

XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E XVII
ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS

COMPARATIVO DE CUSTOS DE UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS
SUBTERRÂNEAS E ÁGUAS PLUVIAIS PARA ABASTECIMENTO DE
ÁGUA – CASO DA ILHA GRANDE EM BELÉM

Ricardo Gomes Rosa¹; Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes² & Tony Carlos Dias da Costa³

Resumo – Devido ao grave problema da escassez da água de boa qualidade pelo qual o planeta está passando, a discussão acerca de novas formas de abastecimento de água potável é corrente. Dentro desse contexto, surge o sistema de aproveitamento de água da chuva como uma das principais soluções para melhor gestão do uso da água, incluindo benefícios sociais. Segundo Filho (1982), as águas subterrâneas são consideradas de maior pureza, no que se refere a contaminação por agentes externos, porém os aquíferos estão sujeitos aos perigos da contaminação e poluição. A fim de analisar o comparativo de custos entre a exploração de água subterrânea e o sistema de aproveitamento de água da chuva no município de Belém, foram analisados os casos de consumo aplicados à área urbana, exemplificado por uma residência localizada na Ilha Grande pertencente ao município Belém, através dos métodos do Valor Presente Líquido (VPL), Payback e Taxa Interna de Retorno (TIR).

Abstract – Due to the problem of water scarcity of good quality that the planet is passing, the discussion about new forms of drinking water. Within this context, there is the system utilization of rainwater as a leading solutions for better management of water use, including social benefits. Second Son (1982), groundwater is considered of greater purity with regard to contamination by external agents, but the underground aquifers are subject to the dangers of contamination and pollution. In order to analyze the comparative costs between the exploitation of groundwater and utilization system of rainwater in the city of Belém, we analyzed the cases of consumption applied to urban areas, exemplified by a residence located in Ilha Grande.

Palavras-Chave – poço, custo, Belém.

¹ Fundação Nacional de Saúde: Av. Visconde de Souza Franco n° 646, (91) 3202-3717, ricardo.rosa@funasa.gov.br

1 - INTRODUÇÃO

A fixação do homem no campo depende de uma política governamental bem estruturada, englobando uma série de fatores. Um destes fatores é a existência de fonte de água potável, para atendimento das necessidades básicas da população rural.

A disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas para os diversos usos, atua como fator determinante no processo de desenvolvimento econômico e social de uma comunidade.

Fisiograficamente, a Região Metropolitana de Belém (RMB) acha-se localizada na Zona Guajarina, compreendendo uma área aproximada de 1.200 km². Situa-se entre as coordenadas geográficas 01° 03' e 01° 32' de latitudes sul e 48° 11' e 48° 39' de longitudes oeste de Gwr.

As regiões de entorno dos principais rios do estado do Pará apresentam pluviometria anual superior à 2000 mm, enquanto que, na área insular rural do município de Belém, área definida para estudo, observa-se média anual, nos últimos 100 anos entre 2.000 e 3.000 mm (EMBRAPA e INMET), no entanto, esta água é lançada diretamente sobre os terrenos alimentando os aquíferos, a biota, igarapés, rios e baías o que embora cumpra seu papel dentro do ciclo hidrológico, nos remete a possibilidade de sua utilização como água potável para abastecer as comunidades dessas áreas, que na sua maioria não possuem nenhum tipo de programa para abastecimento e que muitas vezes precisam se deslocar por longas distâncias para obter água de melhor qualidade do que aquela que as circundam (MENDES, 2008).

Os perfis hidrogeológicos da RMB mostram que os estratos geológicos constituem aquícludes, aquítares e aquíferos dos sistemas Pirabas, Barreiras e Cobertura Quaternária.

Segundo CPRM, 2002 o primeiro sistema é do tipo poroso, constituído pelos sedimentos da Cobertura Detrítico Laterítica que, por sua vez, está encimada por alúvios e colúvios. Corresponde à unidade aquífera superior, formada por níveis argilo-arenosos e inconsolidados, existentes no intervalo de 0-35 metros. O potencial hidrogeológico desse aquífero é fraco, como atestam as baixas vazões. Entretanto, na maioria das vezes, apresentam água de boa qualidade para consumo humano, podendo, em alguns casos, não ser potável devido ao teor excessivo de ferro. São aquíferos livres, cuja recarga se dá diretamente através das precipitações pluviométricas enquanto a descarga se efetiva através dos rios, pelas fontes, evapotranspiração e poços.

O segundo domínio corresponde aos sedimentos do Grupo Barreiras, com litotipos de natureza heterogênea, que vão desde argilitos até arenitos grosseiros, intercalados com argila, lateritos e níveis argilosos caulinizados, com espessura máxima da ordem de 80 metros. São

camadas arenosas de espessuras variáveis intercaladas a leitos mais argilosos. Conseqüentemente, não permitem grandes vazões (de 15 a 80 mVh) e, frequentemente, apresenta-se com teores de ferro fora do padrão recomendado pelo Ministério da Saúde. São aquíferos de natureza livre e semilivres podendo localmente ser confinados.

A recarga se dá por contribuição das camadas sobrepostas ou através da precipitação nas áreas de afloramento. Os aquíferos Barreiras e Pós-Barreiras, na maioria das vezes, estão hidráulicamente conectadas.

O terceiro domínio corresponde à unidade aquífera Pirabas, formado por dois sistemas aquíferos do tipo multicamadas, que neste artigo são denominados de Pirabas Superior e Inferior, respectivamente. O primeiro é caracterizado por sedimentos marinhos, fossilíferos, compostos por argilas calcíferas de cor cinza-esverdeada e por leitos de calcário duro, de coloração cinza esbranquiçada, que se alternam sucessivamente com camadas de arenito calcífero, siltitos e areias, existentes no intervalo de 80-18 m. Quando diminuem os níveis de calcário e folhelho, aumentam as espessuras de areia. Nos aquíferos do tipo confinado aparecem as principais representações arenosas, nos intervalos 84-94, 119-127, 140-145 e 162-167m. O potencial desse aquífero é moderado. Contudo, pode-se esperar boas vazões, principalmente nos arenitos mais grosseiros.

O sistema aquífero Pirabas Inferior, constitui-se, predominantemente, de camadas repetitivas de arenitos de cor cinza-esbranquiçada, granulação fina a conglomerática, com intercalações mais espessas de argilas e siltitos esverdeados. Os principais níveis desse aquífero ocorrem nos intervalos de 180-193, 197-211, 229-240 e 251-259m, constituindo um sistema estratificado, confinado pelo pacote subjacente que se caracteriza por uma permeabilidade vertical variável.

Estes sistemas vêm sendo explorados para abastecimento público, industrial e por particulares, com poços tubulares que variam de 12 m até 300 m de profundidade. Os poços mais rasos, de 12 a 18 m têm se caracterizado por vazões da ordem de 1 a 3 m³/h, ao passo que nos profundos (> 80m), as vazões têm variado de 20 m³/h a 300 m³/h.

Mas para o aproveitamento das águas subterrâneas nas áreas em apreço há alguns impedimentos. Esta é uma área de várzea na qual o terreno é argiloso rico em matéria orgânica na profundidade entre 20 a 80 m. Isto implica em poços com profundidades maiores que 80 m, pois a captação acima de 20 m está sujeita a contaminação superficial. Outro limitante são os custos. É totalmente inviável a implantação de unidades unifamiliares de abastecimento (parte das moradias estão isoladas) e muitas vezes também para comunidades, considerando freqüente a precariedade financeira destas populações.

Segundo Mendes (2009), durante os estudos da região de entorno dos principais rios do estado do Pará, foram identificadas na região das ilhas, em Belém, a comunidade rural da Ilha Grande com cerca de 100 famílias, a qual foi contemplada com um sistema de abastecimento com o aproveitamento de água da chuva que serve uma escola com aproximadamente 100 crianças e mais de uma dezena de famílias do entorno.

Apesar das dificuldades assinaladas, este trabalho faz uma comparação da viabilidade financeira entre abastecimento através de água subterrânea e água da chuva.

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

Em qualquer empreendimento, projeto, obra, intervenção ou atividade que haja utilização de recursos ou meios que possam ser convertidos ou medidos em padrão monetário, existem duas possibilidades destes recursos serem usados: Como saídas: gastos, custos, investimentos; ou como Entradas: receitas, remunerações, aportes, royalties. O Fluxo de caixa é a representação em planilha ou através de gráficos das entradas e das saídas em certo intervalo de tempo.

Existem dois importantes objetos matemáticos que são utilizados na análise da operação financeira de Investimento: o Valor Presente Líquido (VPL), o Payback (prazo de retorno do investimento inicial), e Taxa Interna de Retorno (TIR). (SAMANEZ, 2002)

O valor presente líquido (VPL) é obtido subtraindo-se o investimento inicial do valor presente das entradas de caixa, descontadas a uma taxa igual ao custo de capital da empresa. Utilizando-se o VPL, tanto as entradas como as saídas de caixa são traduzidas para valores monetários atuais. Já que estamos tratando de investimentos convencionais, o investimento inicial está automaticamente expresso em termos monetários atuais. Se não for esse o caso, o VPL de um projeto deverá ser obtido subtraindo-se o valor presente das saídas do valor presente das entradas de caixa. Segundo Samanez (2002) a formulação matemática para o VPL é o seguinte:

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{R_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

R_t = receita no ano t ,

C_t = custo no ano t , e

i = taxa (real e efetiva) mínima aceitável de retorno

O Payback ou prazo de retorno de um projeto é a extensão de tempo necessária para que seus fluxos de caixa nominais cubram o investimento inicial (DAMODARAN, 2002). Tem como

principais pontos fracos: não considerar o valor do dinheiro no tempo, não considerar todos os capitais do fluxo de caixa, não ser uma medida de rentabilidade do investimento (LAPPONI, 2000).

O cálculo para o valor de payback de um investimento seria da forma:

$$\textit{Payback} = \textit{Valor do Investimento} / \textit{Valor do Fluxo Periódico Esperado}$$

A TIR – Taxa Interna de Retorno é aquela taxa de desconto que iguala os fluxos de entradas como os fluxos de saídas de um investimento. Com ela procura-se determinar uma única taxa de retorno, dependente exclusivamente dos fluxos de caixa do investimento, que sintetize os méritos de um projeto (ROSS, WESTERFIELD e JORDAN, 1998). Se a TIR for maior que o custo de capital, se aceita o projeto; se for menor, rejeita-se o projeto. Para encontrar o valor da Taxa Interna de Retorno, calcular a taxa que satisfaz a seguinte equação:

$$VPL = \sum_{t=0}^n R_t / (1+i)^t - \sum_{t=0}^n |C_t| / (1+i)^t = 0$$

R_t = Receitas líquidas em cada momento t do projeto;

C_t = Custos líquidos, em módulo, em cada momento t do projeto;

t = 0, 1, 2, ..., n;

i = TIR.

Devido não existir na área da ilha Grande poços tubulares, será admitido um projeto básico de um poço levando em conta o conhecimento hidrogeológico do local. Baseado nos perfis obtidos da do Mapa Geológico-Geotecnico do Sistema de Transmissão de Tucuruí (Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A – ELETRONORTE, 1981), é proposto um modelo esquemático de projeto de poço para a ilha Grande, com a finalidade de comparação com os custos de utilização do sistema de aproveitamento da água da chuva. Neste levantamento foram identificados os furos de sondagem, como amostragem da área para definição do projeto básico do poço.

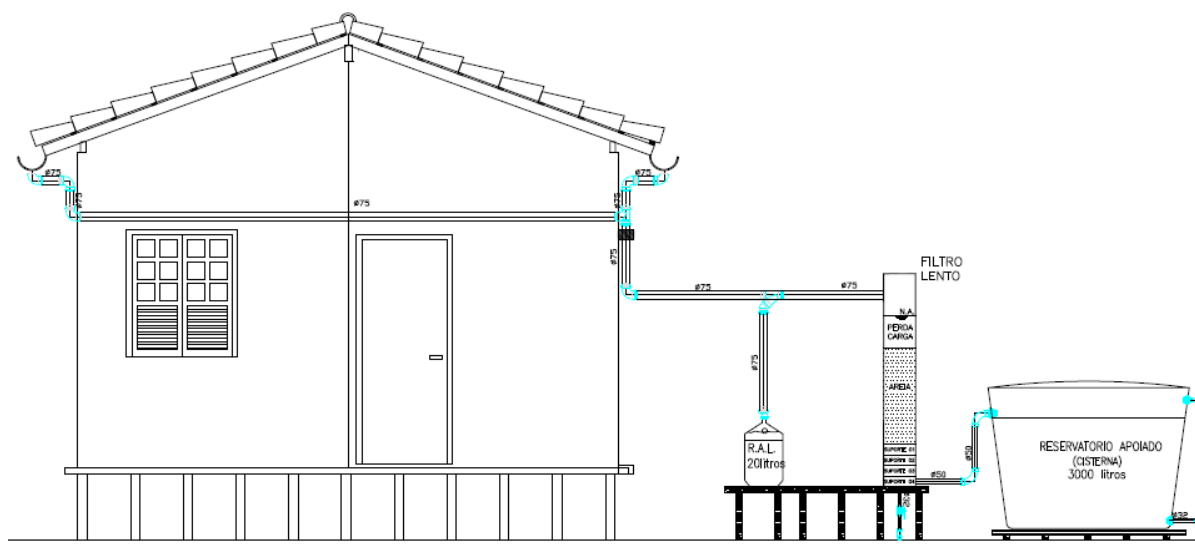
Definiu-se que o poço tubular da ilha Grande será revestido internamente com tubos PVC-geomecânicos (tipo Standart), a fim de evitar a entrada de água indesejável e não permitir o desmoronamento de camadas instáveis de terreno que serão atravessadas na perfuração. Em função da vazão de aproveitamento do poço que será igual a vazão 10 m³/h e das características do equipamento a ser implantado no mesmo para a elevação de água, o diâmetro útil deste poço será de 100 mm (4") com coluna de 50 (cinquenta) metros de profundidade. Onde existirem material granular na camada aquífera, serão colocados filtros em PVC-geomecânicos (tipo Standart), que permitirão a fácil passagem da água a ser captada, evitando-se assim o arrastamento de material granular para o interior da bomba. O tubo de boca será instalado entre a conta 0,0m até a

profundidade de 20,0 metros, estimativamente, com uma tubulação de 22 polegadas (D.I.) em chapa calandrada de 3/16", aço carbono, em seção de acordo com equipamento a ser utilizado na construção do poço. Após a conclusão do poço, deverá ser realizada uma laje de concreto em concreto armado.

Foi realizado o dimensionamento do sistema de aproveitamento de água da chuva para a residência da dona Quinha, líder comunitária da Ilha Grande e responsável pela manutenção da escola de Ensino Fundamental São José ligada à da Secretaria Municipal de Educação e Cultura de Belém (SEMEC), de acordo com os dados disponíveis para a região. Os dados de precipitação média mensal utilizados foram referentes a estação meteorológica de superfície de Belém, operada pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET-BE, localizada na latitude 1,27° S, longitude 48,28° W e elevação 10,0 m, com série histórica de 1923 a 2007, e que serão utilizados no dimensionamento dos sistemas de aproveitamento da água da chuva nas duas áreas de pesquisa.

O modelo de dimensionamento de água da chuva obedeceu as recomendações da norma NBR 15.527/2007 que dispõe sobre os requisitos para o aproveitamento de água da chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. O material de que é constituído o telhado da residência é de fibrocimento. A área total de captação e aproveitamento de água de chuva do telhado é de aproximadamente 50 m². As calhas serão de PVC de secção semi-circular e serão instaladas no beiral do telhado da residência com 0,125m de diâmetro, com telas metálicas com aberturas da ordem de 4 mm no condutor de descida das calhas. Será instalado, após a captação, um filtro lento será construído a partir de um tubo de PVC de 100 mm de diâmetro e 2,00m de altura, preenchido por uma camada suporte de 0,1m de altura com pedregulhos de granulometria entre 1,7mm e 3,17mm e pelo leito filtrante de 0,9m de altura, composto de areia de granulometria entre 0,2mm e 1,2mm. Será construída uma cisterna (Reservatório Apoiado) do polietileno com capacidade para armazenar um total de 3.000 litros de água.

O sistema de captação de águas pluviais pode ser visualizado na figura 01.



ELEVAÇÃO FRONTAL

Na figura 02 pode ser visualizada a localização da ilha Grande, onde serão comparados os custos de utilização dos dois tipos de abastecimento.

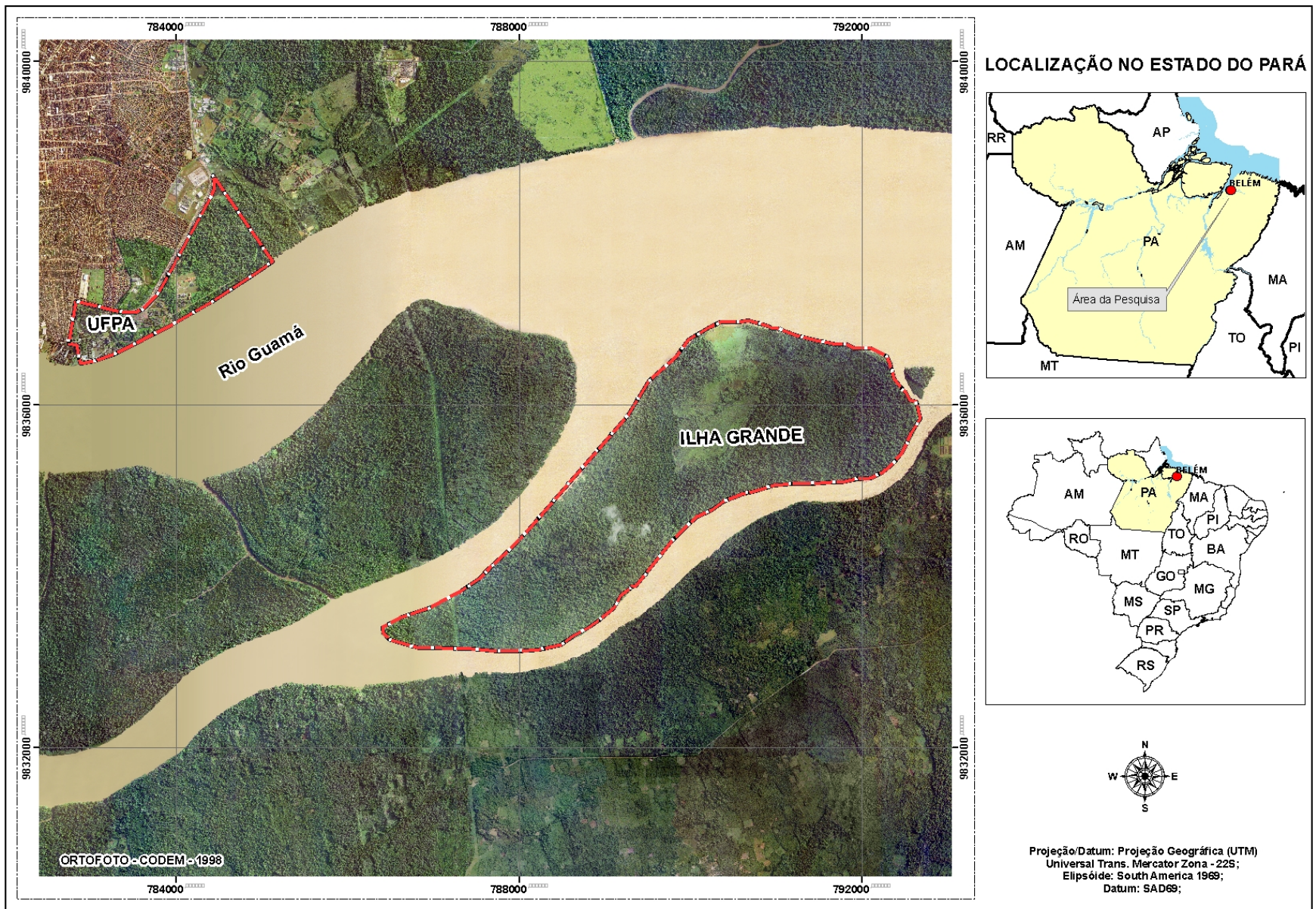


Figura 01 – Localização do ponto amostral na ilha Grande – Belém/PA.

Outras informações que serão utilizadas para análise de ambos os investimentos:

- Duração da implantação do sistema de captação subterrânea: 01 mês.
- Duração da implantação do sistema de captação pluvial: 05 dias.
- Tempo de análise de investimento: 20 anos.
- Será considerada a taxa de juros de 12% ao ano, ou 0,95% ao mês (ANEFAC – referente a janeiro/2010).

3 -RESULTADOS

O custo deste de implantação de um sistema de abastecimento por águas subterrâneas, para o mercado da região metropolitana de Belém, com estas características está descrito na planilha de custos (tabela 01).

Tabela 01 – Planilha Orçamentária da construção de sistema de abastecimento por águas subterrâneas na ilha Grande.

ITEM	DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID	QUANT.	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
1	SERVIÇOS PRELIMINARES				5.011,80
2	CAPTAÇÃO				
2.1	Mobilização e instalação de equipamentos, construção da calha e caixas de lama	un	1,00	2.625,00	2.625,00
2.2	Furo Piloto de f 8½”	ml	51,00	110,00	5.610,00
2.3	Alargamento do furo de 8½” para f de 12¼”	ml	51,00	95,00	4.845,00
2.4	Tubo geomecânico standart 4”	ml	38,00	112,89	4.289,82
2.5	Filtro geomecânico standart 4”	ml	12,00	125,00	1.500,00
2.6	Cap fêmea com f 154 mm	un	1,00	95,00	95,00
2.7	Cascalho miúdo para o pré-filtro	m ³	1,50	250,00	375,00
2.8	Limpeza com compressor de 100 lbs	h	24,00	77,00	1.848,00
2.9	Desenvolvimento e teste de vazão	h	24,00	36,00	864,00
2.10	Desinfecção bacteriológica	un	1,00	240,00	240,00
2.11	Proteção Sanitária em concreto ciclópico nas dimensões de 1,4 m x 1,80 m x 0,10 m	un	1,00	250,00	250,00
2.12	Análise físico-químico e bacteriológica	un	1,00	150,00	150,00
2.13	Desmobilização dos equipamentos	un	1,00	2.100,00	2.100,00
2.14	Emissão de relatório técnico com ART (anotação de responsabilidade Técnica)	un	1,00	2.050,00	2.050,00
	Sub-total item 2				26.841,82
3	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA				
	Fornecimento e instalação de conjunto motor bomba submersa				4.134,49
	Tubulações e conexões hidráulicas				2.373,21

	Montagem das tubulações e conexões hidráulicas	715,00
	Abrigo em alvenaria para o poço (1,40m x 1,40 m), com tampa em concreto armado, rebocado e pintado	715,00
	Fornecimento e Instalação do sistema de tratamento químico (desinfecção), com dosador de cloro tipo SANY-CLOR	1.740,00
	Abrigo em alvenaria para o sistema de tratamento químico (1,40m x 1,40 m), com tampa em concreto armado, rebocado e pintado	735,00
	Sub-total item 3	10.412,70
4	TRANSFORMADOR EM POSTE DE 5 kva	9.886,29
5	RESERVATÓRIO ELEVADO EM FIBRA DE VIDRO DE 5 m³	
6	LIGAÇÃO DOMICILIAR	291,64
	SUB-TOTAL GERAL	58.644,25
	B.D.I (25 %)	14.661,06
	TOTAL GERAL	73.305,31

Nota: preços baseados na tabela SINAPI - cotação dezembro/2009 e BDI = 25%.

Para o cálculo da taxa de desconto (MATTA, 2009), após o investimento inicial (para construção do sistema), temos o seguinte:

- a) Gastos financeiros anuais referentes a manutenção da bomba (Gfb)

$$Gfb = F / (1+i)^n$$

F= custo inicial

i = taxa de juros (12% ao ano)

n= vida útil da bomba (05 anos)

$$Gfb= R\$ 2.346,02/ano$$

- b) Gastos financeiros anuais referentes à energia por ano

$$P = 15 \times Q \times H$$

Q = vazão da bomba submersa (m3/s)

P (KW) = Custo da energia para a Bomba Submersa

H = Altura manométrica (m)

$$P1h= 1,92 \text{ kw}$$

$$P18h= 34,5 \text{ kw}$$

- c) Custo anual de energia

$$Te = P18h \times (1 \text{ Kw/h}) \times n$$

(1KW/h) = 0,33 centavos de reais (Fonte: Rede Celpa, 2010)

n = Número de dias do ano

Te - Custo anual de energia

$$Te = R\$ 4.155,53 / \text{ano}$$

d) Gastos financeiros anuais referentes a manutenção do poço (Gm)

$$Gm = 5\% \times P$$

$$Gm = R\$ 3.665,27 / \text{ano}$$

e) Custo total de manutenção do sistema de água subterrânea (Cp)

$$Cp = Gfb + Te + Gm$$

$$Cp = R\$ 10.166,81 / \text{ano}$$

O quociente do custo de manutenção do sistema pelo custo de implantação do sistema de abastecimento é a taxa de desconto para o cálculo do VPL. Logo temos que a taxa de desconto anual para o cálculo do VPL é de 14%.

A tabela 2 pode visualizar o fluxo de caixa de implantação do sistema de abastecimento por águas subterrâneas.

Aplicando o método do VPL obtemos os valores (em reais) do fluxo de caixa obtemos o Valor Presente e Payback deste investimento (Tabela 3).

Tabela 2 – Planilha de Fluxo de caixa para um sistema de abastecimento por águas subterrâneas na ilha Grande.

DESCRIÇÃO	PERÍODO (anos)																					
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Entradas																						
Economia da compra de água mineral	0,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00
TOTAL DE ENTRADA	0,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00
Saídas																						
Projeto	2.000,00																					
Legalização	500,00																					
Obra	73.305,31																					
Análises laboratoriais de água	300,00	315,00	330,75	347,29	364,65	382,88	402,03	422,13	443,24	465,40	488,67	513,10	538,76	565,69	593,98	623,68	654,86	687,61	721,99	758,09	795,99	835,79
TOTAL DE SAÍDA	76.105,31	315,00	330,75	347,29	364,65	382,88	402,03	422,13	443,24	465,40	488,67	513,10	538,76	565,69	593,98	623,68	654,86	687,61	721,99	758,09	795,99	835,79
Saldo em Caixa (Final do Período)	-76105,31	585,00	569,25	552,71	535,35	517,12	497,97	477,87	456,76	434,60	411,33	386,90	361,24	334,31	306,02	276,32	245,14	212,39	178,01	141,91	104,01	64,21

Tabela 3 – Planilha de análise de investimento um sistema de abastecimento por águas subterrâneas na ilha Grande.

Período (anos)	Entrada	Saída	Saldo	Valor Presente	Payback
0	R\$ 0	R\$ 76.105,31	-R\$ 76.105,31	-R\$ 76.105,31	-R\$ 76.105,31
1	R\$ 900,00	R\$ 315,00	R\$ 585,00	R\$ 487,50	-R\$ 75.617,81
2	R\$ 900,00	R\$ 330,75	R\$ 569,25	R\$ 395,31	-R\$ 75.222,50
3	R\$ 900,00	R\$ 347,29	R\$ 552,71	R\$ 319,86	-R\$ 74.902,64
4	R\$ 900,00	R\$ 364,65	R\$ 535,35	R\$ 258,17	-R\$ 74.644,47
5	R\$ 900,00	R\$ 382,88	R\$ 517,12	R\$ 207,82	-R\$ 74.436,65
6	R\$ 900,00	R\$ 402,03	R\$ 497,97	R\$ 166,77	-R\$ 74.269,88
7	R\$ 900,00	R\$ 422,13	R\$ 477,87	R\$ 133,36	-R\$ 74.136,52
8	R\$ 900,00	R\$ 443,24	R\$ 456,76	R\$ 106,23	-R\$ 74.030,29
9	R\$ 900,00	R\$ 465,40	R\$ 434,60	R\$ 84,23	-R\$ 73.946,06
10	R\$ 900,00	R\$ 488,67	R\$ 411,33	R\$ 66,43	-R\$ 73.879,63
11	R\$ 900,00	R\$ 513,10	R\$ 386,90	R\$ 52,07	-R\$ 73.827,55
12	R\$ 900,00	R\$ 538,76	R\$ 361,24	R\$ 40,52	-R\$ 73.787,04
13	R\$ 900,00	R\$ 565,69	R\$ 334,31	R\$ 31,25	-R\$ 73.755,79
14	R\$ 900,00	R\$ 593,98	R\$ 306,02	R\$ 23,83	-R\$ 73.731,96
15	R\$ 900,00	R\$ 623,68	R\$ 276,32	R\$ 17,93	-R\$ 73.714,02
16	R\$ 900,00	R\$ 654,86	R\$ 245,14	R\$ 13,26	-R\$ 73.700,76
17	R\$ 900,00	R\$ 687,61	R\$ 212,39	R\$ 9,57	-R\$ 73.691,19
18	R\$ 900,00	R\$ 721,99	R\$ 178,01	R\$ 6,69	-R\$ 73.684,51
19	R\$ 900,00	R\$ 758,09	R\$ 141,91	R\$ 4,44	-R\$ 73.680,06
20	R\$ 900,00	R\$ 795,99	R\$ 104,01	R\$ 2,71	-R\$ 73.677,35
21	R\$ 900,00	R\$ 835,79	R\$ 64,21	R\$ 1,40	-R\$ 73.675,95
Somatório	R\$ 18.000,00	R\$ 87.356,89	-R\$ 68.456,89	-R\$ 73.675,95	

O custo do sistema de aproveitamento de água da chuva em uma residência na ilha Grande está descrito na tabela 4.

Tabela 4 - Planilha Geral de Custos da construção de sistema de abastecimento por águas pluviais na ilha Grande.

ITEM	DISCRIMINAÇÃO DO SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
1	INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO (base em madeira, instalações hidráulicas em PVC, filtro lento e cisterna em polietileno)	unid	1,00	1.175,00	1.175,00
2	MATERIAL DE CONSUMO (material de desinfecção da água)	unid	1,00	250,00	250,00
	SUB-TOTAL GERAL				2.025,00
	B.D.I (25 %)				506,25
	TOTAL GERAL				2.531,25

Será considerado o valor da manutenção do sistema de captação das águas pluviais de R\$ 150,00/ano para eventual substituição do material filtrante ou instalação hidráulica, e compra de material para desinfecção da água (hipoclorito de cálcio).

Será considerada a mesma taxa de desconto anual de 14% para o calculo do VPL, para fins de comparação com o sistema anterior.

A tabela 5 pode visualizar o fluxo de caixa de implantação do sistema de abastecimento por águas pluviais. Aplicando o método do VPL obtemos os valores (em reais) do fluxo de caixa obtemos o Valor Presente, e Payback deste investimento (Tabela 6).

Tabela 5 – Planilha de Fluxo de caixa para um sistema de abastecimento por águas pluviais na ilha Grande.

DESCRIÇÃO	PERÍODO (anos)																					
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Entradas																						
Economia da compra de água mineral	0,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00
TOTAL DE ENTRADA	0,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00	900,00
Saídas																						
Obra																						
Análises laboratoriais de água	300,00	315,00	330,75	347,29	364,65	382,88	402,03	422,13	443,24	465,40	488,67	513,10	538,76	565,69	593,98	623,68	654,86	687,61	721,99	758,09	795,99	835,79
Custo de Manutenção do sistema	150,00	157,50	165,38	173,64	182,33	191,44	201,01	211,07	221,62	232,70	244,33	256,55	269,38	282,85	296,99	311,84	327,43	343,80	360,99	379,04	397,99	417,89
TOTAL DE SAIDA																						
Saldo em Caixa (Final do Período)	-450,00	427,50	403,88	379,07	353,02	325,67	296,96	266,80	235,15	201,90	167,00	130,35	91,86	51,46	9,03	-35,52	-82,29	-131,41	-182,98	-237,13	-293,98	-353,68

Tabela 6 – Planilha de análise de investimento um sistema de abastecimento por águas pluviais na ilha Grande.

Período (anos)	Entrada	Saída	Saldo	Valor Presente	Payback	TIR
0	R\$ 0	R\$ 450,00	-R\$ 450,00	-R\$ 450,00	-R\$ 450,00	89%
1	R\$ 900,00	R\$ 472,50	R\$ 427,50	R\$ 356,25	-R\$ 93,75	
2	R\$ 900,00	R\$ 496,13	R\$ 403,87	R\$ 280,47	R\$ 186,72	
3	R\$ 900,00	R\$ 520,93	R\$ 379,07	R\$ 219,37	R\$ 406,08	
4	R\$ 900,00	R\$ 546,98	R\$ 353,02	R\$ 170,24	R\$ 576,33	
5	R\$ 900,00	R\$ 574,33	R\$ 325,67	R\$ 130,88	R\$ 707,21	
6	R\$ 900,00	R\$ 603,04	R\$ 296,96	R\$ 99,45	R\$ 806,66	
7	R\$ 900,00	R\$ 633,20	R\$ 266,80	R\$ 74,46	R\$ 881,12	
8	R\$ 900,00	R\$ 664,85	R\$ 235,15	R\$ 54,69	R\$ 935,81	
9	R\$ 900,00	R\$ 698,10	R\$ 201,90	R\$ 39,13	R\$ 974,94	
10	R\$ 900,00	R\$ 733,00	R\$ 167,00	R\$ 26,97	R\$ 1.001,91	
11	R\$ 900,00	R\$ 769,65	R\$ 130,35	R\$ 17,54	R\$ 1.019,45	
12	R\$ 900,00	R\$ 808,14	R\$ 91,86	R\$ 10,30	R\$ 1.029,75	
13	R\$ 900,00	R\$ 848,54	R\$ 51,46	R\$ 4,81	R\$ 1.034,56	
14	R\$ 900,00	R\$ 890,97	R\$ 9,03	R\$ 0,70	R\$ 1.035,27	
15	R\$ 900,00	R\$ 935,52	-R\$ 35,52	-R\$ 2,31	R\$ 1.032,96	
16	R\$ 900,00	R\$ 982,29	-R\$ 82,29	-R\$ 4,45	R\$ 1.028,51	
17	R\$ 900,00	R\$ 1.031,41	-R\$ 131,41	-R\$ 5,92	R\$ 1.022,59	
18	R\$ 900,00	R\$ 1.082,98	-R\$ 182,98	-R\$ 6,87	R\$ 1.015,72	
19	R\$ 900,00	R\$ 1.137,13	-R\$ 237,13	-R\$ 7,42	R\$ 1.008,29	
20	R\$ 900,00	R\$ 1.193,98	-R\$ 293,98	-R\$ 7,67	R\$ 1.000,62	
21	R\$ 900,00	R\$ 1.253,68	-R\$ 353,68	-R\$ 7,69	R\$ 992,94	
Somatório	R\$ 18.900,00	R\$ 17.327,35	R\$ 1.572,65	R\$ 992,94		

Comparando os valores finais do somatório na coluna de Payback nas tabelas 03 e 06, observa-se que para o investimento na captação por águas subterrâneas, serão necessários pelo menos mais 20 anos para que se obtenha o retorno do valor investido. Ao contrário do que ocorre para a implantação do sistema de aproveitamento de água da chuva, que ao final do período de análise do projeto obtêm retorno de R\$ 992,94.

Não houve obtenção do valor da TIR na tabela 03, pois não houve ainda o retorno do investimento no horizonte estudado. Para a opção de abastecimento por águas pluviais, obteve-se uma taxa interna de retorno de 89%, ou seja, para cada R\$1,00 aplicado obtém-se o retorno de R\$1,89.

Finalmente quanto aos valores de VPL observa-se que não foi alcançado um valor positivo de VPL no horizonte de análise, para o sistema de captação superficial. Para o outro sistema de abastecimento o fluxo de entrada superada o caixa de saída em R\$ 992,94.

4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema hidrogeológico da formação Barreiras na área da ilha grande não possui características hidrogeologias favoráveis à sua exploração por comunidades de baixa renda ou mesmo de uso residencial devido ao custo elevado de implantação.

A região da ilha Grande é carente também do fornecimento de energia elétrica, o que aumenta o custo de implantação de qualquer sistema eletromecânico.

O sistema de captação de águas pluviais para tratamento e consumo humano, torna-se uma alternativa viável na região que possui altos índices pluviométricos durante o ano, uma vez que possui um baixo custo de implantação e operação.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT - NBR 12.212 - Projeto de poço para captação de água subterrânea. Rio de Janeiro, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT - NBR 12.244 - Construção de poço para captação de água subterrânea. Rio de Janeiro, 2006.

CPRM. Projeto Estudo Hidrogeológico da Região Metropolitana de Belém e Adjacências. Relatório Interno, 2002.

CUNHA. A.P.S.R. Experimento Hidrológico para Aproveitamento de Águas de Chuva usando Coberturas Verdes Leves (CVL). Universidade de São Paulo-USP Escola de Engenharia de São Carlos – EESC Departamento de Hidráulica e Saneamento – SHS. 2004.

DAMODARAN, Aswath – Finanças Corporativas Aplicadas – Manual do Usuário. Tradução Jorge Ritter.- Porto Alegre: Bookman, 2002.

FEITOSA, F. A C. & FILHO, J. M. (Coord).. Hidrogeologia: conceitos e aplicações. CPRM, UFPE, LABHID, Fortaleza, 412 pp. 1997.

LAPPONI, Juan Carlos. Projetos de investimento: construção e avaliação do fluxo de caixa: modelos em Excel. São Paulo, Laponi Treinamento e editora, 2000.

MATTA, Milton Antonio da Silva. Notas de aula – Hidrogeologia avançada, FaGeo/UFPA. 2009.

MENDES, Ronaldo Lopes Rodrigues. Projeto de Pesquisa Nº 141/2008 - Aproveitamento de Água da Chuva para Abastecimento em Área Rural na Amazônia. Belém-PA, 2008.ROSS, Stephen; WESTERFIELD, Randolph W.; e JORDAN, Bradford D. Princípios de Administração Financeira; tradução Antonio Zoratto Sanvicente. –São Paulo: Atlas, 1998.

SAMANEZ, C. P. Matemática Financeira. Aplicações à Análises de Investimentos. 3ª edição, SP, Pearson Education do Brasil, 2002.

TEIXEIRA, J, NETTO, S. Di Pierro. Matemática Financeira. São Paulo, Pearson Education do Brasil, 1998.