hidrográfica do açude Mucambo (SRTM de 90 m)

Com o objetivo de estimar o total da área abaixo da cota do sangradouro, ou seja, determinar a bacia hidráulica realizou-se uma classificação não supervisionada numa imagem de satélite de 1 de outubro de 2009 (Landsat 7 TM), ou seja, adquiriu-se a imagem no período em que o açude estava próximo da sua cota máxima. Averiguou-se a partir desta imagem que o contorno do espelho d'água é de aproximadamente 423.444 m² (Figura 8C), ou seja, o volume identificado pela batimetria de 169.018 m³, realizado em novembro de 2012 (período de estiagem), representa aproximadamente 40% do contorno delimitado na imagem de novembro de 2009.

Pode-se visualizar a partir de classificação não supervisionada na imagem Landsat na Figura 3, que existem pequenos acúmulos de água dentro da bacia hidrográfica do açude Mucambo.

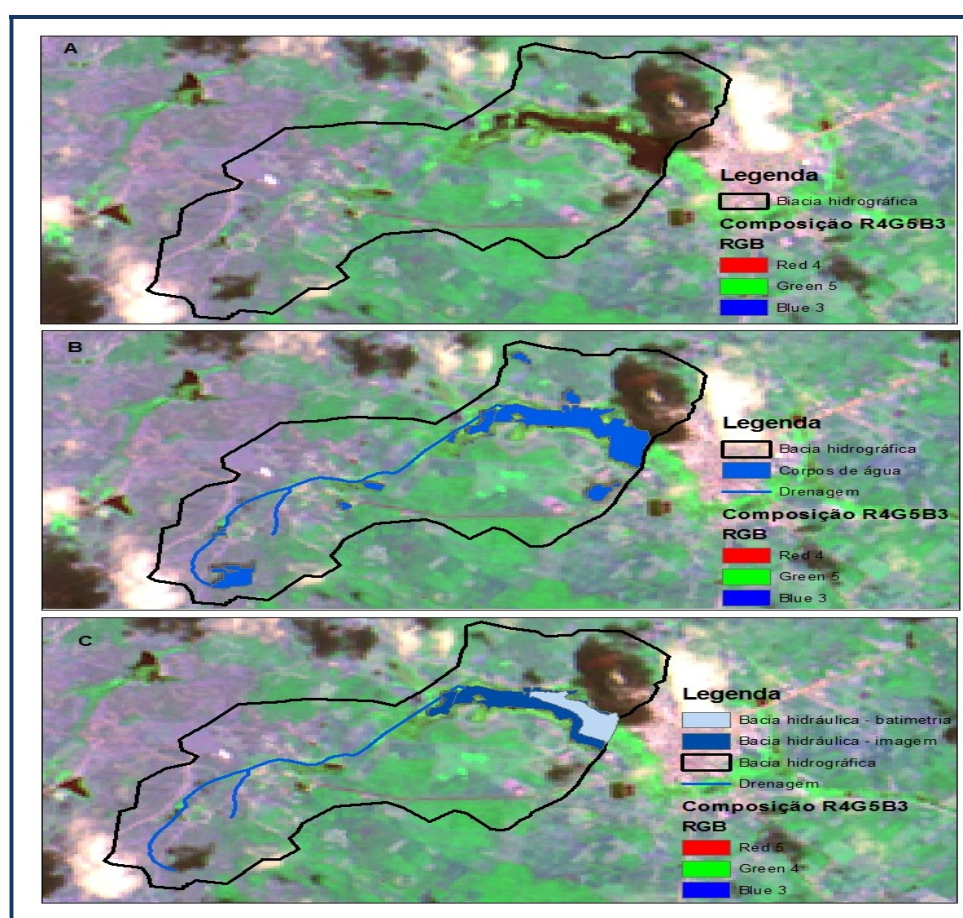


Figura 3 – Delimitação da área da bacia hidráulica a partir de imagem Landsat de 1 de outubro de 2009

A partir de imagem Landsat 7 TM, do dia 03 de julho de 2011, estimou-se por classificação NDVI que 2.519.911 m² da área foi desmatada, ou seja, 32% da vegetação foi retirada para fins diversos: construção do açude, plantação de culturas de subsistência, criação de animais. Pode-se visualizar na Figura 4, que as áreas desmatadas estão localizadas principalmente no entorno do reservatório e próximo ao leito do rio. No restante da área de 5.354.812 m² (68%), existe vegetação, que é caracterizada por Floresta Caducifólia Espinhosa (Caatinga Arbórea). Segundo Kazmierczak (1996), é uma formação vegetal, típica do nordeste brasileiro: conjunto de arbustos e de árvores espontâneas, denso, baixo, de aspecto seco, de folhas pequenas, caducas no verão, com raízes penetrantes e desenvolvidas (plantas xerófilas).

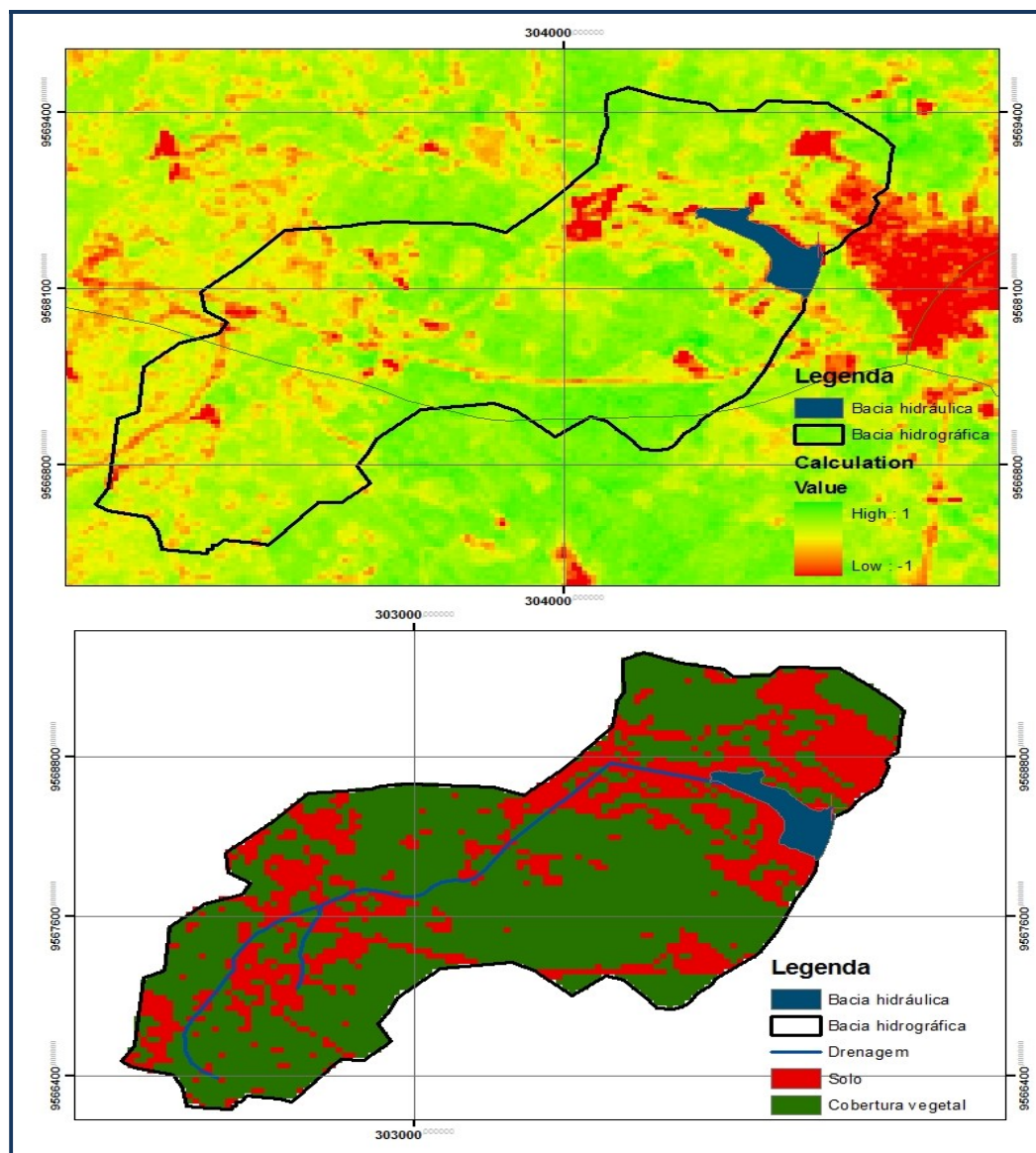


Figura 4 – Resultado do processamento da imagem Landsat 7 TM

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O açude Mucambo tem dominialidade municipal, visto que, o mesmo não foi construído com recursos estadual ou federal. Constata-se que a Prefeitura de Mucambo precisa melhorar o atendimento dos serviços básicos de esgotamento sanitário, coleta e disposição adequada dos resíduos sólidos.

Recomenda-se realizar palestras de educação ambiental com o objetivo de sensibilizar e conscientizar a população para as questões socioambientais fundamentais para gestão participativa da população nas bacias hidrográficas.

Após o processamento da imagem SRTM e landsat 7 TM (01/09/2009) quantificou-se a área bacia hidráulica de 423.333 m² e da bacia hidrográfica de 7.874.724 m². A partir da segunda imagem Landsat 7 TM (julho de 2011), quantificou-se que 32% da área da bacia hidrográfica

encontram-se desmatados. O desmatamento se intensificou principalmente no entorno do reservatório e nas áreas próximo ao leito.

A presença de macrófitas em excesso é um indicador do acelerado processo de eutrofização que é resultado de ações antrópicas. Recomenda-se fazer o manejo com o objetivo de reduzir e controlar a sua proliferação.

REFERÊNCIAS

ANGELONI, M. T. (2003). Elementos Intervenientes na Tomada da Decisão. *Revista Scielo. Ci. Inf.* Vol 32, N° 1, Brasília. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php>. Acesso em 18 out. 2003.

BRASIL/MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. A lei 12.305 de agosto 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/pol%C3%ADtica-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos>. Acesso em: 27 de mai. 2015.

BRASIL/PLANALTO. Lei 11.445 de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm. Acesso em: 27 de mai. 2015.

BRASIL/IBGE. Instituto de Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo populacional 2000. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em: 27 de mai. 2015.

COGERH. Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará. Lei N° 11.996, 24 de julho de 1992. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH e dá outras providências. Disponível em: <http://portal.cogerh.com.br/categoria3/legislacao-estadual/leis>. Acesso em: 27 de mai. 2015.

PAULINO, W. D.; FREIRE, R. H. F.; SUCUPIRA, P. A. P.; ALEXANDRE, D. M. B. (2007). Inventário Ambiental de Açudes: uma proposta metodológica 4. In *Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*.

PINHEIRO, F. D. (2004). *Açudagem particular em cooperação no Ceará*. DNOCS Fortaleza; 736 p.

KAZMIERCZAK, M. L.; TONIOLO, E. R.; DANTAS, M. J. BAÍA, P. F. S. (1996).

SHIMIZU, T. (2001). *Decisão nas Organizações: introdução aos problemas de decisão encontrados nas organizações e nos sistemas de apoio a decisão*. Ed: Atlas.

VILLELA. S. M. & MATTOS. A. (1975). *Hidrologia Aplicada*. Ed. McGraw-Hill.