



CALHA PET - CONSTRUÇÃO DE CALHAS DE GARRAFAS PET PARA APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Gustavo Zen de Figueiredo Neves
gustavo@calhapet.com.br
Universidade Tuiuti do Paraná

RESUMO

O desenvolvimento social, político e econômico têm se mostrado uma grande ameaça ao abastecimento de água. A escassez e a poluição dos recursos hídricos têm sido um problema na saúde pública, principalmente nos países em desenvolvimento. Os impactos ambientais causados pelos resíduos sólidos urbanos representam uma das grandes questões para os administradores públicos, pelos riscos à saúde e ao meio ambiente. Desta forma, torna-se fundamental a compreensão da sociedade quanto ao meio em que vive e o melhor aproveitamento dos recursos disponíveis, para minimizar as relações antagônicas atuais e futuras. O presente trabalho visa apresentar ações voltadas para a preservação do meio ambiente, a conservação dos seus recursos naturais, como também orientar e mostrar à população alternativas para o reaproveitamento de garrafas de plástico, (PET – Poli Etileno Tereftalato), na construção de calhas para aproveitamento da água da chuva para usos não potáveis. Ressalta-se a importância do desenvolvimento de atividades e práticas relacionadas à preservação ambiental que possibilitem a melhoria das condições de vida da população e o conhecimento quanto à variedade entre os sistemas físicos, humanos, biogeográficos e suas interligações. Essa técnica de reutilização de garrafas PET, é uma alternativa de baixo custo e de boa qualidade, que colabora para diminuir a exaustão dos mananciais de abastecimento e aumenta a vida útil dos aterros sanitários e lixões através da diminuição dos resíduos sólidos. Através da aplicação deste trabalho em uma residência na cidade de Curitiba/PR, concluímos que é possível suprir aproximadamente 40% das demandas não potáveis, com o intuito de não misturar diferentes correntes de resíduos como a água da chuva, esgoto e efluentes industriais.

Palavras-chave: Resíduos sólidos, Saúde pública, Garrafas PET.

INTRODUÇÃO

A escassez de água constitui um forte entrave ao desenvolvimento socioeconômico e, até mesmo, à subsistência da população. Hoje, o Brasil possui aproximadamente 13,7% de toda a água doce da terra (GONÇALVES *et al.* 2006, p.01). Entretanto, em determinadas regiões do país deparam-se sob *stress* hídrico.

“Os impactos ambientais causados pelos resíduos sólidos urbanos representam uma das grandes questões para os administradores públicos, pelos riscos à saúde e ao meio ambiente, muitos desses possuem agentes biológicos, físicos e/ou radioativos em parte do seu volume gerado” (TAKAYANAGUI 2004, p.84). Essa situação poderia ser modificada através de uma gestão integrada dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos e os resíduos sólidos.

Segundo NIEMCZYNOWICZ (1996):

O crescimento econômico e a necessidade de alimentação da população constituem as duas principais ameaças ao abastecimento de água. A escassez de água e a poluição dos recursos hídricos representam um problema de saúde pública, limitam

o desenvolvimento econômico e agridem o meio ambiente, conseqüências mais notadas nos países em desenvolvimento (*apud* COHIM, 2007).

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver atividades e práticas que possibilitem a melhoria das condições de vida da população através da construção de calhas de garrafa PET e relacioná-las às questões da conservação ambiental com o aproveitamento das águas pluviais, a fim de evitar ou minimizar os efeitos negativos ao sistema natural, com o intuito de não misturar diferentes correntes de resíduos como a água da chuva, esgoto e efluentes industriais, além de atuar na percepção da sociedade quanto à variedade entre os sistemas físicos, humanos, biogeográficos e suas interligações.

Para tanto, este trabalho têm como objetivos específicos: Pesquisar dados necessários para aplicação do projeto em áreas de uso e ocupação do solo irregular; organizar as informações coletadas de forma sistemática para facilitar sua interpretação; elaborar o material didático-metodológico (cartilha e página na *internet*) para potencializar sua utilização didática e de pesquisa para a construção da calha.

A cartilha disponibiliza informações que contém o procedimento de montagem da calha de garrafa PET e descrições sobre o uso e manejo adequado das águas pluviais coletadas.

DESENVOLVIMENTO

Localização e aspectos fisiográficos das áreas de estudo

Duas regiões foram contempladas com o projeto *Calha PET*, a primeira está localizada na microrregião do Baixo Parnaíba Piauiense, em Cabeceiras do Piauí/PI nos assentamentos Vaca Brava II e Nova Vila, a 93 km de Teresina, capital do Estado do Piauí. Cabeceiras do Piauí está limitada geograficamente entre as coordenadas 04°28'33" de latitude sul e 42°18'32" de longitude oeste.

A segunda, está localizada na região norte da cidade de Curitiba/PR, no bairro Pilarzinho. Curitiba está limitada geograficamente entre as coordenadas 25°42'29" de latitude sul e 49°25'39" de longitude oeste.

Cabeceiras do Piauí/PI

O município limita-se ao norte o município de Barras, ao sul Boqueirão do Piauí, José de Freitas, Nossa Senhora de Nazaré e Campo Maior, a leste Boa Hora e Boqueirão do Piauí, e a oeste Miguel Alves, Lagoa Alegre e José de Freitas. Compreende uma área de 669,50 km² e a população, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2000) é de 8, 498 habitantes com uma densidade demográfica de 12,68 hab/km².

O clima da região, de acordo com a classificação de Koppen, é do tipo *Aw*, tropical chuvoso, apresentam temperaturas mínimas de 22°C e máximas de 35°C. A precipitação pluviométrica média anual é definida no Regime Equatorial Marítimo, com isoietas anuais entre 800 a 1.600 mm, cerca de cinco a seis meses como os mais chuvosos, e período restante do ano de estação seca. Os meses de fevereiro, março e abril correspondem ao trimestre mais úmido da região.

Bairro Pilarzinho, em Curitiba/PR

O bairro Pilarzinho limita-se com os bairros São João a oeste, Bom Retiro e Vista Alegre ao sul, São Lourenço a leste, e ao norte, os bairros Taboão e Abranches, além do Município de Almirante Tamandaré. Compreende uma área de 7,13 km² e a população do bairro segundo o (IBGE, 2000), é de 27.907 habitantes com uma densidade demográfica de 39,13 hab/km².

De acordo com a classificação de Koppen, o clima é do tipo *Cfb*, sempre úmido, pluvial quente-temperado. A temperatura média anual é de 16,5°C, sendo 24,4°C nos meses mais quentes e 12,7°C nos meses mais frios com mais de cinco geadas por ano e precipitação anual de 1.451,8 mm (MAACK, 1968, p. 208).

MATERIAIS E MÉTODOS

Com o objetivo de compreender os aspectos fisiográficos, a pesquisa de campo foi dividida em duas visitas no Bairro Pilarzinho, que possui alto risco de comprometimento com ocupações irregulares, está sujeito às inundações e deslizamento de terra, tornando-o vulnerável aos impactos deles decorrentes.

A primeira visita ocorreu em torno da Escola Estadual Emiliano Pernetá, por se tratar de uma Instituição de Ensino Público onde grande parte da comunidade possui vínculo estudantil, e a segunda, na residência do zelador da escola, localizada no Bairro Pilarzinho.

A etapa de escritório foi desenvolver o manual de procedimentos para construção e instalação da calha de garrafa PET para dar suporte didático e servir como fonte de pesquisa. As informações foram coletadas a partir dos relatórios de campo e imagens das oficinas aplicadas no Município de Cabeceiras do Piauí-PI. Foram utilizadas como referência algumas literaturas sobre o aproveitamento da água da chuva em áreas urbanas, tendo como enfoque a linguagem compreensível de fotos e imagens representativas para entendimento da cartilha.

Com a finalidade social do projeto, foram criados alguns produtos para caracterizar e identificar o projeto *CalhaPET*. Os mesmos dispõem de textos relacionados à preservação dos recursos hídricos, o tratamento com a água da chuva, fotos e imagens para exemplificar as condições descritas na cartilha e uma página na *internet* (www.calhapet.com.br) para divulgação e atualização das atividades atuais e futuras, e servir de um canal de comunicação com a sociedade através desta ferramenta eletrônica.

Estimativa da produção da água da chuva

A fórmula do Método Racional (Equação 1) foi aplicada na determinação da estimativa da produção de água da chuva a ser captada na residência do zelador da Escola Estadual Emiliano Pernetá.

A quantificação de água da chuva foi feita com base nas médias mensais dos dados pluviométricos do período de 1997 a 2006 cedidos pela Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (SUDERHSA).

A série histórica de dados pluviométricos corresponde à estação meteorológica 02549006 (código ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica) localizada no Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba. A estação meteorológica apresenta as coordenadas 25° 26' 04" de latitude e 49° 13' 51" de longitude.

$$V = A + P + C \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:

V = volume de água da chuva a ser captado (m³);

A = área do telhado (m²);

P = precipitação anual na região (m/ano);

C = coeficiente de escoamento.

Foi adotado coeficiente de escoamento de 0,9 de acordo com (GONÇALVES *et al.*, 2006, p. 112), uma vez que as telhas da residência são metálicas.

Estimativa das demandas não potáveis

De acordo com (GONÇALVES *et al.*, 2006, p.122), a estimativa das demandas não potáveis contempla usos internos e externos a uma edificação, bem como o número de consumidores de água.

A Equação 2 apresenta a fórmula para cálculo das demandas não potáveis.

$$Q_{NP} = Q_{INT} + Q_{EXT} \quad (\text{Equação 2})$$

Em que:

Q_{NP} = somatório das demandas não potáveis (L/d);

Q_{INT} = somatório das demandas internas (L/d);

Q_{EXT} = somatório das demandas externas (L/d).

Cálculo do reservatório de água

O volume do reservatório de acumulação de água foi calculado de acordo com metodologia proposta por (GONÇALVES *et al.*, 2006, p.125). A Equação 3 apresenta o cálculo do volume do reservatório de água.

$$V_{RES} = Q_{NP+} DS \quad (\text{Equação 3})$$

Em que:

V_{RES} = volume do reservatório (L);

Q_{NP+} = somatório das demandas não potáveis (L/d);

DS = maior número de dias sem chuva na região (d).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Avaliação da superfície de coleta

A avaliação do levantamento da superfície de coleta de água de chuva indicou que o telhado da residência apresenta uma área de exposição de 20 m².

Estimativa da produção de água da chuva

A caracterização quantitativa de água de chuva foi feita com base nos dados pluviométricos mensais do período de 1997 a 2006 cedidos pela Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (SUDERHSA).

A Tabela 1 apresenta os dados pluviométricos mensais e anuais do período de 1997 a 2006 da estação meteorológica do Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná.

TABELA 1 - Dados Pluviométricos Mensal e Anual da estação meteorológica do Centro Politécnico da UFPR.

Mês	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Média
Janeiro	ND	93	327	171	133	217	148	145	165	114	168
Fevereiro	ND	74	290	131	276	120	104	60	65	144	140
Março	ND	321	124	124	157	85	165	152	73	130	148
Abril	ND	153	67	9	63	126	65	87	114	17	78
Mai	ND	44	56	16	153	111	19	135	105	20	73
Junho	147	90	83	119	127	40	79	58	66	29	84
Julho	41	139	136	74	156	46	121	118	91	38	96
Agosto	101	270	13	82	53	90	9	12	159	43	83
Setembro	151	359	112	243	64	177	130	53	195	116	160

Outubro	170	180	115	155	198	118	65	152	168	41	136
Novembro	188	15	60	148	148	144	119	92	78	168	116
Dezembro	128	86	122	115	97	154	166	128	54	-	117
Média do Ano	132	152	125	115	135	119	99	99	111	78	117

Nota: ND - valor não determinado

Com os dados mensais e anuais de pluviometria da Tabela 1 foi possível fazer uma análise estatística simples para determinação dos índices de mínima, média e máxima pluviometria, bem como do desvio padrão, que são apresentados na Tabela 2.

TABELA 2 – Índice Pluviométrico Mensal da estação meteorológica do Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná, valores mínimos, máximos, média e desvio padrão.

Meses	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Janeiro	93	327	168	69
Fevereiro	60	290	140	86
Março	73	321	148	72
Abril	9	153	78	48
Maiο	16	153	73	53
Junho	29	147	84	38
Julho	38	156	96	44
Agosto	9	270	83	81
Setembro	53	359	160	91
Outubro	41	198	136	51
Novembro	15	188	116	54
Dezembro	54	166	117	34

Na Tabela 2 pode-se observar o volume mensal mínimo, máximo e médio ($m^3/mês$) de água de chuva que pode ser coletado na residência do bairro Pilarzinho.

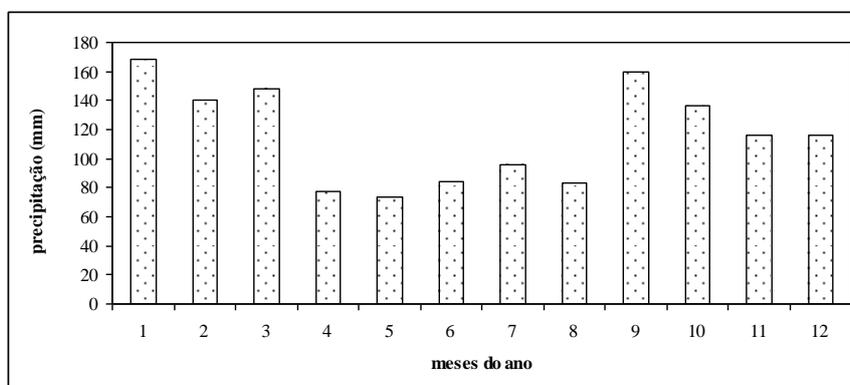


Figura 1 - Média mensal da precipitação da estação meteorológica da UFPR
Fonte: SIMEPAR, 2008

A Figura 1 apresenta o gráfico das médias mensais da precipitação na estação meteorológica do Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná na cidade de Curitiba.

Para a quantificação da vazão que pode ser aproveitada, utilizou-se a média mensal da precipitação calculada com os dados da Tabela 2 de 117 mm de precipitação e aplicou-se o método racional utilizando 0,9 como coeficiente 'C'. Esse valor foi adotado devido a algumas possíveis perdas decorrentes da evaporação no início da precipitação ou à deficiência de coleta da água.

A Tabela 3 apresenta o cálculo dos volumes mensais mínimos, máximos e médios ($m^3/mês$) de água da chuva que pode ser coletado na residência do bairro Pilarzinho.

TABELA 3 – Volume de água de chuva ($m^3/mês$) que pode ser coletado

Meses	Mínimo	Máximo	Média
Janeiro	1.6	5.8	3.0
Fevereiro	1.0	5.2	2.5
Março	1.3	5.7	2.6
Abril	0.1	2.7	1.4
Mai	0.2	2.7	1.3
Junho	0.5	2.6	1.5
Julho	0.6	2.8	1.7
Agosto	0.1	4.8	1.4
Setembro	0.9	6.4	2.8
Outubro	0.7	3.5	2.4
Novembro	0.2	2.8	2.0
Dezembro	0.9	2.9	2.1

Observando os dados da Tabela 3, pode-se concluir que o volume varia de $0,1 m^3$ nos meses de abril e agosto até $6,4 m^3$ no mês de setembro. Assim, é possível obter $0,53 m^3$, ou aproximadamente 500 L de água da chuva, nos meses de abril e agosto, que pode ser utilizada para suprir as demandas não potáveis da residência, reduzindo consumo e custos de água potável e consequentemente contribuindo para preservação do meio ambiente.

Estimativa das demandas não potáveis

Para o cálculo das demandas não potáveis utilizou-se a Equação 2, após a determinação das demandas internas e externas da edificação.

Para o cálculo das demandas não potáveis coletamos os dados e características descritas: O volume médio mensal obtido com o cálculo das demandas internas não potáveis, ou seja, o consumo de água nos vasos sanitários, resultou em $4,50 m^3$, considerando que cinco (05) pessoas utilizam aproximadamente 6 L (litros) de água por descarga e 5 descargas/d (dia). Foram consideradas perdas de 10% por vazamentos.

O volume médio mensal obtido com o cálculo das demandas externas não potáveis, ou seja, a lavagem da área impermeabilizada de $40 m^2$, resultou em $0,4 m^3$, considerando uma lavagem por mês que consome aproximadamente 2 L de água por m^2 . Com volume médio

total estimado de 1,8 m³, o sistema de aproveitamento de água da chuva será capaz de atender até 40% das demandas não potáveis da residência.

Em que:

Q_{NP} = somatório das demandas não potáveis (L/d);

Q_{INT} = somatório das demandas internas (L/d);

Q_{EXT} = somatório das demandas externas (L/d).

No presente trabalho, o uso de vasos sanitários na residência foi considerado como demanda interna e a área impermeabilizada, como demanda externa. A Equação 4 apresenta o cálculo das demandas internas.

$$Q_{INT} = Q_{VS} \quad \text{(Equação 4)}$$

Em que:

Q_{INT} = somatório das demandas internas (L/d);

Q_{VS} = N x volume de água do vaso sanitário x número de descargas (L/d);

N = número de usuários.

Cálculo do reservatório de água

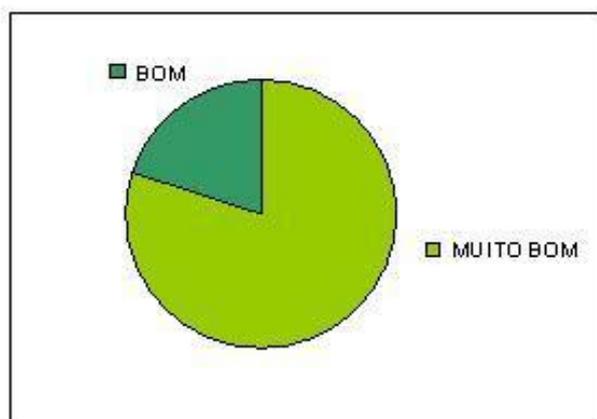
Foi obtido o volume do reservatório de água de aproximadamente 0,47 m³, considerando 10 d como o maior número de dias sem chuva na região (DS).

TABELA DE GRÁFICOS

O trabalho foi apresentado e avaliado por experientes agentes de mobilização social, totalizando seis (6) pessoas. Os dados de caráter qualitativo foram avaliados e tabulados os seguintes resultados apresentados nos gráficos a seguir:

A avaliação do projeto CalhaPET obteve um percentual de 80% no quesito muito bom e 20% no quesito bom.

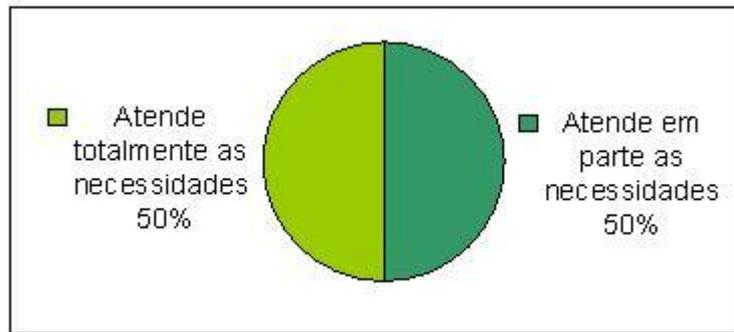
GRÁFICO 1: Como você avalia o projeto CalhaPET?



Elaboração: Gustavo Zen

Na avaliação referente ao atendimento das necessidades do projeto de sua comunidade, os resultados foram estáveis, ambos com 50% nos quesitos: “Atende totalmente as necessidades da comunidade” e “Atende parcialmente as necessidades da comunidade”.

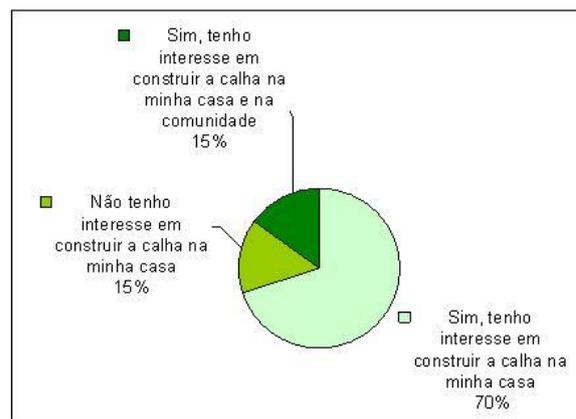
GRÁFICO 2: O projeto atende as necessidades da sua comunidade?



Elaboração: Gustavo Zen

O enfoque continuidade do projeto (Gráfico 3) obteve 70% de interesse que a calha fosse construída em residências próprias, de maneira que possibilite a aplicação do projeto na sociedade. 15% têm interesse que o projeto seja continuado em suas residências e na comunidade. Outros 15% não têm interesse que a calha fosse construída em sua residência.

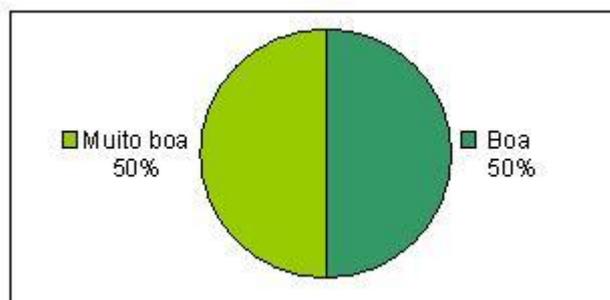
GRÁFICO 3: Você tem interesse em dar continuidade no projeto?



Elaboração: Gustavo Zen

Na avaliação referente à palestra e oficina ministrada (Gráfico 4), os resultados obtidos foram idênticos em 50% nos quesitos Muito Bom e Bom.

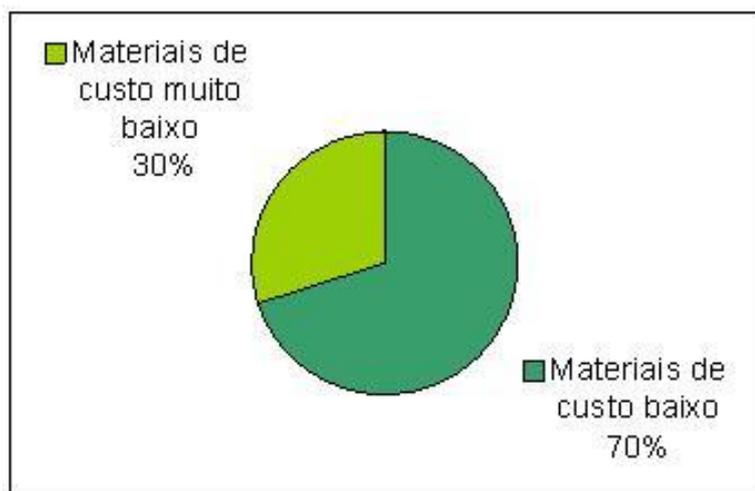
GRÁFICO 4: Como você avalia a palestra e oficina ministradas?



Elaboração: Gustavo Zen

Quanto aos custos dos materiais necessários para a construção da calha de garrafa PET (Gráfico 5), 70% avaliaram os materiais são de custo baixo e, 30% consideram os materiais de custo muito baixo.

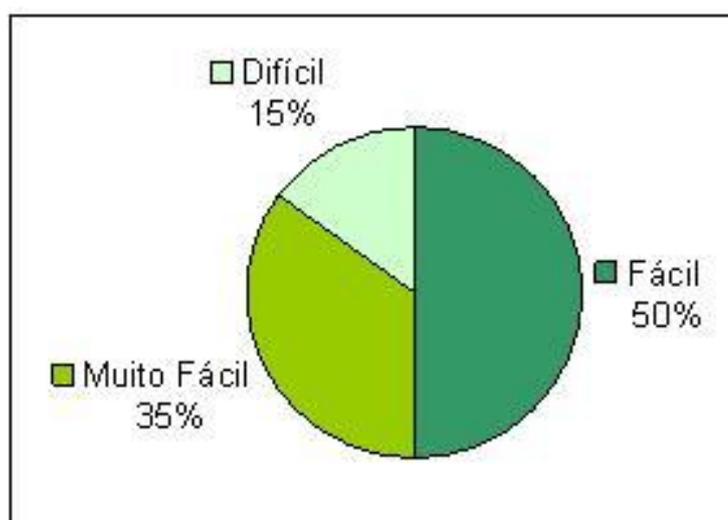
GRÁFICO 5: Avaliação dos custos do projeto quanto a compra de materiais



Elaboração: Gustavo Zen

O produto, quanto a sua facilidade de construção e instalação (Gráfico 6) obteve 50% de aceitação no quesito fácil, 35% muito fácil e 15% encontraram dificuldades.

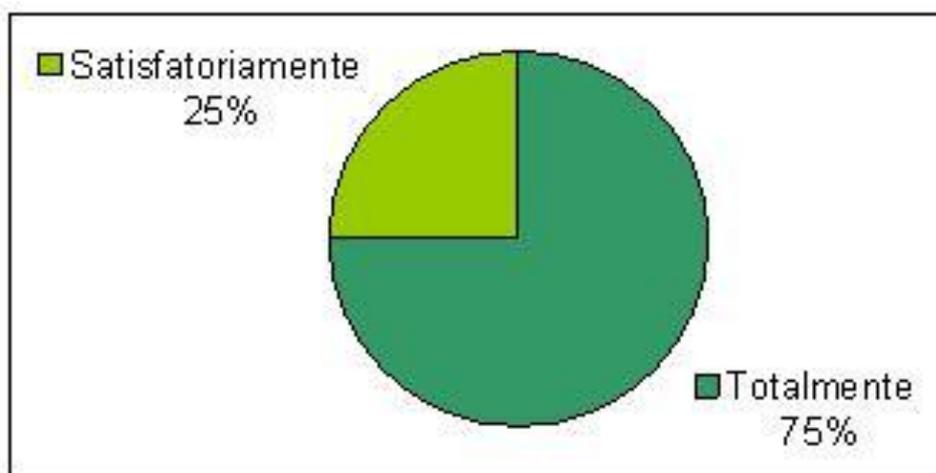
GRÁFICO 6: O CalhaPET pode ser facilmente construído e instalado?



Elaboração: Gustavo Zen

O projeto é um recurso adequado para a compreensão e aprendizado dos agentes de mobilização social (Gráfico 7). Para 75% dos avaliadores as etapas de construção da calha foram totalmente compreendidas, e para 25%, o resultado foi satisfatório.

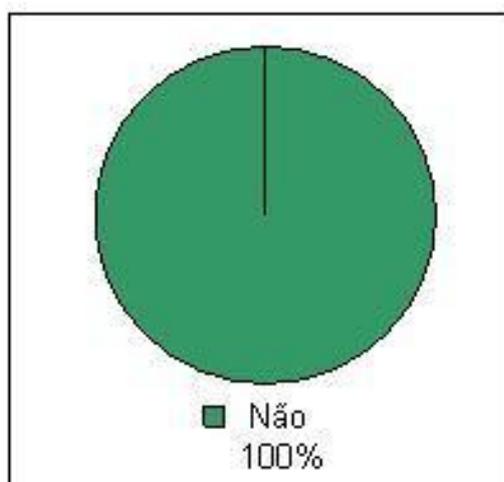
GRÁFICO 7: Você conseguiu compreender as etapas de construção do CalhaPET?



Elaboração: Gustavo Zen

O projeto CalhaPET, para 100% dos agentes de mobilização social, não obteve dificuldade em sua construção. Tal resultado nos mostra que a sua utilização é viável e mostra a possibilidade e dinamismo da construção para aproveitar a água da chuva.

GRÁFICO 8: Encontrou dificuldades na construção do CalhaPET?



Elaboração: Gustavo Zen

Outros pontos foram citados como: utilizar dobradiças na calha para articular sua remoção com maior eficiência em meios residenciais; a potencialidade da proposta para a finalidade social, principalmente em regiões de baixa renda.

CONCLUSÃO

Mediante a construção da calha de garrafa PET no Estado do Piauí e Escola Estadual Emiliano Pernetá, no Estado do Paraná; aplicação e; elaboração dos materiais desenvolvidos verificou-se que:

O volume médio mensal aproximado de 1,8 m³ pode suprir aproximadamente 40% das demandas não potáveis dos vasos sanitários e da lavagem das áreas impermeabilizadas da residência, possibilitando a redução significativa do uso da água potável.

A avaliação dos dados pluviométricos em Curitiba mostra que a captação da água da chuva é viável, no bairro do Pilarzinho.

A construção da calha com garrafa PET no Estado do Piauí e Escola Estadual Emiliano Pernetá, em Curitiba, oportunizou a elaboração da cartilha que contém os procedimentos de montagem e instalação da calha de garrafa PET e descrições sobre o uso e manejo adequado das águas pluviais coletadas. Além disso, uma página na internet foi desenvolvida (www.calhapet.com.br).

Desta forma, os objetivos de desenvolver atividades e práticas relacionadas às questões da conservação ambiental, que possibilitem a melhoria das condições de vida da população, podem ser atingidos. Sobretudo, com o intuito de evitar ou minimizar os efeitos negativos ao sistema natural, reduzindo o descarte direto de garrafas PET em aterros sanitários e lixões, bem como não misturar diferentes correntes de resíduos como águas cinzas (água do chuveiro, lavatório), negras (fezes e urina), além de atuar na percepção da sociedade quanto à diversidade entre os sistemas físicos, humanos, biogeográficos e seus elementos interdependentes.

A publicação de reportagens em meios de comunicação (revista impressa 'Jornal Nota10', entrevista televisionada no canal 'CWB' e divulgação eletrônica no site 'Paranashop'), abriu espaço para futuras parcerias com entidades e organizações do 1º, 2º e 3º setores como:

Aplicação de oficinas práticas em escolas da rede pública, juntamente com a Secretaria de Educação do Estado do Paraná (SEED) e a Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA).

Apoio de empresas de fabricação de papel reciclável que viabilizem a impressão da cartilha do projeto.

Parceria institucional dos Rotary Clubs do Distrito 4.730, atuando na multiplicação do projeto com o intuito de formar agentes de mobilização social em vários Municípios do Estado do Paraná.

REFERÊNCIAS

COHIM, Eduardo. et al. **Água e Chuva: Pesquisas, Políticas e Desenvolvimento Sustentável**. Anais do VI Simpósio Brasileiro do Uso e Manejo da Água da Chuva. Belo Horizonte: Julho, 2007.

GONÇALVES, Ricardo Franci. et al. **Uso racional da água em edificações**. 1. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2000**. Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em 27 mai. 2009.

MAACK, Reinhard. **Geografia física do Estado do Paraná**. 3. ed. – Curitiba: Imprensa Oficial, 2002.

TAKAYANAGUI, Ângela Maria Magosso. **Risco Ambiental e o gerenciamento de resíduos nos espaços de um serviço de saúde no Canadá: um estudo de caso**. Tese de Livre Docência. Ribeirão Preto: Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 2004, p. 84. Disponível em <http://www.eerp.usp.br>. Acesso em 01 jun. 2009