

QUALIDADE DA ÁGUA DO AÇUDE PEREIRA DE MIRANDA, CEARÁ: AVALIAÇÃO E RECOMENDAÇÕES

Deborah Mithya Barros Alexandre*, Josefa Marciana Barbosa de França,
Francimeyre Freire Avelino, Walt Disney Paulino

*Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH
Rua Aduardo Batista, 1.550 – Parque Iracema – Fortaleza-CE
60.824-140 - +55 85 3218.7688

*deborah.barros@cogerh.com.br

ABSTRACT – This work was carried out in the Pereira de Miranda dam (Pentecost dam) using data from the database of COGERH and collected in the field, relating them to the use and occupation of land in their vicinity, in order to diagnose the quality impacts water. During the studies, it was observed in the surroundings: the practice of the crops of beans, potatoes and corn; extensive ranching of cattle; launch fresh domestic sewage in the stream and pond itself, showers. The average concentration of phosphorus in the water column was 0.062 mg/L and the detention time of 105 days. Accordingly, we performed calculations of nutrient accumulation, estimating that the cargo is of 173.361 ton/year. The results indicate the state of eutrophication of the reservoir, making it urgent to adopt actions aimed at mitigating the impacts: improving the health conditions of the population, adoption of organic farming practices and soil conservation.

Palavras-chave: Qualidade de água; Antropismo; Eutrofização.

INTRODUÇÃO

A água, recurso estratégico para a humanidade, mantém a vida, sustentando a biodiversidade e a produção de alimentos, tendo, portanto, importância **ecológica, econômica** e **social**. A conservação da quantidade e da qualidade deste recurso depende das condições naturais e antrópicas das bacias hidrográficas, de onde ela se origina, circula, percola ou fica estocada. Daí a grande importância do gerenciamento dos recursos hídricos para que seu uso seja sustentável, principalmente na regiões semiáridas, que apresentam escassez tanto em termos de quantidade quanto de qualidade das águas.

Algumas pesquisas vêm procurando observar as conseqüências da ocupação do solo pelo homem, associando a urbanização à poluição dos corpos hídricos devido aos esgotos domésticos, parcialmente ou não tratados, aos despejos industriais, além da impermeabilização de grandes áreas das bacias hidrográficas. Já nas áreas rurais, segundo Mansor et al. (2005), a poluição é de origem difusa e devida, em grande parte, à drenagem pluviométrica de solos agrícolas e ao fluxo de retorno da irrigação, sendo associada aos sedimentos carregados quando há erosão do solo, aos nutrientes nitrogênio e fósforo e aos defensivos agrícolas. A drenagem das precipitações em áreas de pecuária é associada, ainda, aos resíduos da criação animal, como nutrientes, matéria orgânica e coliformes. O monitoramento de qualidade das águas é um dos mais importantes instrumentos da gestão ambiental. Ele consiste, basicamente, no acompanhamento sistemático dos aspectos qualitativos das águas, visando a produção de informações e é destinado à comunidade científica, ao público em geral e, principalmente, às diversas instâncias decisórias. Nesse sentido, o monitoramento é um dos fatores determinantes no processo de gestão ambiental, uma vez que propicia uma percepção sistemática e integrada da realidade ambiental.

O açude em questão é o Pereira de Miranda, conhecido também como açude Pentecoste, com barragem localizada no município de Pentecoste, Ceará e distante 85 km de Fortaleza. Foi construído pelo Departamento de Obras Contra as Secas – DNOCS entre os anos de 1950 e 1957, barrando o rio Canindé na sua foz junto ao rio Curu. Os objetivos da sua construção foram para o abastecimento de água, a irrigação, a geração de energia elétrica, a piscicultura e o controle das cheias do rio Curu.

Em estudos realizados nos anos 1990, o açude Pentecoste foi apontado, em termos de produção, entre os oito de maior captura por unidade de esforço do Nordeste brasileiro, atingindo em média 423,1 kg de pescado por ano (Gurgel & Fernando, 1994). O DNOCS mantém uma estação de piscicultura, o Centro de Pesquisas em Aqüicultura “Rodolpho von Ihering”, localizado à jusante do açude.

O objetivo do presente relatório é de consolidar dados colhidos em campo, com relação aos principais usos do açude Pentecoste, como forma de diagnosticar os usos impactantes na qualidade

da água e propor ações mitigadoras.

METODOLOGIA

Caracterização da área

A bacia hidrográfica do açude Pereira de Miranda possui uma área drenada de 2.840 km², abrangendo parte dos municípios de Pentecoste, Apuiarés, Canindé, Caridade e Paramoti (IBGE, 2000). O referido açude, com área inundável de 5.486 ha e profundidade média é de 7,2 m, tem capacidade para armazenar 395.638.000 m³ e sua barragem, localizada nas coordenadas geográficas 470.797 E e 9.580.258 N, compõe-se de um maciço de terra compactado, homogêneo, provido de um filtro vertical de alvenaria de pedra arrumada, com uma transição de areia nos paramentos de montante e jusante (Araújo, 1990).

Sua bacia hidrográfica está inserida na microrregião do Médio Curu. Apresenta médios índices pluviométricos, cerca de 817,7 mm.ano⁻¹, concentrados de janeiro a abril. A temperatura varia de 26 a 28 °C, com clima classificado como tropical quente semiárido e a região possui alto poder de evaporação, que provoca um regime de escoamento superficial de alta variabilidade, com cursos d'água intermitentes, apresentando vazões nulas por longos períodos.

A bacia apresenta características predominantes do semiárido nordestino, com cobertura vegetal do tipo caatinga arbustiva densa e os solos classificados como bruno não cálcico e litólicos (IPECE, 2009).

Com relação ao uso e ocupação do solo, ao longo da bacia hidrográfica existe a prática predominante da cultura do caju e nas áreas próximas à bacia hidráulica são cultivadas, para subsistência, feijão e milho.

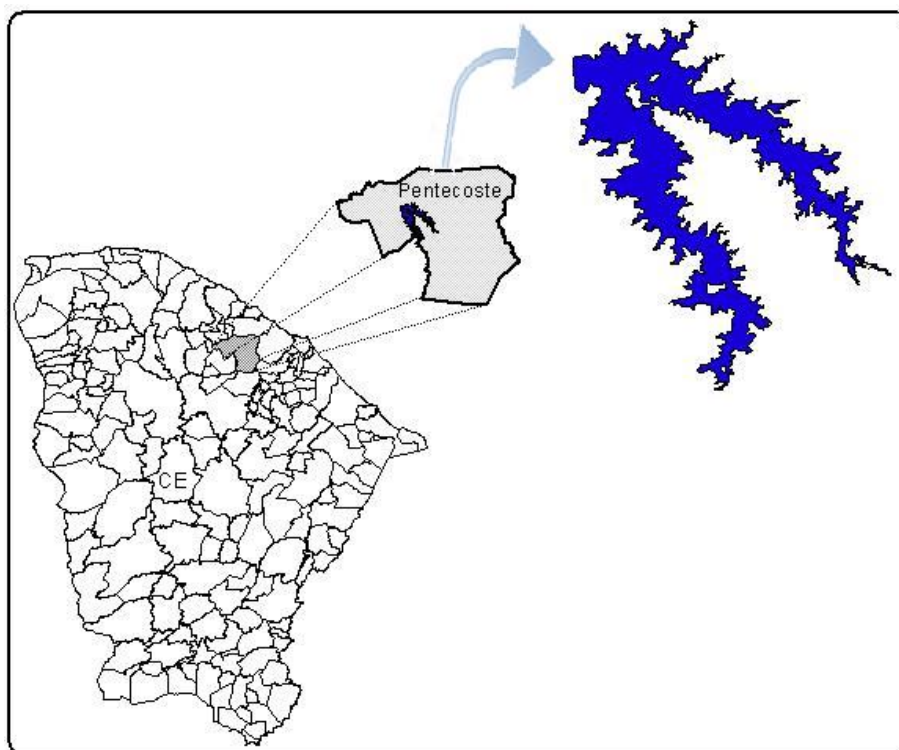


Figura 1 – Localização do açude Pereira de Miranda, Pentecoste, Ceará.

Material Utilizado

O documento cartográfico utilizado foi a carta planialtimétrica da Sudene/DSG de São Luís do Curu, em formato digital, na escala de 1:100.000. Foi utilizada, também, a base digital da Cogerh (shapfile) composta de toda a rede de drenagem do Estado do Ceará. A imagem utilizada foi a do satélite

CBERS 2, bandas 2, 3 e 4.

Indicadores Socioeconômicos

Para coleta de dados socioeconômicos foi realizada pesquisa no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, através do seu banco de dados agregados, SIDRA, com o levantamento de dados relacionados ao Censo Demográfico, à Produção Agrícola e à Pecuária Municipal.

Diagnóstico Ambiental

Foi realizada visita técnica de campo, no dia 03/03/2010 para o reconhecimento da área (bacias hidrográfica e hidráulica); para a identificação e caracterização das principais modificações ocasionadas pelas formas de uso e ocupação no entorno do reservatório. Na ocasião foram feitos registros fotográficos e de coordenadas geográficas dos principais pontos identificados.

Estimativa de emissão de nutrientes

Para a estimativa de emissão de nutrientes ao reservatório em questão, adotou-se procedimentos recomendados pela Metodologia do Inventário Ambiental de Açudes – IVA, elaborado pela Cogeh (2007).

Cargas Pontuais

- Esgoto:

Para o cálculo das cargas de nutrientes advindas do esgoto doméstico foi utilizada a seguinte equação:

$$C_{ed} = \text{população} \times \text{carga per capita} \quad (1)$$

Em que: C_{ed} = carga de esgoto doméstico, em ton.ano⁻¹; população = total de Pessoas; carga per capita; estimativa de produção por habitante, expressa em ton nutrientes. hab⁻¹.ano⁻¹.

No caso dos nutrientes nitrogênio e fósforo, tomou-se como referência a produção per capita sugerida por Von Sperling (1996). Em seguida a Equação 1 foi corrigida, de acordo com o destino e a eficiência do tratamento dispensado, pela Equação 2 e as as eficiências de remoção adotadas as sugeridas por Nogueira (2003).

$$C_{edma} = C_{ed} \times (1 - EF) \quad (2)$$

Em que: C_{edma} = carga que chega ao meio-ambiente, em ton.ano⁻¹; C_{ed} = carga de esgoto doméstico, em ton.ano⁻¹; EF = taxa de eficiência na retenção dos nutrientes por tipo de tratamento.

Cargas Difusas de Nutrientes

- Pecuária:

Estimou-se, de acordo com recomendação de Lacerda & Sena (2005), que de 20 a 35% do nitrogênio e de 35 a 60% do fósforo presentes nos dejetos animais foram exportados para o açude. Supondo, de acordo os mesmo autores, que o restante da carga de nutrientes produzida é incorporada ao solo. Portanto, sabendo que a produção de dejetos varia com o animal criado, foi empregada a seguinte equação:

$$C_{dej} = \text{rebanho} \cdot \text{Prod}_{\text{diária}} \cdot 365 / 1000 \quad (3)$$

Em que: C_{dej} = carga de dejetos produzidos, em ton.ano⁻¹; rebanho = em número de cabeças; $\text{Prod}_{\text{diária}}$ = produção diária de dejetos, em kg/dia/cabeça.

Os valores de produção diária de dejetos foram os recomendados por Esteves (1998) e a carga total bruta calculada pela equação seguinte:

$$NUT_{pec} = (C_{dej} \cdot PERC_{nut} \cdot F / 100) \quad (4)$$

Em que: NUT_{pec} = carga de nutrientes produzida pela pecuária, em $\text{ton} \cdot \text{ano}^{-1}$; $PERC_{nut}$ = percentual de N ou P presente nos dejetos dos animais; C_{dej} = carga de dejetos produzidos, em $\text{ton} \cdot \text{ano}^{-1}$, F = índice multiplicador que equivale a 1 para o fósforo.

Para o nitrogênio, estabeleceu-se um índice multiplicador (F) de 0,85 (Esteves, 1998).

- Agricultura:

Sabendo que a quantidade de nitrogênio e fósforo aplicados às culturas varia com o tipo de solo e as necessidades nutricionais da cultura, empregou-se a seguinte equação:

$$NNU_{total} = \text{Área} \cdot N_{nut} \quad (5)$$

Em que: NNU_{total} = necessidade nutricional total por cultivo, em ton; Área = área plantada por cultivo; N_{nut} = necessidade nutricional, em ton/ha.

Os valores de referência de necessidades nutricionais adotados para as culturas foram retirados de UFC (1993). Para o cálculo da carga de nutrientes produzida pela agricultura e que retorna para o meio ambiente, utilizou-se a Equação 6:

$$C_{agr} = NNU_{total} \cdot P_{solo} \cdot P_{cultura} \quad (6)$$

Em que: P_{solo} = perda de nutrientes em função do tipo de solo, em decimal; $P_{cultura}$ = perda de nutrientes em função das práticas empregadas em cada cultura, em decimal.

Quanto às perdas de nutrientes dos solos para o ambiente, foram empregados valores recomendados por Lacerda & Sena (2005) e os coeficiente de retenção de nutrientes na massa seca varia, que varia de cultura para cultura, foram os propostos por UFC (1993).

- Solos:

Os valores relacionados ao N e P presentes na composição dos solos, basearam-se em JACOMINE et. al. (1973), através dos resultados das amostragens dos solos presentes na região da bacia hidrográfica. O cálculo da carga total de nutrientes produzido pela erosão foi obtido através da seguinte equação:

$$\text{Carga}_{solo} = \text{Área} \cdot \text{Perda}_{solo} \cdot \%Nut \quad (7)$$

Em que: Carga_{solo} = carga de nutrientes produzidos pela erosão, em $\text{ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$; Área = área do solo na bacia hidrográfica, em ha; Perda_{solo} = valor de perda de massa de solo por denudação, em $\text{ton} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{ano}^{-1}$, $\%Nut$ = concentração do Nutriente (N e P) em determinado solo.

Cargas Internas de nutrientes

- Exploração piscícola:

A fração de nutrientes liberada para o meio circundante irá variar com a produtividade, a qualidade da ração, a taxa metabólica dos peixes etc. Para a estimativa da carga de nutrientes produzida (C_{pisc}) pela piscicultura foi empregada a seguinte equação:

$$C_{pisc} = \text{Prod} \cdot CV_a \cdot \text{Nut} \cdot CD_a \quad (8)$$

Em que: Prod = produtividade anual, em $\text{ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$; CV_a = taxa de conversão alimentar; Nut = concentração de nutrientes na ração, em decimal; CD_a = coeficiente de digestibilidade aparente.

Adotou-se como valores de referência uma produtividade $180 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ e a taxa de conversão alimentar de 1,6.

Descobertas e Discussões

Indicadores socioeconômicos

De acordo com dados do IBGE (2000), a agricultura praticada nos municípios onde está inserida a bacia hidrográfica do açude Pentecoste é baseada, principalmente, na cultura de castanha de caju, coco, banana e algodão. A maioria dos agricultores da região é formada por pequenos produtores rurais os quais exploram suas atividades em reduzidas faixas de áreas agrícolas. As Figuras 1, 2, 3 e 4 demonstram alguns indicadores socioeconômicos da referida bacia hidrográfica.

No tocante ao saneamento básico, constatou-se que há poluição causada pelo lançamento de esgotos domésticos nos riachos da região e no próprio açude. Os municípios inseridos na bacia hidrográfica não possuem ligações sanitárias, sendo que algumas residências possuem fossa rudimentar e outras lançam os seus efluentes domésticos a céu aberto, que escoam, dependendo a localização, para os riachos afluentes do rio Curu ou lançado *in natura* no açude – Figura 2.

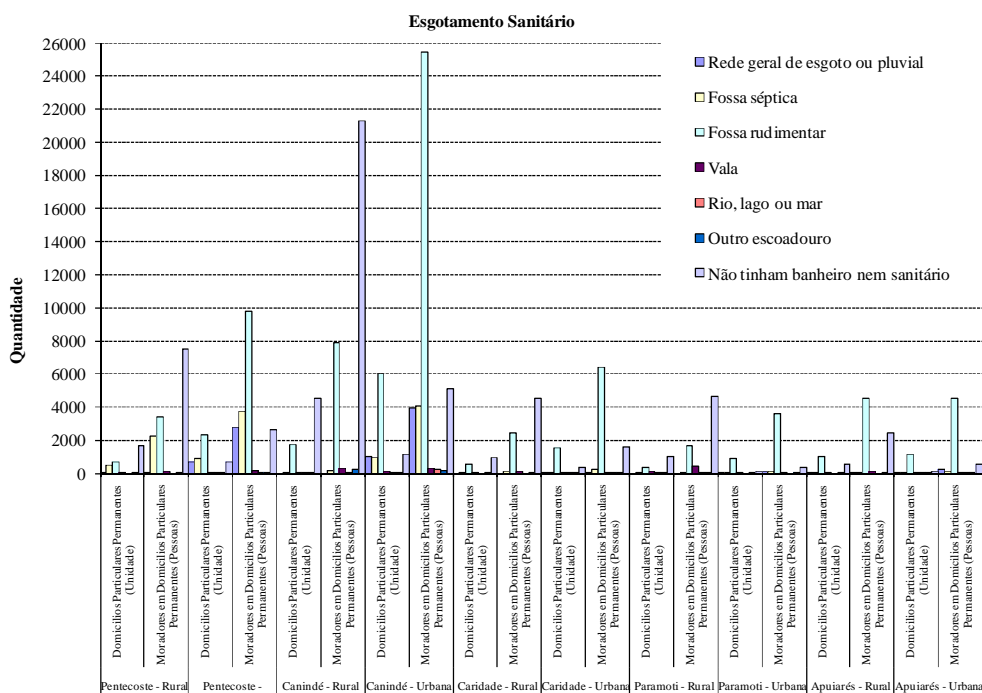


Figura 2 – Situação do esgotamento sanitário dos domicílios particulares na bacia hidrográfica do açude Pentecoste (IBGE, 2000).

Na pecuária, destacam-se as criações, na seguinte ordem: aves, gado bovino, ovinos e caprinos e suínos – Figura 3. Durante os dias de visita, observou-se no entorno do reservatório algumas criações de bovinos.

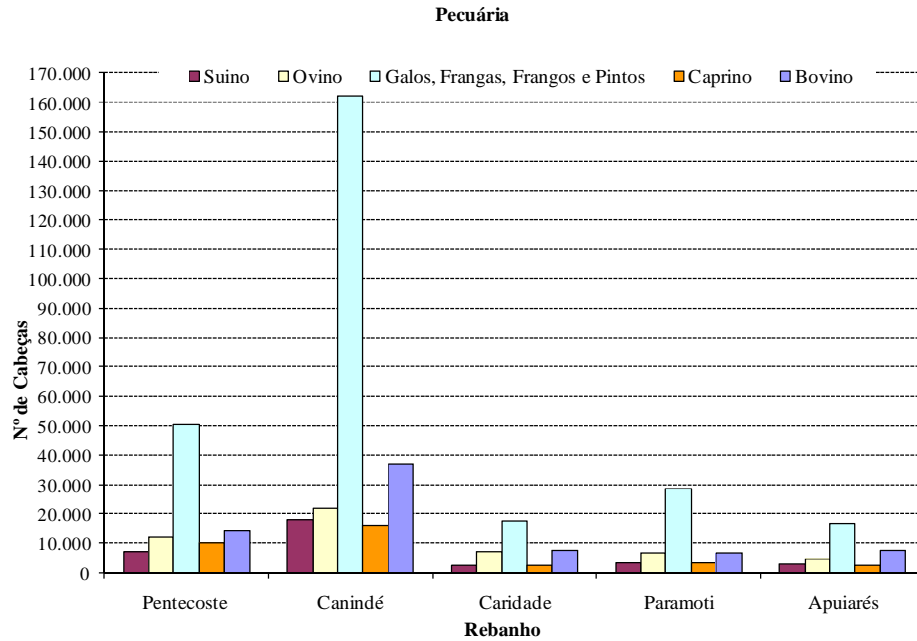


Figura 3 – Pecuária praticada nos municípios que compõem a bacia hidrográfica do açude Pentecoste (IBGE, 2000)

Já com relação à agricultura praticada na região, no entorno do reservatório, que corresponde à zona urbana da sede municipal de Pentecoste, as culturas as tradicionais de subsistências como a batata, o feijão e o milho. Em alguns trechos, inclusive com cultivo na área de preservação permanente – Figura 4.

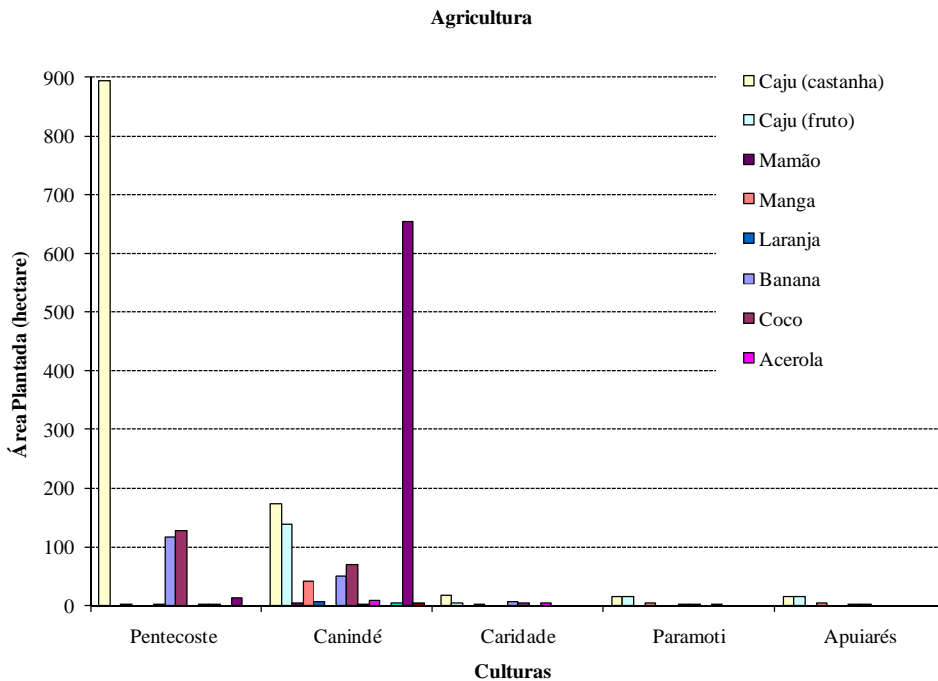


Figura 4 – Agricultura praticada nos municípios que compõem a bacia hidrográfica do açude Pentecoste (IBGE, 2000).

No que concerne aos resíduos sólidos, a maior parte é jogada em terrenos baldios ou ruas e uma pequena quantidade é queimada nas próprias residências dos moradores, de acordo com IBGE (2000) – Figura 5.

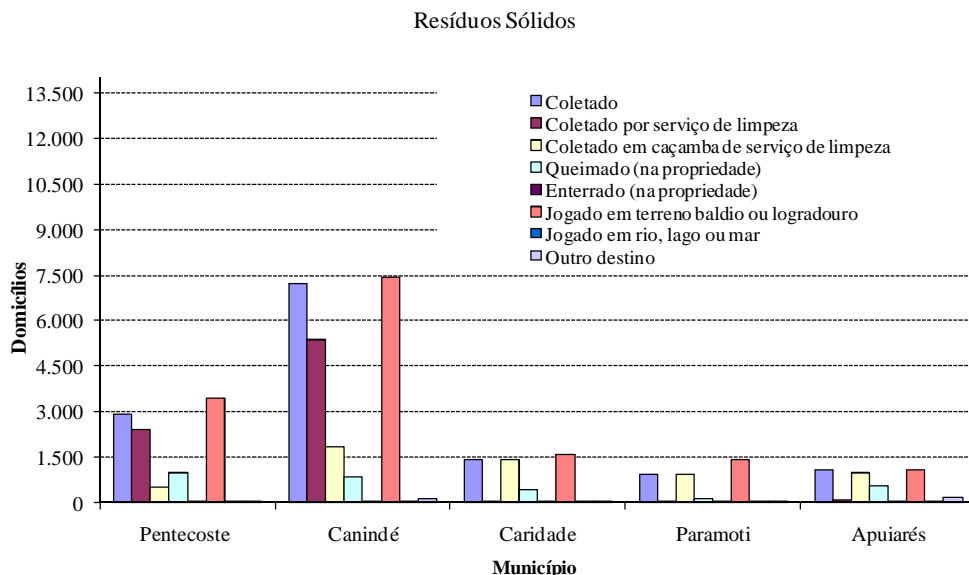


Figura 5 – Disposição dos resíduos sólidos na bacia hidrográfica do açude Pentecoste

Diagnóstico ambiental e Estimativa de emissões de nutrientes

A visita foi realizada com o objetivo de identificar e levantar as principais fontes de poluição difusa e pontual, que podem estar influenciando na aceleração do processo de eutrofização do reservatório. O reservatório foi percorrido de barco, em toda a sua extensão, e na ocasião foram identificados 6 (seis) empreendimentos de piscicultura instalados no açude.

Foi visitada, também, a bacia hidrográfica em sua porção mais próxima ao reservatório, na zona rural dos municípios de Pentecoste (distrito de Matias) e Apuiarés (distrito de Canafístula). No entorno do reservatório foram identificadas as seguintes irregularidades:

- 1) Presença de algumas residências na área de preservação permanente - APP, com fossas rudimentares e possível contribuição para a bacia hidráulica;
- 2) Faixas de cultivo de vazantes de feijão, milho e batata;
- 3) Presença de vacaria no entorno do reservatório, bem próximo ao barramento, que lança no açude todo o efluente oriundo das lavagens das instalações;
- 4) Instalação de muitos balneários na APP.

Com relação às doenças de veiculação hídrica, as mais relatadas pela população foram as gastroenterites e as verminoses, que ocorrem durante todo o ano, com intensificação no período chuvoso.

Para fins de facilitar o cálculo das cargas de nutrientes provenientes de fontes pontuais e difusas, considerou-se a área do entorno do reservatório, inserida em zona urbana, na sede do município de Pentecoste. Embora Amancio et al.(2005), quando da realização de um balanço de nutrientes no referido açude no ano de 2002, sugeriram que havia uma grande variação sazonal de aporte de nutrientes provenientes de toda a bacia de drenagem e não só da área de entorno.

A área utilizada para cálculo caracteriza-se pela freqüente presença de animais, principalmente suínos, nas proximidades do açude e inúmeras residências, que lançam seus resíduos sólidos são lançados em uma valeta próxima ao açude. Além disso, na área próxima à barragem, na ombreira esquerda, existem diversos balneários, cuja freqüência maior se dá nos finais de semana. Desta forma, o lançamento de dejetos orgânicos de origem animal e/ou doméstica certamente contribuiu

para a deterioração da água, principalmente no período seco. Somando-se a isto, o tempo de residência médio das suas águas é de, aproximadamente, 810 dias, o que pode comprometer ainda mais a sua qualidade, por falta de renovação.

Apesar das incertezas associadas à quantificação das cargas difusas, as estimativas de incremento de nitrogênio (N) e fósforo (P) ao reservatório, em toneladas por ano, da referida região de entorno são apresentadas no Quadro 1.

Fontes antrópicas contribuintes		N		P	
		ton/ano	%	ton/ano	%
Difusa	Pecuária	1,88	8,77	1,17	21,25
	Pecuária outros	0,11	0,50	0,12	2,22
	Agricultura	1,83	8,57	2,20	40,03
Pontual	Esgoto	3,27	15,29	0,93	16,95
	Pisciculturas	14,31	66,87	1,08	19,55
Total		21,400	100%	5,506	100%

Quadro 1 – Estimativa das emissões de nutrientes das fontes pontuais e difusas da área de entorno do açude Pentecoste.

Nos cálculos de contribuição da pecuária, dividiu-se em gado bovino (pecuária) e os outros tipos de criações relevantes, tais como suínos, aves, ovinos e caprinos (pecuária outros). Pode-se observar que a contribuição maior de nitrogênio provém da piscicultura intensiva, através do manejo e arraçoamento e a contribuição maior de fósforo é proveniente da prática de agricultura no entorno e ao longo da bacia hidrográfica. Isto pode ser confirmado por Moraes (2005), que classificou o reservatório como eutrófico e atribuiu a degradação da qualidade da água do reservatório às quantidades excessivas de nutrientes provenientes da agriculturas, além dos vestígios urbanos.

Quando da visita, o reservatório se encontrava hipereutrófico, corroborando a afirmação de Oliveira (2009), que atesta que o grau de eutrofização do reservatório vem evoluindo ao longo do tempo, com tendência à degradação da qualidade das suas águas condicionada às influências antrópicas. O autor cita, ainda, que durante seu estudo, o açude se manteve entre mesotrófico a hipereutrófico, mantendo-se predominantemente eutrófico. Já Amâncio (2003) observou que os parâmetros físico-químicos do reservatório sofreram forte influência pelo regime de chuvas e classificou o reservatório como oligotrófico tendendo a oligo-mesotrófico. Oliveira (2006) afirma que o reservatório se encontrava em estratificação química e o classificou como eutrófico.

Conclusões

O açude Pentecoste tem como uso preponderante o abastecimento humano, no entanto, encontra-se em estado de eutrofização, o que torna urgente a definição de uma série de ações para melhoria de suas águas, tais como:

- Criação de condições sanitárias adequadas, tanto nas sedes municipais quanto nas comunidades rurais. O ideal para a população rural, principalmente nas residências mais próximas ao reservatório, seria a implementação de fossas sépticas biodigestoras;
- Adoção de práticas agrícolas orgânicas e de conservação do solo compatíveis com o relevo, com o plantio em curva de nível, adubação verde e plantio direto, respeitando devidamente a área de preservação permanente do reservatório;
- Exploração de pecuária numa faixa maior que 1 km, ou seja, fora da sua área de entorno. Além disso, devem ser construídos cochos para dessedentação animal, evitando assim que os animais tenham acesso ao reservatório;
- Adoção de programa para coleta seletiva de lixo e escolha de locais mais adequados, ou menos impactantes, para disposição de lixo orgânico;
- Treinamento adequado para os criadores de peixes, para que utilizem as águas do reservatório sem degradá-las;
- Implementação de programas de educação ambiental nas escolas e junto às comunidades, com o objetivo de conscientização quanto aos cuidados de preservação do manancial;

- Por fim, para a certificação das medidas adotadas e para uma gestão efetiva do reservatório em questão, é recomendada a realização de adequações no seu programa de monitoramento qualitativo/quantitativo e a fiscalização dos usos do solo e da água.

Referências

AMANCIO, A. L. L.; FARIAS, W. R. L. e SILVA NETO, A.R. da. Balanço de nutrientes da água do açude Pentecoste (Pentecoste, Ceará, Brasil) no período de março a dezembro de 2002. **Revista Ciência Agronômica**, Vol. 36, N^o.1, jan.-abr., 2005: 44 – 52.

AMANCIO, A.L. L. **Caracterização limnológica do açude Pentecoste – Pentecoste/CE**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca). Departamento de Engenharia de Pesca - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003. 158f.

ARAÚJO, J. A. de A., coord. **Barragens no Nordeste do Brasil; uma experiência na região semi-árida**. 2^a ed. Fortaleza, DNOCS, 1990. 328p.

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - **Inventário Ambiental dos açudes: Metodologia de cálculo**. Fortaleza: COGERH, 2007. 30p.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2^o ed., Editora Interciência, Rio de Janeiro, 1998. 602 p.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 2000. **Censo Demográfico 2000**. IBGE: Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&c=1437>. Acesso : 02 mar. 2010.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 2000. **Censo Demográfico 2000**. IBGE: Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&c=1439>. Acesso : 02 mar. 2010.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 2000. **Censo Demográfico 2000**. IBGE: Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&c=325>. Acesso : 02 mar. 2010.

GURGEL, J. J. S, FERNANDO, C. H. Fisheries in semi-arid northeast Brazil with special reference to the role of tilapias. **Institute Revue Gestation Hydrobiology**. Canadá, v.79, n.1, p.77-94, 1994.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil Básico Municipal: Pentecoste**. Fortaleza, 2009. Disponível em:

http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/PBM_2009/pentecoste.pdf. Acesso: 02 mar. 2010.

JACOMINE, P.K.T. et al. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Ceará**. Recife, 2v. 1973. 830p. (DPP, Boletim Técnico, 28. SUDENE, Série Pedologia, 16).

LACERDA, L. D. de; SENA, D. L. de. **Estimativas de Cargas de Nitrogênio, Fósforo e Metais Pesados de Interesse Ambiental para as Bacias Inferiores do Litoral do Estado do Ceará**. In: Zoneamento Ecológico-Econômico da Zona Costeira do Estado do Ceará. SEMACE, Fortaleza, 2005. 62 p.

MANSOR, M. T. C.; TEIXEIRA FILHO, J.; ROSTON, D. M. **Avaliação preliminar das cargas difusas de origem rural, em uma sub-bacia do Rio Jaguari, SP**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.10, n.3, p.715–723, 2006.

OLIVEIRA, R. R. A. **Variação nictemeral e vertical dos aspectos limnológicos do açude Pereira de Miranda, município de Pentecoste - CE**. Monografia (Graduação em Engenharia de Pesca). Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia de Pesca, UFC, 2006. 86f.

OLIVEIRA, R. R. A. **Estudo da qualidade ambiental do reservatório Pentecoste por meio do índice de estado trófico modificado**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal do Ceará, UFC, 2009. 140f.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Ceará**. Fortaleza, 1993. 248p.

VON SPERLING, M. **Introdução a Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. 2º ed., Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, UFMG: Belo Horizonte, 1996. 243 p.