

LEVANTAMENTO SOBRE ASPECTOS FÍSICOS E DE MANUTENÇÃO DE PEQUENOS AÇUDES: UM ESTUDO DE CASO NA BACIA HIDROGRÁFICA DE SUMÉ

Renato de Queiroz Porto¹; Ana Cristina Souza da Silva² & Alain Marie Bernard Passerat de Silans³

RESUMO --- Pretende-se, em uma pesquisa em rede formada por universidades do Nordeste e órgãos gestores estaduais, estabelecer normas e desenhar políticas públicas para que, integrado na bacia hidrográfica, o uso de pequenos açudes se torna benéfico à população e ao desenvolvimento regional. Como parte dessa pesquisa, neste trabalho, foram aplicados questionários para diagnosticar aspectos físicos das paredes das barragens e dos seus sangradouros assim como avaliar a manutenção dos mesmos. Os questionários foram respondidos em uma visita de campo a 42 açudes da bacia hidrográfica de Sumé no Cariri Paraibano. Os resultados mostram a falta de critérios técnicos na construção das barragens e dos sangradores, e a falta de conhecimentos e condições dos usuários para promover uma manutenção adequada.

ABSTRACT --- The main objective of a research project which is carried out by a network of universities and management organisms of the northeastern region of Brazil, is the establishment of regulation and public politics for a better socio - economical use of small reservoirs in a basin. As a part of this research, in this paper, is presented the experimental observations made in a sample of 42 small dams in the Sumé watershed to assess physical aspects of the dam and the spillway. Also, observations were made about the maintenance of the dams and spillways. It results of the study that the major part of the observed reservoirs were built without technical criteria and that the maintenance of the structure is not provided adequately by the owner due to lacks in technical knowledge and financial support.

Palavras-chave: Pequenos açudes, aspectos físicos, manutenção dos açudes.

¹ Mestrando em Engenharia Urbana e Ambiental pela UFPB. e-mail: renatodequeiroz@yahoo.com.br

² Pesquisadora da UFPB/UFRN pelo Projeto DISPAB-SA. e-mail: ccristina24@yahoo.com.br

³ Assessor técnico da Agência Executiva de gestão das águas do estado da Paraíba - AESA. e-mail: alainsilans@yahoo.com.br

1 - INTRODUÇÃO

A busca de soluções para as recorrentes secas no Nordeste brasileiro levou à construção de um grande número de reservatórios sem, entretanto, se enquadrarem dentro de uma política hídrica para as bacias hidrográficas. A prática tem demonstrado que a pequena açudagem tem sido um dos fatores responsáveis pela redução do volume afluente aos grandes reservatórios, de características interanuais, os quais são de interesse estratégico (Nilson et al., 2000).

A açudagem no Semi-árido do Nordeste brasileiro tem motivos históricos, climáticos e políticos, e esta vem se desenvolvendo de forma intensa, porém desordenada, sem qualquer monitoramento ou avaliação pelos órgãos públicos de gestão das águas. Estes órgãos, muito provavelmente, não dão a devida importância aos pequenos reservatórios por considerarem que os mesmos não oferecem nenhuma segurança hídrica ao Estado, devido à pequena capacidade de armazenamento. No entanto, esta linha de raciocínio seria válida caso houvesse um número reduzido de pequenas barragens, com capacidade de armazenamento total, reduzida. Mas com um número de pequenos açudes muito elevado, por vezes, a soma dos volumes acumulados nestes supera o volume acumulado por um grande reservatório em uma mesma bacia hidrográfica. A eficiência hidráulica do grande reservatório, geralmente estratégico, é seriamente comprometida devido às perdas por evaporação nos pequenos reservatórios serem muito elevadas.

No caso do Nordeste brasileiro, estes pequenos reservatórios são construídos, na maioria das vezes, sem nenhum projeto de engenharia, sendo estas pequenas obras, levantadas através do conhecimento prático adquirido. Além disso, os proprietários tem poucos conhecimentos a respeito das técnicas de manutenção dos seus açudes. Em consequência, o que se observa com frequência em anos chuvosos, são rompimentos das paredes de pequenos açudes que ocorrem em cascata, chegando às vezes a danificar açudes estratégicos, de porte bem maior, situados a jusante.

No entanto, o pequeno açude apresenta uma importância econômica, social e cultural notável para o semi-árido brasileiro. Considerando os modernos instrumentos de gestão de recursos hídricos ora vigentes no País, nunca foi tão necessário discutir, estudar e pesquisar o papel do pequeno açude no atual contexto de gestão descentralizada e participativa. Nestas análises, devem-se levar em consideração, entre outros fatores: a finalidade dos açudes, uso racional da água, construção sob padrões técnicos seguros (diminuindo com isto os riscos de rompimento) e questões relativas à segurança alimentar.

Neste estudo buscou-se averiguar a situação atual dos pequenos açudes no que tange a questões físicas da barragem e do sangradouro. Este se insere num projeto maior cujo objetivo é o traçado de normas e políticas públicas para o pequeno açude. O estudo relatado nesse trabalho se

refere a um diagnóstico do estado físico e da manutenção de barragens e sangradouros de pequenos açudes na bacia hidrográfica de Sumé no estado da Paraíba.

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 - Área de estudo

A bacia hidrográfica do reservatório público de Sumé (Figura 1) está localizada na região do Cariri paraibano abrangendo uma área de 767,3 Km², e constitui uma sub-bacia da bacia hidrográfica do rio Paraíba, importante bacia para o estado da Paraíba. A região da bacia hidrográfica de Sumé está totalmente inserida no bioma Caatinga, possui clima seco com pluviometria fraca e irregular, sua média anual é estimada entre 550 e 600 mm Cadier (1994). A estação das chuvas desta região centra-se em março, iniciando em geral entre janeiro e março, terminando em maio, a temperatura média anual é de 24°C (máxima em novembro-dezembro e mínima em julho-agosto). A evaporação anual é de 2800 mm em tanque classe A. Essa bacia está totalmente situada sobre embasamento cristalino pré-cambriano. Seu subsolo é impermeável e não existe aquífero generalizado. Podem-se encontrar lençóis confinados nas falhas ou nas formações aluviais superficiais, normalmente perto dos rios.

O açude Sumé tem capacidade de 44.864.100 m³ e, atualmente, apresenta diversos problemas que vão desde a geração de enchentes nas regiões mais baixas ao redor do açude, provocadas pela sua sangria junto com cheias nos riachos próximos (Atecel, 1993), até secas em períodos críticos como em 1998 quando o açude chegou a secar totalmente. Um dado marcante para esta bacia hidrográfica é a densidade elevada de pequenos reservatórios a montante do reservatório público de Sumé, com uma densidade de 1,22 açudes / Km². Este dado foi levantado por meio de imagem de satélite LANDSAT em Maio de 2008.

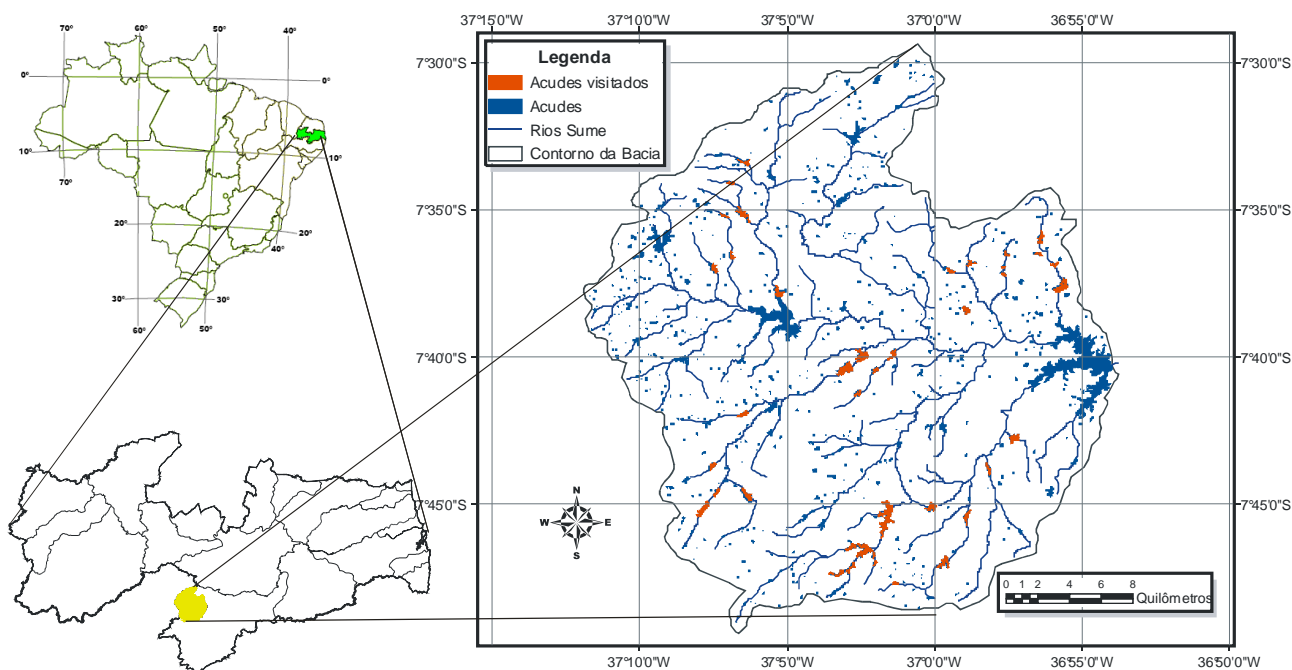


Figura 1 – Localização da Bacia Hidrográfica de Sumé

2.2 - Levantamento de campo

Os dados necessários ao estudo foram levantados em campo, após o período chuvoso, no período compreendido entre 09/09/2008 a 16/09/2008. Inicialmente foi selecionada uma amostra de 38 reservatórios com áreas de bacia hidráulica variando entre 10.000 m² e 600.000 m². Destes 38 reservatórios inicialmente escolhidos alguns foram descartados no momento da visita devido a diversos fatores, como por exemplo, inacessibilidade ao reservatório, e outros foram incluídos. Ao todo, 42 reservatórios foram observados, sendo levantadas diversas informações, desde físicas (perímetro da bacia hidráulica, informações sobre o vertedouro e sobre a barragem, etc.) assim como informações socioeconômicas.

2.2.1. Metodologia

A metodologia se baseou no preenchimento de questionários previamente elaborados, por parte da equipe técnica de pesquisa e por parte do dono ou responsável pelo açude. Os questionários foram elaborados a partir dos estudos de François Molle (1994) sobre os pequenos açudes e de fotografias levantadas em uma viagem preliminar de observação. Mais especificamente para este trabalho, que enfoque os aspectos físicos das barragens e dos sangradouros, dois questionários foram elaborados para serem preenchidos in loco: um questionário referente à barragem (Anexo 1), onde aspectos físicos (comprimento da parede, altura da parede, etc.) e aspectos sobre a manutenção (presença de vegetação arbustiva na parede, formigueiros, etc.) foram coletados, e um questionário relativo ao sangradouro (Anexo 2), onde informações físicas (largura, altura, existência de perfil

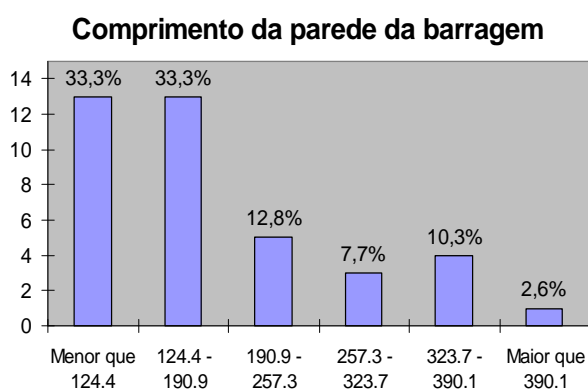
longitudinal, etc.) e também sobre manutenção (estado de conservação dos elementos do sangradouro, etc.) foram coletadas.

As respostas dos questionários obtidas da visita de campo foram transferidas para o programa Sphinx® para análise estatística.

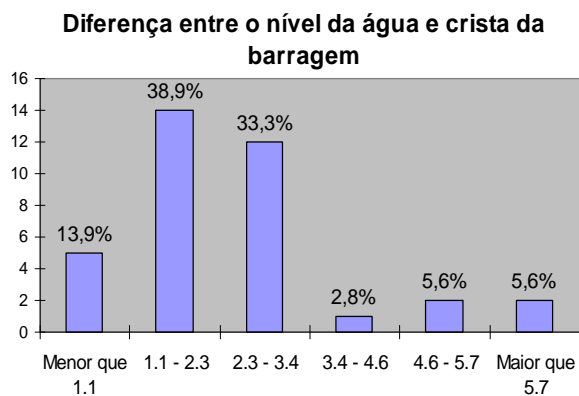
3 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 - Resultados e discussões sobre os dados da parede da barragem

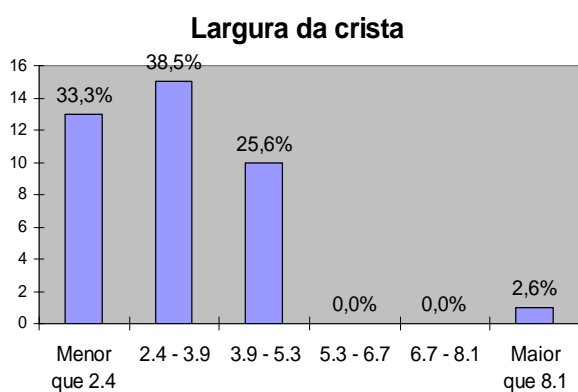
Nesta primeira análise dos dados, foram plotados os resultados referentes aos seguintes itens: comprimento da parede da barragem, diferença entre o nível máximo de água e a crista da barragem, largura da crista, declividade das paredes de montante e de jusante da barragem e a forma da parede da barragem. A figura 2 apresenta os resultados encontrados para estes itens sob a forma de histograma apresentando a frequência relativa para cada classe de acordo com cada item informado anteriormente.



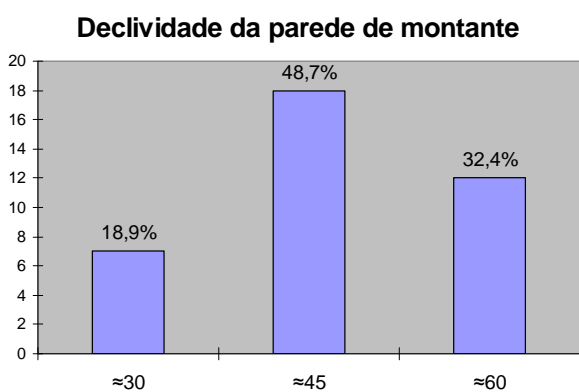
(a)



(b)



(c)



(d)

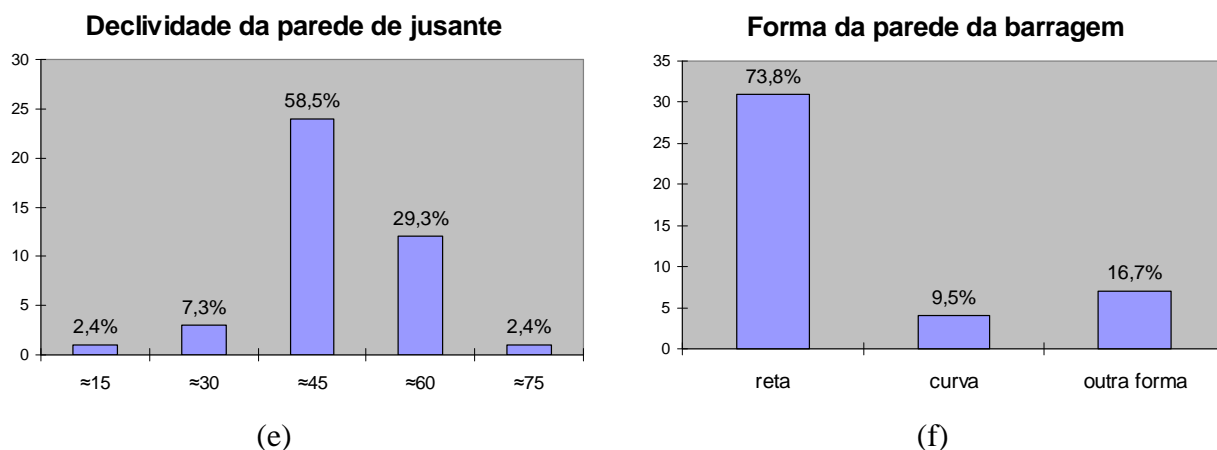


Figura 2 – Levantamento dos resultados sobre a parede da barragem

Na figura 2 (a) observa-se que exatamente dois terços dos reservatórios têm comprimento da parede menor que 190,0 m. Apenas 1 açude possui comprimento de parede maior que 390,1 m. Este resultado indica que os pequenos açudes em geral foram construídos em vales encaixados ou boqueirões e por isso possuem pequena extensão da parede.

Na figura 2 (b) verifica-se que mais de 70,0% dos açudes possuem uma diferença entre a crista da barragem e o nível máximo de água entre 1,1 e 3,4 m. Vale ressaltar também que em 13,9% foram encontradas diferenças inferiores a 1,1 m. Esta pequena diferença pode ser preocupante se atentar pelo fato de que há um alto risco de transbordamento da água pela parede da barragem em períodos de cheias, caso os sangradouros não tenham sido bem dimensionados, e isto pode levar facilmente ao arruamento da mesma.

Para os resultados encontrados para a crista, fica evidente que a maioria dos açudes possui larguras da crista de até 5,3 m. O único açude que foge desta evidência possui largura da crista de 11,0m. Esse valor relativamente grande para um pequeno açude ocorreu porque foi aproveitado o leito de uma rodovia como parede da barragem.

Nos itens referentes à declividade da parede da barragem a jusante e a montante, figura 2 (d) e (e) cerca de 50% dos açudes têm declividades de 45°. Pela figura nota-se que em geral a declividade da parede de jusante é maior que da parede de montante.

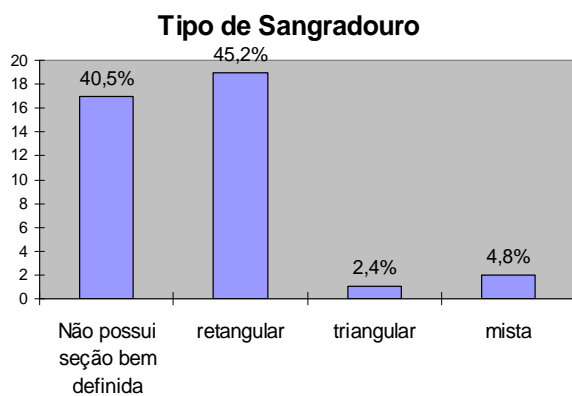
Além dos itens já comentados anteriormente outras informações avaliadas merecem destaque:

- As paredes das barragens em sua maioria são constituídas de argila compactada;
- As formas dos vales à montante dos açudes estão divididas entre vales regulares com relevo medianamente acidentado e vales abertos com relevo plano;
- A maior parte dos açudes está localizada sobre solos rasos (<0,50m);
- A maioria dos açudes observados apresenta boa qualidade de água (≈50%), porém vale ressaltar que a qualidade foi avaliada apenas através do cheiro e da cor da água;

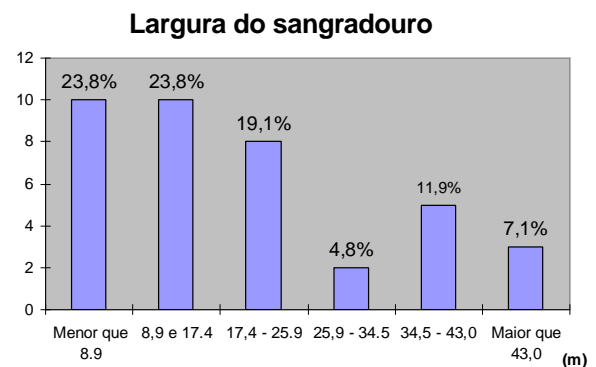
- Pouca presença de vegetação aquática nos açudes.

3.2 - Resultados e discussões sobre os dados referentes ao sangradouro

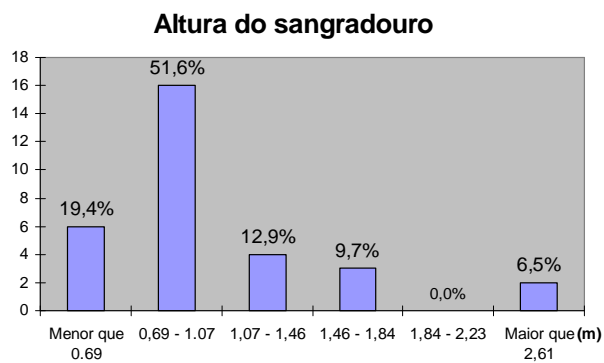
A mesma metodologia utilizada para a apresentação dos resultados sobre aspectos físicos da barragem foi empregada para os sangradouros. Entretanto, vale salientar que houve dificuldades para coletar algumas informações em campo a respeito dos sangradouros, porque os mesmos não possuíam uma seção bem definida, pois muitos dos sangradouros visitados eram apenas buracos escavados no leito natural do terreno, praticamente sem nenhum critério para a construção dos mesmos. Na figura 3 são apresentados os resultados encontrados para os aspectos físicos a respeito dos sangradouros.



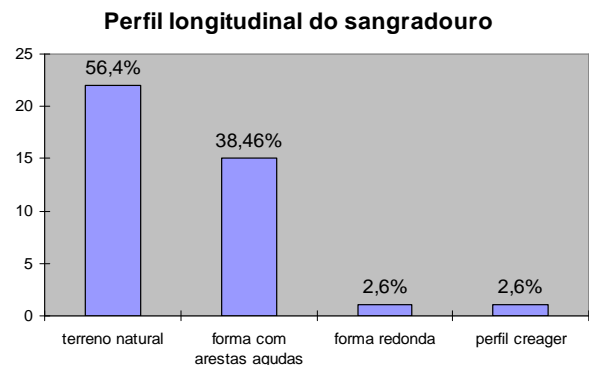
(a)



(b)



(c)



(d)

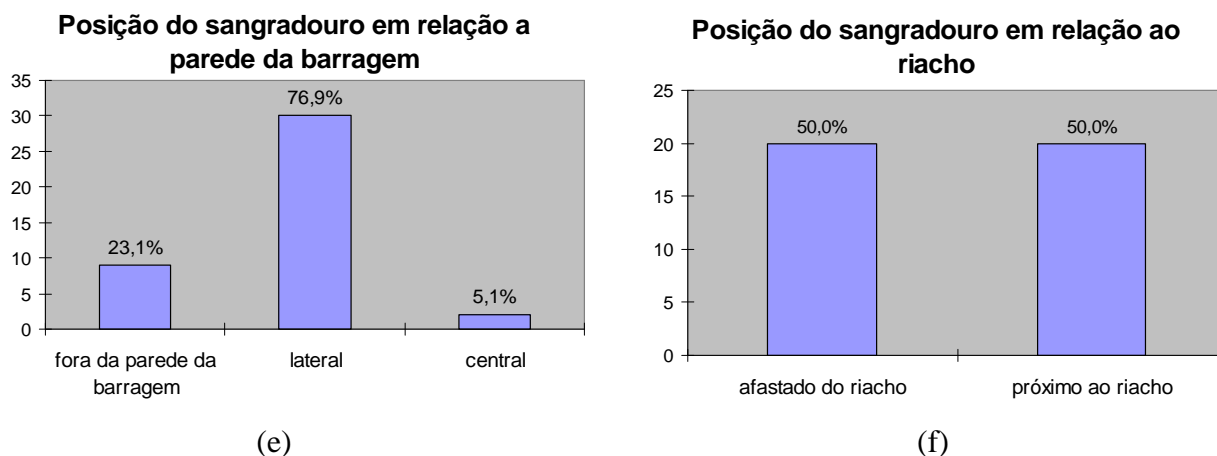


Figura 3 – Levantamento dos resultados sobre o sangradouro

Praticamente todos os sangradouros se dividem em dois tipos: retangulares e sem possuir seção bem definida, representando mais de 85,0% da amostra em estudo conforme pode ser observado na figura 3 (a). Ainda houve três sangradouros que destoaram dos demais no que diz respeito ao tipo, sendo classificados como misto e triangular.

No que se refere à largura do sangradouro, figura 3 (b), apesar de mais de 3/5 dos açudes visitados possuírem largura de até 25,9m, não houve um padrão bem definido para este dado. Já para a altura do sangradouro, notou-se certo padrão no qual mais de 50% dos mesmos possuíam altura que variava de 0,69m a 1,07m.

Para o perfil longitudinal foi verificado que todos os sangradouros que não tinham seção bem definida, também não tinham perfil longitudinal, isto é, sendo o sangradouro composto apenas pelo terreno natural. Além disso, o destaque vai para a forma com arestas agudas com mais de 35% dos perfis longitudinais estudados.

De acordo com a figura 3 (e), mais de três quartos dos sangradouros se localizam ao lado da parede da barragem, entretanto, levando em consideração a segurança, o ideal seria que o sangradouro estivesse afastado da parede da barragem, o que, neste caso, ocorreu em um pouco mais de 23% dos açudes visitados. Ainda houve dois açudes em que a própria parede da barragem servia como sangradouro na parte central da mesma, mas estes foram casos particulares de barragens de alvenaria de pedra.

Quanto à posição do sangradouro em relação ao riacho a jusante da parede da barragem, foi constatado que exatamente 50% encontram-se afastados da parede e 50% próximos a parede da barragem. Uma ressalva sobre este dado é que foi encontrada uma tendência de que quanto maior a capacidade de volume, mais afastado seria o riacho do sangradouro.

Outros dados também foram levantados através do questionário físico sobre o sangradouro, dos quais merecem destaque:

- Segundo o levantamento in loco todos os açudes têm sangradouros e aproximadamente metade destes possuem outros elementos estruturais como muro-guia, canal extravasor, soleira e fundação;
- A maioria dos elementos constituintes de um sangradouro foi feita de argila e concreto.

3.3 - Resultados e discussões sobre a manutenção do sangradouro e da parede da barragem

No tocante à manutenção, seja da parede do açude ou do sangradouro, verificou-se de maneira geral:

- Apresentação de infiltrações à jusante da parede da barragem por grande parte dos açudes – mais de 90 % dos açudes apresentavam infiltrações, sendo que destes, mais de 35% dos açudes tinham grandes infiltrações ($\approx 40\%$);
- Com relação ao arreamento da parede da barragem, isto é, rebaixamento do nível da crista houve pouco mais de 12,2 % dos açudes com este problema;
- Presença de formigueiros em aproximadamente metade dos açudes levantados, sendo que além destes, também foram encontradas em alguns açudes, pequenas galerias de tatus que também foram considerados neste estudo;
- Mais de três quartos das paredes dos açudes apresentam erosão, a qual em aproximadamente 30,0% se encontra em estágio avançado na parede da barragem;
- Quanto à vegetação sobre a parede da barragem, tanto a montante, como a jusante, em apenas 12,2% dos açudes há uma vegetação adequada, nos demais casos, o grande problema se encontra em árvores de grande porte ou a falta de vegetação rasteira;
- Em 66,7% dos sangradouros não foi detectado erosão, seja esta branda ou mais severa;
- Exatamente 45% dos sangradouros visitados apresentam algum tipo de dano, geralmente este dano recaía sobre a soleira e/ou muro-guia.

4 - CONCLUSÕES

Através deste estudo foi possível confirmar que a grande maioria dos açudes foi construída sem elaboração de projeto, no qual tanto a parede da barragem como o sangradouro não foram dimensionados com métodos apropriados.

Os pequenos açudes levantados, em geral não estão em bom estado de conservação, o que não é coerente com o que foi levantado através das entrevistas com a população que utiliza o pequeno açude, em que 90% dos entrevistados afirmaram fazer manutenção dos açudes. Talvez isto tenha ocorrido porque os usuários dos açudes não tenham feito estas manutenções de forma adequada. O

mau estado de conservação dos açudes pode comprometer a sua integridade física, e este resultado é algo extremamente preocupante, pois na ocorrência de cheias, alguns açudes poderão não resistir e chegar a arrombar provocando possíveis perdas humanas e materiais.

Nem sempre foi possível coletar todas as informações sobre os 42 açudes devido à dificuldade de acesso ou a própria dificuldade de identificação de algum elemento do sangradouro ou da parede da barragem.

Espera-se que as observações feitas neste trabalho, quando juntadas a outras do projeto de pesquisa em andamento, poderão permitir a elaboração de normas e políticas públicas para que, integrados à bacia hidrográfica, os pequenos açudes se tornem benéfico ao desenvolvimento sócio-econômico regional.

AGRADECIMENTOS

Á FINEP/CTHIDRO, pelo financiamento do projeto DISPAB, do qual este trabalho é fruto,

BIBLIOGRAFIA

ATECEL. (1993). *Estudo Técnico Integrado sobre o Uso Múltiplo dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Sucurú*, Sumé, Brasil.

CADIER, E. (1994). *Hidrologia das Pequenas Bacias do Nordeste Semi-Árido: Transposição Hidrológica*. Recife – PE, SUDENE, 448p.

CAMPOS, J. N. B.; VIEIRA NETO, J. & QUEIROZ, E. A. (2000). *Impacto Cumulativo da pequena açudagem: estudo de caso do açude Várzea do Boi, em Tauá-Ce*. In: V SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, NATAL. v. 01, p. 231-237.

MOLLE, F. & CADIER, E. (1992). *Manual do Pequeno Açude*. Recife - PE, SUDENE, 529p.

MOLLE, F. & CADIER, E. (1992). *Marcos históricos e reflexões sobre a açudagem e seu aproveitamento*. Recife, SUDENE, 198p.

PERH. (2004). *Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba*. Paraíba, 366p.

Anexo 1

BARRAGEM

Identificação do Açude: _____

Entrevistador: _____

Local, data e hora: _____

Comprimento da parede da barragem: _____

Diferença entre a cota de coroamento ou crista em relação à cota máxima do nível de água

Largura da crista ou baldo: _____

Declividade dos taludes:

Montante: _____

Jusante: _____

Forma da parede da barragem (eixo da barragem):

- reta
- curva (côncava ou convexa)
- outra forma

Largura do vale a montante:

- vales encaixados com relevo muito acidentado
- vales regulares com relevo medianamente acidentado
- vales abertos com relevo plano

Indicar características do tipo de solo na região da bacia hidráulica (caso não haja predominância de algum tipo, indicar a porcentagem aproximada):

Textura:

argila areia silte obs: _____

Espessura:

Solos rasos (< 0,50 m) Solos profundos obs: _____

Impedimentos:

encrostamentos ou camadas impermeáveis. obs: _____

Indicar em torno da área da bacia hidráulica a cobertura vegetal:

- extremamente bem conservada
- bem conservada
- normal
- degradada
- muito degradada

Avaliação da infiltração na parede da barragem (considerar vale a jusante):

- pequena (solo relativamente úmido)
- grande (presença de pequenos olhos d'água)

Obs:

Verificar o arriamento da crista (baldo) na parte central da parede da barragem:

sim nao

Caso sim, medir, se possível, o arriamento: _____

Verificar a presença de formigueiros e pequenas galerias:

Com relação à erosão na parede da barragem:

bom regular ruim

A vegetação na parede da barragem é adequada?

sim não

caso não indicar os problemas:

Existe assoreamento na bacia hidráulica?

sim não

pouco medianamente totalmente assoreado

caso não indicar os problemas:

Existem plantas aquáticas?

sim não

c<10% 10%<c<80% c>80%

Avaliação da qualidade da água:

bom regular ruim

1. Material constituinte da parede do açude:

solo arenoso argila compactada concreto

• outro:.....

Determinação do risco de salinização do açude.

solo esbranquiçado

braços do açudes muito longo

açude aparentemente raso

Observações adicionais:

Anexo 2

SANGRADOURO

Tem sangradouro? sim não

O sangradouro está barrando um riacho de fato? E o nome do riacho

Qual a frequência com que o açude sangra?

- a) anual
- b) plurianual
- c) raramente
- d) nunca sangra

Caso tenha sangrado, qual a cota de sangria que o vertedouro já atingiu? _____

O sangradouro possui outros elementos estruturais?

- | | | | | |
|---|------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> arrombado | | |
| <input type="checkbox"/> muro-guia | <input type="checkbox"/> bom | <input type="checkbox"/> regular | <input type="checkbox"/> ruim | |
| <input type="checkbox"/> fundação | <input type="checkbox"/> bom | <input type="checkbox"/> regular | <input type="checkbox"/> ruim | |
| <input type="checkbox"/> soleira | <input type="checkbox"/> bom | <input type="checkbox"/> regular | <input type="checkbox"/> ruim | |
| <input type="checkbox"/> canal extravasor | <input type="checkbox"/> bom | <input type="checkbox"/> regular | <input type="checkbox"/> ruim | |

Qual é o tipo de seção do sangradouro?

- a) retangular
- b) triangular
- c) mista
- d) outro. Especifique? _____
- e) não possui seção bem definida

Quais as dimensões do sangradouro?

- a) largura do sangradouro L (L1 e L2 caso mista) _____
- b) altura da lâmina de sangria (Hv) _____
- c) folga do sangradouro(f) _____
- d) delgado espesso _____

Existe algum tipo de perfil longitudinal no sangradouro (soleira)?

- sim não

Caso sim, qual o tipo:

- a) Forma redonda
- b) Forma com arestas agudas
- c) Terreno natural
- d) Perfil creager

Qual a posição do sangradouro em relação à parede da barragem?

- a) central
- b) lateral
- c) fora da parede da barragem (natural)

Que material(is) constitui(em) o sangradouro?

- a) alvenaria

- b) concreto
- c) rocha
- d) argila (terra)
- e) outro tipo. Qual? _____

Em que estado de conservação se encontra o sangradouro?

- Arreamento da soleira sim não. Qual? _____
- Erosão do concreto sim não. Qual? _____
- Outro tipo de dano sim não. Qual? _____

Qual a posição do sangradouro com relação ao riacho?

- a) Próximo ao riacho
- b) Afastado do riacho

Caso tenha ocorrido algum tipo de estrago no sangradouro, foi realizado algum tipo de reparo ou reconstrução? sim não

Caso sim, qual o tipo de reparo:

- a) Reforma na ombreira
- b) Levantamento da soleira
- c) Reforma ou reconstrução do muro guia
- d) Outro tipo de reparo ou reconstrução

Foi adequada essa reforma ou reconstrução?

sim não. Observação: _____

Existe algum tipo de proteção no sangradouro?

sim não.

Caso sim, indicar a proteção: _____

Observações adicionais:
