

Avaliação interdisciplinar de um sistema de captação de água de chuva construído através de processo participativo com agricultores familiares paulistas

Interdisciplinary assessment of rainwater catchment system built through a participative process with family farmers from São Paulo.

BINOTTI, Túlio Caio¹; STOLF, Rubismar²; COSTA, Manoel Baltasar Baptista da³; ANTONINI, Sandra Regina Ceccato⁴;

1Universidade Federal de São Carlos, Araras/SP, Brasil, la_patcha@hotmail.com; 2Universidade Federal de São Carlos, Araras/SP, Brasil, rubismar@cca.ufscar.br; 3 Universidade Federal de Araras, São Carlos/SP, Brasil, baltasar@uol.com.br; 4Universidade Federal de Araras, São Carlos/SP, Brasil, antonini@cca.ufscar.br

RESUMO: Sistemas de captação de água de chuva são frequentemente utilizados no semi árido rural brasileiro, porém em outras regiões rurais brasileiras são ainda pouco usados, mesmo com toda problemática envolvendo os recursos hídricos. Este trabalho é fruto de uma pesquisa ação que teve como objetivo avaliar um sistema de captação de água de chuva construído em processo participativo com os agricultores em um assentamento do Programa de Reforma Agrária paulista. Para verificar a viabilidade e sustentabilidade do sistema construído, foi analisada a qualidade da água da cisterna, a utilização e percepção dos agricultores quanto ao sistema e o retorno de seu investimento. Os resultados obtidos demonstram que houve empoderamento dos agricultores sobre o sistema de captação de água de chuva construído, obteve-se qualidade da água adequada ao uso que os produtores destinaram para o recurso e retorno de investimento de um ano. O sistema de captação de água de chuva construído é viável para a comunidade, apresentando níveis de sustentabilidade nos aspectos ambientais, sociais e econômicos.

PALAVRAS-CHAVE: sistemas de captação de água de chuva, agricultura familiar, viabilidade, processo de construção participativa

ABSTRACT: Rainwater catchment system are frequently used in Brazilian rural semi-arid areas, but not so used in other Brazil's regions, even with all problematic involving water resources. This work is a action research that had as a aim evaluate a rainwater catchment system built with farmers in a settlement of the Land Reform Programme in São Paulo. The researcher to verify the feasibility and sustainability of the rainwater catchment system built, was checked quality of the water of the tank, the use and perception of the farmers about the system and the return of your investment. The results obtained indicated there was an empowerment of the family farmers to the built system, obtained water quality suitable to the use that farmers allocated to resource and return on investment of one year. The rainwater catchment system built are viable for the studied community presented sustainable levels in environmental, social and economic aspects.

KEY WORDS: rainwater catchment systems, family farming, feasibility, participative process of construction

Introdução

De acordo com Tundisi (2008), na maioria dos países e regiões do mundo, a água consumida no espaço rural por atividades de produção vegetal e animal é cerca de 70% da demanda total pelo recurso. Christofidis (1999, apud REBOUÇAS, 2001) afirma que no contexto brasileiro, aproximadamente 95% da área irrigada utiliza métodos menos eficientes como espalhamento na superfície, pivô central e aspersão convencional, demonstrando a falta do uso racional da água.

Juntamente com o excessivo uso e desperdício de água no espaço rural, há a contaminação das águas através da falta de saneamento e pelo alto uso de agrotóxicos. Cerca de dois terços da população rural mundial não têm acesso a saneamento adequado (CEPAL & NAÇÕES UNIDAS, 2005). O uso de insumos agro-pastoris como fertilizantes de síntese altamente solúveis, pesticidas e herbicidas é cada vez mais intensivo, ocasionando contaminação de lençóis freáticos e rios através do carreamento e infiltração dos elementos que constituem estes insumos (REBOUÇAS, 2001).

As perspectivas para o futuro não são animadoras. Segundo Bates et al. (2008), a área irrigada e o uso de agrotóxicos irão aumentar em países em desenvolvimento, afetando a quantidade e qualidade dos corpos hídricos. Ainda de acordo com Bates et al. (2008), o aquecimento global aumentará e modificará, de forma incerta para os pesquisadores, os regimes pluviométricos das diferentes regiões, podendo comprometer o acesso à água de diversos agricultores.

Neste cenário, faz-se extremamente necessário repensar o atual modelo de desenvolvimento e incluir a adoção de medidas para conservação dos recursos hídricos e seu uso racional, possibilitando acesso a formas de manejo sustentável da água para as diferentes comunidades, integrando aspectos ecológicos, econômicos e sociais.

As primeiras tecnologias de captação de água de chuva foram desenvolvidas na antiguidade. Um

dos primeiros registros de aproveitamento de água de chuva foi na Pedra Mohabita, por volta de 830 A.C., localizado próximo a cidade de Israel, na antiga região de Moab (TOMAZ, 2008). Atualmente, há sistemas de captação de água de chuva através das calhas dos telhados e com a utilização de cisterna para armazenamento. Segundo Gnadlinger (1997), há cisternas feitas de placa de cimento, tela cimento, tijolos, ferrocimento, cal e de plástico

De acordo com Gnadlinger (2005), sistemas de captação de água de chuva são importantes na área rural por utilizar água que seria perdida por evapotranspiração, ou escorreria para os rios, ou alimentaria os lençóis freáticos com sua infiltração. A água da chuva pode, assim, ser captada para ser utilizada diretamente, sem a espera por recarregar os rios e lençóis freáticos e gastos de energia para utilizá-la.

No Brasil, os sistemas de captação de água de chuva em áreas rurais ficam restritos principalmente a comunidades do nordeste brasileiro, onde os índices pluviométricos são extremamente baixos. Assim, as principais pesquisas realizadas em áreas rurais com sistemas de captação de água de chuva são realizadas no semi árido brasileiro como as pesquisas de Gnadlinger (2005) e Brito et al. (2005). A região conta com programas governamentais para construção de cisternas. Não poderia ser diferente, pois as comunidades rurais do semi-árido brasileiro apresentam grandes dificuldades com escassez de água, muitas vezes apresentando situação crítica para a própria sobrevivência.

Entretanto, em outras regiões rurais brasileiras, os sistemas de captação de água de chuvas podem ser muito úteis e necessários. Isto porque, muitas vezes, as comunidades rurais não têm acesso à água, por variados motivos, como apontam agricultores familiares assentados pelo Programa de Reforma Agrária paulista, os quais apresentam dificuldades com escassez de água em pelo menos algum período do ano, mesmo

situados em região com boa média pluviométrica.

Esta pesquisa-ação teve como propostas principais, após um levantamento dos problemas da comunidade, construir de forma participativa um sistema de captação de água de chuva de baixo custo com agricultores assentados e avaliar aspectos de sua viabilidade e sustentabilidade. Avaliou-se a qualidade da água da cisterna, aspectos do empoderamento dos agricultores com a adoção da tecnologia e realizou-se uma análise econômica do sistema para a comunidade.

Esta pesquisa busca contribuir para a validação desta tecnologia para agricultores familiares, estudando aspectos da viabilidade do sistema de captação de água de chuva para uma comunidade rural paulista.

Revisão Bibliográfica

Simmons et al. (2001), May (2004), Brito et al. (2005), Jaques (2005), Peters (2006), Garcia et al. (2008), pesquisaram sistemas de captação de água de chuva através dos telhados, mas apenas os três últimos estudaram o sistema em áreas rurais. A maioria das pesquisas no Brasil com sistemas de captação de água de chuva em áreas rurais foram desenvolvidas no semi-árido nordestino.

Dentre os parâmetros que Jaques (2005) pesquisou para avaliar a qualidade da água de chuva de um reservatório, verificou-se que cor, turbidez e pH apresentaram valores ligeiramente acima dos permitidos pela Portaria do Ministério da Saúde nº 518/2004, referente à potabilidade de água. Já Garcia et al. (2008), pesquisaram a qualidade da água de chuva captada em cisternas de ferrocimento, verificando que o parâmetro coliformes totais apresentou valores acima dos permitidos pela mesma Portaria. Nesta mesma pesquisa também foram avaliados os parâmetros cor, turbidez e pH da água, encontrando-se dentro dos limites. Assim, a qualidade da água de cisterna com água de chuva apresenta peculiaridades que

devem ser estudadas caso a caso.

May (2004) avaliou que se a demanda, a precipitação e a área de coleta forem altas é garantido um retorno mais rápido do investimento para construção do sistema de captação de água de chuva, concluindo a possibilidade de uso para indústrias. Garcia et al. (2008), apontaram que o retorno de investimento para uma cisterna de 40 mil litros em um condomínio urbano em Brasília é de cinco anos. Nesses dois estudos, os benefícios gerados foram referentes à economia de água, evitando gastos com concessionárias.

Brito et al. (2005) afirmaram que em algumas comunidades rurais do nordeste do Brasil, o sistema de descarte das primeiras águas de chuva contido no sistema de captação de água de chuva não é sempre acionado pelos agricultores, fato que torna a qualidade da água mais baixa, e como verificado em seu trabalho, com índices de coliformes totais acima dos permitidos pela Portaria do Ministério da Saúde nº 518/2004.

May (2004) afirma que são necessários estudos para observar as particularidades de sistemas de aproveitamento e captação de água de chuva e se considerar os diferentes tipos de telhados e regiões.

Materiais e métodos

Esta pesquisa-ação (THIOLLENT, 1988) foi realizada na área 3 do assentamento rural Fazenda Pirituba II, com a comunidade da Cooperativa de Produção Agropecuária Vó Aparecida (COPAVA). O assentamento Fazenda Pirituba 2 situa-se no município de Itaberá, região sudoeste do estado de São Paulo e é fruto de atuação e luta do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem-Terra (MST). A área 3 foi conquistada em 1986 e possui uma extensão de 2.142,33 hectares, sendo constituída por 73 lotes com aproximadamente 25 hectares cada, de acordo com Instituto de Terras do Estado de São Paulo (ITESP, 2011). A COPAVA é composta atualmente por 47 agricultores

associados para a exploração coletiva da terra, isto é, com divisão da terra e trabalho.

O trabalho desenvolveu-se por meio do projeto de extensão “Apoio à construção de processos de geração de ocupação, renda e sustentabilidade da agricultura familiar paulista” da Universidade Federal de São Carlos, financiado pelo Conselho Nacional de Pesquisa Científica.

O levantamento dos problemas da comunidade foi realizado por meio de visitas à comunidade e conversas com os agricultores da cooperativa durante oito dias entre setembro de 2008 a janeiro de 2009. Após a verificação de que a comunidade passou por problemas relacionados à falta de água, foi trabalhada a valorização e construção de percepções sobre água e sistemas de captação de água de chuva com os agricultores, por meio de conversas e uma reunião, realizados entre fevereiro e junho de 2009 no assentamento. Estas etapas foram realizadas por meio de metodologia da observação participante (VALLADARES, 2007) e de princípios básicos do diagnóstico rural participativo (VERDEJO, 2006).

Após o término destas etapas, foi desenvolvida a oficina para construção do sistema de captação de água de chuva, entre junho e setembro de 2009, e trabalho com a proposta dos agricultores construir o sistema. Assim, o papel principal do pesquisador foi de mediador, oferecendo informações aos agricultores para como construir o sistema com a cisterna de ferrocimento. O pesquisador também acompanhou a construção. Os materiais para construção do sistema de captação de água de chuva no assentamento foram financiados pelo Programa Geração Muda Mundo – Desafio Global Staples da Ashoka.

Após a construção do sistema, foram realizadas análises de água de chuva da cisterna; da percepção e utilização do sistema pelos agricultores; e econômica do sistema.

Foi realizada análise de água dos parâmetros alcalinidade, amônia, cloro, cloretos, cor, dureza total, ferro, turbidez, oxigênio consumido, pH, coliformes totais e coliformes fecais. Com exceção dos dois últimos parâmetros, a análise foi realizada por meio do método do Kit Básico de Potabilidade da empresa Alfacit Limitada (ALFAKIT, 2011). A análise de coliformes totais e fecais foi realizada no Laboratório de Microbiologia Agrícola e Molecular da Universidade Federal de São Carlos pelo método de análise de tubos múltiplos, de acordo com metodologia proposta por APHA (1999). Foram avaliadas cinco amostras utilizando-se o Kit Básico de Potabilidade e seis amostras analisadas no citado laboratório, coletadas entre o período de outubro de 2009 a setembro de 2010.

A percepção dos agricultores sobre o sistema envolveu a consideração sobre a importância deste para a comunidade, dificuldades em sua utilização, sugestões de melhorias, e se há interesse de mais sistemas de captação de água de chuva para a comunidade. Quanto à utilização levantou-se o uso da água da cisterna e do sistema de descarte das primeiras águas de chuva. Nessa etapa do trabalho foi utilizada metodologia de observação participante (VALLADARES, 2007) e entrevista semi-estruturada (BONI & QUARESMA, 2005). A entrevista foi realizada com 20 de 47 agricultores familiares associados à COPAVA, representando 42,5%, em maio de 2010, após oito meses da construção do sistema.

Para avaliação econômica do sistema de captação de água de chuva construído foi utilizado o método do valor presente líquido – VPL, que demonstra a viabilidade econômica de um empreendimento. Se o valor calculado, segundo a fórmula, for positivo, este empreendimento é viável economicamente de acordo com Rezende & Oliveira (1993 apud SILVA & FONTES, 2005).

A fórmula para calcular o VPL é:

$$VPL = \sum_{j=1}^n \frac{R_j}{(1+i)^j} - \sum_{j=1}^n \frac{C_j}{(1+i)^j}$$

onde:

R_j = valor das receitas no período;

C_j = valor dos custos no período;

i = taxa de desconto;

j = período em que as receitas ou os custos ocorrem; e

n = número de períodos ou duração do projeto.

Nesta pesquisa, os elementos que representam as receitas são o valor de diesel, lubrificante e depreciação do trator. Com a construção do sistema de captação de água de chuva os agricultores dispensaram a necessidade de gastos com diesel, lubrificante e depreciação do trator, decorrentes da coleta de água do açude, distante a quatro quilômetros da comunidade. Os valores de gastos com diesel e lubrificante foram calculados por meio de fórmula adaptada de Deree (2003). A depreciação do trator por hora trabalhada foi considerada de R\$ 5,33 de acordo com IEA (2004).

A fórmula para cálculo dos gastos com combustíveis mensais é: $G_d = (P_t \times I \times H \times P_c) + (0,15 \times (P_t \times I \times H \times P_c))$

onde:

G_d = gastos com diesel e lubrificante por mês para o trator buscar água em açude

P_t = potência do trator

I = índice utilizado para cálculo

H = horas de utilização do trator por mês

P_c = preço do combustível na região

O trator utilizado pela comunidade é de marca Valmet 880 com potência de 52.2KWh de acordo com Silveira (2010). O índice é de 0,243, conforme Deree (2003). As horas utilizadas pelo trator por mês são seis, conforme a distância de 4

quilômetros entre o açude e a comunidade, a coleta de 12 mil litros de água por mês do açude e velocidade média do trator de 4 km/h. O preço do combustível na região foi obtido através de PREÇOS DE COMBUSTÍVEIS (2011).

Os elementos que representam as despesas ou custos são os valores dos materiais utilizados, da mão de obra para construção do sistema e de sua depreciação. O valor dos materiais para construção do sistema foi levantado em fevereiro de 2011, principalmente, na empresa Irmãos Soldera LTDA. O valor da mão de obra foi estimado e a depreciação foi considerada para uma vida útil de 30 anos do sistema.

As taxas de descontos utilizadas na fórmula do VPL foram de 8%, 15% e 20%, abrangendo diferentes realidades de quem possivelmente investiria. O período considerado foi de 30 anos e considerando o ano zero, isto é, o início do investimento.

A partir do cálculo do VPL, realizou-se o cálculo do retorno de investimento por meio do método payback descontado que aponta em quanto tempo as receitas geradas pelo empreendimento pagam seus custos ou despesas, considerando o valor temporal do dinheiro (PIERO & COLOMBINI, 2004).

Resultados e discussão

A comunidade - breve caracterização e problema observado

Historicamente, o assentamento contou com programas governamentais de assessoria orientados pelo padrão tecnológico de maquinários de alto custo e uso de insumos agroindustriais externos à propriedade.

No início do século XXI, com o endividamento dos agricultores, a elevada dependência de insumos externos e com o solo enfraquecido pelo manejo inadequado, começou a ser desenvolvido em alguns locais do assentamento atividades de extensão e assistência com enfoque agroecológico.

Ressalta-se a Escola Estadual de Agroecologia Laudenor de Souza, inaugurada pelo próprio MST na área V do assentamento em 2006.

Foi verificado que um dos problemas da comunidade da COPAVA era relacionado à falta de água. Em algumas ocasiões, a comunidade sofria com escassez de água do poço que supria a maior parte da água utilizada, inclusive para uso doméstico.

A comunidade utilizava água do poço para uso doméstico, irrigação, suinocultura e pecuária. Para não sobrecarregar o poço, os agricultores buscavam água, em açude distante a 4 quilômetros, para a finalidade de limpeza e suprimento de água de maquinários na oficina mecânica da cooperativa. Os produtores buscavam água no açude três vezes ao mês, representando 12 mil litros de água mensais. Percebeu-se uma demanda da comunidade de obter água por outros meios. A partir deste levantamento dos problemas e de demanda, iniciou-se a valorização e construção de percepções sobre a importância da água e de sistemas de captação de água de chuva.

Assim, os agricultores e o pesquisador deste trabalho propuseram a construção de um sistema de captação de água de chuva. De acordo com os agricultores, a proposta foi de construir o sistema ao lado da oficina mecânica, que possui um telhado com área de 300 metros quadrados. Outro ponto importante da localização selecionada e citado pelos agricultores é o relevo favorável para utilização da água em irrigação da horta e na suinocultura, além do uso na oficina.

Construção do Sistema de Captação de água de Chuva no assentamento

As figuras 1 e 2 demonstram a construção do sistema de captação de água de chuva no assentamento. Os dias de oficina para construção foram desenvolvidos com boa participação dos agricultores, fato que contribui para o

empoderamento da tecnologia pelos agricultores. Outras considerações que contribuíram para a construção do sistema foi o fato de um agricultor já ter conhecimento sobre construção de sistemas de captação de água de chuva e de outros possuírem experiência em construção civil.

O sistema de captação de água de chuva construído no assentamento é composto por cisterna de ferrocimento com capacidade de 25 mil litros, tubulação e calhas para captar a água da chuva através de um telhado de 300 m² e sistema de descarte das primeiras águas de chuvas, composto por um tambor azul de 200 litros.

O ferrocimento é uma tecnologia social considerada de simples construção, baixo custo, estrutura forte e fácil reparação, composta por malha de ferro, areia, cimento e água (RUSKIN, 2001).

Qualidade da água da cisterna

Para os parâmetros avaliados neste trabalho, a qualidade da água da cisterna apresenta conformidade com os padrões de potabilidade da Portaria do Ministério da Saúde nº 518 de 2004, com exceção de coliformes totais, que em média, apresentaram valores ligeiramente acima com 26 unidades formadoras de colônias (UFC) / 100ml, como indica a tabela 1. Com relação à turbidez, a metodologia utilizada para análise permite apenas afirmar que é menor que 50 unidades de turbidez, podendo estar com valores acima dos permitidos pela mesma Portaria.

Os coliformes totais são originários, possivelmente, das fezes de aves nos telhados. A variação pode ser explicada pela não regularidade da abertura do sistema de descarte das primeiras águas de chuva (ver "Construção do Sistema de Captação de água de Chuva no assentamento"). Assim como coliformes totais, a turbidez será menor com a abertura do sistema de descarte das primeiras águas de chuva.



Figura 1: Agricultores e crianças participando da montagem da estrutura para cisterna de ferrocimento

Os parâmetros pH, cor, alcalinidade, amônia, cloretos, cloro, dureza total, ferro, oxigênio consumido e coliformes totais apresentaram-se dentro dos limites estabelecidos pela Portaria nº 518 de 2004. Pelo fato de o sistema estar localizado em área rural, a água da chuva apresenta qualidade boa, diferentemente das cidades, onde ocorre chuva mais ácida devido à poluição.

Resultados semelhantes foram verificados por Brito et al. (2005) que avaliaram a qualidade de água de 50 cisternas rurais no semi-árido brasileiro, porém estes autores verificaram

presença de coliformes fecais em todas as cisternas, com valores entre 7,20 e 20 UFC/100ml nas águas das cisternas. Segundo os mesmos autores, o fato de conter coliformes fecais é devido possivelmente ao manejo das cisternas através de baldes, panelas e latas. Na mesma pesquisa, os valores médios de pH, dureza total e cloretos foram de 7,28; 108,16 e 0,24 respectivamente, bastante similares aos encontrados nesta pesquisa. Já os valores de coliformes totais variaram entre 14 e 1100 UFC/100ml, obtendo-se valores maiores que os da cisterna da COPAVA.

Apesar de, atualmente, o uso da água da



Figura 2: Cisterna de ferrocimento com sistema de descarte (tambor azul) e calha construídos no assentamento Fazenda Pirituba 2, na COPAVA

cisterna pelos agricultores ocorrer apenas para lavagens, a qualidade da água demonstra, a princípio, que pode ser utilizada para outras finalidades como irrigação e dessedentação de animais, como os agricultores pretendem fazer no futuro (ver "Construção do Sistema de Captação de água de Chuva no assentamento").

Uso e percepção do sistema de captação de água de chuva

Quanto à percepção dos agricultores sobre o sistema construído, estes citaram como benefícios importantes a economia de água, de energia e dinheiro, a redução do consumo de água do poço, a reserva de água, as diversas possibilidades de uso e a educação e a conscientização ambiental. Apenas três agricultores citaram diretamente a importância de dispensar a necessidade de ida ao açude para buscar água.

Os agricultores almejam expandir o uso do sistema para outros setores da cooperativa, como irrigação da horta e na pecuária. Os produtores que utilizam o sistema não encontraram dificuldades em sua operação.

Quanto às sugestões apresentadas pela comunidade, as respostas dividiram-se principalmente em três: não sugeriram, pois consideram que está ótimo; aumentar e expandir o uso da água da cisterna; e facilitar ou melhorar o processo de construção da cisterna.

Todos os agricultores almejam mais cisternas para a comunidade. Percebeu-se que a cooperativa e outros produtores planejam formas de construir mais sistemas de captação de água de chuva, inclusive pedindo ao pesquisador a relação e custo dos materiais utilizados. As propostas mais comentadas foram de construir utilizando-se o telhado das próprias casas, e da engorda de suínos para utilização de água doméstica e dessedentação de animais.

A utilização da água da cisterna é, por enquanto, exclusivamente para lavagens de implementos, maquinários e carros, no uso dos agrotóxicos, em pneus agrícolas e outras atividades na oficina.

Foi estimado que o sistema de captação de água de chuva pode acumular aproximadamente 400 mil litros anualmente, de acordo com os índices

	Amostra 1 out/2009	Amostra 2 fev/2010	Amostra 3 abr/2010	Amostra 4 mai/2010	Amostra 5 jul/2010	Amostra 6 set/2010	Média	Limites da Portaria 518/2004
Alcalinidade (mg/l CaCO ₃)	-	70	60	50	30	70	56	-
Amônia (mg/L NH ₃)	-	1	0,5	0,1	0,25	0,1	0,29	1,5
Cloro (MG/l Cl ₂)	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	2
Cloratos (mg/l Cl)	-	20	20	20	20	20	22	250
Cor (Uh)	-	3	3	3	3	3	3	15
Dureza Total (mg/l CaCO ₃)	-	60	50	50	30	60	54	500
Ferro (MG/l Fe)	-	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,3
Turbidez (UT)	-	<50	<50	<50	<50	<50	<50	5
Oxigênio consumido (mg/l O ₂)	-	3	3	3	3	3	3	3
pH	-	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	6 a 9,5
Coliformes totais (UFC/100ml)	22	0	0	120	12	0	26	Ausência em 100 ml
Coliformes fecais (UFC/100ml)	0	0	0	0	0	0	0	Ausência em 100 ml

pluviométricos da região (CEPAGRI, 2005 apud MELLO, 2008) e a área do telhado da oficina da cooperativa. Entretanto, verificou-se que os agricultores vêm utilizando apenas cerca de 144 mil litros de água por ano, considerando o uso no ano de 2010. Há possibilidade para utilizar mais água da cisterna para, por exemplo, irrigação da horta localizada ao lado da cisterna, conforme expressaram alguns agricultores.

As respostas sobre abertura do sistema de descarte das primeiras águas de chuva variaram muito entre os agricultores. Em algumas ocasiões observadas, o tambor estava com um pouco de água. Algumas crianças utilizavam a água do tambor para lavar as mãos. Assim, pode-se considerar que o sistema de descarte não era aberto regularmente após as chuvas. Entretanto, este sistema é mais importante se a água for utilizada para uso doméstico. A qualidade da água, analisada neste trabalho, demonstra que está adequada ao uso atual.

Pode-se perceber que o sistema de captação de água de chuva empoderou a comunidade, que está utilizando a água da cisterna e planejando expandir seu uso para outros setores da cooperativa, reconhecendo diversos pontos positivos que o sistema traz à comunidade.

Vale ressaltar, que nos primeiros passos da

ação com a comunidade, foram levantados os problemas da comunidade, valorizadas e construídas percepções sobre água e sistemas de captação de água de chuva e realizada oficina para construção. Quanto aos problemas observados, foram identificados como principais a falta de água em alguns períodos para a comunidade, dificuldades para expansão do uso do biodigestor que eles já possuíam e dificuldade na integração entre os diferentes setores de atividades da cooperativa.

A forma como se realizou a valorização e construção de percepções sobre água e sistemas de captação de água de chuva, e a oficina contribuíram para o domínio e empoderação da tecnologia pelos agricultores, de acordo com um dos propósitos da iniciativa que era de contribuir para autonomia do agricultor.

Análise econômica

Os custos do empreendimento e os benefícios gerados são expostos abaixo na Tabela 2.

Os elementos mais custosos para a construção do sistema de captação de água de chuva construído foram mão de obra, Tela Pop, cimento e ferro galvanizado para construir a calha com os valores de R\$ 600,00, R\$ 511,39, R\$ 421,20 e R\$ 290,40 respectivamente.

Tabela 2: custos para construção e benefícios financeiros do sistema de captação de água de chuva.

Custos e benefícios do sistema de captação de água de chuva	
Custo total do sistema	R\$ 2211,24
Custo dos materiais do sistema	R\$ 1611,24
Custo de mão de obra	R\$ 600,00
Depreciação do sistema por ano	R\$ 73,70
Benefícios totais por ano	R\$ 2463,32
Custo de diesel para buscar água por ano	R\$ 1808,316
Custo de lubrificante por ano	R\$ 271,2474
Depreciação do trator por ano	R\$ 383,76

Verificou-se que a economia de diesel, estimada em aproximadamente R\$ 1.808,31 é o fator que gera maior benefício aos agricultores da COPAVA. Os valores de custo total do sistema, que foi de R\$ 2.211,24 e a depreciação do sistema por ano, que foi de R\$ 73,70 representam as despesas geradas pelo sistema. Os benefícios econômicos estimados que o sistema oferece à comunidade são de R\$ 2.463,32.

Somente considerando os valores de despesas e benefícios econômicos gerados pelo sistema em apenas um ano, verificou-se que o sistema gera aos agricultores da COPAVA, um saldo positivo de R\$ 178,32, isto é, em apenas um ano, o saldo entre benefícios e despesas é positivo. Nos anos seguintes os benefícios econômicos continuam e não há o custo de materiais e mão de obra para construí-lo.

Na tabela 3, verifica-se que em todas as análises com as diferentes taxas de juros os

valores são positivos de VPL para o sistema de captação de água de chuva. Os valores de VPL de R\$ 24.690,53, R\$ 13.478,93 e R\$ 9.686,50 para as taxas de juros de 8, 15 e 20 % respectivamente, devem-se à particularidade da comunidade, que anteriormente tinha altos gastos para buscar a água no açude. Já o retorno de investimento, considerando o fluxo de caixa, é de um ano, em todas as taxas de juros utilizadas neste trabalho. Assim, o custo para construir o sistema de captação de água de chuva é pago em um ano face aos benefícios econômicos gerados.

Apesar de os agricultores não terem custeado a construção do sistema de captação de água de chuva, os resultados demonstram que o empreendimento seria uma boa alternativa de investimento para a comunidade estudada.

Para estudar a viabilidade econômica de um sistema de captação de água de chuva para outros agricultores e comunidades, deve-se adequar a

Tabela 3: Valor Presente Líquido (VPL) e retorno do investimento do sistema de captação de água de chuva construído no assentamento

	Taxa de desconto		
	8%	15%	20%
Valor Presente Líquido do Sistema de captação de água de chuva no assentamento	R\$ 24.690,53	R\$ 13.478,93	R\$ 9.686,50
Retorno do investimento, considerando o	12 meses	12 meses	12 meses
VPL -payback descontado			

particularidade de cada caso. Presume-se que agricultores possam obter água através de açude, rios, nascentes ou poços. Assim, os benefícios econômicos decorrentes de uma possível construção de um sistema de captação de água de chuva podem ser diferentes.

Ressalta-se também que em muitos casos a falta de água em um determinado período do ano, pode comprometer a produtividade na área de cultivo e como consequência diminuir a renda do agricultor. Nestes casos, o estudo da viabilidade econômica do sistema deve incluir esta particularidade, incluindo o acréscimo da renda do agricultor com o aumento da produção gerado pela disponibilidade adicional de água do sistema de captação de água de chuva.

Conclusões

A pesquisa identificou diversos pontos positivos para utilização da tecnologia de sistemas de captação de água de chuva nas áreas rurais. Foi evidenciado que o sistema construído é bastante utilizado e foi empoderado pela comunidade de agricultores da COPAVA, com potencialidade e com interesse para o expandirem. A forma como esta pesquisa se desenvolveu, com busca de participação e envolvimento dos agricultores, contribuiu para que tal empoderamento acontecesse.

A qualidade da água da cisterna apresentou-se em conformidade com o uso atual e possíveis usos futuros, inclusive dentro dos padrões para potabilidade, com exceção de coliformes totais, com valores ligeiramente acima dos permitidos. O sistema mostrou ser um investimento economicamente favorável, trazendo economias para os agricultores com recuperação do investimento em um ano.

Dessa forma, foi demonstrado que a adoção desta tecnologia pelos agricultores representa sustentabilidade nos aspectos ecológicos, sociais e econômicos estudados nesta pesquisa, mesmo

com a região apresentando pluviosidade média elevada e razoável distribuição de água. Os resultados deste trabalho podem estimular extensionistas que trabalham com transição agroecológica para utilização de sistemas de captação de água de chuva nas etapas iniciais de trabalho, ou até mesmo no redesenho da propriedade, demonstrando que pensar na conservação ambiental pode gerar benefícios econômicos para a comunidade. Devido ao fator de geração de benefícios econômicos pelo sistema, é um meio de agregar agricultores a propostas de conservação ambiental.

Referências Bibliográficas

- ALFAKIT. **Kit Básico de Potabilidade**. Empresa Alfakit Ltda. Capturado em nov. 2011. Disponível na Internet. <http://www.alfakit.com.br/produtos-ver.html?id=6>
- APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. 20. ed. Washington: American Public Health Association; AWWA; WPCF, 1999. 1569p.
- BATES, B.; KUNDZEWICZ, Z. W.; WU, S.; PALUTIKOF, J. P. (eds.). **Climate Change and Water**. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva, 210 p. 2008
- BONI, V.; QUARESMA, S. J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em ciências sociais. In: **Revista eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC**. V.2, n.1, 2005, PP 68-80.
- BRITO, L. T. L.; ANJOS, J. B.; PORTO, E. R.; SILVA, A. S.; SOUZA, M. A.; XENOFONTE, G. H. S. Qualidade físico-química e bacteriológica das águas de cisternas no município de Ouricuri-PE. In: 5º Simpósio brasileiro de captação e manejo de água de chuva. 2005b. Teresina, PI. **Anais...** Teresina, PI.
- DEREE, J. Quanto gasta seu trator. Combustíveis consumo. Grupo Cultivar. In: **Máquinas**. Out. 2003. Capturado em 20 jul. 2011. Disponível na Internet http://www.grupocultivar.com.br/arquivos/m24_q_uantogasta.pdf
- GARCIA, D. M.; SANTOS, G. S.; LEAL, G. S. "Estudo da viabilidade técnica, econômica e ambiental da captação e armazenamento de

- água de chuva em reservatório de ferrocimento". Universidade Católica de Brasília, 2008, artigo apresentado para obtenção de título bacharel em Engenharia Ambiental.
- GNADLINGER, J. Programa Uma Terra, duas águas (P 1+2). Água de chuva para os animais e para agricultura no Semi-árido brasileiro. In: 5º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de água de chuva. 2005. Teresina, PI. **Anais...** Teresina, PI.
- GNADLINGER, J. Apresentação técnica de diferentes tipos de cisternas construídas em comunidades rurais do semi-árido brasileiro. In: Simpósio sobre captação de água de chuva no semi-árido brasileiro. 1., 1997, Petrolina, PE. A captação de água de chuva – a base para a viabilidade do semi-árido brasileiro – **Anais...** 186 p.
- JAKES, R. C. Qualidade de água de chuva no município de Florianópolis e sua potencialidade para aproveitamento em edificações. Florianópolis, 2005. 102 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina.
- IEA (Instituto de Economia Agrícola). **Estimativa de custo de operação de máquinas e implementos agrícolas**, Estado de São Paulo. Maio de 2004. Capturado em 20 de jul. 2011. Disponível na Internet <http://www.iea.sp.gov.br/out/precoc/cus-maq0704.php>
- ITESP – Instituto de Terras do Estado de São Paulo. Capturado em 10 de jun. 2011. Disponível na Internet <http://www.itesp.sp.gov.br/br/info/acoes/assentamentos.aspx>
- MAY, S. Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações. São Paulo, 2004. 159 p. Dissertação (mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- MELLO, C. A. Projeto, implementação e capacitação técnica para a fabricação de multi-implementos de tração animal: uma validação no assentamento Fazenda Pirituba II (Itapeva/SP). 2008, Campinas. 489 p. Dissertação (mestrado). Universidade Estadual de Campinas
- NERY, J. T.; SILVA, E. S.; CARFAN, A. C.. Distribuição da Precipitação Pluvial no Estado de São Paulo. In: **VI SBCG: Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica**, 2004, Aracaju. Diversidades Climáticas. Editora da UFS, 2004. v. 01. p. 01-09. (valor obtido pelas médias das regiões apresentadas no trabalho).
- PETERS, M. R. Potencialidade de uso de fontes alternativas de água para fins não potáveis em uma unidade residencial. 2006, Florianópolis. 109 p. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina.
- PIERO, E. P. F.; COLOMBINI, G. N. U. I; Avaliação de prometo de investimento em ultra-sonografia ocular: Método do payback descontado. In: Revista Brasileira de Oftalmologia. 2004. Trabalho de tese (mestrado profissionalizante). Universidade Federal de São Paulo.
- PREÇO DOS COMBUSTÍVEIS. **Preço dos combustíveis no Brasil. 2011**. Capturado em 20 jul. 2011. Disponível na Internet <http://www.precodoscombustiveis.com.br/>
- RUSKIN, R. H. Almacenaje de agua en cisternas 1ª parte: idea antigua para un mundo moderno. **Agua Latinoamérica**, 2001, v. 1, n. 2, p. 13-16.
- SILVA, M. L.; FONTES, A. A. Discussão sobre os critérios de avaliação econômica: valor presente líquido (VPL), valor anual equivalente (VAL) e valor esperado da terra. **Revista Árvore** (online). 2005, v. 29, n.6, p. 931-936.
- SILVEIRA, G. M.; SIERRA, J. C. Eficiência energética de tratores agrícolas fabricados no Brasil. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**. Campina Grande-PB. 2010, v.14, n.4, p.418-424.
- THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Ed. Cortez, 4ª edição, 1988. 108p.
- TOMAZ, P. **Água pague menos**. Livro eletrônico. 2008. Capturado em 20 de jul. 2011. Disponível na Internet em: http://www.infinitygs.com.br/livros/livro11_agua_pague_menos.pdf
- TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos Avançados**, São Paulo, 2008, v. 22, n. 63, p. 7-16.
- VALLADARES, L. Os dez mandamentos da observação participante. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**. 2007, v.22, n.63, PP 153-155.
- VERDEJO, M. E. **Diagnóstico Rural Participativo: um guia prático**. Secretaria da Agricultura Familiar – MDA. Gráfica da Ascar, Emater – RS, 2006.