



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

COMUNIDADE EVANGÉLICA LUTERANA "SÃO PAULO"
Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607 - D.O.U. nº 202 de 20/10/2005

Antonio Maria Fontes Gatinho

**BARRAGEM SUBTERRÂNEA
MEDIÇÃO DA VAZÃO DO POÇO AMAZONAS E MONITORAMENTO
DO NÍVEL DO AQUÍFERO**

**Palmas
2010**



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

COMUNIDADE EVANGÉLICA LUTERANA "SÃO PAULO"
Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607 - D.O.U. nº 202 de 20/10/2005

Antonio Maria Fontes Gatinho

**BARRAGEM SUBTERRÂNEA
MEDIÇÃO DA VAZÃO DO POÇO AMAZONAS E MONITORAMENTO
DO NÍVEL DO AQUIFERO**

Monografia apresentada como requisito parcial da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso (TCC II) do curso de Engenharia Civil, orientado pelo Professor Mestre Carlos Spartacus da Silva Oliveira.

**Palmas
2010**



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

COMUNIDADE EVANGÉLICA LUTERANA "SÃO PAULO"
Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607 - D.O.U. nº 202 de 20/10/2005

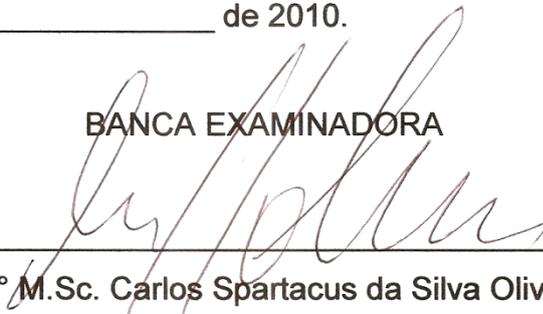
Antonio Maria Fontes Gatinho

BARRAGEM SUBTERRÂNEA MEDIÇÃO DA VAZÃO DO POÇO AMAZONAS E MONITORAMENTO DO NÍVEL DO AQUÍFERO

Monografia apresentada como requisito parcial da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso (TCC II) do curso de Engenharia Civil, orientado pelo Professor Mestre Carlos Spartacus da Silva Oliveira.

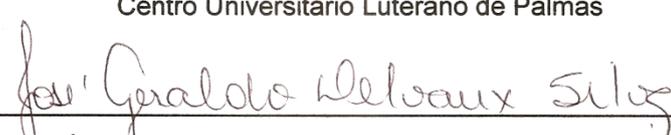
Aprovada em _____ de 2010.

BANCA EXAMINADORA



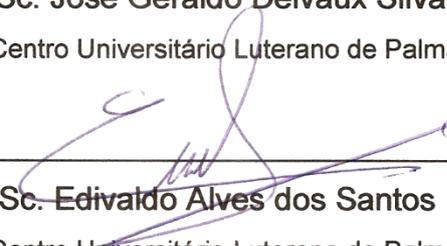
Prof.º M.Sc. Carlos Spartacus da Silva Oliveira

Centro Universitário Luterano de Palmas



Prof.º M.Sc. José Geraldo Delvaux Silva

Centro Universitário Luterano de Palmas



Prof.º M.Sc. Edivaldo Alves dos Santos

Centro Universitário Luterano de Palmas

Palmas
2010

DEDICATÓRIA

Dedico este estudo em especial a minha mãe Maria José Fontes Gatinho, e minha irmã Maria de Nazaré Fontes Gatinho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado força e discernimento, e de nunca me abandonar nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais Florêncio da Silva Gatinho e Maria José Fontes Gatinho por ter me dado a oportunidade da vida.

Aos meus filhos Marcelo Antonio, Marcus Antonio e Marina Helena pelo carinho, compreensão e ajuda.

A minha esposa Maria Elizabete que soube entender minha ausência nos momentos em que precisei chegar tarde estudando nas casas dos colegas.

“Eu vim para que tenham a vida e a tenham em abundância”

Jesus Cristo

(Jo 10,10b)

RESUMO

GATINHO, Antonio Maria Fontes. **BARRAGEM SUBTERRANEA, MEDIÇÃO DA VASÃO DO PAÇO AMAZONAS, MONITORAMENTO DO NIVEL DO AQUIFERO.** Monografia apresentada como requisito parcial da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II (TCCII) do Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP/ULBRA, Palmas – TO.

A barragem subterrânea é um sistema alternativo de captação e armazenamento de água da chuva no interior do solo, que apesar da baixa capacidade de armazenamento possui um maior aproveitamento dos aquíferos devido à insignificante perda por evaporação. Com a criação do aquífero artificial por meio de barragem subterrânea, é possível armazenar água com qualidade e quantidade para suprir as necessidades da criação de animais, do plantio, de uma família ou de uma comunidade. Logo, foi definido um local para simular uma barragem subterrânea, onde foi usada uma área próxima a margem do lago da barragem do lajeado e feito dois poços: um com 20 cm e outro com 50 cm de diâmetro com um metro de profundidade cada. Em seguida foram revestidos os mesmos com os tubos porosos de concreto, e foram feitos mais quatro furos com 10 cm de diâmetro, revestidos com tubo poroso de PVC, para os piezômetros serem usados. Observou-se que através do poço e do monitoramento do aquífero ele pode dimensionar o tamanho do seu plantio e a quantidade de animais que pode manter durante o período de estiagem. Diante disso é importante que o processo seja acompanhado por profissionais da área para dar suporte técnico.

Palavras - chave: barragem subterrânea, poço, vazão, monitoramento.

ABSTRACT

GATINHO, Antonio Maria Fontes. **UNDERGROUND DAM, THE MEASUREMENT OF VASA PAÇO AMAZONAS, MONITORING THE LEVEL** of the aquifer. Monograph presented as partial requirement of the course work Completion of course II (TCCI), Course of Civil Engineering, University Center Lutheran Palmas - CEULP / ULBRA, Palmas-TO.

The underground dam is an alternative system to capture and store rainwater in the soil, that despite the low storage capacity has increased recovery of aquifers due to negligible evaporation loss. With the creation of artificial aquifer through underground dam, you can store water quality and quantity to meet the needs of livestock, the planting of a family or community. Therefore, there is the place to simulate an underground dam, where it was used an area near the lakeside of the dam of the pavement and made two wells: one with 20 cm and another with 50 cm in diameter and three feet deep each. Then they were coated with porous concrete pipes, and made four more holes with 10 cm in diameter, coated with porous PVC pipe for the piezometers are used. It was observed that through the well and monitoring of the aquifer it can scale the size of its plantation and the number of animals that can maintain during the dry season. Given this it is important that the process is accompanied by professional experts to provide technical support.

Key-words: underground dam, well, flow and monitoring.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Problemas	11
1.2 Justificativa	12
1.3 Objetivos	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Hidrologia	14
2.1.1 Ciclo Hidrológico.....	14
2.1.2 Bacia Hidrográfica	15
2.2 Barragem Subterrânea	15
2.3 Alternativa tecnológica para aumentar a disponibilidade de água no semi-árido	16
2.3.1 Características Técnicas	17
2.3.2 Componentes da Barragem Subterrânea.....	18
2.3.3 Aspectos Construtivos.....	19
2.3.3.1 Seleção da Área	19
2.3.3.2 Levantamento Topográfico.....	20
2.3.3.3 Valeta para construção da parede.....	20
2.3.3.4 Alguns materiais usados na parede da barragem Subterrânea	20
2.3.4 Manejo da Barragem Subterrânea	22
2.3.5 Custos	23
2.4 Barragem Subterrânea: captação e armazenamento de água no meio rural ...	24
2.4.1 Características Técnicas	24
2.4.2 Descrição da Tecnologia	24
3 METODOLOGIA.....	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
ANEXOS	33

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

TABELA 1 - Custos de implantação de uma barragem subterrânea.....	23
FIGURA 01 - Ciclo Hidrológico	15
FIGURA 02 - Diferentes tipos de barragem subterrânea	17
FIGURA 03 - Vista parcial de uma barragem subterrânea	18
FIGURA 04 - Preparo do Traço	26
FIGURA 05 - Fôrma metálica do tubo	26
FIGURA 06 - Poço 20 cm de diâmetro	27
FIGURA 07 - Poço com 50 cm de diâmetro	27
FIGURA 08 - Monitoramento do aquífero	28
FIGURA 09 - Monitoramento do aquífero	28
FIGURA 10 - Esquema de Barragem Subterrânea	33
FIGURA 11 - Barragem Subterrânea	33
FIGURA 12 - Barragem Subterrânea	34
FIGURA 13 - Poço Amazonas	34
FIGURA 14 - Escavação do Poço Amazonas	35
FIGURA 15 - Poço Amazonas	35
FIGURA 16 - Medição da vazão do poço amazonas	36
FIGURA 17 - Medição da vazão do poço amazonas	36
FIGURA 18 - Monitoramento do aquífero	37
FIGURA 19 - Monitoramento do aquífero	37

1 INTRODUÇÃO

A barragem subterrânea é um sistema alternativo de captação e armazenamento de água da chuva no interior do solo, que apesar da baixa capacidade de armazenamento possui um maior aproveitamento dos aquíferos devido à insignificante perda por evaporação.

O semi-árido brasileiro tem precipitação de 700 (setecentos) bilhões de metros cúbicos, porém só 24 (vinte e quatro) bilhões de metros cúbicos são disponíveis, porque o restante se perde por escoamento superficial (Rebouças & Marinho, 1972).

Nesta região a instabilidade climática constitui um grande obstáculo para a sobrevivência do homem no meio rural, por falta de água para suprir suas necessidades básicas.

Em diversas situações, nas condições geológicas de elevado escoamento, são utilizados reservatórios superficiais. Entretanto vários fatores como área, mão-de-obra especializada e principalmente o alto custo de implantação impedem o uso generalizado desta tecnologia.

Com a criação do aquífero artificial por meio de barragem subterrânea, é possível armazenar água com qualidade e quantidade para suprir as necessidades da criação de animais, do plantio, de uma família ou de uma comunidade.

1.1 Problema

Os problemas observados nas barragens subterrâneas acontecem principalmente na construção do poço amazonas, com ausência de enrocamento na base, baixa permeabilidade nos tubos de revestimento e impermeabilização do septo da barragem.

1.2 Justificativa

A escolha do tema se deve ao fato de que a necessidade da água na agricultura é muito grande e precisa ser monitorada, pois a produtividade agrícola no local depende da quantidade e qualidade da água armazenada.

1.3 Objetivos

Objetivos Gerais

Analisar e avaliar a vazão do poço amazonas da barragem subterrânea.

Objetivos Específicos

Analisar a porosidade do tubo de concreto de revestimento do poço amazonas.

Avaliar a vazão do poço.

Monitorar o nível do aquífero através do piezômetro.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Hidrologia

Tucci (2000) Hidrologia é a ciência que trata da água, sua ocorrência, circulação e distribuição, suas propriedades físicas e químicas, e sua relação com o meio ambiente, incluindo sua relação com as formas de vida.

A hidrologia é uma ciência interdisciplinar que tem uma evolução significativa em face aos problemas crescentes, resultados da ocupação das bacias, do incremento significativo da utilização da água e do resultante impacto sobre o meio ambiente global. Profissionais de diferentes áreas como engenheiros, agrônomos, geólogos, matemáticos, estatísticos, geógrafos, biólogos, entre outros atuam nas diferentes subáreas dessa ciência.

2.1.1 Ciclo Hidrológico

Silvero, em Tucci (2000) Fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre e atmosfera impulsionado fundamentalmente pela energia solar associada a gravidade e a rotação da terra.

O ciclo hidrológico está ligado ao movimento e a troca de água nos seus diferentes estados físicos, que ocorre na hidrosfera. Este movimento permanente deve-se ao sol, que fornece a energia para elevar água da superfície terrestre na atmosfera (evaporação) e a gravidade, que faz com que a água condensada caia (precipitação) e que, uma vez na superfície, circula através de linha de água que se reúnem em rios até atingir os oceanos (escoamento superficial), ou se infiltram nos solos e nas rochas, através dos seus poros, fissuras e fraturas (escoamento

subterrâneo). Nem toda água precipitada alcança a superfície terrestre já que uma parte, na sua queda pode ser interceptada pela vegetação e volta a evaporar-se.

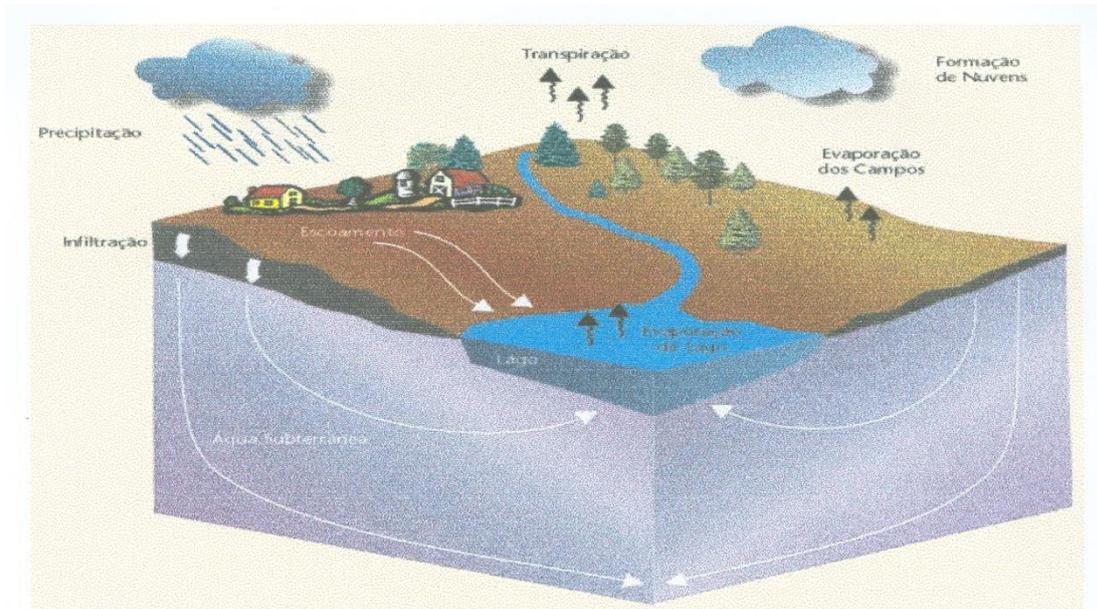


Figura 1. Ciclo Hidrológico

2.1.2 Bacia Hidrográfica

Tucci (2000) É uma área de captação natural limitada por divisores topográficos, que faz convergir os escoamentos para um ponto de saída, seu exutório. A bacia hidrográfica compõe-se basicamente de um conjunto de superfícies, vertentes e de uma rede de drenagens formada por cursos d'água que confluem até resultar um leito único no exutório.

2.2 Barragem Subterrânea

Barragem subterrânea é uma obra construída na área do riacho que tem como finalidade principal impedir que a água nela acumulada continue a escoar. As condições favoráveis para se construir uma barragem subterrânea é ser construída no período de estiagem quando o nível da água subterrânea estiver mais baixo.

É preciso construir um poço amazonas próximo a montante do barramento. Deve-se aproveitar o momento da escavação da vala da barragem. Ele pode ser construído preferencialmente com manilhas (tubo de concreto) devendo ser poroso na base (1 ou 2 m de profundidade). A barragem pode ser usada para consumo humano e animal, a água subterrânea armazenada nesta obra pode ser coletada através de poço amazonas, onde será colocado um equipamento de bombeamento a ser dimensionado em função da vazão da água do poço. Para o caso de utilização agrícola ela pode ser feita de duas maneiras: naturalmente, aproveitando a utilização do lençol freático, utilização direta da água do poço amazonas em pequenas irrigações. A barragem subterrânea deve ser construída onde tenha importância social, pois se a ação não despertar interesse público estará destinada ao fracasso.

A água subterrânea do local não deve possuir taxa elevada de salinidade, pois o depósito aluvionar (solo arenoso acumulado no leito do rio), deve possuir espessura suficiente para justificar a construção da barragem (no mínimo 1,5m). O aluvião (material depositado pelo riacho) deve ser constituído principalmente por areia.

Instituto Agrônomo de Pernambuco – IAP

José de Assis Ferreira

2.3 Alternativa tecnológica para aumentar a disponibilidade de água no semi-árido

(Luiza Teixeira de Lima Brito, Dinarte Aéda da Silva, Nilton de Brito Cavalcanti, José Barbosa dos Anjos e Maurício Mariano do Rego)

2.3.1 Características técnicas

Levantamentos realizados com o objetivo de se caracterizar as barragens subterrâneas existentes nas regiões do Cariri, PB e Seridó, RN, apresentaram características diferenciadas quanto aos aspectos construtivos, empregando-se os diversos materiais da própria região: pedra e cal, barro batido, alvenaria e concreto e exploravam, basicamente, culturas forrageiras (Maciel & Silva, 1984). Em 1981, a EMBRAPA – CPATSA iniciou pesquisas visando definir uma metodologia de manejo, testar a lona plástica na construção da parede da barragem subterrânea em linhas de drenagens naturais e explorar culturas anuais (Brito, 1989).

Barragem subterrânea é toda estrutura que objetiva barrar o fluxo subterrâneo de um aquífero preexistente ou criado concomitantemente com a construção de uma barreira impermeável (Santos & Frangipani, 1978).

Alguns autores (Santos & Frangipani, 1978, Monteiro, 1984 e Silva & Rego Neto, 1992) definem barragem subterrânea ou submersível aquela formada por uma parede que parte da camada impermeável ou rocha até uma altura acima da superfície do aluvião, de tal forma que na época das chuvas forma um pequeno lago a montante (Figuras 2 A e B) enquanto a barragem submersa tem sua parede totalmente no aluvião, ficando a água armazenada no perfil do solo (Figura 2 C).

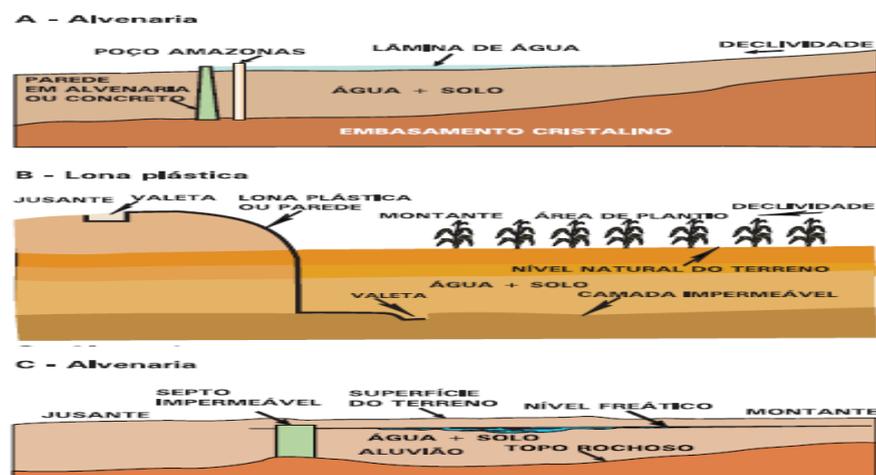


Figura 2. Diferentes tipos de barragem subterrânea

2.3.2 Componentes da barragem subterrânea

Área de captação (A_c) – é a área representada por uma bacia hidrográfica, formada pelos divisores de água: topográfico e freático. A água proveniente da chuva precipitada nesta área escoar para a bacia hidrográfica da barragem e lentamente se infiltra, criando ou elevando o lençol freático tornando-a, assim, uma técnica que, além de armazenar água com baixas perdas por evaporação, favorece a conservação do solo, pela redução da erosão, considerada, hoje, um grande desafio na manutenção das características físicas, químicas e biológicas do solo (Figura 3).

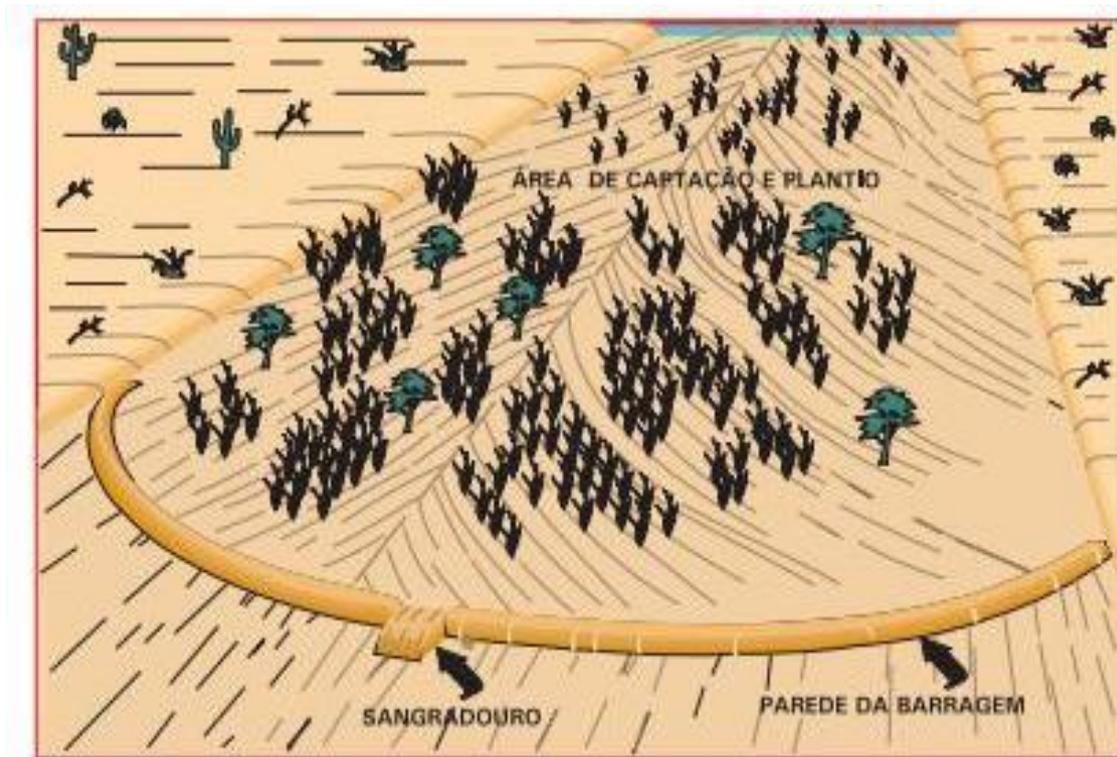


Figura 3. Vista parcial de uma barragem subterrânea

Área de plantio (A_p) – é a própria bacia hidrográfica da barragem. Com o carregamento de partículas sólidas pelas águas das chuvas, esta área anualmente

vai sendo assoreada, formando camadas de solos férteis propícios à exploração agrícola.

Parede da barragem (Pa) – também denominada septo impermeável. Tem a função de interceptar o fluxo de água subterrâneo e superficial e na sua construção podem ser utilizados diversos materiais, como camadas de argila compactadas, barro amassado, alvenaria, lonas plásticas de polietileno ou PVC, concreto, ou a combinação de alguns materiais, desde que na parte de cotas mais baixa se utilize material mais resistente.

2.3.3 Aspectos construtivos

Na construção dessas barragens alguns fatores devem ser observados, como a precipitação média da região, vazões dos rios/riachos ou linhas de drenagem, granulometria dos solos da área selecionada, qualidade da água, quanto ao aspecto salinidade, capacidade de armazenamento do aquífero e profundidade da camada impermeável.

2.3.3.1 Seleção da área

A primeira etapa consiste da seleção da área, onde se deve abrir trincheira até a camada impermeável com o objetivo de oferecer maiores conhecimentos sobre geologia e pedologia do solo, além de detectar a presença ou não de lençol freático. De preferência, deve-se utilizar solos aluviais, não muito profundos, no máximo 3 a 4 m, textura média a grossa e declividade de até 3 a 4 %; pode-se, também, selecionar áreas em linhas de drenagem natural, conhecidas por córregos, para onde, durante as chuvas, escoam grande quantidade de água.

2.3.3.2 Levantamento topográfico

Selecionada a área, recomenda-se realizar um levantamento planialtimétrico, em quadrículas de 20 X 20 m, para melhor se definir o local de seus componentes básicos: área de captação, área de plantio, parede da barragem e sangradouro.

2.3.3.3 Valeta para construção da parede

No local definido para a parede da barragem, abre-se uma valeta transversal ao leito do rio ou à linha de drenagem, com profundidade até a camada impermeável e largura, que varia em função da profundidade desta camada, do tipo de solo e do material a ser usado para a construção da parede; esta escavação pode ser manual, por meio de equipamentos simples disponíveis na propriedade, ou mecânicos, usando-se máquinas.

Em aluviões muito arenosos e secos ocorrem constantes desmoronamentos dos taludes, que dificultam o trabalho; nesses aluviões, facilmente se encontra lençol freático, que deve ser bombeado para baixar seu nível e permitir a escavação até a camada impermeável.

2.3.3.4 Alguns materiais usados na parede da barragem subterrânea

Camada de argila – A argila deve ser depositada na valeta, em camadas uniformes de no máximo 10 cm e que, depois de umedecida e compactada manualmente, forme camadas com aproximadamente 5 cm; não se deve utilizar a argila pura, mas um material com teor de argila que garanta baixa permeabilidade. Esse material é muito usado na construção dessas barragens pelos produtores do Rio Grande do Norte e da Paraíba, o qual é conhecido como “barro batido”.

Alvenaria – Para construção da parede da barragem, os tijolos devem ser maciços, bem cozidos e isentos de sais; deve-se utilizar argamassa de cimento e areia, no traço de 1:4, com base da parede mais larga que a parte superior, na forma trapezoidal. Esta parede deve ser levantada totalmente em nível e preenchidos os espaços entre ela e o corte do talude a jusante, com o material retirado da própria escavação da valeta. A montante da parede deve ser rebocada, utilizando-se argamassa de cimento e areia (traço 1:3) e impermeabilizante (sika) diluído em água, na proporção 1:15, para evitar infiltrações. Após este reboco, o espaço vazio entre a parede e o talude também deve ser preenchido com o mesmo material da escavação da vala.

Lona Plástica – Após aberta a valeta, recomenda-se fazer um reboco a jusante, usando-se barro e água, para uniformizar o corte do talude e evitar perfurações no plástico, através de pontas de pedra, raízes etc., reduzindo os riscos de perda de água.

Na parte inferior, a montante, deve-se abrir uma valeta na camada impermeável e outra na superfície do solo, a jusante, com 20 X 20 cm, para fixar as extremidades da lona plástica (Figura 2 B) usando-se a mesma argamassa de barro utilizada no reboco.

Alguns cuidados deve-se ter na colocação da lona, evitando-se principalmente tencioná-la, colocando-a sobre condições de ventos brandos e baixas temperaturas, para evitar dilatação e perfuração da lona; caso isso ocorra, deve-se fazer um remendo utilizando-se de materiais como, pedaço de plásticos e cola, apropriados para este material.

2.3.4 Manejo da barragem subterrânea

O manejo do solo e da água na barragem subterrânea tem sido muito discutido por estudiosos da área, principalmente com relação ao perigo da salinização do solo.

Para diminuir o risco da salinização dessa área, devido ao aumento progressivo da concentração de sais, recomenda-se colocar um tubo de descarga, de aproximadamente quatro polegadas de diâmetro, sobre a camada impermeável, partindo da montante, e perfurando a parede da barragem até a jusante, em cuja extremidade se deve colocar uma curva de 90° com outro tubo, o qual funcionará como um poço, podendo a água ser bombeada com freqüência. Este tubo facilitará a lavagem do perfil do solo, carreando os sais dissolvidos na água da barragem e funcionando como descarga de fundo. Essa recomendação também é defendida por Costa (1999) reforçando que alguns agricultores da região que constroem barragens subterrâneas sem considerar esses aspectos, estão correndo sérios riscos, em médio prazo, com a possibilidade de salinização dos solos, tornando-os impróprios para as culturas. Outra alternativa será construir poços amazonas a montante da barragem, que permitirá a captação da água para objetivos diversos e para esgotamento do aquífero garantindo a renovação da água, como ilustra na figura 1ª.

Quando a barragem subterrânea tiver, como objetivo, o armazenamento da água para consumo humano, deve-se atentar para o fato de não se utilizar defensivos agrícolas nas áreas a montante, evitando-se a contaminação da água.

Caso a barragem seja destinada a produção agrícola poder-se-á preparar o solo antes do período chuvoso, ou após as chuvas, semelhante ao sistema de agricultura de vazante, onde as sementes são plantadas nas curvas de níveis formadas pela água.

2.3.5 Custos

Os custos de implantação de uma barragem subterrânea são variáveis, em função de fatores como comprimento da parede, material utilizado, profundidade da camada impermeável e disponibilidade de mão-de-obra na família, entre outros; assim, apresentam-se na figura 4, os custos de uma barragem subterrânea com aproximadamente, 100 m de comprimento de parede, utilizando-se lona plástica de polietileno. Costa (1999) apresenta custo de barragem subterrânea variando de R\$ 1.000,00 a R\$ 3.000,00, o que representa um custo de R\$ 0,033 a R\$ 0,10 por metro cúbico de água, valores estes bem inferiores aos níveis utilizados atualmente principalmente se comparados aos custos de água consumida no meio rural nos períodos secos, a qual é transportada por carros pipa a longas distâncias, sem considerar os aspectos qualitativos e quantitativos.

TABELA 1. Custos de implantação de uma barragem subterrânea construída com lona plástica de polietileno

Material	Unidade	Quantidade	Custo Total (R\$)
Lona plástica, largura 4m	m	100	240,00
Tela arame	m ²	30	150,00
Cimento (50 kg)	Saco	6	36,00
Areia	m ³	2	10,00
Sub-total (1)			436,00
Mão-de-obra			
Servente/Pedreiro	Homem/dia	36	185,00
Sub-total (2)			185,00
Total (1 + 2)			621,00

Fonte: Adaptada de Brito et al. (1989)

2.4 Barragem subterrânea: captação e armazenamento de água no meio rural

Luiza Teixeira de Lima Brito

José Barbosa dos Anjos

EMBRAPA, Petrolina – PE, Brasil.

2.4.1 Características técnicas

Nas condições do trópico semi-árido observam-se várias ocorrências de aluviões, que são unidades de captação e acumulação de água muito comuns nas bacias de base cristalina e que propiciam a implantação de barragens subterrâneas, que apesar de baixa capacidade de armazenamento dos aquíferos, apresentam a vantagem de seu aproveitamento ser quase total, devido às insignificantes perdas por evaporação (Monteiro, 1984)

2.4.2 Descrição da tecnologia

Barragem subterrânea é toda estrutura que objetiva barrar o fluxo subterrâneo de um aquífero pré-existente, ou criado concomitantemente à construção da barreira impermeável (Santos & Frangipani, 1978).

Esses tipos de barragens foram construídos no Brasil, principalmente na região Nordeste, desde o início do século. Diversos autores (Tigre, 1949; Duque, 1980; IPT, 1981, entre outros) preconizam a construção dessas barragens com o objetivo de aumentar a possibilidade de água no meio rural.

Alguns autores (Santos & Frangipani, 1978 e Silva & Rego, 1992) definiram barragem subterrânea ou subnível àquela firmada por uma parede de camada impermeável a uma altura acima da superfície do aluvião, de tal forma que nas

épocas de chuvas se forma um pequeno lago a montante. Já a barragem submersa tem uma parede totalmente no aluvião, ficando a água armazenada no perfil do solo.

3 METODOLOGIA

O desenvolvimento do trabalho foi realizado através de um estudo de caso da vazão do poço amazonas e monitoramento do aquífero da barragem subterrânea.

Inicia-se pela definição dos materiais para confecção dos tubos porosos. Ficou definido o traço 3:1:7, sendo cimento, areia e brita nº1, e baixo fator água/cimento. Então usando fôrma metálica foram confeccionados os tubos porosos de concreto.



Figura 4. Preparo do traço



Figura 5. Fôrma metálica do tubo

Definiu-se um local para simular uma barragem subterrânea, onde foi usada uma área próxima a margem do lago da barragem do Lajeado. Foram feitos dois poços: um com 20 cm e outro com 50 cm de diâmetro com um metro de profundidade cada. Em seguida foram revestidos com os tubos porosos de concreto, e foram feitos mais quatro furos com 10 cm de diâmetro, revestidos com tubo poroso de PVC, para a utilização dos piezômetros.



Figura 6. Poço com diâmetro de 20 cm



Figura 7. Poço de 50 cm de diâmetro

Após o revestimento começa a medição da vazão do poço, faz-se quatro medições em cada poço utilizando uma bomba centrífuga de $\frac{1}{2}$ cv, um recipiente medindo 23 cm por 23 cm de base com 50 cm de altura e um cronômetro.

O monitoramento do aquífero foi feito através de piezômetros que foram instalados para se fazer as devidas leituras e com isto acompanhar o nível de água.



Figura 8. Monitoramento do Aquífero



Figura 9. Monitoramento do Aquífero

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este estudo foi baseado em barragens construídas principalmente no Nordeste do país, entretanto esta técnica pode ser aplicada em todo o semi-árido, como em qualquer região onde apresentar condições favoráveis para a aplicação da mesma, inclusive no sudeste do Estado do Tocantins.

Medição do poço de 20 cm

30seg. $h=16$ cm $(23 \times 23 \times 6,5 \times 0,001)= 3,44/30 \times 60 = 6,88$ l/min.

40seg. $h=21,5$ cm $(23 \times 23 \times 8,5 \times 0,001)= 4,50/40 \times 60= 6,75$ l/min.

50seg. $h=25,5$ cm $(23 \times 23 \times 10,5 \times 0,001)= 5,55/50 \times 60= 6,67$ l/min.

60seg. $h=31$ cm $(23 \times 23 \times 13 \times 0,001)= 6,88$

Vazão média $(6,88+6,75+6,67+6,88)/4= 6,795$ l/min.

Medição da vazão do poço de 50 cm

30seg. $h=16$ cm $(23 \times 23 \times 16 \times 0,001)= 8,46 \times 2 = 16,93$ l/min.

40seg. $h=21,5$ cm $(23 \times 23 \times 21,5 \times 0,001)= 11,37/40 \times 60= 17,06$ l/min.

50seg. $h=25,5$ cm $(23 \times 23 \times 25,5 \times 0,001)= 13,49/50 \times 60= 16,19$ l/min.

60seg. $h=31$ cm $(23 \times 23 \times 31 \times 0,001)= 16,40$

Vazão média $(16,93+17,06+16,19+16,40)/4= 16,65$ l/min.

5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Após a revisão do trabalho em estudo, percebeu-se que a vazão do tubo poroso de concreto no poço amazonas da barragem subterrânea e o monitoramento do aquífero são suficientes para atender as necessidades do homem do campo, que depende da água acumulada para passar o tempo de estiagem, ou seja, ele pode captar água para o consumo familiar, criação de animais e para o plantio.

Diante disso é importante que o processo seja acompanhado por profissionais da área para dar o devido suporte técnico.

O referido trabalho não teve a pretensão de esgotar o tema, limitando-se a apresentar o assunto para mostrar a necessidade de ter conhecimento do volume de água e seu monitoramento.

Para trabalhos futuros fica como sugestão a elaboração de uma série de questionamentos relativos às dificuldades do homem do campo e principalmente do semi-árido, para que dessa forma se possam solucionar as várias dificuldades encontradas pelo mesmo como a escassez de água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRITO,L.T. de L.;SILVA,A. de S.;MACIEL,J.L;MONTEIRO,M.A.R. BARRAGEM SUBTERRÂNEA i. Construção e manejo. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA,1989.38P.II.Boletim de pesquisa,36).

COSTA,W.D. Barragens subterrâneas – uma intervenção de baixo custo para a região semi-árida nordestina.Disponível:site IICA (13 nov. 1997).URL:HTTP://WWW.iica.org.br/AguaConsultado em 4 fev.1999.

IPT- INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICAS, São Paulo, SP.Levantamento das potencialidades para implantação de barragens subterrâneas no Nordeste: bacias dos Rios Piranhas- Açú RN e Jaguaribe CE. São Paulo: IPT,1981.56p.il.Relatório 14887

MONTEIRO,L.C. Barragem subterrânea:uma alternativa para suprimento de água na região semi-árida.In: CONGRESSOBRASILEIRODE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS,3,Fortaleza, CE.1984.Anais... Fortaleza, ABAS,1984.v.1.p.421-430.

REBOUÇAS,A. da C.;MARINHO,M.E.Hidrologia das secas do nordeste do Brasil.Recife:SUDENE-DRN,Divisão de Hidrologia,1972.126p.BRASIL.SUDENE.Hidrologia,40.

SANTOS, J.P. dos; FRANGIPANI,A. Barragens submersas- uma alternativa para o Nordeste

Brasileiro.In:CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA,2,São Paulo, SP,1978.Anais...São Paulo: ABID,1992.v.I.p.119-126.

SILVA,D.A.;REGO NETO,J. Avaliação de barragens submersíveis para fins de exploração agrícola no semi-árido.In: CONGRESSO NACIONALDE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM,9,Natal,RN,1992.Anais... natal: ABID,1992.v.I.p.335-361.

TIGRE,C.B. Barragens subterrâneas e submersas como meio rápido e econômico de armazenamento d'água. Anuário do Instituto do Nordeste, Fortaleza, CE, p.13-29,1949.

ANEXOS

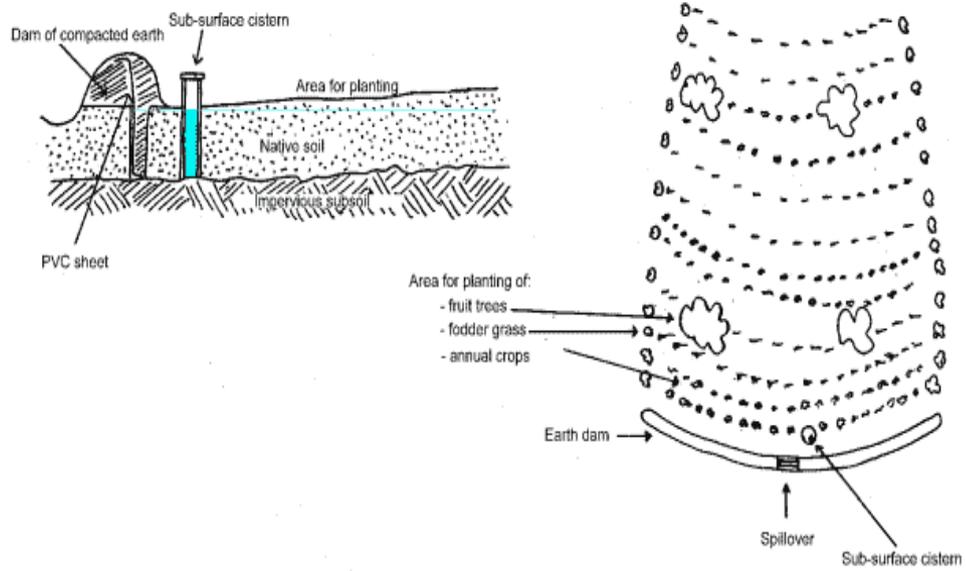


Figura 10. Esquema de barragem subterrânea



Figura 11. Barragem subterrânea



Figura 12. Barragem subterrânea



Figura 13. Poço Amazonas



Figura 14. Escavação do poço amazonas



Figura 15. Poço amazonas



Figura 16. Medição da vazão do poço amazonas



Figura 17. Medição da vazão do poço amazonas



Figura 18. Monitoramento do aquífero



Figura 19. Monitoramento do Aquífero