



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**AVALIAÇÃO INTERDISCIPLINAR DE SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA
DE CHUVA CONSTRUÍDO ATRAVÉS DE PROCESSO PARTICIPATIVO
COM AGRICULTORES FAMILIARES**

TÚLIO CAIO BINOTTI

Araras

2012



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**AVALIAÇÃO INTERDISCIPLINAR DE SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA
DE CHUVA CONSTRUÍDO ATRAVÉS DE PROCESSO PARTICIPATIVO
COM AGRICULTORES FAMILIARES**

TÚLIO CAIO BINOTTI

ORIENTADOR: PROF. Dr. RUBISMAR STOLF

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural como requisito parcial à obtenção do título de MESTRE EM AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL

Araras

2012

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

B614ai

Binotti, Túlio Caio.

Avaliação interdisciplinar de sistema de captação de água de chuva construído através de processo participativo com agricultores familiares / Túlio Caio Binotti. -- São Carlos : UFSCar, 2013.
133 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2012.

1. Agricultura familiar. 2. Água – captação. 3. Processo de construção participativa. 4. Sustentabilidade. 5. Pesquisa-ação. I. Título.

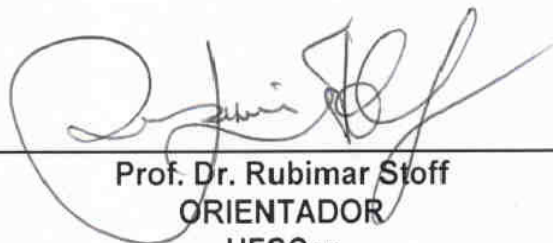
CDD: 630 (20^a)

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
DE

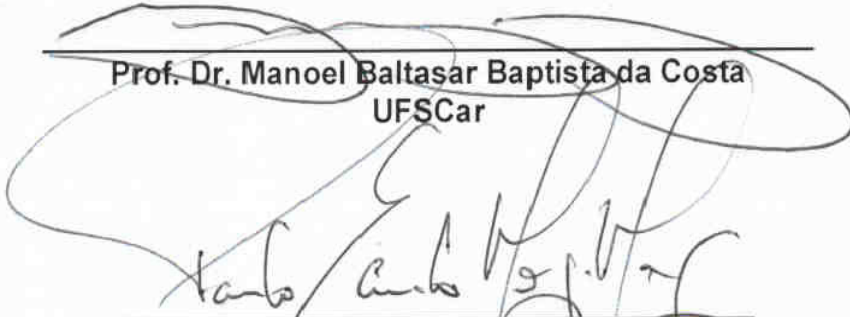
TULIO CAIO BINOTTI

APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL, DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE SÃO CARLOS, **EM 19 DE DEZEMBRO DE 2012.**

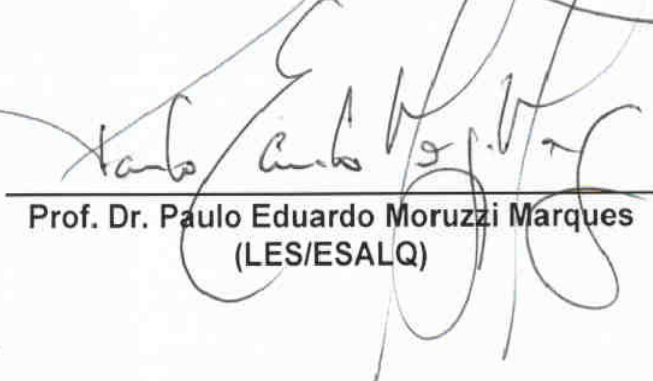
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Rubimar Stoff
ORIENTADOR
UFSCar



Prof. Dr. Manoel Baltasar Baptista da Costa
UFSCar



Prof. Dr. Paulo Eduardo Moruzzi Marques
(LES/ESALQ)

AGRADECIMENTOS

A todos os professores que já passaram por minha vida e puderam contribuir com meu aprendizado. Em especial, aos professores Baltasar, por desde 2006 comigo abrindo espaços imensos para trabalhos de extensão rural e pelos ensinamentos práticos; Rubismar, pela orientação e sempre com boas colocações; Sandra, por sempre mostrar disposição e contribuir nas análises da água; e Andrea, por auxiliar nos primeiros passos deste trabalho.

À família, que sempre esteve junto nos momentos tranquilos e nos mais complicados. Por amor, agradeço e dedico esta dissertação a vocês: Orialy, Túlio, Armando, Nilza, Lalá, Marco e Miguel.

Aos amigos: antigos, da banda, da rua, do colégio, das faculdades, da Na T-lha, do mestrado, da Comuna, do Talibã, do trabalho e de encontros por aí. Vocês estão sempre presentes de uma maneira ou outra e são queridos demais. Em especial para Naigy, pela presença e ajuda nos primeiros dias da oficina e para Rafael (100-zure), pelo apoio para disponibilizar e agilizar a compra dos materiais para construção do sistema.

Gostaria de realmente agradecer aos amigos da COPAVA, pelos ensinamentos e pelo companheirismo. Sem vocês, este trabalho ficaria vazio e sem graça.

A Deus, às forças superiores e à natureza que, por seus meios misteriosos, ofereceram a possibilidade de eu estar aqui e de trilhar este meu caminho.

SUMÁRIO

	Página
ÍNDICE DE ANEXOS.....	i
ÍNDICE DE TABELAS	ii
ÍNDICE DE FIGURAS	iii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	iv
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	v
RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	4
3 HIPÓTESE.....	6
4 REVISÃO DA LITERATURA.....	7
4.1 Problemática da água na área rural.....	7
4.2 Água e Mudanças climáticas.....	9
4.3 Agricultura familiar e uso da água.....	12
4.4 Agriculturas sustentáveis.....	16
4.5 Sistemas de Captação de água chuva	23
4.6 Pesquisas realizadas com sistemas de captação de água de chuva.....	25
5 METODOLOGIA	31
5.1 Breve diagnóstico da comunidade	36
5.2 Construção do sistema de captação de água de chuva	38
5.3 Aspecto ambiental do sistema de captação de água de chuva.....	40
5.4 Aspecto social do sistema de captação de água de chuva.....	42
5.5 Aspecto econômico do sistema de captação de água de chuva.....	43
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
6.1 Comunidade da COPAVA.....	47
6.2 Oficina de construção do sistema de captação de água de chuva.....	57
6.2.1 Passo 1: Limpeza e preparo da área.....	58
6.2.2 Passo 2: Montagem da estrutura de ferro.....	59
6.2.3 Passo 3 Aplicação do cimento.....	62

6.2.4 Passo 4: Retoques e sistema de descarte das primeiras águas.....	67
6.2.5 Passo 5: Montagem da calha e das partes do sistema.....	69
6.3 Qualidade da água do sistema de captação de água de chuva.....	71
6.4 Percepções e relações dos agricultores com o sistema de captação de água de chuva.....	75
6.5 Abordagem financeira e econômica do sistema de captação de água de chuva.....	81
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
8 LITERATURA CITADA	91

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 - Cartilha elaborada e utilizada na oficina de construção do sistema de captação de água de chuva.....	102
Anexo 2 - Roteiro da entrevista semi estruturada.....	116
Anexo 3 - Materiais e custos para construção do sistema de captação de água de chuva (Excel).....	117
Anexo 4 - Cálculos referentes à análise econômica do sistema de captação de água de chuva (Excel).....	119
Anexo 4.1 - Benefícios decorrentes da não necessidade de busca de água no açude.....	119
Anexo 4.2 - VPL do sistema de captação de água de chuva com taxa de juros de 8% ao ano.....	120
Anexo 4.3 - Retorno do investimento com taxa de juros de 8 % ao ano.....	122
Anexo 4.4 - VPL do sistema de captação de água de chuva com taxa de juros de 12 % ao ano.....	123
Anexo 4.5 - Retorno do investimento com taxa de juros de 12 % ao ano.....	126
Anexo 4.6 - VPL do sistema de captação de água de chuva com taxa de juros de 15 % ao ano.....	126
Anexo 4.7 - Retorno do investimento com taxa de juros de 15 % ao ano.....	129
Anexo 4.8 - VPL do sistema de captação de água de chuva com taxa de juros de 20 % ao ano.....	130
Anexo 4.9 - Retorno do investimento com taxa de juros de 20 % ao ano.....	132

INDÍCE DE TABELAS

	Pag.
Tabela 1 - Síntese das principais diferenças entre o modo camponês e o modo empresarial de fazer agricultura.....	13
Tabela 2 - Métodos utilizados para análise da água, segundo os parâmetros.....	41
Tabela 3 - Análise da água da cisterna.....	72
Tabela 4 - Análise da água do poço da comunidade.....	74
Tabela 5 - Custos para construção do sistema de captação de água de chuva.....	82
Tabela 6 - Benefícios (economias) do sistema de captação de água de chuva por ano.....	83
Tabela 7 - Valor Presente Líquido (VPL) e retorno do investimento do sistema de captação de água de chuva construído no assentamento segundo diferentes taxas de juros consideradas.....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1 - Principais correntes de pensamento e modelos de agricultura ligados ao movimento orgânico e seus precursores.....	18
Figura 2 - Flor da Permacultura.....	21
Figura 3 - Placa do ITESP com referência ao Assentamento Estadual Fazenda Pirituba II.....	32
Figura 4 - Placa do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra em referência à agrovila 3 do assentamento Fazenda Pirituba II.....	34
Figura 5 - Mapa da COPAVA.....	48
Figura 5 - Área de suinocultura da COPAVA.....	48
Figura 6 - Viveiro de mudas da COPAVA.....	49
Figura 7 - Escritório da Copava.....	50
Figura 8 - Área de suinocultura da COPAVA.....	52
Figura 9 - Agricultores mostrando o descascador de arroz.....	53
Figura 10 - Etapas do passo 1 da construção do sistema de captação de água de chuva.....	58
Figura 11 - Etapas do passo 2 para construção do sistema de captação de água de chuva.....	60
Figura 12 - Continuação das etapas do passo 2 para construção do sistema de captação de água de chuva.....	61
Figura 13 - Etapas do Passo 3 para construção do sistema de captação de água de chuva.....	63
Figura 14 - Continuação do Passo 3 para construção do sistema de captação de água de chuva.....	65
Figura 15 - Cisterna após as aplicações de argamassa.....	66
Figura 16 - Etapas do passo 4 para construção do sistema de captação de água de chuva.....	68
Figura 17 - Etapas do passo 5 para construção do sistema de captação de água de chuva.....	70
Figura 18 - Sistema de captação de água de chuva construído no assentamento.....	71

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pag.
Gráfico 1 - Principais correntes de pensamento e modelos de agricultura ligados ao movimento orgânico e seus precursores.....	76
Gráfico 2 - Sugestões dos agricultores da COPAVA com relação ao sistema de captação de água de chuva.....	77
Gráfico 3 - Utilização da água do sistema de captação de água de chuva, segundo os agricultores da COPAVA.....	79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação brasileira de Normas Técnicas
APHA	American Public Health Association
CATI	Coordenadoria de Assistência Técnica Integral
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COPAVA	Cooperativa de Produção Agropecuária Vó Aparecida
DPD	Dialquil – 1,4- fenilenodiamino
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEA	Instituto de Economia Agrícola
ITESP	Instituto de Terras do Estado de São Paulo
MST	Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra
UNICEF	United Nations Children´s fund
VPL	Valor Presente Líquido

**AVALIAÇÃO INTERDISCIPLINAR DE SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA
DE CHUVA CONSTRUÍDO ATRAVÉS DE PROCESSO PARTICIPATIVO
COM AGRICULTORES FAMILIARES**

Autor: TÚLIO CAIO BINOTTI

Orientador: Prof. Dr. RUBISMAR STOLF

RESUMO

A proposta desta pesquisa ação foi contribuir para o desenvolvimento rural sustentável no tema de recursos hídricos de maneira prática e científica. A partir da realização de um breve diagnóstico de uma comunidade rural em que atua o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra, definiu-se, em conjunto com os agricultores, a construção de tecnologia de sistema de captação de água de chuva, de maneira participativa e promovida através de oficina. Em seguida, foram avaliados a qualidade da água do sistema, a percepção dos agricultores em relação à tecnologia e os benefícios econômicos gerados. A qualidade da água apresentou números adequados para o uso destinado pela comunidade, que é principalmente de lavagens de equipamentos agrícolas, e de outras possíveis utilizações como irrigação e dessedentação de animais. As percepções dos agricultores representam que a tecnologia foi empoderada pelos produtores. O sistema é altamente benéfico financeiramente, oferecendo um retorno de investimento em período de um ano em diferentes taxas de juros consideradas. Os resultados apontam para a viabilidade e sustentabilidade do sistema para a comunidade.

**INTERDISCIPLINARY ASSESMENT OF RAINWATER CATCHMENT
SYSTEM BUILT THROUGH A PARTICIPATIVE PROCESS WITH FAMILY
FARMERS FROM SÃO PAULO**

Author: TÚLIO CAIO BINOTTI

Adviser: Prof. Dr. RUBISMAR STOLF

ABSTRACT

The proposal of this action research was to contribute for the sustainable rural development on the water resources subject in practical and scientific way. From a short diagnostic of a rural community, where MST acts, was defined, in with the farmers, the building of rainwater catchment system, built participatively and promoted through some kind of workshop. Then, were evaluated the quality of the system's water, the farmers's perceptions in relation to the technology and the economic profits generated. The water's quality presented numbers adapted for the use destined by the community, which is mainly washing of agricultural's equipments, and other possible uses like irrigations and for animal's criation. The farmers's perceptions represent that the technology was empowered by the producers. The system is highly beneficial financially, offering return of investment in period of a year in different price of interests considered. The results indicated that the rainwater catchment system built are viable and sustainable to the studied community.

1 INTRODUÇÃO

Esta pesquisa partiu das percepções acumuladas pelo pesquisador em trabalhos de extensão realizados em assentamentos de reforma agrária e pelo anseio de contribuir para o desenvolvimento rural sustentável de comunidades de agricultores familiares.

Dentre as observações e pensamentos construídos durante os trabalhos de extensão desenvolvidos, concluiu-se que a água, diretamente ou indiretamente, está associada a muitas das dificuldades enfrentadas pelos agricultores familiares.

Em 2006, no assentamento Monte Alegre, município de Araraquara, Estado de São Paulo, diversas situações que comprometem as condições de vida dos agricultores foram levantadas. Dentre elas estão: falta de acesso à água de qualidade, saneamento e coleta de lixo inadequados, problemas com vigilância sanitária impedindo a comercialização de produtos processados no assentamento em feira da região, situação precária do posto de saúde e problemas de manejo do solo.

Em todas as situações citadas pode-se verificar que estas comprometem as condições hídricas da região ou podem ser amenizadas conforme o manejo ou uso de tecnologias sustentáveis relacionadas à água.

Por exemplo, a situação precária do posto de saúde não seria completamente resolvida por um melhor tratamento da água, porém com este diminuiria a incidência de doenças e, provavelmente, a procura por um médico. Em outro exemplo, relacionado ao impedimento da vigilância sanitária, o tratamento dos efluentes e o uso de tecnologias para captar água de boa qualidade poderiam ajudar a solucionar a questão.

No mesmo assentamento, a partir de levantamento articulado com as demandas da comunidade, se propôs uma oficina participativa para construção de uma fossa séptica biodigestora. A proposta foi de contribuir para o saneamento do assentamento com troca de conhecimentos e construção de uma fossa séptica biodigestora.

Ressalta-se que o Instituto de Terras do Estado de São Paulo - ITESP e a Coordenadoria de Assistência Técnica Integral - CATI, por meio do Programa de Microbacias, estavam promovendo saneamento nas áreas rurais. Desta forma, a oficina se apresentou também como um meio de incentivo aos agricultores cobrarem as ações deste programa. Assim, a partir da construção de uma fossa séptica biodigestora, foram construídas diversas outras no assentamento.

Esta experiência no assentamento Monte Alegre foi fundamental e auxiliou o pesquisador a desenvolver as

atividades desta pesquisa, respeitando e considerando as diferentes realidades encontradas.

Nesta pesquisa, considerou-se tecnologias ou manejos relacionados aos recursos hídricos que podem contribuir para a resolução de problemas de uma comunidade rural. Alguns exemplos são a fossa séptica biodigestora, círculo de bananeiras, banheiro seco, biodigestores para tratamento de resíduos, coleta de água de chuva, mata ciliar ao redor dos corpos d'água, cobertura do solo, sistemas agroflorestais, não utilização de agrotóxicos e de adubos sintéticos e reutilização e uso racional da água.

Entretanto, para que uma tecnologia ou um manejo faça parte do dia a dia de uma comunidade, deve ser não apenas ecologicamente correto, mas principalmente socialmente aceito e com participação da comunidade nos processos e, se possível, economicamente viável.

2 OBJETIVOS

Por ser uma pesquisa ação, os objetivos deste trabalho foram melhor definidos durante o andamento da pesquisa. No início, a proposta era de se trabalhar com uma tecnologia ou manejo relacionado a recursos hídricos, porém apenas durante a etapa de breve diagnóstico, após conhecer as demandas e problemas dos agricultores, definiu-se, em conjunto com os produtores, a proposta de se construir um sistema de captação de água de chuva.

Na seção materiais e métodos será melhor descrito este processo da pesquisa interferindo na ação e vice-versa.

Objetivo principal: Analisar aspectos de sustentabilidade de tecnologia ou manejo relacionado com recursos hídricos a ser promovido de forma participativa em comunidade de agricultores familiares paulistas.

Objetivos específicos:

- Realizar um breve diagnóstico da comunidade da Cooperativa de produção agropecuária Vó Aparecida - COPAVA, com o intuito principal de levantar problemas e demandas e de definir em conjunto a tecnologia ou o manejo a ser desenvolvido com a comunidade.
- Realizar oficina para construção de sistema de captação de água de chuva com a comunidade.

- Avaliação ambiental, social e econômica do sistema de captação de água de chuva construído no assentamento.

3 HIPÓTESE

A hipótese desta pesquisa é que sistemas de captação de água de chuva são viáveis e sustentáveis para comunidades de agricultores familiares paulistas, assim como já é no semi-árido brasileiro. As perguntas fundamentais que nortearam esta pesquisa, considerando a característica prática de uma pesquisa ação, foram:

- Qual tecnologia ou manejo relacionado com recursos hídricos seria trabalhado com a comunidade da COPAVA?

- Esta tecnologia ou manejo é viável e sustentável para a comunidade, considerando alguns aspectos ambientais, sociais e econômicos?

Espera-se, com esta pesquisa, aprofundar os conhecimentos sobre a utilização de sistema de captação de água de chuva em assentamentos de agricultura familiar e contribuir para a promoção e validação desta tecnologia no contexto paulista.

4 REVISÃO DA LITERATURA

4.1 Problemática da água na área rural

A disponibilidade de água no planeta vem sendo bastante afetada pela grande demanda para produção de alimentos, que aumenta progressivamente em taxas bastante altas, e pela excessiva utilização de água subterrânea para irrigação, que afeta a recarga de rios e diminui a quantidade de água disponível (TUNDISI, 2008).

Em aproximadamente 95% da área irrigada no Brasil, são utilizados métodos pouco eficientes como espalhamento na superfície, pivô central e aspersão convencional (CHRISTOFIDIS, 1999 citado por REBOUÇAS, 2001).

A utilização intensiva de maquinários agrícolas degradam o solo, reduzindo a matéria orgânica e compactando-o, o que exige cada vez mais fertilizantes e gastos energéticos para descompactá-lo (GLIESSMAN, 2000). De acordo com Primavesi (2002), a compactação do solo e sua impermeabilização afetam a recarga dos lençóis freáticos e aquíferos. A água em um sistema com solo compactado é facilmente perdida por evaporação.

No aspecto de qualidade da água, o uso de insumos químicos sintéticos, como fertilizantes, pesticidas e herbicidas, é cada dia mais intensivo, ocasionando

contaminação de lençóis freáticos e rios por infiltração e carreamento dos elementos que constituem estes insumos (REBOUÇAS, 2001).

Segundo UNICEF (2008), por volta de 883 milhões de pessoas não possuem acesso à água potável no planeta, das quais 746 milhões pertencem à área rural demonstrando a importância da conservação e de tecnologias ecológicas que envolvam conservação de recursos hídricos. Por volta de dois terços da população rural mundial não têm acesso a saneamento adequado, afetando negativamente a qualidade dos corpos hídricos no campo (CEPAL & NACIONES UNIDAS, 2005).

Nas grandes concentrações urbanas, com forte demanda e má utilização dos recursos hídricos, parte do abastecimento é oriundo de águas transpostas de bacias próximas, comprometendo o abastecimento de outras cidades, inclusive bacias hidrográficas que compõem áreas rurais (BRAGA et al., 2008).

As grandes cidades, além de consumir maior parte dos alimentos produzidos no campo, impactam negativamente retirando água e modificando cursos d'água que estão em áreas rurais.

Mesmo neste contexto de degradação dos recursos hídricos e de sua utilização desenfreada, para o futuro as perspectivas ainda são mais preocupantes. Segundo projeções, em 50 anos a demanda por água aumentará de 30 a

85%. Estima-se que nos países em desenvolvimento a extração de água aumente consideravelmente (NAÇÕES UNIDAS, 2005).

Tendências na agricultura apontam para o aumento de área irrigada e de emissões difusas de pesticidas e nutrientes em países em desenvolvimento, afetando criticamente a quantidade e qualidade dos corpos d'água (BATES et al., 2008).

4.2 Água e mudanças climáticas

O aquecimento global é bastante discutido atualmente e é um dos principais problemas ambientais. A mudança climática induzida pelo aquecimento global afeta a disponibilidade de recursos hídricos e, como todo problema ambiental, não se reduz a afetar apenas o meio ambiente, mas sim todas as esferas de vida do ser humano e outros seres vivos.

A tendência é de que com as mudanças climáticas haja modificações nos padrões de precipitação devido ao aumento do vapor d'água na atmosfera e da evaporação, modificando umidade do solo e o runoff (escoamento). O ciclo hidrológico está diretamente relacionado com a temperatura da atmosfera. A influência das mudanças climáticas na pluviosidade é bastante incerta, não sendo homogênea no

mundo, podendo diminuir ou aumentar dependendo da região (BATES et al., 2008).

Estudos apontam que as mudanças climáticas modificarão também a distribuição temporal e espacial dos vetores de dengue, leishmaniose e malária devido às mudanças nos ciclos hidrológicos locais (BATES et al., 2008).

Os efeitos do El Niño e da La Niña, causando precipitações extremas, já afetaram o abastecimento de água para geração de energia em países como Brasil, Peru, Colombia, Argentina, Chile, Uruguai e Venezuela. Algumas geleiras tropicais na América Latina desapareceram e outras possivelmente desaparecerão nos próximos anos, afetando a produção de energia das hidrelétricas (BATES et al., 2008).

Desta forma, as mudanças climáticas e consequente mudanças nas precipitações poderão afetar a oferta de energia das hidrelétricas no Brasil. Um fato preocupante é a continuidade de construções de mais usinas hidrelétricas como a controversa Usina Belo Monte, ao invés de maior promoção de outras formas de geração de energia.

Na agricultura, verificou-se que o aumento das precipitações e elevação da umidade causadas pelo El Niño geraram o aparecimento de diversas doenças fúngicas nas culturas de milho, batata, feijão e trigo no Peru. Já nos pampas argentinos foi verificado maior produtividade da soja, milho, trigo e girassol em 38, 18, 13 e 12%

respectivamente devido aos aumentos de pluviosidade (BATES et al., 2008).

Gondim et al. (2011) projetaram para o ano de 2040, de acordo com modelos e cenários específicos, o aumento em 27,50 e 25,24% na necessidade hídrica bruta média anual da cultura de bananeira na Bacia hidrográfica de Jaguaribe no Ceará. Estes resultados devem-se à mudança climática que induzirá aumento da temperatura e, desta forma, diminuirá a evapotranspiração das plantas, exigindo maiores quantidades de água para seu desenvolvimento. O problema ainda será agravado pela projetada diminuição nos índices pluviométricos da região.

Streck & Alberto (2006) projetaram que, caso o aumento de CO₂ seja acompanhado de incremento de temperatura de até 6°C, como apontam certas projeções para 2100, a disponibilidade de água no solo diminuirá e assim prejudicará de forma mais preocupante as culturas de verão de milho e soja no município de Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul.

As mudanças climáticas influenciarão os ciclos hidrológicos regionais e, desta forma, poderão afetar a agricultura. Entretanto os agroecossistemas possuem não só os elementos bióticos e abióticos, mas também aspectos sociais, econômicos, políticos que serão afetados pelas mudanças climáticas. Desta forma, necessita-se estudos mais

integrados do impacto das mudanças climáticas nos agroecossistemas.

Nesta conjuntura da problemática da água e futuro bastante incerto, faz-se necessário ações imediatas em busca de sua conservação na área rural, em assentamentos de agricultura familiar.

4.3 Agricultura familiar e uso da água

Lamarche (1993) define agricultura familiar como referente à propriedade agrícola em que o trabalho e a terra estão intimamente ligados à família. Ainda segundo a mesma referência, os agricultores familiares podem ser caracterizados conforme a posição em que se encontram diante de dois contextos: um relativo à raiz camponesa, que varia conforme a origem do grupo ou família do agricultor e outro representando os anseios do grupo ou do agricultor.

Há, portanto, uma imensa diversidade de agricultores familiares conforme estes se situem mais próximos à raiz camponesa ou aos seus anseios. Ressalta-se também que os anseios, assim como a raiz camponesa, são diferentes conforme o contexto histórico e a realidade sócio ambiental e econômica em que o agricultor está inserido.

Muitas vezes, o agricultor familiar já está distante de sua raiz camponesa a ponto de buscar apenas o lucro que

sua propriedade e seu trabalho podem gerar, tendo uma visão mais empresarial do que camponesa. Assim, Lamarche (1993) afirma que todo camponês é agricultor familiar, mas nem todo agricultor familiar é camponês. A tabela 1, adaptada de Ploeg (2008), demonstra as diferenças entre o modo de fazer agricultura camponesa e empresarial.

Tabela 1 - Síntese das principais diferenças entre o modo camponês e o modo empresarial de fazer agricultura.

Modo Camponês	Modo empresarial
Baseada na internalização da natureza; a co-produção e a co-evolução são centrais	Desconectado da natureza, "artificialização" da agricultura
Distanciamento de mercados de insumos; diferenciação nos produtos (grau de mercantilização reduzido)	Elevada dependência de mercados; grau de mercantilização elevado
Centralidade da perícia artesanal e tecnologias baseadas em habilidades	Centralidade do empreendedorismo
Intensificação continuada baseada na quantidade e qualidade do trabalho	Aumento da escala é a trajetória de desenvolvimento dominante; intensidade é adquirida e é uma função da tecnologia
Multifuncional	Especializada
Continuidade entre passado, presente e futuro	Criação de rupturas entre passado, presente e futuro
Aumento da riqueza social	Contenção e redistribuição da riqueza social

Fonte: Adaptado de Ploeg (2008)

Conforme as definições de Ploeg (2008), percebe-se que a consideração da natureza e da preservação dos recursos naturais estão mais presentes no modo camponês de se fazer agricultura. Este modo geralmente considera e integra outros aspectos relacionados à agricultura, não só o produtivo e está fortemente relacionado com um meio ambiente equilibrado como forma de garantir a produção e sobrevivência da família.

No modo empresarial, todas as funções da agricultura e atividades desenvolvidas se baseiam na lógica de gerar lucro. O mercado interfere intensamente na forma de fazer a agricultura e as tecnologias têm a função de aumentar a produtividade, geralmente sem consideração dos outros fatores como os aspectos social e ambiental. O meio ambiente e recursos naturais são pouco considerados.

De acordo com IBGE (2006), a agricultura familiar brasileira dá ocupação para 12,3 milhões de trabalhadores rurais representando 74,4% de todo trabalho rural brasileiro com 38% do valor bruto da produção agropecuária nacional. Ao todo, no Brasil, há 4.367.902 estabelecimentos de agricultura familiar que representam 84,84% do total de estabelecimentos rurais.

Apesar da importância deste segmento na economia, Soares (2001) afirma que este carece de financiamento adequado, infra-estrutura, políticas de saúde e educação.

Comumente a política agrícola brasileira sempre teve como foco as grandes e médias propriedades agrícolas. O resultado foi uma crescente marginalização dos agricultores familiares que possuem pequenas propriedades, reproduzindo um padrão de desenvolvimento rural bastante excludente e desigual (SPROESSER et al., 2004). Uma das conseqüências desta marginalização pode ser a falta de acesso à água de qualidade e a degradação de rios e lençóis freáticos.

Novaes et. al. (2002) afirma que em muitos assentamentos de agricultura familiar, o esgoto do banheiro é lançado em buracos conhecidos como fossa negra em que não há nenhuma impermeabilização, contaminando os lençóis freáticos e proliferando doenças.

Portanto, a relação da agricultura familiar com os recursos hídricos pode ser inferida de algumas formas, decorrentes do que foi referenciado aqui. Em uma delas, o agricultor familiar tem a possibilidade maior de preservação dos recursos naturais, incluindo a água, conforme esteja mais próximo de sua raiz camponesa.

Por outro lado, a agricultura familiar, podendo estar em situações socialmente e economicamente críticas pode desconsiderar os recursos hídricos em suas atividades, assim como quando o agricultor se distancia de sua raiz camponesa e se torna mais empresarial.

Os aspectos ambiental, econômico, político, social, cultural, geográfico e o tempo interferem na relação do homem com o meio ambiente e na forma que ele pratica a agricultura e realiza o manejo dos recursos naturais. O impacto da agricultura de modelo produtivista convencional, que favorece a grande escala de produção, vem causando a pobreza, fome e falência de diversos camponeses. Entretanto aqueles que seguem resistindo a este processo revelam uma imensa criatividade e continuam se desenvolvendo segundo seus próprios caminhos de forma diferentes (MAZOYER & ROUDART, 2010).

Portanto, pela complexidade de contextos e históricos de cada agricultor familiar, é difícil definir a relação que este pode ter com os recursos hídricos. A proposta neste capítulo foi de inferir alguns pensamentos a cerca de possíveis relações de agricultores familiares com os recursos hídricos.

4.4 Agriculturas sustentáveis

O ser humano desenvolve agricultura há aproximadamente 10 mil anos. A partir das primeiras domesticações de plantas e animais, diferentes formas de se fazer agricultura foram desenvolvidas adequando as necessidades

alimentares e produtivas ao contexto socioeconômico e ambiental.

Atualmente, a busca por agriculturas com maiores níveis de sustentabilidade é extremamente necessária devido aos diversos problemas ambientais, à desigualdade social e às crises na economia global.

Assim, com a preocupação em relação aos problemas ambientais, sociais e econômicos ocasionados pela agricultura convencional¹ surgiram movimentos contrários a este modelo de desenvolvimento. A Figura 1 ilustra os movimentos, pensamentos e modelos de agricultura alternativos à agricultura convencional com suas origens e nomes importantes para o seu desenvolvimento.

¹ Agricultura convencional é definida neste trabalho como um modelo de agricultura desenvolvido sob uma lógica reduzida unicamente à produtividade, a partir do final do século XIX. Inicialmente, utilizando-se de adubos químicos, evoluindo para uso de inseticidas, pesticidas e herbicidas cada vez mais elaborados, predominância de monoculturas, alta mecanização da agricultura e transgenia.

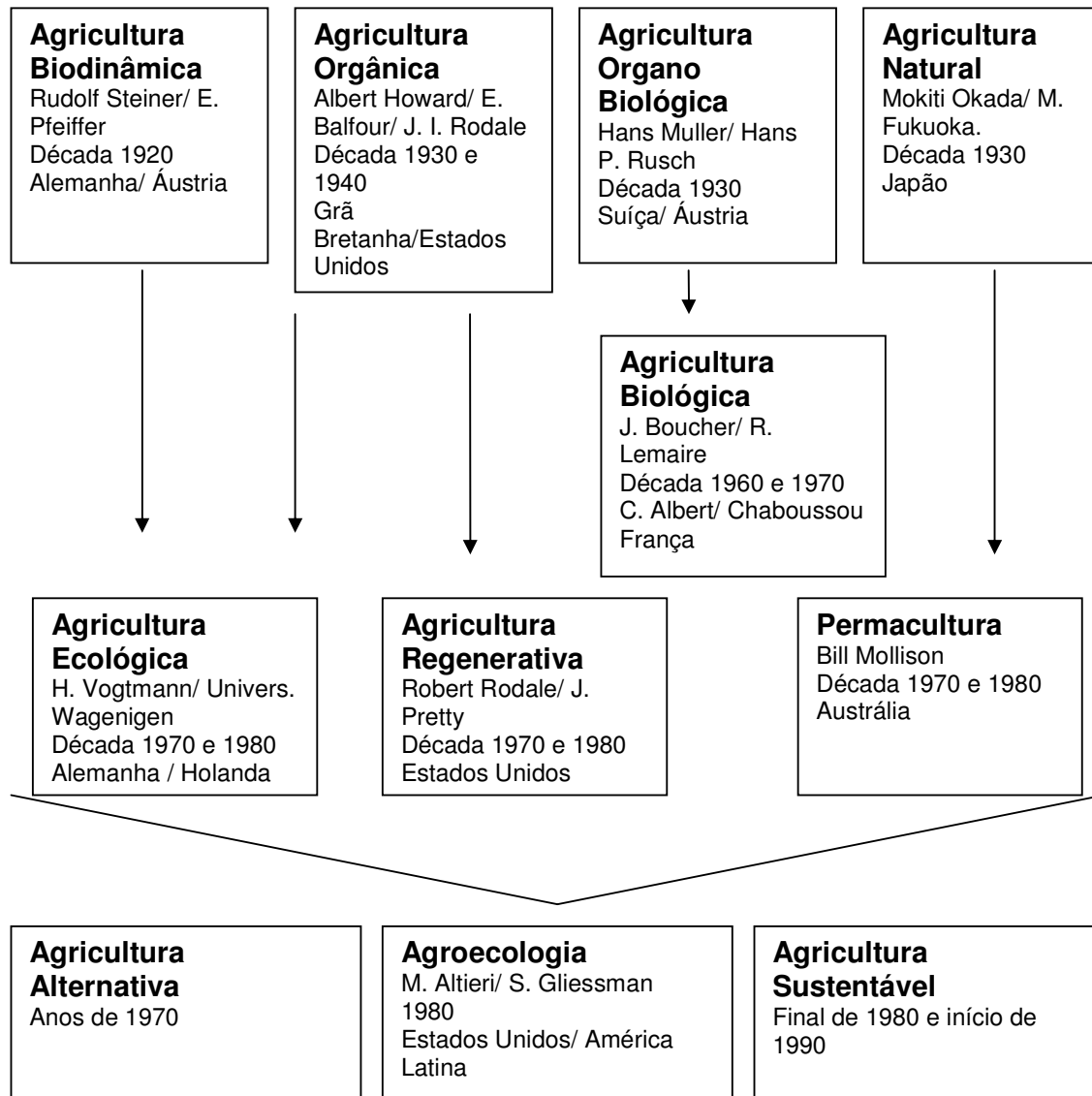


Figura 1 - Principais correntes de pensamento e modelos de agricultura ligados ao movimento orgânico e seus precursores. Fonte: Adaptado de DAROLT (2010)

De acordo com Darolt (2010) os termos agricultura ecológica e agricultura alternativa não constituem uma

corrente de pensamento bem definida, mas expressam outras formas de agricultura diferentes da convencional.

As quatro agriculturas precursoras do movimento orgânico foram Agricultura Biodinâmica, Agricultura Orgânica, Agricultura Organo Biológica e Agricultura Natural como pode ser observado na Figura 1.

A Agricultura Biodinâmica tem sua origem vinculada à ciência espiritual da antroposofia e utiliza uma abordagem integrada da unidade de produção comparada a um organismo. A Agricultura Biodinâmica se diferencia pela utilização, no solo, planta ou composto, de substâncias de origem mineral, vegetal e animal altamente diluídas, conhecidas como preparados biodinâmicos. Outra especificidade é que as práticas da agricultura como podas, plantios, colheitas e manejos são baseadas em um calendário astronômico (DAROLT, 2010).

A Agricultura Orgânica não possui nenhum vínculo espiritual e tem como princípio básico a não utilização de adubos sintéticos e importância da fertilidade natural e vida do solo através do uso de matéria orgânica. Atualmente, a agricultura orgânica foi difundida pelo mundo e estabelecida através de normas para sua produção e comercialização (DAROLT, 2010).

A Agricultura Organo Biológica, assim como a Agricultura Biológica e Agricultura Orgânica, preconiza a

fertilidade do solo e a importância da matéria orgânica (DAROLT, 2010).

A Agricultura Natural é um dos alicerces de uma religião, hoje conhecida como Messiânica. O princípio primordial da Agricultura Natural é de que as atividades agrícolas devem potencializar os processos naturais, evitando perdas de energia. Uma das particularidades da Agricultura Natural é a utilização de Microrganismos Eficientes, que são produtos especiais utilizados na preparação de compostos orgânicos (DAROLT, 2010).

Outra especificidade da Agricultura Natural é a não utilização de dejetos animais nos compostos, argumentando-se que dejetos animais aumentam o nível de nitrato na água potável, atraem insetos e proliferam parasitas (DAROLT, 2010).

A Agricultura Regenerativa surgiu a partir da Agricultura Orgânica e prioriza a busca de independência do agricultor através da utilização de recursos locais, encontrados em sua unidade de produção (DAROLT, 2010).

De acordo com Mollison (1991), a permacultura se define como um sistema de design para criação de ambientes humanos sustentáveis através de éticas, princípios e campos de conhecimento necessários.

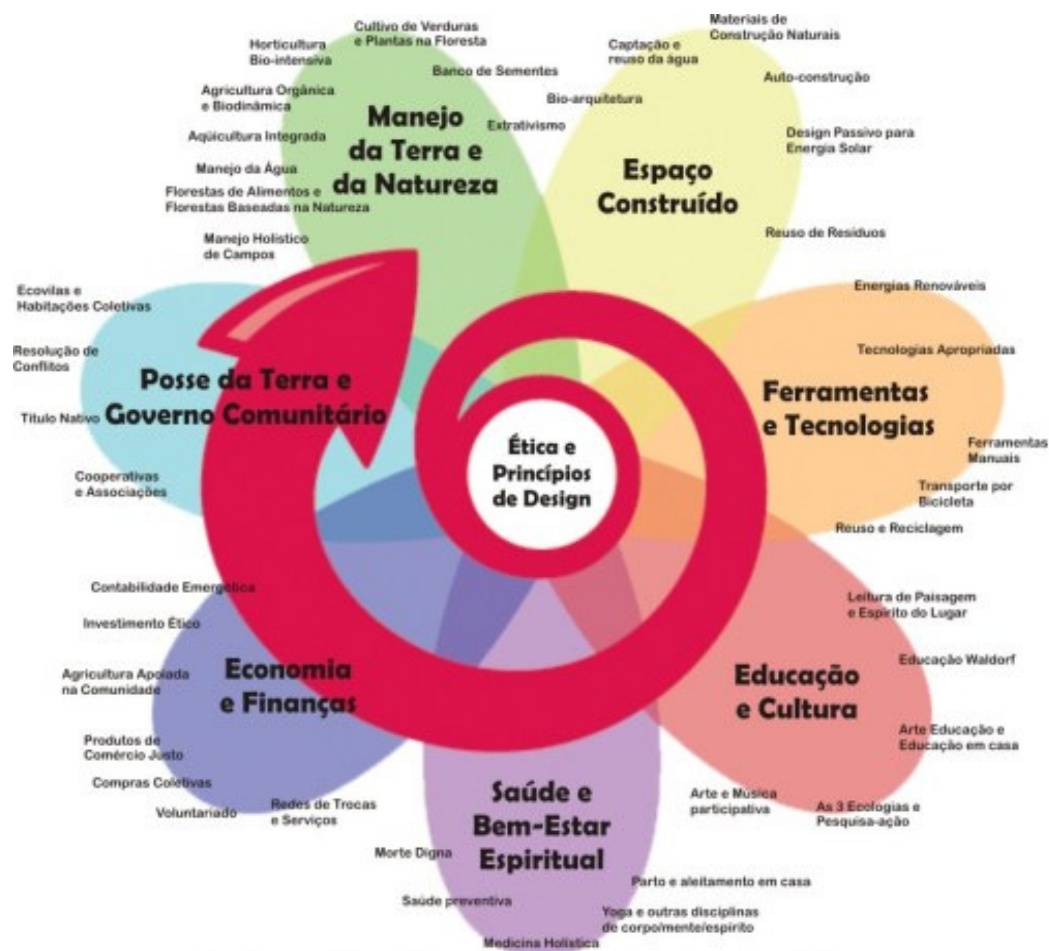


Figura 2 - Flor da Permacultura. Fonte: Holmgren (2007) adaptado por Henderson (2012)

Na Figura 2, a Flor da Permacultura estabelece os campos de conhecimentos importantes na construção de ambientes sustentáveis inicialmente para serem desenvolvidos em níveis individuais e locais e posteriormente para níveis globais, conforme representado pela espiral. No campo do Manejo da Terra e da Natureza e no Espaço Construído há "Manejo da água" e "captação e reuso da água", respectivamente, demonstrando a importância

da relação com os recursos hídricos na busca por ambientes sustentáveis.

Altieri (2002) define a agroecologia como uma ciência que estuda e promove não somente os aspectos relacionados à produção, mas também suas relações com os aspectos sociais, econômicos, políticos e culturais, visando agriculturas com níveis de sustentabilidade ecológica.

Assim como, a Agricultura biodinâmica e a Permacultura, a agroecologia, segundo Guzman (2001) e Altieri (2002), valoriza as agriculturas tradicionais desenvolvidas por camponeses e indígenas considerando-as importantes e fundamentais para a construção de agriculturas sustentáveis.

A agroecologia trabalha com o conceito de transição agroecológica para se buscar a sustentabilidade na propriedade agrícola. Gliessman (2000) afirma que o primeiro passo para a transição agroecológica é a diminuição do uso de agrotóxicos por meio da eficiência das práticas convencionais. O segundo passo é a substituição das práticas e insumos convencionais por práticas alternativas mais benéficas ao meio ambiente. O terceiro passo é o redesenho do agroecossistema sob base ecológica.

Outro fator relevante da agroecologia que a difere das outras ciências é a predominância para realizar pesquisas

em campo e não somente em áreas experimentais, aproximando-se o experimento da realidade do agricultor. A agroecologia propõe novos métodos de pesquisa mais holísticos, em que reconhece a interdependência de diversos fatores sobre os fenômenos e sistemas e com certo grau de subjetivismo que a diferencia da pesquisa convencional dominante (ALTIERI, 2002).

A agroecologia, como ciência, pode contribuir para o desenvolvimento de agriculturas sustentáveis, reunindo os diversos conhecimentos baseados nas correntes do movimento orgânico apresentados na Figura 1.

4.5 Sistemas de captação de água de chuva

Há vários motivos para utilização de sistemas de captação de água de chuva. A ABNT (2007) cita os seguintes:

- conscientização da necessidade de conservação da água
- região com disponibilidade hídrica baixa
- retorno dos investimentos rápido
- exigência de lei específica
- locais onde a estiagem é maior que 5 meses
- locais onde o índice de aridez é menor ou igual a 0,5
- ou instabilidade do fornecimento de água pública.

Gnadlinger (2005) afirma que sistemas de captação de água de chuva são importantes na área rural por utilizar água que seria perdida por evapotranspiração de plantas ou escoamento e infiltração para os rios e lençóis freáticos, garantindo fornecimento de água em períodos de escassez.

A coleta de água de chuva está focada no aprimoramento da conservação da água de chuva em escala local, na propriedade, antes que o "runoff" deixe a unidade geográfica em questão. O objetivo é mitigar os efeitos da falta temporal de água para contemplar as necessidades domésticas e agrícolas (ROCKSTRÖM, 2002).

Assim, o aproveitamento da água de chuva garante maior eficiência ao manejo de recursos hídricos devido à disponibilização de água diretamente após a precipitação, sem esperar a sua infiltração pelos solos e posterior recarga de lençóis freáticos e rios para sua utilização. Desta forma requer menores gastos energéticos para sua utilização.

O principal benefício do aproveitamento de água de chuva é garantir água, principalmente nos períodos mais secos, para irrigação, dessedentação de animais, lavagens e até para o consumo humano, como acontece no sertão nordestino brasileiro (GNADLINGER, 2005).

Uma forma de armazenamento da água de chuva é realizado em tanques, que podem ser feitos de tela galvanizada; concreto; ferrocimento; madeira ou argila, coletando água do telhado (MOLLISON, 1991).

Neste trabalho, o sistema de captação de água de chuva que foi avaliado é composto por um reservatório de ferrocimento, que foi construído acima do solo. O ferrocimento é um tipo de concreto armado de baixo custo, simples de ser construído, basicamente composto por malha de ferro, areia, cimento e água. As cisternas feitas deste material são resistentes e de fácil reparação (RUSKIN, 2001).

4.6 Pesquisas realizadas com sistemas de captação de água de chuva

Jaques (2005) analisou a qualidade da água da chuva coletada em reservatórios na cidade de Florianópolis, verificando alguns dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos da Portaria do Ministério da Saúde nº 518 de 2004, que se refere à qualidade de água potável.

O mesmo autor também verificou que há diferentes resultados conforme o tipo de telhado e a importância do descarte das primeiras gotas de chuva antes de encaminhá-la ao reservatório. Jaques verificou que na maioria dos

parâmetros há melhoria na qualidade de água em função do tempo de passagem pelo telhado após o início da chuva.

Em seu estudo, avaliou os parâmetros físico-químicos e biológicos pH, alcalinidade, condutividade, DBO, DQO, cloretos, cor, turbidez, dureza, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato, fósforo, ortofosfato, oxigênio consumido em H^+ , sólidos em suspensão, sólidos sedimentáveis, ferro, cálcio, magnésio, alumínio, coliformes totais e coliformes fecais.

Jaques (2005) reuniu os resultados obtidos nas diversas amostras segundo em média onde obteve cor, turbidez e pH com valores ligeiramente acima dos permitidos pela Portaria do Ministério da Saúde nº 518 de 2004. Por esta razão, concluiu que a água da chuva pode ser utilizada para fins não potáveis como lavagem de pisos, irrigação de jardins, descargas de vasos sanitários.

Contudo Peters (2006) cita que os principais fatores que influenciam a qualidade da água da chuva são localização geográfica, proximidade do oceano, proximidade de áreas com vegetação, proximidade de áreas mineradas e indústrias, condições meteorológicas e estações do ano. Desta forma, é necessário pesquisar outras situações de captação de água de chuva.

May (2004) estudou a viabilidade de sistemas de captação de água de chuva em área urbana, assim como avaliou a qualidade da água de chuva nos reservatórios.

Foram avaliados os parâmetros físico-químicos e biológicos cor, turbidez, odor, alcalinidade, pH, dureza, cálcio, magnésio, ferro, manganês, cloretos, sulfatos, fluoretos, sólidos dissolvidos, sólidos dissolvidos fixos, sólidos dissolvidos totais, sólidos em suspensão totais, sólidos em suspensão voláteis, sólidos sedimentares, sólidos totais, oxigênio dissolvido, coliformes totais, coliformes fecais, nitrato, nitrito, DBO, clostrídio sulfito redutor, enterococos e *Pseudomonas aeruginosa*.

A autora coletou e analisou 60 amostras. Dentre os resultados obtidos, May (2004) afirma que a qualidade de água de chuva ainda apresenta parâmetros biológicos altos, que podem causar problemas de saúde, como bactérias clostrídio Sulfito Redutor e Enterococos. Os parâmetros físico-químicos turbidez, odor, pH, dureza, ferro, manganês, cloretos, sulfatos, fluoretos e sólidos dissolvidos totais atendem aos padrões da Portaria do Ministério da Saúde nº 518 de 2004 e da Resolução Conama 345/2005 Classe 2.

No estudo econômico do sistema de captação de água de chuva, a mesma autora avaliou que se a demanda, a precipitação e a área de coleta forem altas, é garantido um

retorno mais rápido do investimento, concluindo a viabilidade para uso industrial.

Em um estudo em condomínio no Distrito Federal, Garcia et al. (2008) analisou os aspectos ambientais, econômicos e técnicos de um sistema de captação de água de chuva com reservatório construído de ferrocimento.

Nos aspectos ambientais, avaliou a qualidade da água de uma cisterna de ferrocimento localizada em um condomínio, segundo os parâmetros e-coli, coliformes totais, ph, cor, dureza, turbidez, ferro total e nitrogênio de nitrato. O único parâmetro que apresentou valor fora do permitido pela Portaria do Ministério da Saúde nº 518 de 2004 foi coliformes totais (GARCIA ET AL., 2008).

Na análise econômica, verificou que o sistema de captação de água de chuva com reservatório de ferrocimento de 40.000L e demanda específica do condomínio há retorno de investimento em cinco anos (GARCIA ET AL., 2008).

Em um dos poucos trabalhos realizados sobre sistemas de captação de chuva em áreas rurais no Brasil, Brito et al. (2005a) avaliaram a qualidade da água de diferentes cisternas de captação de água de chuva em áreas rurais.

Os autores avaliaram os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos cálcio, magnésio, sódio, potássio, carbonato, sulfato, cloro, pH, sólidos dissolvidos totais, dureza total, coliformes totais e fecais. Para sua análise,

verificou diversas cisternas durante um curto período seco em Ouricuri, Pernambuco.

Em dez cisternas construídas nas comunidades rurais, os resultados demonstram que a água destes reservatórios atende aos padrões permitidos pela Portaria do Ministério da Saúde nº 518 de 2004, com exceção do parâmetro coliformes fecais e totais, que esteve acima em todas as cisternas.

Em mesma pesquisa, os agricultores afirmam que eliminam as primeiras águas de chuva e tratam a água da cisterna com cloro. Entretanto, Brito et al. (2005a) afirma que as informações dos agricultores não correspondem às análises da água de cisternas realizadas, pois se houvesse descarte das primeiras gotas e tratamento com cloro não se obteria valores acima do permitido de coliformes fecais.

Em um estudo realizado no sertão nordestino em quatro cidades, Brito et al. (2005b) verificou que a qualidade da água de diversas cisternas com relação a coliformes fecais e totais nos municípios de Ouricuri -PE, Petrolina -PE, Uauá - BA e Canudos - BA em diferentes períodos - outubro, março e agosto varia bastante. Os coliformes totais em nenhum dos casos obteve qualidade dentro dos parâmetros para potabilidade humana.

Em um estudo pioneiro na Nova Zelândia, Simmons et al. (2001), verificou a qualidade de água de chuva utilizada

para abastecimento de água potável para moradias rurais. Em geral, a pesquisa demonstrou que há elevado número de organismos indicadores de bactérias e teor de chumbo acima dos valores permitidos de água potável da Nova Zelândia, na maioria das casas, verificando uma possível causa de doenças.

Na maioria dos estudos, a presença de elementos bacteriológicos nas características da água está presente, principalmente coliformes totais. As concentrações de parâmetros variam bastante conforme a região, o manejo e o sistema de captação, tipo de telhado, descarte das primeiras águas da chuva e reservatório. Portanto, há uma grande necessidade de se realizar estudos que avaliam sistemas de captação de água de chuva nas diversas regiões do país (MAY, 2004). Há ausência de estudos que avaliam sistemas de captação de água de chuva em assentamentos da agricultura familiar paulista.

5 METODOLOGIA

Este trabalho, fruto de uma pesquisa ação (THIOLLENT, 1988), foi realizado no assentamento Fazenda Pirituba II, que está localizado nos municípios de Itaberá, Itapeva e Itararé, sudoeste do Estado de São Paulo, onde atua o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra. A região faz parte da Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema, caracterizada por possuir baixo índice de Desenvolvimento Humano e ter o maior uso de água para irrigação do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2006).

Segundo o Plano Estadual de Recursos Hídricos 2004-2007, esta região possui baixos índices de tratamento de esgoto, alto risco de contaminação de aquíferos devido à carga industrial na região de Itapetininga, contaminação dos corpos d'água devido ao uso inadequado de agroquímicos e disposição inadequada de resíduos sólidos (SÃO PAULO, 2006).



Figura 3 - Placa do ITESP com referência ao Assentamento Estadual Fazenda Pirituba II

O assentamento Fazenda Pirituba II, historicamente, 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 técnica rural com enfoque agroecológico. Ressalta-se a Escola Estadual de

Agroecologia Laudenor de Souza, inaugurada em 2006 pelo próprio MST, na área 5 do assentamento.

Especificamente, a pesquisa foi desenvolvida na área 3 do assentamento Fazenda Pirituba II com os produtores da Cooperativa de Produção Agropecuária Vó Aparecida - COPAVA entre setembro de 2008 e setembro de 2010.

A área 3 foi conquistada em 1986, tem uma extensão de 2.142,33 hectares e é constituída por 73 lotes com aproximadamente 25 hectares cada, de acordo com ITESP (2011).

A COPAVA foi criada em 1993 e é composta atualmente por 47 agricultores associados, envolvendo 15 famílias com a exploração coletiva da terra, isto é, com divisão da terra e trabalho. A divisão da renda obtida pela comercialização da produção é baseada em horas trabalhadas por cada associado, descontando-se as despesas.



Figura 4 - Placa do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra em referência à agrovila 3 do assentamento Fazenda Pirituba II

Desenvolveu-se as atividades desta pesquisa com o auxílio 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 Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

De acordo com Thiollent (1988), a pesquisa ação se define como um tipo de pesquisa social empírica associada a

uma ação ou resolução de um problema, onde os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou problema estão envolvidos de modo cooperativo e/ou participativo. Tripp (2005) considera que a definição geral de pesquisa ação é muito abrangente e ampla e a conceitua como uma forma de investigação-ação que utiliza técnicas de pesquisas consagradas academicamente para informar a ação que se decide tomar com a finalidade de melhorar a prática.

Diferentemente da pesquisa acadêmica convencional, a pesquisa ação altera a realidade que está sendo pesquisada e, ao mesmo tempo, é restringida pelo contexto e pela ética da prática ou ação desenvolvida (TRIPP, 2005).

Portanto, os métodos desta pesquisa foram melhor construídos e definidos conforme a evolução das ações, de forma dinâmica, buscando a interação e integração com a comunidade, considerando que a água teria alguma relação com algum problema enfrentado pela comunidade.

A definição da tecnologia ou manejo relacionado a recursos hídricos aconteceu durante a realização do breve diagnóstico da comunidade da COPAVA.

Anteriormente ao início das ações desta pesquisa, a avaliação da tecnologia ou manejo selecionado seria de abordagem ambiental, social e econômica. Entretanto os procedimentos específicos quanto a esta avaliação só foram definidos com o desenvolvimento da pesquisa e, ao definir,

em conjunto com os agricultores, qual tecnologia ou manejo seria desenvolvido.

Para facilitar o entendimento da atual pesquisa, dividiu-se os métodos em tópicos relacionados às ações desenvolvidas.

5.1 Breve diagnóstico da comunidade

O levantamento da realidade e dos principais problemas e aspirações da comunidade foi realizado por meio de visitas com vivências e conversas com os agricultores da COPAVA entre setembro de 2008 e abril de 2009. Esta etapa teve também como proposta definir, em conjunto com os agricultores, a tecnologia ou manejo relacionado à água que seria desenvolvido.

Neste levantamento, priorizou-se um olhar com enfoque relacionado à sustentabilidade e à temática água. Nas vivências e conversas utilizou-se metodologias baseadas em observação participante e princípios básicos do diagnóstico rural participativo.

A observação participante de acordo com Valladares (2007) é uma técnica metodológica de pesquisa social caracterizada pela interação entre pesquisador e a comunidade em que se demanda por vezes longo período de contato. O pesquisador deve compreender a realidade local e

suas teias de relações utilizando todos os sentidos da percepção. Mediante o contato com a comunidade, o pesquisador começa a desenvolver habilidades em saber os momentos mais adequados para perguntar e ouvir.

Foram utilizados princípios do diagnóstico rural participativo como a importância do comportamento do pesquisador considerando a comunidade como protagonista e detentora dos conhecimentos locais (PRETTY et al., 1995 citado por SOUZA, 2009).

A partir do mês de janeiro, de acordo com os problemas e demandas levantados, foi conversado com os líderes da comunidade sobre a importância da água e de possíveis manejos ou tecnologias que poderiam ser trabalhados. Os líderes encaminhavam as discussões para as reuniões da comunidade, que serviam para construir o conhecimento e debater internamente sobre as possíveis ideias e alternativas. O pesquisador não participou destas reuniões.

Este método, do pesquisador não participar das reuniões internas, se baseia em uma busca por participação voluntária da comunidade, quando esta é realizada e organizada pelos próprios comunitários ou agricultores (BORDENAVE, 2005 citado por SOUZA, 2009).

Em abril, já com a definição do sistema de captação de água de chuva para ser construído, foi realizada uma

reunião com a comunidade sobre importância da água e características do sistema de captação de água de chuva.

5.2 Construção do sistema de captação de água de chuva.

O sistema de captação de água de chuva foi construído no assentamento por meio de oficina, que teve como proposta oferecer capacitação e promover que os agricultores da COPAVA construíssem o sistema, contribuindo para que os produtores se empoderassem da tecnologia desde seu início.

O papel do pesquisador na oficina foi de mediador e de acompanhar toda a construção, oferecendo aos agricultores informações básicas sobre como construir o sistema, mas sempre aberto às sugestões dos agricultores. A mão de obra foi dos produtores da COPAVA e do pesquisador.

A oficina foi norteada por cartilha elaborada pelo pesquisador, baseada em técnicas apresentadas por Lotufo (2008) e de cursos realizados em institutos de Permacultura. Esta cartilha foi elaborada com o objetivo de apresentar temas para discussão sobre a problemática da água e orientar os trabalhos para a construção do sistema de captação de água de chuva de uma maneira aberta para sugestões dos agricultores. Foram entregues 30 cartilhas durante a oficina. O Anexo 1 refere-se a esta cartilha.

O sistema de captação de água de chuva construído se baseia em reservatório de 25 mil litros para armazenar a água de chuva feito de ferrocimento; calhas e tubulações para coletar água da chuva do telhado para o reservatório; e tambor de 200 litros para sistema de descarte das primeiras águas de chuvas.

O Programa Geração MudaMundo - Desafio Global Staples - Jovens Transformações 2008, com o projeto Plantando a semente: uso sustentável da água, financiou os custos relacionados aos materiais para construção do sistema.

A metodologia de convite para participação dos agricultores foi através de convites orais, na reunião ao final da etapa de breve diagnóstico da comunidade ou nas reuniões semanais feitas pelos líderes da comunidade, e por meio de ida do pesquisador e uma estagiária às casas dos agricultores anteriormente ao passo 2 da construção.

Os agricultores participaram do processo de construção, interferindo, em certas ocasiões, no modo de construir, com o propósito de facilitar o trabalho. Desta forma, os resultados expressam o processo de construção do sistema, sendo consequência da oficina realizada. Os resultados também demonstram a participação da comunidade.

5.3 Aspecto ambiental do sistema de captação de água de chuva

O aspecto ambiental do sistema de captação de água de chuva foi avaliado através de análise da qualidade de água da cisterna. Para efeito de comparação, também se verificou a qualidade da água do poço utilizado pela cooperativa.

Analisou-se os parâmetros pH, dureza total, cloro, cloreto, amônia, turbidez, cor, ferro, oxigênio consumido, coliformes totais e fecais. Na revisão bibliográfica, verificou-se ser indispensável a avaliação dos parâmetros cor, pH, turbidez, coliformes fecais e totais.

Para verificar os parâmetros coliformes totais e fecais foram coletadas em vidros esterilizados, 6 amostras da água da cisterna e 5 amostras da água do poço. As análises foram realizadas no laboratório de Microbiologia Agrícola e Molecular da Universidade Federal de São Carlos, por meio de técnica de tubos múltiplos, conforme metodologia abordada por APHA (1999).

Para os outros parâmetros pesquisados - alcalinidade, amônia, cloro, cloreto, cor, dureza total, ferro, pH, oxigênio consumido e turbidez - foram coletadas cinco amostras referentes à água do reservatório e cinco amostras do poço. Estas análises foram realizadas por meio da utilização do Kit Básico de Potabilidade da empresa ALFAKIT

LTDA e realizadas no assentamento em conjunto com os agricultores. A Tabela 2 demonstra a metodologia do Kit.

As amostras de coliformes totais e fecais foram coletadas em 26 de outubro de 2009, 28 de fevereiro de 2010, 18 de abril de 2010, 30 de maio de 2010, 26 de julho de 2010, 16 de setembro de 2010 e levadas à laboratório para análise um dia após a coleta. As amostras dos outros parâmetros foram coletadas em mesmo período, só que a partir de 28 de fevereiro de 2010.

Tabela 2 - Métodos utilizados para análise da água, segundo os parâmetros

METODOLOGIA de análise de água		
Parâmetros	Método	Informação
Alcalinidade	Neutralização	Resolução de 10 mg L ⁻¹ mg L ⁻¹ CaCO ₃
Amônia	Azul de indofenol	Cartela com faixa entre 0,0-0,10-0,25-0,50-1,0-2,0-3,0 mg L ⁻¹ N-NH ₃
Cloro	DPD	Cartela com faixa entre 0,1-0,25-0,50-0,75-1,0-1,5-2,0-3,0 mg L ⁻¹ Cl ₂
Cloreto	Titulação argentimétrica	Resolução de 10 mg L ⁻¹ Cl ⁻
Cor	X	Cartela de comparação visual com faixa entre 3,0-5,0-15,0-25-50-100 mg L ⁻¹ Pt/Co
Dureza Total	Titulação de complexação	Resolução de 10 mg L ⁻¹ CaCO ₃
Ferro	Ácido tioglicólico	Cartela com faixa entre 0,25-0,50-1,0-1,5-2,0-3,0-4,0-5,0 mg L ⁻¹ Fe
Oxigênio Consumido	Oxidação com permanganato	Cartela de comparação visual com faixa entre 0,0 -1,0 - 3,0 ->5,0 Mg L ⁻¹ O ₂
PH	Indicador	Cartela com faixa entre 4,5-5,0-5,5-6,0-6,5-7,0-7,5-8,0 un. de pH.
Turbidez	X	Cartela de comparação visual com faixa entre 50-100-200 NTU

Fonte: adaptada de Alfakit LTDA (2011)

Os resultados foram descritos e avaliados através de comparações com a qualidade da água do poço utilizado pela comunidade, com a Portaria do Ministério da Saúde nº518 de 2004, com a Resolução CONAMA nº 357 de 2005, que tratam sobre qualidade da água, e com pesquisas de qualidade de água de cisternas com captação de água de chuva.

5.4 Aspecto social do sistema de captação de água de chuva

O aspecto social relacionado ao sistema de captação de água de chuva foi avaliado por meio de entrevista semi estruturada realizada em maio de 2010, após oito meses da construção da cisterna no assentamento e início do uso pelos agricultores. Complementarmente, também se utilizou o método da observação participante, método já citado anteriormente.

De acordo com Boni & Quaresma (2005), a entrevista semi estruturada é uma técnica da sociologia para coleta de dados subjetivos. O pesquisador segue um roteiro de questões previamente definidas, mas realiza a entrevista de uma maneira parecida com uma conversa informal favorecendo respostas espontâneas e verdadeiras.

O objetivo da entrevista foi colher informações das percepções, dificuldades, anseios dos agricultores em relação ao uso da sistema de captação de água de chuva. A

população-alvo da entrevista foi os agricultores da comunidade. Vinte entrevistas foram realizadas, representando 42,5% da comunidade estudada. O anexo 2 apresenta o roteiro da entrevista semi estruturada.

O método de observação participante contribuiu para confirmar algumas respostas dadas em entrevistas e para levantar outras informações que poderiam não ser respondidas em entrevista. Este processo ocorreu durante 11 meses, de outubro de 2009 a setembro de 2010. A observação participante consistiu em ouvir o que os agricultores comentaram a respeito do sistema de captação de água de chuva, além de observar a sua utilização.

5.5 Aspecto econômico do sistema de captação de água de chuva

A avaliação do aspecto econômico relacionado ao sistema de captação de água de chuva teve o intuito de verificar se o sistema de captação de água de chuva geraria retorno financeiro para pagar o investimento, caso a comunidade o construísse. O método utilizado foi do Valor Presente Líquido - VPL, que demonstra a viabilidade econômica de um empreendimento.

Segundo este método, se o valor calculado de acordo com a fórmula for maior que zero, significa que este empreendimento apresenta retorno financeiro (REZENDE &

OLIVEIRA, 1993 citado por SILVA & FONTES, 2005). Segundo os mesmos autores, quanto maior o VPL encontrado, mais viável financeiramente é o empreendimento.

A fórmula para calcular o VPL é:

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

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 para coletar água. Isto é, com a construção do sistema de captação de água de chuva, os agricultores dispensaram a necessidade de ida ao açude com o trator para coletar água. Desta forma, considerou-se como receitas, a diminuição dos gastos com diesel e lubrificante para uso do trator e sua depreciação.

Os valores de gastos com diesel e lubrificante foram calculados por meio de fórmula adaptada de Deree (2003).

A fórmula para cálculo dos gastos com diesel e lubrificante por mês 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 e de acordo com Silveira (2010), a potência deste trator é de aproximadamente 52.2KWh. O índice para cálculo é de 0,243, conforme Deree (2003). As horas utilizadas pelo trator foram estimadas conforme a distância de 4 quilômetros entre o açude e a comunidade, a coleta de 12 mil litros de água por mês do açude, a capacidade de coleta de 4 mil litros e a velocidade média do trator de 4 km/h. O preço do combustível na região foi obtido através de Preços de combustíveis (2011).

A depreciação do trator por hora trabalhada foi considerada de R\$ 5,33 de acordo com IEA (2004).

Os elementos que representam as despesas ou custos são os valores dos materiais utilizados, da mão de obra para construção do sistema e da 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%, 12%, 15% e 20%, abrangendo diferentes realidades econômicas. O período considerado foi de 30 anos, considerando o ano zero como o início do investimento.

A partir do cálculo do VPL mensal, 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).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Comunidade da COPAVA

A comunidade da Copava apresenta diversas tecnologias ou manejos que podem ser considerados ecologicamente corretos, demonstrando que os agricultores da cooperativa buscam soberania energética e alimentar. Ainda assim, a comunidade também utiliza muitos insumos agropecuários com utilização intensiva de maquinários e agrotóxicos. A seguir serão relatadas e discutidas as situações, manejos e tecnologias verificados nesta etapa da pesquisa.

da criança, áreas com árvores, reflorestamento ou espaços de não produção agropecuária. Desta forma, nem todos os cursos d'água apresentam mata ciliar.

Verificou-se que uma nascente e açude estavam reflorestados e os agricultores citaram os benefícios gerados pela mata ciliar como o aumento da vazão de água da nascente. As árvores plantadas pelos agricultores nesta área foram desenvolvidas em viveiro de mudas de árvores nativas da cooperativa.



Figura 6 - Viveiro de mudas da COPAVA

A cooperativa se organiza por setores que se dividem em agricultura, suinocultura, pecuária, máquinas e oficina mecânica, horta, bar e lanchonete, ciranda infantil, administração, segurança. Cada setor possui um coordenador. Pode-se observar que diversos agricultores desempenham papel de liderança, seja pelo papel que teve na luta pela terra, por já ter passado pela presidência da COPAVA ou pelo trabalho no dia a dia.



Figura 7 - Escritório da Copava

A COPAVA possui dois biodigestores de modelo indiano, mas apenas um está em uso. Os biodigestores foram

construídos por meio de atuação de pesquisadores da UNESP de Botucatu junto à comunidade em 2005. O biodigestor em uso gera biogás para cocção de alimentos e energia para o chuveiro e geladeira para três famílias da COPAVA com o uso dos dejetos de suínos.

A primeira demanda verificada foi a de expandir a utilização de biodigestores, colocando em funcionamento o biodigestor que eles não estavam utilizando e construindo outros para suprir a necessidade de gás de todas as famílias que compunham a área da Copava. Entretanto, esta ação não se mostrou viável pois havia a necessidade de investimento altos, além de aumentar a suinocultura para produzir mais dejetos.



Figura 8 - Área de suinocultura da COPAVA

Ressalta-se que esta tecnologia contribui para não contaminação dos recursos hídricos através do tratamento dos dejetos suínos e utilização de biofertilizante gerado na produção.

Enquanto se desenvolvia a atual pesquisa, uma mini usina estava sendo construída também com a atuação de pesquisadores. Em setembro de 2010, os produtores já estavam produzindo álcool para ser utilizado nos carros e tratores da COPAVA. Os agricultores também pretendem

produzir cachaça artesanal, açúcar, rapadura e outros processados.

Ainda que esta mini usina possa contribuir para a utilização intensiva dos maquinários, é interessante a busca pela soberania energética que ela oferece assim como os biodigestores.

Em relação à soberania alimentar, podemos verificar uma razoável diversidade nas culturas cultivadas e animais criados com produção de arroz, feijão, hortaliças, aveia, criação de bovinos, suínos e caprinos. Geralmente, às famílias associadas são oferecidos leite, feijão, arroz e linguiça de origem da área da COPAVA.



Figura 9 - Agricultores mostrando o descascador de arroz

Não há beneficiador para o trigo, fato que desmotivou os agricultores a plantarem trigo nos últimos tempos. Entretanto, eles compram farinha de trigo e produzem pão que é comercializado e também cedido aos agricultores associados.

Um sistema agroflorestral foi implantado na área da COPAVA com a atuação de diversas instituições, entretanto durante o andamento da pesquisa estava sem manejo. Com relação a este sistema, poderia ser desenvolvido, trabalhando a questão de manejo do solo, vinculado à melhoria de quantidade e qualidade da água em sistemas agroflorestrais. Entretanto também não houve grande entusiasmo da comunidade para esta ação.

Há quintais agroecológicos geralmente compostos de frutíferas, hortaliças, galinhas na maioria dos lotes onde estão construídos as casas. Tal produção é individual e contribui para a subsistência da família.

A principal fonte de renda dos agricultores é a soja, tendo como comprador uma empresa agropecuária que fornece adubo, semente e agrotóxicos para a produção. Desta forma, pode ocasionar a contaminação do solo e recursos hídricos e também a dependência dos agricultores em relação à empresa e ao tipo de manejo.

A utilização dos insumos agropecuários sintéticos é frequente na maior parte da produção e poderia ser

trabalhada alguma forma de manejo mais sustentável na agricultura. Entretanto, não houve manifestação da comunidade para mudanças no tipo de manejo e os agricultores consideram a utilização de agrotóxicos como necessária para viabilizar a produção.

Fato que pode estar associado à utilização dos agrotóxicos é que, de acordo com relatos de alguns agricultores, o médico que atende a comunidade informou que a água poderia ser o motivo do aparecimento de algumas doenças diagnosticadas em produtores da COPAVA.

Quanto ao saneamento, a maioria dos lotes possuem fossas semelhantes à fossa séptica biodigestora, porém sem a geração de biofertilizante. Desta forma, evita-se a contaminação dos corpos d'água por dejetos humanos.

A COPAVA adquiri água por meio de poço semi artesiano com a finalidade de consumo doméstico e produtivo e também através de busca de água em açude, localizado a quatro quilômetros da comunidade, para utilização nos maquinários e implementos agrícolas. Ressalta-se que a água do poço semi artesiano também é utilizada por outros agricultores não associados à COPAVA que pagam um valor mensal para consumi-la.

Foi informado por alguns agricultores que já houve falta de água na comunidade por alguns dias, mesmo possuindo o poço semi artesiano, devido a problemas com o

motor que é utilizado para bombear a água e pelo lençol freático baixar bastante nos períodos mais secos. Por esta razão os agricultores buscam água no açude para abastecer os implementos e maquinários agrícolas.

A partir de falta de água por que já passou a comunidade da COPAVA, foi identificado um problema em que se poderia ser desenvolvido alguma proposta de trabalho.

Em conjunto com algumas lideranças de agricultores da comunidade, definiu-se que seria construído um sistema de captação de água de chuva. A princípio, a água poderia ser captada através de telhados de construções maiores como área da suinocultura ou barracão da oficina. A área próxima à oficina acabou sendo escolhida pela comunidade como o local para ser construído o sistema, aproveitando-se a área do telhado para coleta.

Definiram a área do barracão da oficina devido também ao relevo que possibilitaria o uso da água do sistema tanto para oficina, quanto para horticultura ou casa de suínos.

Os agricultores também estimaram o uso de água pela comunidade diariamente, sendo 3000 litros para horta, 2000 na suinocultura, 500 na oficina, 500 no viveiro, 1500 na leiteria. Ao todo estima-se que são gastos 7500 litros diariamente e 225.000 litros mensalmente para a produção e trabalhos da comunidade, não considerando o uso da água doméstico.

6.2 Oficina de construção do sistema de captação de água de chuva

O sistema de captação de água de chuva foi construído em 10 dias de trabalho entre os meses de junho a setembro de 2009 com a participação de cerca de 40 agricultores. A chuva comprometeu o desenvolvimento das atividades, impedindo que a construção fosse realizada de forma ininterrupta e em um período menor de tempo. O longo período para construção do sistema pode ter contribuído para a variação na participação dos agricultores nos diferentes passos para construção.

Outra possível influência para esta variação foi o caráter técnico da construção, envolvendo em muitos momentos apenas conhecimentos de construção convencional e reduzindo a participação para apenas agricultores que estão acostumados a desenvolver atividades de construção no assentamento.

O passo 2 de montagem da estrutura de ferro da cisterna teve maior participação de agricultores e é o passo que menos exige conhecimentos e práticas de construção, sendo construído de forma mais artesanal, entrelaçando as malhas de ferro.

Apesar da variação da participação dos agricultores nos diferentes passos da construção, pode-se afirmar que a maioria dos agricultores da COPAVA participou da construção

do sistema de captação de água de chuva, representando um bom envolvimento da comunidade.

6.2.1 Passo 1: Limpeza e preparo da área

Este passo foi desenvolvido em um período, em uma manhã, com a participação de sete agricultores e algumas crianças. Foi realizada limpeza da área onde seria construída a cisterna e feitiço do contra-piso. A Figura 10 demonstra as atividades desenvolvidas nesta etapa e os agricultores participando da oficina.



Figura 10 - Etapas do passo 1 da construção do sistema de captação de água de chuva

Um aspecto interessante que pode facilitar a construção da cisterna, mas não foi realizado nesta construção, é acoplar o aramado de ferro referente ao piso da cisterna ao feitiço do contra-piso.

Após a limpeza, foi compactado o solo para feitiço do contra-piso. Os tijolos, como podem ser observados na Figura 10, serviram para amparar a argamassa colocada. Utilizou-se argamassa em proporção de 3:3:1, para areia média, brita e cimento respectivamente. O contra-piso possui as medidas de 5 por 4,5 metros, com 7 cm de espessura.

6.2.2 Passo 2: Montagem da estrutura de ferro da cisterna

Este passo foi realizado em dois dias de trabalho e a participação foi de aproximadamente 30 agricultores, entre crianças, homens e mulheres que auxiliaram em ao menos algum dia.



Figura 11: Etapas do passo 2 para construção do sistema de captação de água de chuva

Desenvolveu-se a montagem do aramado de ferro com a malha POP e com a tela pinteiro. Este aramado, verificado na Figura 11, é referente à parte estrutural da cisterna.

As malhas de ferro foram cortadas para que se pudesse montar a estrutura da cisterna. Com arame recozido e uso de ferramenta alicate ou turquesa foram fixadas as malhas cortadas e montada a estrutura com uma sobra de ao menos 15 cm para garantir resistência à estrutura. As dobras para

cima, como pode se observar na Figura 11, são necessárias para fixar o piso à parede da cisterna.



Figura 12 - Continuação das etapas do passo 2 para construção do sistema de captação de água de chuva

Para montagem da tela pinteiro à estrutura de ferro, utilizou-se também arame recozido, com um auxílio de ferramenta alicate ou turquesa. A tela pinteiro foi fixada apenas na estrutura de ferro correspondente à parede e à parte superior da cisterna. Na parte estrutural referente

ao piso não é necessária a utilização de tela pinteiro. A tela pinteiro tem a função de auxiliar a fixação da argamassa à estrutura. Como a parte referente ao piso está em contato com o contra-piso, este servirá para fixar a argamassa.

Após a fixação da tela pinteiro à malha de ferro, montou-se a parte referente ao piso da cisterna com a referente à parede. A parte superior foi montada após aplicação da argamassa na parede e no piso, pois facilitaria a construção segundo os agricultores.

6.2.3 Passo 3: Aplicação do cimento

Este passo foi realizado em quatro dias de trabalho com participação de oito agricultores. Nesta etapa foram aplicadas duas mãos de cimento em cada parte da cisterna.



Figura 13 - Etapas do Passo 3 para construção do sistema de captação de água de chuva

Para aplicar a primeira mão de argamassa foi necessário utilizar um anteparo que serviu para auxiliar a fixação do cimento à estrutura de ferro. Enquanto um produtor passou a argamassa pelo lado de fora da estrutura,

outro dentro da estrutura utilizou o anteparo no sentido da aplicação da argamassa, como observado na Figura 13. Algumas partes da estrutura não fixaram a argamassa na primeira mão de aplicação, mas foram preenchidas na segunda mão.

Iniciou-se a aplicação de argamassa pela estrutura referente à parede da cisterna, pois nesta aplicação é necessário ficar pessoas dentro da cisterna, que atrapalharia a secagem da argamassa referente ao piso. A argamassa utilizada foi de proporção 2:1 de areia média e cimento respectivamente para parede e 3:1 de areia média e cimento respectivamente para o piso.

Cada aplicação de argamassa deve ser realizada em um mesmo dia para evitar trincas e rachaduras. Assim, a primeira mão aplicada na parede e também no piso foi realizada em um mesmo dia, assim como a segunda mão realizada no dia seguinte.

Após a segunda mão, ainda sem secar a argamassa, utilizou-se esponja umedecida e com movimentos circulares, uniformizou-se a camada de argamassa. Este processo é importante para evitar poros e trincas.



Figura 14 - Continuação do Passo 3 para construção do sistema de captação de água de chuva

Após a aplicação da segunda mão na parede e piso, faltava a montagem da estrutura referente à parte superior da cisterna. A montagem foi realizada dobrando-se a malha de ferro referente a um pedaço da parede em que não foi

aplicada a argamassa, justamente para poder dobrá-la e encaixá-la à parte superior. Na montagem sempre se sobrepôs, no mínimo, 15 cm de malha de ferro para garantir resistência à estrutura.

Para que a argamassa se fixasse à parte superior da cisterna, utilizou-se um anteparo com materiais semelhantes à madeirite, que estavam descartados no assentamento. Para ancorá-los, utilizou-se bambus, também retirados do local, que foram colocados na parte interna da cisterna.

Na parte superior da cisterna foi possível realizar apenas uma mão de argamassa, pois esta fixou-se bem. Após, utilizou-se também esponja umedecida para uniformizá-la.



Figura 15 - Cisterna após as aplicações de argamassa

Finalizando as aplicações de argamassa na cisterna, foi colocado água após três dias para que facilitasse a cura do cimento. Por 30 dias, a cisterna ficou cheia de água.

6.2.4 Passo 4: Retoques e sistema de descarte das primeiras águas

Esta etapa teve a participação de quatro agricultores e realizou-se em um dia e meio.



Figura 16 - Etapas do passo 4 para construção do sistema de captação de água de chuva

Após a cura do cimento da cisterna, foram rebocadas as partes que apresentaram pequenos vazamentos. A argamassa utilizada para o reboco foi de 2:1 de areia média e cimento respectivamente.

A tampa da cisterna foi feita com argamassa em proporção de 3:1 de areia média e cimento com medidas de 40 cm por 40 cm e 3 cm de espessura.

O sistema de descarte das primeiras águas de chuva, representado pelo tambor azul de 200 L, foi feito acoplado um registro ao tambor. Uma bolinha de plástico foi colocada no tambor e impede que as primeiras águas de chuva se misturem com a água que vai para cisterna, garantindo água de melhor qualidade à cisterna.

Quando chove, as primeiras águas são conduzidas ao tambor azul, a bolinha fica presa na tubulação que está em detalhe na Figura 16 e a cisterna fica pronta para receber a água de chuva. Após a chuva, é necessário abrir o registro do sistema de descarte e esvaziá-lo para que este funcione novamente.

6.2.5 Passo 5: montagem da calha e das partes do sistema

Esta etapa teve a participação de três agricultores e foi realizada em dois dias de trabalho.



Figura 17 - Etapas do passo 5 para construção do sistema de captação de água de chuva.

Foi montada a calha com inclinação de 2% com medidas de 15cm por 15 cm de espessura e 20 metros de comprimento. Integrou-se a calha com a tubulação, com o sistema de descarte das primeiras águas e à cisterna como pode ser observado na Figura 17.



Figura 18 - Sistema de captação de água de chuva construído no assentamento

6.3 Qualidade da água do sistema de captação de água de chuva

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 dos permitidos pela mesma Portaria. 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. A Tabela 3 indica os valores encontrados para cada parâmetro referente à qualidade da água da cisterna.

Tabela 3 - Análise da água da cisterna

Parâmetros/ amostras	1	2	3	4	5	Média	Limites da Portaria 518/2004 (BRASIL, 2004)
Alcalinidade (mg/L de CaCO ₃)	-	70	60	50	30	70	-
Amônia (mg/L de NH ₃)	-	1	0,5	0,1	0,25	0,1	1,5
Cloro (mg/L de Cl ₂)	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	2
Cloretos (mg/L de Cl ⁻)	-	20	20	20	20	30	250
Cor (Uh)	-	3	3	3	3	3	15
Dureza Total (mg/L de CaCO ₃)	-	60	50	50	30	80	500
Ferro (mg/L de Fe)	-	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Turbidez (UT)	-	<50	<50	<50	<50	<50	5
Oxigênio consumido (mg/l O ₂)	-	3	3	3	3	3	3
pH	-	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	6 a 9,5
Coliformes totais (UFC/100ml)	22	0	0	120	12	30,8	Ausência em 100 ml
Coliformes fecais (UFC/100ml)	0	0	0	0	0	0	Ausência em 100 ml

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 capítulo 6.4 desta pesquisa). Assim como coliformes totais, a turbidez será menor com a abertura do sistema de descarte das primeiras águas de chuva.

Os parâmetros pH, cor, alcalinidade, amônia, cloretos, cloro, dureza total, ferro, oxigênio consumido e coliformes fecais apresentaram-se dentro dos limites estabelecidos

pela Portaria nº 518 de 2004 conforme pode ser observado na Tabela 3. Pelo fato de o sistema estar localizado em área rural, a água da chuva apresenta qualidade boa, diferentemente das cidades, onde ocorre chuva com pH mais ácido devido à poluição.

Resultados semelhantes foram verificados por BRITO et al. (2005a) que avaliaram a qualidade de água de 50 cisternas rurais no semi-árido brasileiro. Porém estes autores verificaram presença de coliformes fecais com valores entre 7,20 e 20 UFC/100ml nas águas das cisternas. Segundo os mesmos autores, o fato de conter coliformes fecais se deve possivelmente ao manejo das cisternas com baldes, panelas e latas.

Na mesma pesquisa, os valores médios de pH, dureza total e cloretos foram de 7,28; 108,16 mg/L de CaCO_3 e 0,24 mg/L de Cl^- respectivamente, bastante similares aos encontrados na cisterna da COPAVA. Já os valores de coliformes totais variaram entre 14 e 1100 UFC/100ml, obtendo-se valores maiores que os da cisterna da COPAVA.

Até setembro de 2010, o uso da água da cisterna pelos agricultores ocorreu apenas para lavagens, mas a qualidade da água demonstra, a princípio, que pode ser utilizada também para outras finalidades como irrigação e na suinocultura para dessedentação de animais, como os

agricultores pretendem utilizar no futuro (ver capítulo 6.4).

Comparando os valores da qualidade da água da cisterna com os limites estabelecidos por Brasil (2005), na Resolução CONAMA 357, verifica-se que a qualidade da água da cisterna da COPAVA se mostra adequada para utilização para dessedentação de animais e até mesmo para irrigação de hortaliças.

Tabela 4 - Análise da água do poço da comunidade

Parâmetros/ amostras	1	2	3	4	5	Média	Limites da Portaria 518/2004 (BRASIL, 2004)
Alcalinidade (mg/L de CaCO ₃)	20	20	10	20	30	20	-
Amônia (mg/L de NH ₃)	0,1	0,1	0,1	0,25	0,1	0,13	1,5
Cloro (mg/L de Cl ₂)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	2
Cloretos (mg/L de Cl ⁻)		30	10	30	30	26	250
Cor (Uh)	3	3	3	3	3	3	15
Dureza Total (mg/L de CaCO ₃)	10	20	10	40	40	24	500
Ferro (mg/L de Fe)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Turbidez (UT)	<50	<50	<50	<50	<50	<50	5
Oxigênio consumido (mg/l O ₂)	3	3	3	3	3	3	3
pH	6	5,5	5,5	6	6	5,8	6 a 9,5
Coliformes totais (UFC/100ml)	36	23	23	0	0	16,4	Ausência em 100 ml
Coliformes fecais (UFC/100ml)	0	1,1	0	0	0	0,22	Ausência em 100 ml

Comparando os valores obtidos da qualidade da água da cisterna com a qualidade da água do poço, percebe-se que há proximidade nos números. Alguns parâmetros que apresentaram maior diferença foi pH e coliformes fecais.

O pH da água do poço apresentou em duas amostras valores de 5,5 e média de 5,8. Estes valores apresentam-se abaixo dos permitidos pela Portaria do Ministério da Saúde nº 518 de 2004 referente à água potável, que segundo BRASIL é entre 6 e 9,5. O pH baixo da água pode causar problemas à saúde humana.

Quanto a coliformes fecais, a água do poço apresentou em uma das amostras o valor de 1,1 UFC/100ml e média de 0,22 UFC/100ml. Apesar de ser valor baixo, a Portaria do Ministério da Saúde nº 518 de 2004 exige ausência de coliformes fecais.

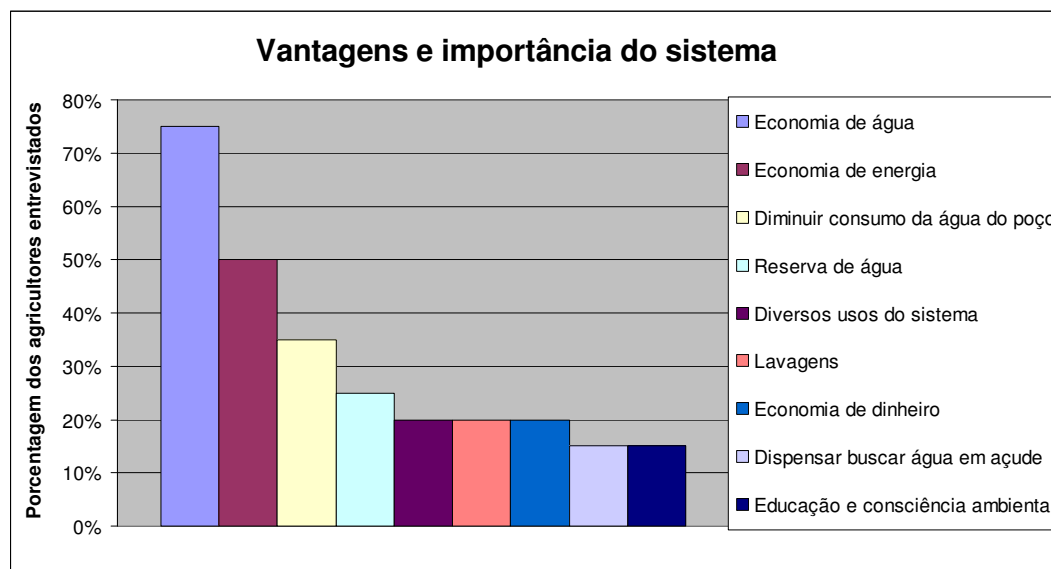
Desta forma, pode-se afirmar que o sistema de captação de água de chuva representa uma água de maior qualidade comparando-a com a água do poço, considerando-a para uso potável. Entretanto, pelos níveis de coliformes totais e possivelmente de turbidez, a água do sistema, assim como do poço da COPAVA, não estaria em condições para utilização potável de acordo com a Portaria do Ministério da Saúde nº 518 de 2004.

6.4 Percepções e relações dos agricultores com o sistema de captação de água de chuva

Os agricultores da COPAVA citaram os seguintes benefícios que o sistema de captação de água de chuva

oferece para a comunidade: economia de água, de energia e dinheiro, a redução do consumo de água do poço, a reserva de água, as diversas possibilidades de uso, a importância para as lavagens na oficina e a educação e conscientização ambiental. Apenas três agricultores, representando 15% dos entrevistados, citaram diretamente a importância de dispensar a necessidade de ida ao açude para buscar água.

Gráfico 1 - Vantagens e importância do sistema de captação de água de chuva para a comunidade



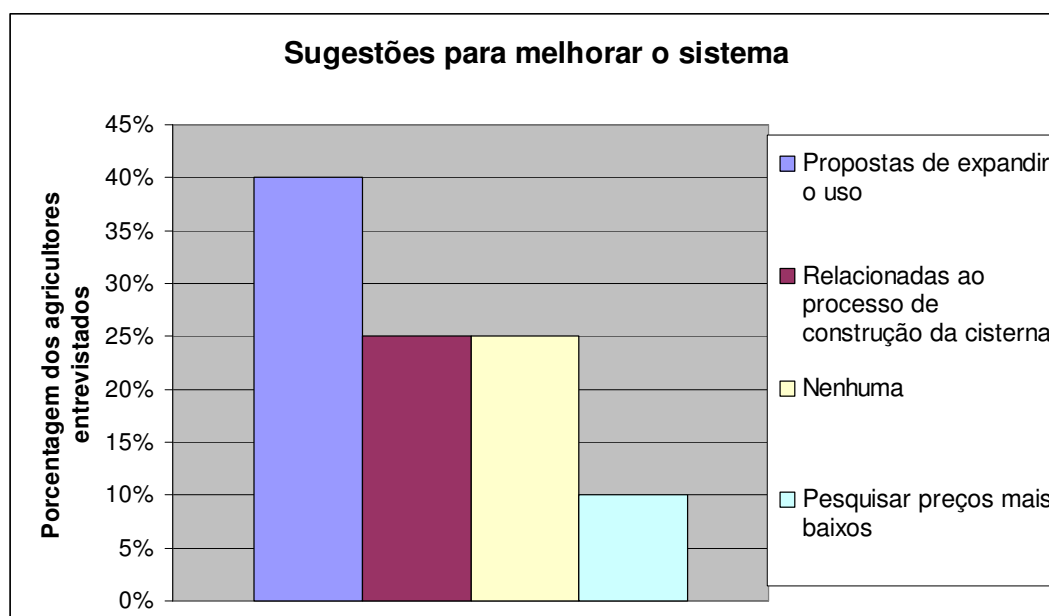
A vantagem que o sistema de captação de água de chuva oferece à comunidade mais citada pelos agricultores, com 75% dos entrevistados, foi a economia de água.

Ainda que apenas 15% dos entrevistados afirmaram a importância para educação e consciência ambiental, este é

um aspecto importante e que pode contribuir para novas percepções ambientais da comunidade e transição para agricultura com maiores níveis de sustentabilidade. 25% dos agricultores entrevistados citaram a reserva de água como uma vantagem que o sistema oferece, o que demonstra certa preocupação com possibilidades de falta de água.

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.

Gráfico 2 - Sugestões dos agricultores da COPAVA para melhorar o sistema de captação de água de chuva



As sugestões relacionadas ao processo de construção do sistema foram abordadas por 25% dos entrevistados com sugestões de utilização de impermeabilizante, fazer novos rebocos, evitar trincas e rachaduras. 50% dos entrevistados citaram a proposta de expansão do uso da água da cisterna para outros setores da COPAVA, como irrigação da horta e na suinocultura.

Uma das sugestões foi de acoplar uma bomba ao sistema para utilizar a água e foi realizada pelos produtores conforme estes foram utilizando a cisterna, demonstrando adequação da tecnologia à realidade do dia a dia de trabalho dos agricultores.

Pesquisar preços mais baixos para construção do sistema e de caixas pré fabricadas para armazenamento da água representam a visão de 10% dos entrevistados. Desta maneira, alguns agricultores refletiram sobre a possibilidade de diminuir o custo para construir o sistema. No capítulo 6.5 será discutido o aspecto financeiro e econômico do sistema.

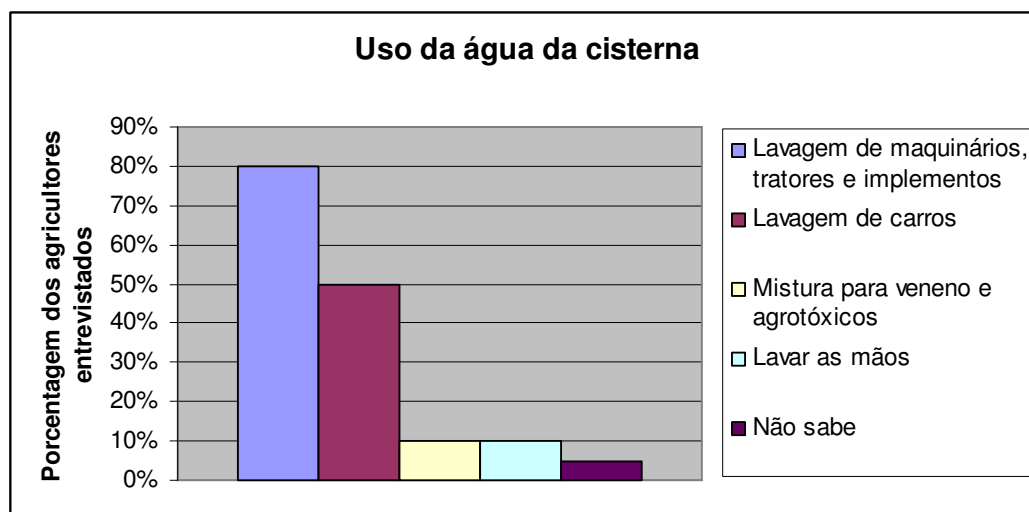
Vale ressaltar que para alguns agricultores, que representam 25%, o sistema não necessita nenhuma melhoria, já estando em boas condições para uso.

Todos os agricultores entrevistados almejam mais cisternas para a comunidade. Percebeu-se que a cooperativa e outros produtores próximos à comunidade planejam formas

de construir mais sistemas de captação de água de chuva. Alguns agricultores pediram ao pesquisador a relação e custo dos materiais utilizados. As propostas mais comentadas foram de construir utilizando-se os telhados das próprias residências e da casa de engorda de suínos para utilização de água doméstica e dessedentação de animais, respectivamente.

A utilização da água da cisterna é exclusivamente para lavagens de implementos, maquinários e carros, na mistura dos agrotóxicos, em pneus agrícolas e outras atividades na oficina. O uso principal citado por 80% dos agricultores é de lavagem de maquinários, tratores e implementos, sendo este uso observado pelo pesquisador diversas vezes. Os produtores que utilizam o sistema não encontraram dificuldades em sua operação.

Gráfico 3 - Utilização da água do sistema de captação de água de chuva



O uso da água da cisterna para mistura nos agrotóxicos e para lavagem de maquinários e tratores é um aspecto negativo, ainda que são práticas que a comunidade realizava antes da construção do sistema. Os agrotóxicos contaminam os recursos hídricos e o uso intensivo de maquinários e tratores compactam o solo, afetando a disponibilidade de água.

Verificou-se que os agricultores vêm utilizando apenas cerca de 144 mil litros de água por ano, considerando o uso no ano de 2010. Estima-se que por ano é possível captar aproximadamente 400 mil litros de água, calculados através da multiplicação da área do telhado de captação de 300m² pelo índice pluviométrico na região, definido em 1224mm, conforme Cepagri (2005) citado por Mello (2008).

Desta forma, o sistema supre a necessidade de água para as lavagens na oficina, porém é subaproveitado e oferece a possibilidade de se utilizar mais água da cisterna, conforme almejam alguns agricultores, para, por exemplo, irrigação da horta localizada ao lado da cisterna.

As respostas sobre abertura do sistema de descarte das primeiras águas de chuva variaram muito entre os agricultores. Em algumas ocasiões observou-se que 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 de descarte é mais importante se a água for utilizada para uso doméstico que não é o caso. 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 foi empoderado pela comunidade, que está utilizando a água da cisterna, planejando expandir seu uso para outros setores da cooperativa e reconhecendo diversos pontos positivos que o sistema oferece.

Vale ressaltar que desde os primeiros passos desta pesquisa ação, foi buscada a participação dos agricultores para que estes fossem os protagonistas. Este ponto foi fundamental para que tal empoderamento acontecesse, pois contribuiu para que os agricultores reconhecessem a tecnologia como parte deles, sendo construída por eles mesmos e adaptada à realidade conforme seus anseios.

6.5 Abordagem financeira e econômica do sistema de captação de água de chuva

O custo total para construção do sistema de captação de água de chuva na COPAVA foi de R\$ 2211,24. Os materiais mais custosos para construção do sistema foram Tela Pop,

cimento e ferro galvanizado utilizado para construir a calha, com os valores de R\$ 600,00, R\$ 511,39, R\$ 421,20 e R\$ 290,40 respectivamente.

O custo total dos materiais utilizados foi de R\$ 1611,24. O custo de mão de obra estimado foi de R\$ 600,00. O Anexo 3 representa os materiais e custos para construção do sistema de captação de água de chuva da COPAVA com a cisterna de ferrocimento de capacidade de 25 mil litros.

Tabela 5 - Custos para construção do sistema de captação de água de chuva

CUSTOS DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA	
Custo dos materiais	R\$ 1611,24
Custo de mão de obra	R\$ 600,00
Custo total do sistema	R\$ 2211,24

Verificou-se que a economia de diesel, que anteriormente à construção do sistema era utilizado para buscar água no açude, é o fator que gera maior benefício aos agricultores da COPAVA, estimado em aproximadamente R\$ 1.808,31 por ano. No total, os benefícios econômicos estimados que o sistema oferece à comunidade são de R\$ 2.463,32 anualmente.

Tabela 6 - Benefícios (economias) do sistema de captação de água de chuva por ano

BENEFÍCIOS DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA	
Benefícios totais por ano (economias)	R\$ 2463,32
Custo de diesel para buscar água	R\$ 1808,316
Custo de lubrificante	R\$ 271,2474
Depreciação do trator	R\$ 383,76

Na tabela 07, verifica-se que, em todas as análises, com as diferentes taxas de juros consideradas, os valores são positivos de VPL para o sistema de captação de água de chuva. Os valores de VPL para as taxas de juros de 8, 12, 15 e 20% são de R\$ 24.690,53, R\$ 17.037,55, R\$ 13.478,93 e R\$ 9.686,50 respectivamente.

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, decorrente dos benefícios econômicos gerados. Estes resultados representam um rápido retorno de investimento também demonstrando grande vantagem financeira para a comunidade.

Os Anexos 4 deste trabalho apresentam os cálculos referentes aos Valores Presentes Líquidos (VPL) e aos

retornos de investimento, sob diferentes taxas de juros, do sistema de captação de água de chuva construído.

Tabela 7 - Valor Presente Líquido (VPL) e retorno do investimento do sistema de captação de água de chuva construído no assentamento segundo diferentes taxas de juros consideradas

VPL E RETORNO DO INVESTIMENTO				
	8%	12%	15%	20%
VPL	R\$ 24.690,53	R\$ 17.037,55	R\$ 13.478,93	R\$ 9.686,50
Retorno do investimento	12 meses	12 meses	12 meses	12 meses

Portanto, o sistema de captação é extremamente vantajoso em termos financeiros para a comunidade da COPAVA. Mesmo considerando altas taxas de juros, há garantia de retorno conforme os benefícios gerados, representado neste caso pela economia nos gastos que anteriormente a comunidade tinha para captar água e que possivelmente continuaria tendo, se não fosse a construção do sistema de captação de água de chuva.

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

A linha de financiamento PRONAF-ECO do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar contempla armazenamento de água para agricultores a taxas de juros de 1% ao ano e pode auxiliar a construção de sistemas de captação de água de chuva em áreas rurais. Este financiamento pode ser essencial para agricultores familiares que não possuem R\$ 2.211,24 em caixa para investir na construção do sistema.

Outras pesquisas, com suas particularidades de estudo, diferentes realidades e tipos de construção de cisterna estudaram também a viabilidade econômica de sistema de captação de água de chuva.

Zanin et al. (2009) verificaram o valor presente líquido de uma cisterna feita de lona para captar água de chuva em área rural com capacidade de 280 mil litros. Este mesmo autor constatou VPL de R\$ 7.385,65 para 10 anos de vida útil, utilizando taxa de desconto de 12 %, com o tempo para recuperar o investimento inicial de 4,12 anos.

Na pesquisa de Zanin et al. (2009), a construção da cisterna de lona representou uma economia com transporte de água que era realizado anteriormente à construção para suprir as necessidades hídricas em um aviário.

Fernandes et al. (2007) estudaram o VPL de um sistema de captação de água de chuva com capacidade de 28 mil litros, utilizando-se taxa de desconto de 10% e 20 anos de

vida útil do sistema. Os autores verificaram VPL negativo ligeiramente menor para a água de sistema de captação de água de chuva em comparação com aquisição de água por concessionária de energia elétrica para bombear a água do poço, o que representa uma pequena vantagem financeira em se ter um sistema de captação de água de chuva substituindo a captação de água do poço.

Os agricultores da comunidade da COPAVA almejam construir mais sistemas de captação de água de chuva. Entretanto, da próxima vez o sistema seria para substituir o uso da água do poço. Desta forma, a análise seria mais similar à pesquisa de Fernandes et al. (2007).

Para estudar a viabilidade econômica de um sistema de captação de água de chuva para outros agricultores e comunidades, deve-se adequar às particularidades de cada caso. Agricultores obtêm 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 de água através de um sistema de captação de água de chuva.

Considerando a articulação com as outras análises desta pesquisa, o retorno de investimento poderia ainda ser maior, caso os agricultores utilizassem todo o potencial de armazenamento de água da cisterna. A qualidade da água verificada demonstra que essa possibilidade seria adequada para utilização na irrigação e na suinocultura, o que poderia garantir maior proveito financeiramente.

A água é indispensável para o uso doméstico e para a produção no espaço da agricultura familiar. Ainda que esta pesquisa tenha demonstrado que financeiramente o sistema é vantajoso para a comunidade, frisa-se que os benefícios da contribuição que o sistema oferece para a soberania hídrica e na disponibilidade mais segura e permanente de água é inestimável.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitos pontos positivos para utilização da tecnologia de sistemas de captação de água de chuva em áreas rurais foram demonstrados nesta pesquisa. Foi evidenciado que para a comunidade de agricultores da COPAVA, o sistema é bastante viável e utilizado, com potencialidade e desejo dos agricultores de expandirem seu uso e construir mais cisternas. Considerando os aspectos ambientais, econômicos e sociais estudados nesta pesquisa, pode-se afirmar que tal sistema apresenta níveis de sustentabilidade para a comunidade.

O empoderamento da tecnologia pelos agricultores se deu também devido à maneira como foi desenvolvida esta pesquisa ação, buscando, desde o início, que os agricultores participassem e construíssem a proposta de ação adequada à sua realidade.

Para outras comunidades rurais paulistas ou outros agricultores familiares brasileiros, o sistema também poderá ser viável, dependendo das particularidades e do envolvimento dos agricultores quanto à problemática da água e importância de sistemas de captação de água de chuva.

O setor público pode auxiliar em programas para implantação de sistemas de captação de água de chuva na agricultura familiar, assim como já acontece no nordeste

brasileiro. Devido ao custo relativamente baixo e rápido retorno de investimento do sistema de captação de água de chuva, este se torna um investimento bastante positivo.

Algumas possibilidades para melhorar o sistema devem ser consideradas. A qualidade da água mostra-se adequada ao uso que os agricultores estão destinando, para irrigação e dessedentação de animais. Porém, se forem construir estes sistemas para as residências, deve ser realizado tratamento da água para o consumo humano.

Outra consideração está no preço para construir o sistema, sendo que alguns agricultores propuseram pesquisar preços mais baixos. A realidade de muitos agricultores familiares é que estes não tem recursos financeiros disponíveis para investir em sistemas de captação de água de chuva. Assim, os financiamentos do setor público podem ser uma alternativa para que os agricultores construam o sistema.

Outra reflexão final é que o sistema de captação de água de chuva não modificou a forma dos agricultores da COPAVA manejarem sua produção. A água da cisterna é utilizada nos implementos agrícolas e para mistura de agrotóxicos. O sistema não eliminou e nem diminuiu a utilização dos agrotóxicos pelos agricultores.

Os extensionistas que trabalham com transição agroecológica podem utilizar 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. Apesar do sistema não ter diminuído o uso dos agrotóxicos ou modificado o tipo de manejo desenvolvido pela comunidade, no caso da COPAVA se mostrou interessante para utilizar nos passos iniciais da transição agroecológica.

O pesquisador e a comunidade foram beneficiados por esta pesquisa ação. Enquanto o primeiro aperfeiçoou seus conhecimentos em prática com relação à sistemas de captação de água de chuva e atividades de extensão rural, a comunidade COPAVA se beneficiou de uma tecnologia que vem reduzindo os gastos e facilitando o dia a dia dos agricultores.

Ressalta-se aqui que a proposta deste trabalho não é universalizar esta tecnologia e transformá-la em padronização necessária ao produtor, mas, sim, contribuir para validá-la como viável e sustentável opção para agricultores e extensionistas.

8 LITERATURA CITADA

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>

ALTIERI, M. **Bases científicas para uma agricultura sustentável.** Editora Agropecuária, 2002, p. 592.

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.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527** Informação e documentação: Aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. São Paulo, 2007.

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, 2008, 210 p.

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, p. 68-80. Capturado em 25 ago. 2011.

Disponível na Internet.

<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/emtese/article/view/18027/16976>

BRAGA, B. P. F.; FLECHA, R.; PENA, D. S.; KELMAN, J. Pacto federativo e gestão das águas. In: **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, 2008, pp. 17-42.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518 de 25/03/2004. Normas e padrões de potabilidade da água para consumo humano. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 de março de 2004.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento e os diferentes usos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 17 de março de 2005.

BRITO, L. T. L.; SILVA, A. S.; PORTO, E. R.; AMORIM, M. C. C.; LEITE, W. M.; Cisternas Domiciliares: água para consumo humano. Luiza T. de L. Brito; Magna S. B. de Moura; Gislene F. B. Gama. (Org.) **Potencialidades da água de chuva no**

Semi-árido brasileiro. 1 ed. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido, 2005a, v. 1, p. 81-101.

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.

CEPAL & NACIONES UNIDAS. MACHINEA, J. L.; BÁRCENA, A. LÉON, A. (coord.). Objetivos de desarrollo del milenio: una mirada desde America Latina y el Caribe. **Relatório.** Santiago, Chile, 2005.

DEREE, J. Quanto gasta seu trator. Combustíveis consumo. Grupo Cultivar. In: Máquinas. 2003. Capturado em 20 jul. 2011. **Disponível na Internet.** http://www.grupocultivar.com.br/arquivos/m24_quantogasta.pdf

DAROLT, M. R. As principais correntes do movimento orgânico e suas particularidades. In: Darolt, M. R. **Agricultura Orgânica: inventando o futuro**, Londrina, IAPAR, 2002, p. 18-26, atualizado 2010.

FERNANDES, D. R. M.; MEDEIROS NETO, V. B.; MATTOS, K. M. C. Viabilidade econômica do uso da água da chuva: um estudo de caso da implantação de cisterna na UFRN/RN. In: **XXVII Encontro nacional de engenharia de produção**. Foz do Iguaçu-PR, 2007.

GONDIM, R. S.; CASTRO, M. A. H.; TEIXEIRA, A. S.; EVANGELISTA, S. R. M. Impactos das mudanças climáticas na demanda de irrigação da bananeira na Bacia do Jaguaribe. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.** V.15, n.6, 2011

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.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre, Ed. UFRGS, 2000. 654 p.

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.

GUZMAN, E. S. Uma estratégia de sustentabilidade a partir da agroecologia. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, 2001.

JAQUES, R. C. Qualidade de água de chuva no município de Florianópolis e sua potencialidade para aproveitamento em edificações. 2005. 102 p. **Dissertação (mestrado)**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

HENDERSON, D. F. Permacultura: as técnicas, o espaço, a natureza e o homem. Bacharel em ciências sociais/ antropologia (Monografia). Brasília, 2012, UNB.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2009. **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro, 2006, p. 267

IEA. Instituto de Economia Agrícola. Estimativa de custo de operação de máquinas e implementos agrícolas, Estado de São Paulo. 2004. Capturado em 20 de jul. 2011. **Disponível na Internet**. <http://www.iea.sp.gov.br/out/precos/cus-maq0704.php>

ITESP. Instituto de Terras do Estado de São Paulo. Capturado em 10 jun. 2011. **Disponível na Internet**. <http://www.itesp.sp.gov.br/br/info/acoes/assentamentos.aspx>

LAMARCHE, H (coord). **Agricultura Familiar: comparação internacional**. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, v. 1, 1993

LOTUFO, T. Cartilha sobre ferrocimento. Capturado em 30 mar. 2009. **Disponível na Internet.**

http://www.bioarquiteto.com.br/wp-content/uploads/2008/09/16_09_08.pdf

MAY, S. Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações. 2004. 159 p. **Dissertação (mestrado)**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das Agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea**. São Paulo, Ed. UNESP, 2010, p. 568.

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

MOLLISON, B. **Introdução à Permacultura**. Tagari Publications, Austrália, 1991.

NAÇÕES UNIDAS. Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Capturado em 22 ago. 2009 **Disponível na Internet.** <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.446.aspx.pdf>

NOVAES, A. P.; SIMÕES, M. L.; Martin, L. N.; CRUVINEL, P. E.; SANTANA, A.; NOVOTNY, E. H.; SANTIAGO, G.; NOGUEIRA, A. R. A. Utilização de uma Fossa Séptica Biodigestora para melhoria do saneamento rural e desenvolvimento da agricultura Orgânica. In: **Comunicado Técnico**, São Carlos, SP. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Embrapa, 2002.

PETERS, M. R. Potencialidade de uso de fontes alternativas de água para fins não potáveis em uma unidade residencial. 2006. 109 p. **Dissertação (mestrado)**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

PIERO, E. P. F.; COLOMBINI, G. N. U. I; Avaliação de projeto 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.

PLOEG, J. D. V. D. **Camponeses e impérios alimentares: lutas por autonomia e sustentabilidade na era da globalização.**

Porto Alegre. Ed. UFRGS, 2008, p. 729.

PREÇO DOS COMBUSTÍVEIS. Preço dos combustíveis no Brasil. 2011. Capturado em 20 jul. 2011. **Disponível na Internet.**

<http://www.precodoscombustiveis.com.br/>

PRIMAVESI, A. M. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais.** São Paulo, Editora Nobel, 2002

REBOUÇAS, A. C. Água e desenvolvimento rural. In **Estudos avançados 2001**, v. 15, n. 43, 2001. pp. 237-244.

ROCKSTRÖM, J. Potential of Rainwater Harvesting to Reduce Pressure on Freshwater Resources. In: Dialogue on Water, Food and Environment. **International Water Conference**, Vietnam, 2002.

RUSKIN, R. H. Almacenaje de agua en cisternas 1ª parte: idea antigua para un mundo moderno. In: **Agua Latinoamérica**, 2001, v. 1, n. 2, pp. 13-16.

SÃO PAULO. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Recursos Hídricos: 2004/2007 Resumo.** São Paulo, DAEE, 2006, 92p.

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**. V. 29, n. 6, 2005, p. 931-936.

SILVEIRA, G. M.; SIERRA, J. C. Eficiência energética de tratores agrícolas fabricados no Brasil. In: **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**. Campina Grande-PB. V.14, n.4, 2010, p.418-424.

SIMMONS, G.; HOPE, V.; LEWIS, G; WITHMORE, J; GAO, W. Contamination of potable roof-collected rainwater in Auckland, New Zealand. **Water Resources**, v. 35, n. 6, pp 1518-1524, 2001.

SOARES, A. C. A multifuncionalidade da agricultura familiar. In: **Revista Proposta**, N. 87. 2001.

SOUZA, M. M. O. A utilização de metodologias de diagnóstico e planejamento participativo em assentamentos rurais: o Diagnóstico Rural Rápido Participativo. In: **Em Extensão**, Uberlândia, v. 8, n. 1, p. 34-47, 2009.

SPROESSER, R. L.; LIMA FILHO, D. O.; VILANOVA, R. O.; CAMPEÃO, P. Modelo de planejamento estratégico para agricultura familiar coletiva. In: **VI Simpósio sobre**

recursos naturais e sócio-econômicos do Pantanal, Corumbá-MS. 2004. Capturado em 10 fev. 2011. **Disponível na Internet.**

<http://www.cpap.embrapa.br/agência/simpan/sumario/palestras/Sproesser.PDF>

STRECK, N. A.; ALBERTO, C. M. Simulação do impacto da mudança climática sobre a água disponível do solo em agroecossistemas de trigo, soja e milho em Santa Maria, RS. **Cienc. Rural**. V. 36, n.2, 2006.

THIOLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Ed. Cortez, 4ª edição, 1988. 108p

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. In: **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v.31, n.3, p. 443-466, 2005.

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, 2008, pp. 7-16.

UNICEF. "UNICEF e OMS dizem que muito poucos têm acesso a melhorias em saneamento". 2008. Capturado em 15 fev. 2011 **Disponível na Internet.**

http://www.unicef.org/brazil/pt/media_12597.htm. Capturado em fev. 2011

VALLADARES, L. Os dez mandamentos da observação participante. In: **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, 2007. vol. 22, nº 63, pp. 153-155.

ZANIN, A.; BALDISSERA, A. L.; BAGATINI, F. M.; BENDER, S. L. Aproveitamento sustentável da água da chuva em propriedades rurais - o uso de cisternas. In: **VI SEGET** - Simpósio de excelência e gestão em tecnologia, Resende-RJ, v. 1, 2009.

ANEXOS

ANEXO 1 - Cartilha elaborada e utilizada na oficina de construção do sistema de captação de água de chuva

Universidade Federal de São Carlos

Centro de Ciências Agrárias

Cartilha II.

SUSTENTABILIDADE NO USO DA ÁGUA

Elaborado por: Grupo de Agroecologia - UFSCar.
Apoio: CNPq.

Araras/2009

1) A água

A água é um recurso imprescindível para todos os seres vivos deste planeta.

Na área rural, as diversas culturas, as criações de animais, o ecossistema e a família necessitam de água para seu desenvolvimento e sobrevivência. Entretanto, o uso indiscriminado da água e a poluição de rios, lagos, poços e lençóis freáticos vêm afetando a disponibilidade de água no planeta.

Na agricultura, de uma forma geral, a excessiva utilização de água subterrânea para irrigação, que afeta a recarga de rios e diminui quantidade de água disponível, associada à demanda de água para a produção de alimentos, que aumenta progressivamente em taxas bastante altas, estão diminuindo a disponibilidade de água.

O uso de insumos agro-pastoris, como fertilizantes, pesticidas e herbicidas, é cada dia mais intensivo ocasionando contaminação de lençóis freáticos e rios por infiltração e carreamento dos elementos poluentes. A busca por uma agricultura sustentável pressupõe uma diminuição ou, se possível eliminação, do uso destes insumos químicos.

Por volta de dois terços da população rural não têm acesso a saneamento adequado, lançando os dejetos diretamente em buraco conhecido como fossa negra e contaminando ainda mais os recursos hídricos.

Segundo projeções, em 50 anos a demanda por água aumentará de 30 a 85%. Estima-se que nos países em desenvolvimento, como o Brasil, a extração de água aumente consideravelmente.

Com o aquecimento global padrões de precipitação podem se modificar influenciando na quantidade de água disponível.

Tendências na agricultura apontam para o aumento de área irrigada e de emissões de pesticidas e nutrientes no futuro, afetando criticamente a qualidade dos corpos d'água

Portanto, ações que visam à conservação de recursos hídricos são cada vez mais necessárias. Neste trabalho consideremos as tecnologias de fossa séptica biodigestora e sistema de captação de água de chuva.

2.1) Fossa séptica biodigestora

Como visto, a água é importantíssima para a produção na área rural e para a própria sobrevivência da família. As diversas culturas de plantas sempre dependem de determinada quantidade de água para seu desenvolvimento, assim como os animais. Já a família utiliza água para alimentação, higiene, lavagens.

A falta de saneamento básico afeta 90% da população na zona rural brasileira. Em muitas comunidades rurais, os dejetos humanos são lançados diretamente em buracos conhecidos como fossa negra que pode contaminar os poços e lençóis freáticos, afetando a qualidade de água disponível para a família, produção de plantas e criação de animais.

Uma solução simples e de custo barato é a fossa séptica biodigestora, que além de tratar os dejetos humanos, canalizado direto do vaso sanitário, gera adubo orgânico, totalmente isento dos germes patogênicos.

O tratamento da fossa séptica biodigestora se deve a bactérias anaeróbicas que decompõem a matéria orgânica das fezes humanas e elimina todo elemento patogênico. Elas se desenvolvem sem a presença de oxigênio dentro dos tanques de 1000 L. A presença de três tanques é necessária, pois a cada passagem há diminuição dos agentes patogênicos e maior decomposição do material orgânico até a saída que garantirá um tratamento adequado das fezes humanas.

Como resultado do processo de decomposição dos dejetos humanos, a fossa séptica gera efluente que pode ser utilizado como um adubo orgânico, minimizando custos com adubação química e contribuindo para uma produção mais equilibrada e para a agricultura orgânica.

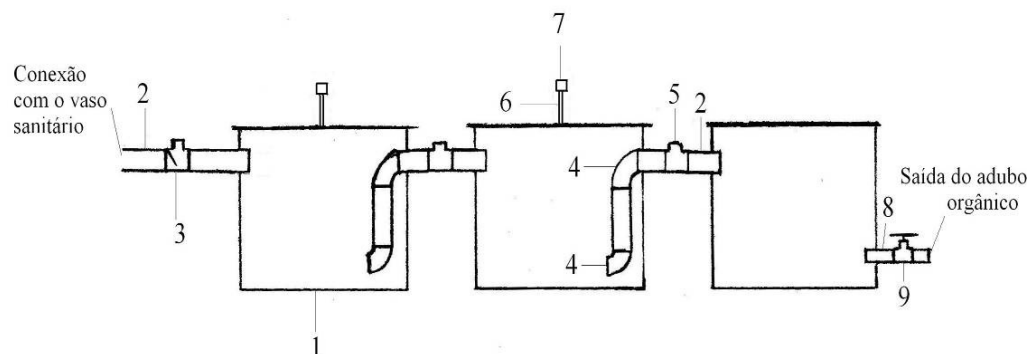


Foto: por Túlio Caio Binotti

2.2) Como construir a fossa séptica biodigestora

Este sistema deve ficar enterrado no solo para manter o isolamento térmico (caso seja caixa de fibrocimento, aplica-se neutrol nas paredes). A primeira caixa deve ser conectada apenas com o vaso sanitário, pois águas da pia e chuveiro contêm detergentes e sabão que impedem a decomposição. O desenho esquematiza como construir o sistema de fossa séptica biodigestora. O sistema deve estar ligeiramente inclinado para a saída do adubo orgânico.

É imprescindível para a segurança do sistema que se faça 4 furos em cada Cap de PVC de 25 mm (7) para dar vazão aos gases formados na biodigestão. Todas as caixas deverão ser furadas para a passagem dos canos com o uso da serra copo e furadeira elétrica. Os tubos de PVC 100 mm (2) e o tubo de PVC 50 mm (8) serão colados com os tanques com cola de silicone. As tampas das caixas serão vedadas com borracha (portas de automóvel) coladas nas bordas das tampas com cola de silicone.



2.3) Materiais para construção da fossa séptica biodigestora

Item	Materiais necessários	Quantidade
1	Caixa fibrocimento de 1000 L (ou plástico reforçado ou fibra de vidro)	3
2	Tubo de PVC de 100mm para esgoto (1m)	6
3	Válvula de retenção de PVC 100mm	1
4	Curva 90° longa de PVC 100mm	4
5	Tê de inspeção de PVC	2
6	Tubo de PVC soldável 25mm	2
7	Cap de PVC soldável 25mm	2
8	Tubo de PVC soldável 50mm	1
9	Registro de esfera de PVC 50mm	1
10	Luva de PVC 100mm	3
11	Flange de PVC soldável 25mm	2
12	Flange de PVC soldável 50mm	1
13	Cola de silicone de 300g	2
14	Pasta lubrificante para juntas elásticas em PVC rígido - 400 g	1
15	Borracha de vedação - porta de carro (m)	25

Ferramentas
necessárias
Serra copo 100 mm
Serra copo 50 mm
Serra copo 25 mm
Aplicador de silicone
Arco de serra com lâmina
de 24 dentes
Furadeira elétrica
Pincel de 4"
Estilete ou faca

2.4) Funcionamento da fossa séptica biodigestora

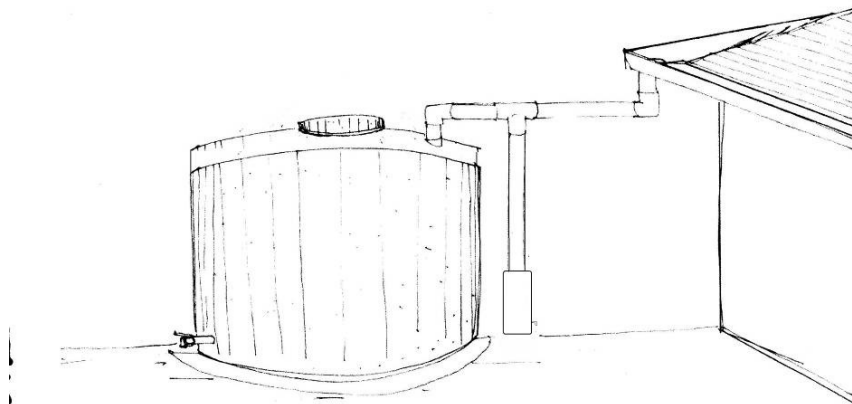
Para operação do sistema é necessário colocar 10L de água e 10 L de esterco pela válvula de retenção (3). E a cada 30 dias é necessário colocar 5L de água e 5L de esterco. Este sistema funciona para uma família de até 8 pessoas. O adubo orgânico gerado pelo sistema é rico em nutrientes e pode ser aplicado diretamente no solo.

3.1) Sistema de captação de água de chuva

A escassez da água nos períodos de seca compromete muitas vezes a produção de certas culturas de plantas e a qualidade de vida das famílias. Poços cada vez mais profundos são construídos e o custo é cada vez maior de energia elétrica para bombear a água dos poços. As tendências para o futuro sobre a disponibilidade de água de qualidade não são tão animadoras, podendo faltar água a muitas pessoas.

O sistema de captação de água de chuva através dos telhados pode ser uma alternativa para estes problemas.

Este sistema diminui os custos de energia elétrica da família ou comunidade e garantir certa quantidade de água para a família na utilização em irrigação, dessedentação de animais e lavagens.



3.2) Como construir um sistema de captação de água de chuva

Um sistema de captação de água de chuva é composto por:

- 1 - Superfície de coleta da água de chuva (o telhado)
- 2 - Calhas e tubulações para levar a água até o reservatório
- 3 - Sistema de descarte das primeiras águas de chuva
- 4 - Reservatório

● 1- Na superfície de coleta da água da chuva (o telhado) devemos a princípio conhecer a quantidade de chuva que poderá ser coletada pelo cálculo: Quantidade de chuva no local (em mm/ano ou mês) X Área do telhado para captar água da chuva.

Assim, por exemplo na cidade de Itapeva ou Araraquara que chove aproximadamente 1200 mm/ano e com um telhado de 40 metros quadrados, pode-se conseguir captar 48.000L. Assim, o cálculo é quantidade de chuva no local em mm multiplicado pela área do telhado.

● 2 - As calhas e tubulações servirão para conduzir a água captada pelo telhado até o reservatório. As calhas podem ser de PVC, bambu ou até metal.

- 3 - O sistema de descarte das primeiras águas de chuva é importante para limpar o telhado que pode conter impurezas como fezes de aves e poeira. Pode ser construído com uma câmara instalada na calha que leva a água do telhado ao reservatório e uma bola flutuante de plástico. Quando a câmara enche de água a bola sobe e veda o desvio de água e a partir deste momento começa a encher o reservatório. Esta água acumulada nesta câmara pode ser utilizada para irrigação. Após a chuva deve ser aberta a torneira ligada à câmara para retirar a água e o sistema funcionar para a próxima chuva.

- 4 - O reservatório servirá para acumular a água. Nesta cartilha consideramos o reservatório de ferrocimento. O ferrocimento é uma técnica simples e de custo menor em relação aos outros reservatórios. O ferrocimento é composto por uma estrutura de vergalhões de bitola 4,2 mm e tela de galinheiro, areia e cimento.

3.3) Como construir o reservatório

Iremos considerar um reservatório para 15 mil litros com as dimensões: diâmetro - 3 m e altura 1,5 m.

A primeira etapa é preparar o piso do local, que deve ser nivelado. Cavar uma área com 1 metro a mais que o diâmetro da cisterna, isto é 4 metros com 10 cm de altura. O contra piso deve ser com uma proporção de areia cimento e brita: 3:3:1

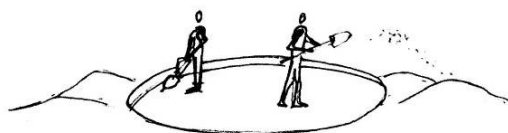
Nesta cartilha consideramos utilizar um reservatório de 15.000L. Até este volume o processo de construção é o mesmo que demonstrado aqui. É necessário um sistema de calhas e eliminação das primeiras gotas da chuva que contêm impurezas da atmosfera e do telhado.

3.4) Diretrizes para construção do reservatório de ferrocimento

APOSTILA CISTERNA

CISTERNA DE FERRO CIMENTO

1) CAVAR A ÁREA DO PISO COM 1,00 A MAIS DOQUE O DIÂMETRO DA CISTERNA



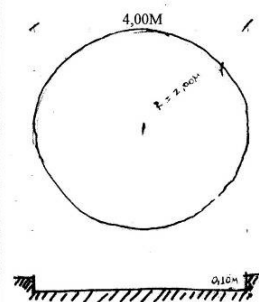
2) COLOCAR UM POUCO DE AREIA OU BRITA NO FUNDO E SOCAR.



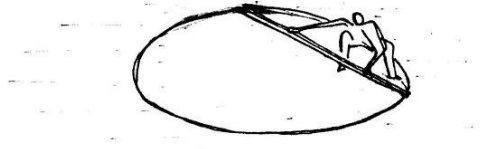
TOMAZ LOTUFO
Baseado nas fotos de JORGE TIMMERMANN

CISTERNA
16000 LITROS

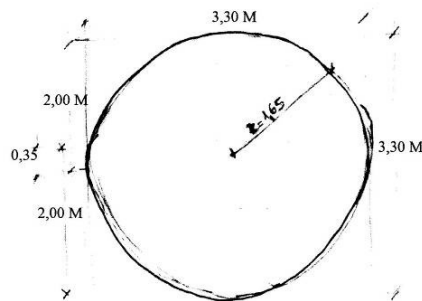
RAIO = 1,50 M
DIÂMETRO = 3,00 M
DIÂMETRO BASE = 4,00 M
PROFUNDIDADE DA BASE = 0,10 M



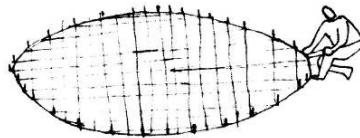
3) O CONTRA PISO DEVE SER FEITO COM ESPESSURA DE 4CM EM NÍVEL



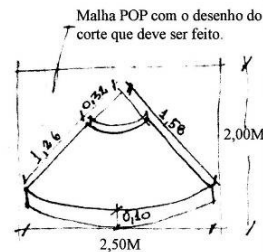
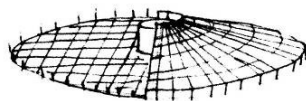
4) CORTAR A MALHA DO FUNDO CONFORME RAIOS ABAIXO



5) DOBRAR PARA CIMA 0,15 M DA MALHA POR TODA A BORDA DO CÍRCULO



6) A TAMPA DEVE SER ARMADA EM CIMA DO PISO, ASSIM, NÃO DÁ DIFERENÇA NA MEDIDA.



Faça quatro peças como essa para formar o cone da tampa. Dobre 0,10m para baixo e sobreponha um pouco das peças até ficar na medida do fundo. Amarre bem.

CISTERNA
16000 LITROS

CONTRA PISO:

ESPESSURA: 0,04 M
TRAÇO: 3 AREIA/ 3 BRITA/ 1 CIMENTO

PISO

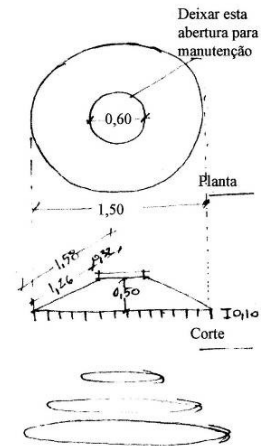
RAIO = 1,65 M (1,50 + 0,15)
DIÂMETRO = 3,30 M

MATERIAL

MALHA DE FERRO (POP)
14X14CMX4,2MM
OBS: ESTA MALHA É VENDIDA POR METRO LINEAR COM 2 METROS DE LARGURA.
POR ESTE MOTIVO, O FUNDO DA CISTERNA SERÁ FEITO COM DUAS PARTES DE 3,30 X 2,00 M.
SOBREPONHA OS 0,35 M QUE SOBRAM DE CADA PARTE E AMARRE BEM.

FUNDO
RAIO = 1,50 M
DIÂMETRO = 3,00 M

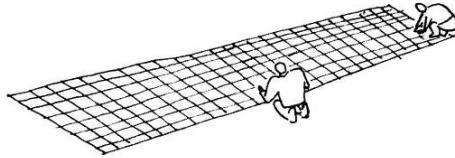
TAMPA



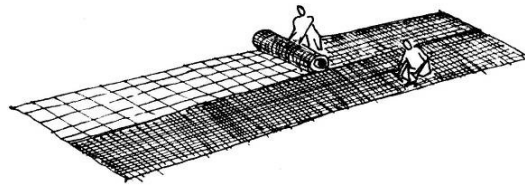
CINTAS DE VERGALHÃO 4,2 mm
AMARRE NO CONE DA TAMPA
A CADA 0,30 M.

“GAIOLA”

7) DESENROLE A MALHA POP NO COMPRIMENTO DO PERÍMETRO DA CISTERNA + 30 CM.

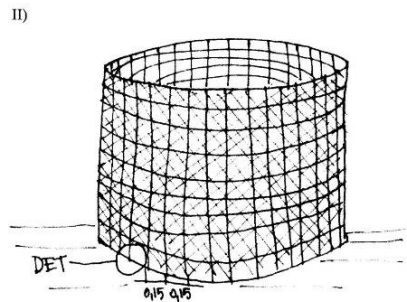
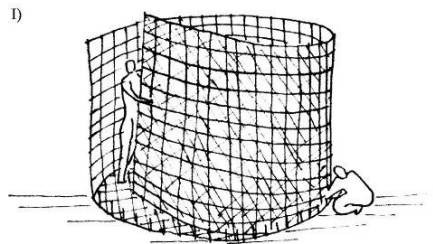


8) FAÇA O MESMO COM UMA TELA DE VIVEIRO (PASSARINHO) AMARRANDO-A NA MALHA DE FERRO. ESSA TELA PODE SER DE METAL OU DE PLÁSTICO.



9) DO MESMO JEITO, AMARRE A TELA DE PASSARINHO NA MALHA DA TAMPA, NO PISO NÃO PRECISA.

10) MONTE O CILINDRO (GAIOLA) DA CISTERNA EM CIMA DO PISO. NO ENCONTRO DOS DOIS LADOS, PARA REFORÇAR, SOBREPONHA 15CM DE CADA LADO. AMARRE A PARTE DO PISO QUE FOI DOBRADA PARA CIMA, NA BASE DO CILINDRO.



MATERIAL

- MALHA POP (14X14X4,2)
- TELA DE VIVEIRO (passarinho)
- ARAME RECOZIDO PARA AMARRAR AS TELAS.

MEDIDAS

- PERÍMETRO + 30CM =
- 2 X "PI" X R + 30 CM
- TOTAL = 9,72 M

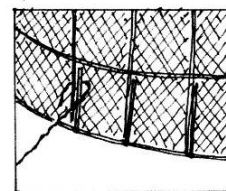
FERRAMENTAS

- TESOURA DE CORTAR TELA
- SERRA DE ARCO
- TURQUESA
- CHAVE PARA DOBRAR FERRO.

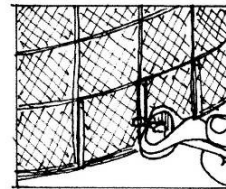


4

DETALHE



FAÇA UM ANZOL COM O ARAME PARA AMARRAR FERRAGENS, MALHA E TELA.



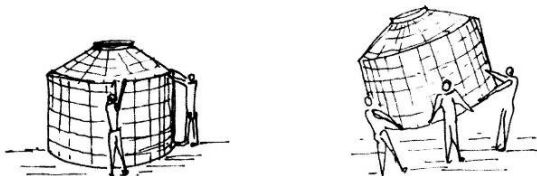
TORÇA BEM COM UMA TURQUESA

5

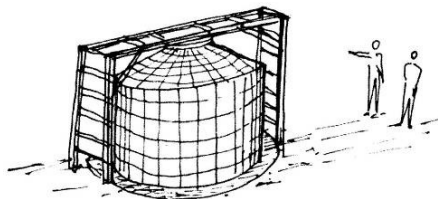
AGORA COMEÇA A APLICAÇÃO DA ARGAMASSA, POR ISSO A GAIOLA DEVE ESTAR EM UM LOCAL DEFINITIVO.

PODE SE FAZER ISSO COM A TAMPA OU SEM. NESTE CASO FAREMOS JÁ COM ELA.

11) AMARRAR A TAMPA DO MESMO JEITO QUE FOI FEITO NO PISO. LEVAR O CONJUNTO AO LOCAL DEFINITIVO.

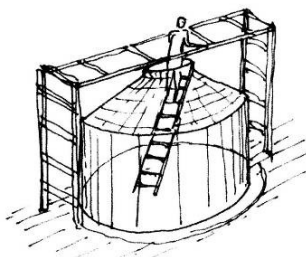


12) MONTAR ANDAIME

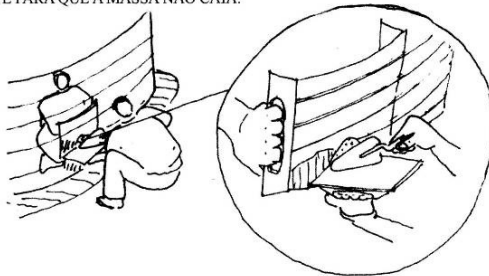


13) O TRABALHO DE "MASSEAR" É FEITO EM DUPLAS. UM POR DENTRO COM A PLACA DE APOIO E OUTRO POR FORA APLICANDO A MASSA.

14) AGORA É ENTRAR E COMEÇAR O TRABALHO. A PRIMEIRA ARGAMASSA É NA PAREDE COM TRAÇO 2/1. A AREIA USADA É A MÉDIA PENEIRADA.



15) UM POR DENTRO E O OUTRO POR FORA. A APLICAÇÃO DEVE SER DE BAIXO PARA CIMA, EM FAIXAS. QUEM ESTIVER COM A PLACA DEVE "ARRASTA-LA" LEVEMENTE PARA QUE A MASSA NÃO CAIA.



FERRAMENTA DE APOIO

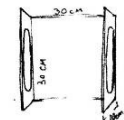
PRECISAMOS FAZER AGORA COM UMA CHAPA, A PLACA QUE AUXILIA A APLICAÇÃO E FIXAÇÃO DA ARGAMASSA NA FERRAGEM.

A) CHAPA GALVANIZADA DO TIPO QUE FAZ CALHAS E RUFOS.



B) CORTAR EM PEDAÇOS DE APROXIMADAMENTE 50X30 CM.

C) DOBRE 10CM DE CADA LADO DO 50CM. CORTE O "MIOLO" DESTA DOBRA ONDE SERÃO COLOCADAS AS MÃOS.



6

MASSA DA PAREDE

2 DE AREIA X 1 DE CIMENTO

MASSA DA TAMPA

3 DE AREIA X 1 DE CIMENTO

MASSA DO PISO

3 DE AREIA PARA 1 CIMENTO

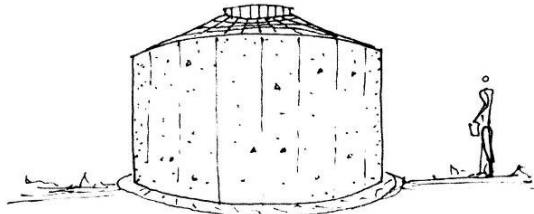
FERRAMENTAS

O DE DENTRO:
- PLACA DE APOIO

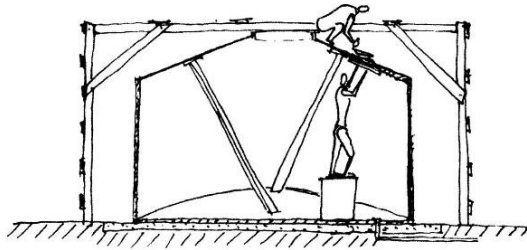
O DE FORA:
- PEQUENO BALDE PARA MASSA
- DESEMPENADEIRA
- COLHER DE PEDREIRO

7

16) DEPOIS DE COMPLETA A VOLTA, APROVEITE A MASSA QUE CAIU NO CHÃO PARA PASSAR NO PISO.



17) A MASSA DA TAMPA 3/1, O PROCESSO É O MESMO. É IMPORTANTE ESCORAR A TAMPA PARA DAR ESTABILIDADE ENQUANTO A MASSA SECA.

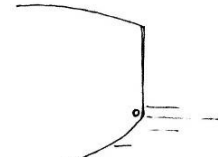


TAMPA



DEIXE UM FURO NA TAMPA DE 10CM PARA ENTRADA DE ÁGUA.

PAREDE

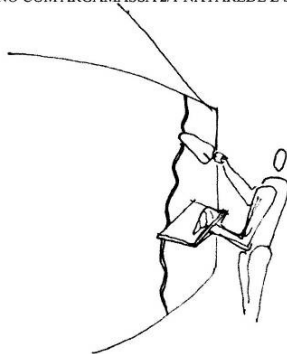


FAÇA UM FURO NA PARTE DE BAIXO PARA CONSUMO.

8

18) FAÇA UM REBOCO FINO COM ARGAMASSA 2/1 NA PAREDE E 3/1 NA TAMPA

ESTE PROCESSO É NO SEGUNDO DIA.

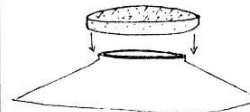


19) COM UMA ESPONJA ÚMIDA, DÊ O ACABAMENTO FINAL.



TAMPA FINAL

TAMBÉM COM FERROCIMENTO FAÇA A TAMPA QUE FECHA O BURACO DE "VISITA", ELA É MUITO IMPORTANTE PARA QUE NÃO ENTRE LUZ NEM INSETOS. ESTA MEDIDA, GARANTE QUE A ÁGUA FIQUE LIMPA.



9

3.5) Materiais para construção do Sistema de captação de água de chuva

Materiais necessários	Quantidade
Vergalhões bitola de 4,2mm ou malha POP (15cmX15cm)	42 m ²
Tela de galinheiro	42 m ²
Arame recozido n° 18	1 rolo
Cimento	15
Areia média	60
Calhas, beirais, bocais e tubos PVC	-
Tonel de 30 L	1
Torneiras	2
Bolinha de plástico	1

Ferramentas necessárias
Tesoura de cortar tela
Serra de arco
Turquesa
Chave para dobrar ferro

3.6) Funcionamento do sistema de captação de água de chuva

Para o sistema de captação de água de chuva funcionar deve-se após cada chuva abrir a torneira do sistema de descarte das primeiras águas, podendo inclusive utilizar esta água para irrigação também.

Uma vez por ano, deve-se lavar o reservatório, geralmente no mês que iniciará o período de chuvas.

A água do reservatório pode ser utilizada para irrigação, dessedentação de animais e lavagens em geral. Em algumas regiões, a água pode ser utilizada como água potável, mas para este uso é necessário verificar a qualidade da água por análises físico-químicas e biológicas.

BIBLIOGRAFIA

BATES, B.; KUNDZEWICZ, Z. W.; WU, S.; PALUTIKOF, J. P., eds., 2008: **Climate Change and Water**. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva, 210 p.

CEPAL & NACIONES UNIDAS. MACHINEA, J. L.; BÁRCENA, A. LÉON, A. (coord.). **Objetivos de desarrollo del milenio: una mirada desde America Latina y el Caribe**. Relatório. Santiago, Chile, 2005.

EMBRAPA. Fossa Séptica Biodigestora. Cartilha elaborada pela Embrapa.

NAÇÕES UNIDAS. **Millennium Ecosystem Assessment**. 2005. Disponível em <<http://www.millenniumassessment.org/documents/document.446.aspx.pdf>> Último acesso em fev/2009

REBOUÇAS, A. C. Água e desenvolvimento rural. In **Estudos avançados 2001**, v. 15, n. 43, 2001. pp. 237-244.

LOTUFO, T. Cartilha sobre ferrocimento. Disponível em <http://www.bioarquiteto.com.br/wp-content/uploads/2008/09/16_09_08.pdf>

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos Avançados**, São Paulo, 2008, v. 22, n. 63, pp. 7-16.

ANEXO 2 - Roteiro da entrevista semi estruturada

Quais as vantagens em se ter uma cisterna para captar água de chuva?

Para que está sendo utilizada a água da cisterna?

O tambor azul (Sistema de descarte) está sendo aberto após as chuvas?

Sim Não Às vezes Não sei

Há dificuldade para utilização da água da cisterna? Se sim, quais?

Você teria alguma sugestão para melhoria do sistema?

Qual a importância da cisterna para a comunidade?

Você gostaria que tivesse mais cisternas no assentamento?

Sim
 Não

ANEXO 3 - Materiais e custos para construção do sistema de captação de água de chuva (Excel)

ESTRUTURA DA CISTERNA				
Materiais	U	Quant	P.U (R\$)	Total (R\$)
Tela POP 15cmX4.2mm gerdau-3X2 m	peça	11	46,49	511,39
tela pinteiro	peça	40	3,77	150,8
Ferro CA 60 12 metros 4.2 mm	peça	4	4,31	17,24
Arame recozido nº 18	Kg	4	4,19	16,76
Estrutura Cisterna	Subtotal			696,19

CISTERNA				
Materiais	U	Quant	P.U (R\$)	Total (R\$)
Cimento	saco	24	17,55	421,2
Areia Média	m3	4	67	268
Forro compensado/madeirite	m2	15		15
Bambu (1.8 até 2,2)	peça	30		30
Calha galvanizada 50cm 0.26 ml2	M	2	14,52	29,04
Cisterna	Subtotal			763,24

CALHA DE 20 METROS				
Materiais	U	Quant	P.U (R\$)	Total (R\$)
ferro galvanizado 50cm 0.26 ml2 (calha)	M	20	14,52	290,4
Dobrar a calha*	M	20	2	40
Ferro CA 60 12 metros 10 mm	peça	2	23,63	47,26
Rebites*	peça	25	0,1	2,5
chapinha de ferro 2mm/4cm	peça	10		10
tarrafos de madeira - 6cmX6cmX6cm	peça	7		7
Veda Calha 285 ml	peça	1	11,71	11,71
Braçadeira*	peça	1	2,05	2,05
Calha de 20 m	Subtotal			410,92

TUBULAÇÕES				
Materiais	U	Quant	P.U (R\$)	Total (R\$)
Te esgoto 100mmX100mm	peça	2	8,83	17,66
Tubo esgoto 100mm 6metros	peça	2	35,38	70,76
joelho esgoto 90 100mm	peça	2	4,68	9,36
Registro esfera vs sold 60mm-saída cisterna	peça	1	53,24	53,24
Cola p/ PVC 75g Grande	peça	1	3,37	3,37
Luva esgoto 100mm	peça	1	3,98	3,98
Tubulações	Subtotal			158,37

SISTEMA DE DESCARTE DAS PRIMEIRAS ÁGUAS				
Materiais	U	Quant	P.U (R\$)	Total (R\$)
tambor 200L	peça	1	35,61	35,61
Adaptador soldável, registro 50mm	peça	1	44,24	44,24
adaptador PVC/JR 75mm sem anel	peça	1	11,02	11,02
Tijolo 08 furos	peça	22	0,46	10,12
Cola Silicone	peça	1	14,63	14,63
Bucha redutora esgoto 100mm75mm	peça	1	4,76	4,76

Sistema de descarte das primeiras águas		Subtotal		120,38	
CONTRA PISO					
Materiais		U	Quant	P.U (R\$)	Total (R\$)
Pedra		m3	1	50,00	50,00
cimento foi computado na construção da cisterna					
Contra piso		Subtotal		50,00	
OUTROS MATERIAIS					
Materiais		U	Quant	P.U (R\$)	Total (R\$)
vareta soldagem eletrodo 60/13		peça	1 kg	12,14	12,14
Outros materiais		Subtotal		12,14	
MÃO DE OBRA					
		Dias	Quant	P.U (R\$)	To (R\$)
Trabalhadores		-	-	-	600
TOTAL				R\$ 2.211,24	

LEGENDA:**U - Unidade****P.U - Preço unitário****Quant - Quantidade***** - preços orçados em outra loja****Todos os materiais foram orçados em Irmãos Soldera LTDA com exceção dos materiais que estiverem seguidos do símbolo *.****A mão de obra foi estimada.**

ANEXO 4 - Cálculos referentes à análise econômica do sistema de captação de água de chuva (Excel)

ANEXO 4.1 - Benefícios decorrentes da não necessidade de busca de água no açude

Cálculo do gasto com diesel, lubrificante e depreciação do trator mensal e anual - benefícios	
Potência do trator Valmet 880, em kw, utilizado pela comunidade ²	52,2
Índice para cálculo ³	0,243
Horas/mês de trabalho para coletar água, considerando velocidade média do trator de 4km/h	6
Preço, em R\$, do combustível na região ⁴	1,98
Gastos com diesel, em R\$, por mês ⁵	150,693048
Gastos com lubrificante, em R\$, por mês ⁶	22,6039572
Depreciação, em R\$, por hora trabalhada ⁷	31,98
TOTAL por mês	205,277005
TOTAL POR ANO	2463,32406

A fórmula para cálculo dos gastos com diesel e lubrificante por mês, adaptada de Deree (2003), é:

$$G_d = (P_t \times I \times H \times P_c) + 0,15(P_t \times I \times H \times P_c)$$

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

Assim $G_d = (52,2 \times 0,243 \times 6 \times 1,98) + 0,15 (52,2 \times 0,243 \times 6 \times 1,98)$ $G_d = 173,297032$

$G_d + \text{Depreciação} = 205,277005$

Total no ano = $205,277005 \times 12 = 2463,32406$

² Valor da potência do trator extraído de Silveira & Sierra (2010)

³ Valor extraído de fórmula para cálculo de gastos com diesel e lubrificante, segundo Deree (2003)

⁴ Valor estimado de acordo com Preço dos Combustíveis (2011)

⁵ Valor calculado de acordo com a fórmula extraída de Deree (2003)

⁶ 15% dos gastos com diesel de acordo com Deree (2003)

⁷ Valor estimado segundo IEA (2011) e multiplicado pelo número horas/mês de trabalho do trator para coletar a água

ANEXO 4.2 - VPL do sistema de captação de água de chuva com taxa de juros de 8% ao ano

Considerando que 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.

Cálculo do VPL para taxa de 8% de
juros

$$\left(\frac{0}{(1+0,08)^0} - \frac{2211,24}{(1+0,08)^0} \right) + \left(\frac{2463,32406}{(1+0,08)^1} - \frac{73,708}{(1+0,08)^1} \right) + \left(\frac{2463,32406}{(1+0,08)^2} - \frac{73,708}{(1+0,08)^2} \right) \cdot \cdot \cdot + \left(\frac{2463,32406}{(1+0,08)^{29}} - \frac{73,708}{(1+0,08)^{29}} \right) + \left(\frac{2463,32406}{(1+0,08)^{30}} - \frac{73,708}{(1+0,08)^{30}} \right) =$$

$$(0 - 2211,24) + (2280,8556 - 68,248148) + (2111,9033 - 63,19273) \dots + (264,38246 - 7,9108968) + (244,79857 - 7,3249044) = \mathbf{R\$ 24690,5399}$$

A planilha abaixo extraída do excel, contribuiu para o cálculo, transformando os gastos e benefícios para o valor

atual, sendo necessário somar apenas a coluna do fluxo de caixa no valor atual (R\$).

Valor Presente Líquido com juros de 8% ao ano				
	Período	Pagamentos (R\$)	fluxo de caixa no valor atual (R\$)	Taxa de juros
Custo do empreendimento em 2011	0	-2211,24	-2211,24	0,08
Benefícios em 2012	1	2463,32406	2280,8556	
Depreciação do sistema em 2012	1	-73,708	-68,248148	
Benefícios em 2013	2	2463,32406	2111,9033	
Depreciação do sistema em 2013	2	-73,708	-63,19273	
Benefícios em 2014	3	2463,32406	1955,4661	
Depreciação do sistema em 2014	3	-73,708	-58,511787	
Benefícios em 2015	4	2463,32406	1810,6167	
Depreciação do sistema em 2015	4	-73,708	-54,17758	
Benefícios em 2016	5	2463,32406	1676,497	
Depreciação do sistema em 2016	5	-73,708	-50,164426	
Benefícios em 2017	6	2463,32406	1552,312	
Depreciação do sistema em 2017	6	-73,708	-46,448543	
Benefícios em 2018	7	2463,32406	1437,3259	
Depreciação do sistema em 2018	7	-73,708	-43,00791	
Benefícios em 2019	8	2463,32406	1330,8573	
Depreciação do sistema em 2019	8	-73,708	-39,822139	
Benefícios em 2020	9	2463,32406	1232,2753	
Depreciação do sistema em 2020	9	-73,708	-36,872351	
Benefícios em 2021	10	2463,32406	1140,9957	
Depreciação do sistema em 2021	10	-73,708	-34,141066	
Benefícios em 2022	11	2463,32406	1056,4775	
Depreciação do sistema em 2022	11	-73,708	-31,612098	
Benefícios em 2023	12	2463,32406	978,21988	
Depreciação do sistema em 2023	12	-73,708	-29,270461	
Benefícios em 2024	13	2463,32406	905,75915	
Depreciação do sistema em 2024	13	-73,708	-27,102279	
Benefícios em 2025	14	2463,32406	838,66588	
Depreciação do sistema em 2025	14	-73,708	-25,094702	
Benefícios em 2026	15	2463,32406	776,54248	
Depreciação do sistema em 2026	15	-73,708	-23,235836	
Benefícios em 2027	16	2463,32406	719,02081	
Depreciação do sistema em 2027	16	-73,708	-21,514663	
Benefícios em 2028	17	2463,32406	665,76001	
Depreciação do sistema em 2028	17	-73,708	-19,920984	
Benefícios em 2029	18	2463,32406	616,44446	
Depreciação do sistema em 2029	18	-73,708	-18,445355	
Benefícios em 2030	19	2463,32406	570,7819	

Depreciação do sistema em 2030	19	-73,708	-17,079033
Benefícios em 2031	20	2463,32406	528,50176
Depreciação do sistema em 2031	20	-73,708	-15,813919
Benefícios em 2032	21	2463,32406	489,35348
Depreciação do sistema em 2032	21	-73,708	-14,642518
Benefícios em 2033	22	2463,32406	453,10508
Depreciação do sistema em 2033	22	-73,708	-13,557887
Benefícios em 2034	23	2463,32406	419,54174
Depreciação do sistema em 2034	23	-73,708	-12,553599
Benefícios em 2035	24	2463,32406	388,46457
Depreciação do sistema em 2035	24	-73,708	-11,623703
Benefícios em 2036	25	2463,32406	359,68942
Depreciação do sistema em 2036	25	-73,708	-10,762688
Benefícios em 2037	26	2463,32406	333,04576
Depreciação do sistema em 2037	26	-73,708	-9,9654516
Benefícios em 2038	27	2463,32406	308,3757
Depreciação do sistema em 2038	27	-73,708	-9,22727
Benefícios em 2039	28	2463,32406	285,53306
Depreciação do sistema em 2039	28	-73,708	-8,5437685
Benefícios em 2040	29	2463,32406	264,38246
Depreciação do sistema em 2040	29	-73,708	-7,9108968
Benefícios em 2041	30	2463,32406	244,79857
Depreciação do sistema em 2041	30	-73,708	-7,3249044
VPL considerando 30 anos de benefício	24690,5399		

ANEXO 4.3 - Retorno do investimento com taxa de juros de 8 % ao ano

A planilha abaixo elaborada no excel, demonstra os gastos mensais e benefícios mensais sob taxa de juros de 8% ao ano, que representa 0,6666667% ao mês. Somou-se os valores até ultrapassar se tornar positivo, que representa quando o investimento é pago pelos benefícios gerados. O valor se torna positivo no mês 12.

Cálculo da valor presente líquido em mês para calcular o prazo para retorno do investimento com taxa de juros de 8 % ao ano				
	Período	Pagamentos	fluxo de caixa	taxa de juros mensal
Custo inicial, do empreendimento em 2011	0	-2211,24	-2211,24	0,006666667

benefícios no mês 1	1	205,277005	203,9175548	
benefícios no mês 2	2	205,277005	202,5671075	
benefícios no mês 3	3	205,277005	201,2256034	
benefícios no mês 4	4	205,277005	199,8929835	
benefícios no mês 5	5	205,277005	198,5691889	
benefícios no mês 6	6	205,277005	197,2541612	
benefícios no mês 7	7	205,277005	195,9478423	
benefícios no mês 8	8	205,277005	194,6501744	
benefícios no mês 9	9	205,277005	193,3611004	
benefícios no mês 10	10	205,277005	192,0805633	
benefícios no mês 11	11	205,277005	190,8085066	
benefícios no mês 12	12	205,277005	189,5448741	
benefícios no mês 13	13	205,277005	188,2896101	
benefícios no mês 14	14	205,277005	187,042659	
benefícios no mês 15	15	205,277005	185,8039659	

ANEXO 4.4 - VPL do sistema de captação de água de chuva com taxa de juros de 12 % ao ano

Considerando que 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.

Cálculo do VPL para taxa de 12% de

juros

$$\left(\frac{0}{(1+0,12)^0} - \frac{2211,24}{(1+0,12)^0} \right) + \left(\frac{2463,32406}{(1+0,12)^1} - \frac{73,708}{(1+0,12)^1} \right) + \left(\frac{2463,32406}{(1+0,12)^2} - \frac{73,708}{(1+0,12)^2} \right) \cdot \cdot$$

$$\dots + \left(\frac{2463,32406}{(1+0,12)^{29}} - \frac{73,708}{(1+0,12)^{29}} \right) + \left(\frac{2463,32406}{(1+0,12)^{30}} - \frac{73,708}{(1+0,12)^{30}} \right) =$$

$$(0 - 2211,24) + (2199,3965 - 65,810714) + (1963,7469 - 58,759566) \dots + (92,08712 - 2,7554464) + (82,220643 - 2,46022) = \mathbf{R\$ 17037,55699}$$

$$(0 - 2211,24) + (2280,8556 - 68,248148) + (2111,9033 - 63,19273) \dots + (264,38246 - 7,9108968) + (244,79857 - 7,3249044) = \mathbf{R\$ 24690,5399}$$

A planilha abaixo extraída do excel, contribuiu para o cálculo, transformando os gastos e benefícios para o valor atual, sendo necessário somar apenas a coluna do fluxo de caixa no valor atual (R\$).

Valor Presente Líquido com taxa de juros de 12% ao ano				
	Período	Pagamentos	fluxo de caixa no valor atual	Taxa de juros
Custo do empreendimento em 2011	0	-2211,24	-2211,24	0,12
benefícios em 2012	1	2463,32406	2199,3965	
Depreciação do sistema em 2012	1	-73,708	-65,810714	
benefícios em 2013	2	2463,32406	1963,7469	
Depreciação do sistema em 2013	2	-73,708	-58,759566	
benefícios em 2014	3	2463,32406	1753,3454	
Depreciação do sistema em 2014	3	-73,708	-52,463899	
benefícios em 2015	4	2463,32406	1565,487	
Depreciação do sistema em 2015	4	-73,708	-46,842767	
benefícios em 2016	5	2463,32406	1397,7562	
Depreciação do sistema em 2016	5	-73,708	-41,823899	
benefícios em 2017	6	2463,32406	1247,9966	
Depreciação do sistema em 2017	6	-73,708	-37,342767	
benefícios em 2018	7	2463,32406	1114,2827	
Depreciação do sistema em 2018	7	-73,708	-33,341756	
benefícios em 2019	8	2463,32406	994,89527	

Depreciação do sistema em 2019	8	-73,708	-29,769425
benefícios em 2020	9	2463,32406	888,29935
Depreciação do sistema em 2020	9	-73,708	-26,579844
benefícios em 2021	10	2463,32406	793,12442
Depreciação do sistema em 2021	10	-73,708	-23,732003
benefícios em 2022	11	2463,32406	708,1468
Depreciação do sistema em 2022	11	-73,708	-21,189289
benefícios em 2023	12	2463,32406	632,27393
Depreciação do sistema em 2023	12	-73,708	-18,919008
benefícios em 2024	13	2463,32406	564,5303
Depreciação do sistema em 2024	13	-73,708	-16,891971
benefícios em 2025	14	2463,32406	504,04491
Depreciação do sistema em 2025	14	-73,708	-15,082117
benefícios em 2026	15	2463,32406	450,0401
Depreciação do sistema em 2026	15	-73,708	-13,466176
benefícios em 2027	16	2463,32406	401,82151
Depreciação do sistema em 2027	16	-73,708	-12,023371
benefícios em 2028	17	2463,32406	358,76921
Depreciação do sistema em 2028	17	-73,708	-10,735153
benefícios em 2029	18	2463,32406	320,32965
Depreciação do sistema em 2029	18	-73,708	-9,5849581
benefícios em 2030	19	2463,32406	286,00862
Depreciação do sistema em 2030	19	-73,708	-8,5579983
benefícios em 2031	20	2463,32406	255,36484
Depreciação do sistema em 2031	20	-73,708	-7,6410699
benefícios em 2032	21	2463,32406	228,00432
Depreciação do sistema em 2032	21	-73,708	-6,8223839
benefícios em 2033	22	2463,32406	203,57528
Depreciação do sistema em 2033	22	-73,708	-6,0914142
benefícios em 2034	23	2463,32406	181,76365
Depreciação do sistema em 2034	23	-73,708	-5,4387626
benefícios em 2035	24	2463,32406	162,28897
Depreciação do sistema em 2035	24	-73,708	-4,8560381
benefícios em 2036	25	2463,32406	144,90087
Depreciação do sistema em 2036	25	-73,708	-4,3357483
benefícios em 2037	26	2463,32406	129,37577
Depreciação do sistema em 2037	26	-73,708	-3,8712038
benefícios em 2038	27	2463,32406	115,51408
Depreciação do sistema em 2038	27	-73,708	-3,456432
benefícios em 2039	28	2463,32406	103,13757
Depreciação do sistema em 2039	28	-73,708	-3,0861
benefícios em 2040	29	2463,32406	92,08712
Depreciação do sistema em 2040	29	-73,708	-2,7554464
benefícios em 2041	30	2463,32406	82,220643
Depreciação do sistema em 2041	30	-73,708	-2,46022
VPL considerando 30 anos de benefícios			17037,55699

ANEXO 4.5 Retorno do investimento com taxa de juros de 12 % ao ano

A planilha abaixo elaborada no excel, demonstra os gastos mensais e benefícios mensais sob taxa de juros de 12% ao ano, que representa 1% ao mês. Somou-se os valores até ultrapassar se tornar positivo, que representa quando o investimento é pago pelos benefícios gerados. O valor se torna positivo no mês 12.

Cálculo da valor presente líquido em mês para calcular o prazo para retorno do investimento com taxa de juros de 12% ao ano				
	Período	Pagamentos	fluxo de caixa	Taxa de juros mensal
Custo inicial, do empreendimento em 2011	0	-2211,24	-2211,24	0,01
benefícios no mês 1	1	205,277005	203,2445596	
benefícios no mês 2	2	205,277005	201,2322372	
benefícios no mês 3	3	205,277005	199,2398388	
benefícios no mês 4	4	205,277005	197,2671672	
benefícios no mês 5	5	205,277005	195,3140269	
benefícios no mês 6	6	205,277005	193,3802247	
benefícios no mês 7	7	205,277005	191,465569	
benefícios no mês 8	8	205,277005	189,5698703	
benefícios no mês 9	9	205,277005	187,6929409	
benefícios no mês 10	10	205,277005	185,8345949	
benefícios no mês 11	11	205,277005	183,9946484	
benefícios no mês 12	12	205,277005	182,1729192	
benefícios no mês 13	13	205,277005	180,369227	
benefícios no mês 14	14	205,277005	178,583393	
benefícios no mês 15	15	205,277005	176,8152406	

ANEXO 4.6 - VPL do sistema de captação de água de chuva com taxa de juros de 15 % ao ano

Considerando que a fórmula para calcular o VPL é:

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

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.

Cálculo do VPL para taxa de 15% de

juros

$$\left(\frac{0}{(1+0,15)^0} - \frac{2211,24}{(1+0,15)^0} \right) + \left(\frac{2463,32406}{(1+0,15)^1} - \frac{73,708}{(1+0,15)^1} \right) + \left(\frac{2463,32406}{(1+0,15)^2} - \frac{73,708}{(1+0,15)^2} \right) \cdot \cdot$$

$$\dots + \left(\frac{2463,32406}{(1+0,15)^{29}} - \frac{73,708}{(1+0,15)^{29}} \right) + \left(\frac{2463,32406}{(1+0,15)^{30}} - \frac{73,708}{(1+0,15)^{30}} \right) =$$

$$(0 - 2211,24) + (2142,0209 - 64,093913) + (1862,6269 - 55,733837) \dots + (42,784275 - 1,2801983) + (37,203718 - 1,1132159) = \mathbf{R\$ 13478,93041}$$

$$(0 - 2211,24) + (2280,8556 - 68,248148) + (2111,9033 - 63,19273) \dots + (264,38246 - 7,9108968) + (244,79857 - 7,3249044) = \mathbf{R\$ 24690,5399}$$

A planilha abaixo extraída do excel, contribuiu para o cálculo, transformando os gastos e benefícios para o valor atual, sendo necessário somar apenas a coluna do fluxo de caixa no valor atual (R\$).

Valor Presente Líquido com taxa de juros de 15% ao ano				
	Período	Pagamentos	fluxo de caixa no valor atual	Taxa de juros
Custo do empreendimento em 2011	0	-2211,24	-2211,24	0,15
benefícios em 2012	1	2463,32406	2142,0209	
Depreciação do sistema em 2012	1	-73,708	-64,093913	
benefícios em 2013	2	2463,32406	1862,6269	
Depreciação do sistema em 2013	2	-73,708	-55,733837	
benefícios em 2014	3	2463,32406	1619,6756	
Depreciação do sistema em 2014	3	-73,708	-48,464206	
benefícios em 2015	4	2463,32406	1408,4135	
Depreciação do sistema em 2015	4	-73,708	-42,142788	
benefícios em 2016	5	2463,32406	1224,7074	
Depreciação do sistema em 2016	5	-73,708	-36,645903	
benefícios em 2017	6	2463,32406	1064,963	
Depreciação do sistema em 2017	6	-73,708	-31,866002	
benefícios em 2018	7	2463,32406	926,05476	
Depreciação do sistema em 2018	7	-73,708	-27,709567	
benefícios em 2019	8	2463,32406	805,26501	
Depreciação do sistema em 2019	8	-73,708	-24,095276	
benefícios em 2020	9	2463,32406	700,23044	
Depreciação do sistema em 2020	9	-73,708	-20,952414	
benefícios em 2021	10	2463,32406	608,89603	
Depreciação do sistema em 2021	10	-73,708	-18,21949	
benefícios em 2022	11	2463,32406	529,47481	
Depreciação do sistema em 2022	11	-73,708	-15,843035	
benefícios em 2023	12	2463,32406	460,41288	
Depreciação do sistema em 2023	12	-73,708	-13,776552	
benefícios em 2024	13	2463,32406	400,35903	
Depreciação do sistema em 2024	13	-73,708	-11,979611	
benefícios em 2025	14	2463,32406	348,13828	
Depreciação do sistema em 2025	14	-73,708	-10,417053	
benefícios em 2026	15	2463,32406	302,72894	
Depreciação do sistema em 2026	15	-73,708	-9,0583067	
benefícios em 2027	16	2463,32406	263,24256	
Depreciação do sistema em 2027	16	-73,708	-7,8767884	
benefícios em 2028	17	2463,32406	228,90657	
Depreciação do sistema em 2028	17	-73,708	-6,8493813	
benefícios em 2029	18	2463,32406	199,04919	
Depreciação do sistema em 2029	18	-73,708	-5,9559837	
benefícios em 2030	19	2463,32406	173,08626	
Depreciação do sistema em 2030	19	-73,708	-5,1791163	
benefícios em 2031	20	2463,32406	150,50979	
Depreciação do sistema em 2031	20	-73,708	-4,5035794	
benefícios em 2032	21	2463,32406	130,87808	
Depreciação do sistema em 2032	21	-73,708	-3,916156	
benefícios em 2033	22	2463,32406	113,80702	
Depreciação do sistema em 2033	22	-73,708	-3,405353	

benefícios em 2034	23	2463,32406	98,962628
Depreciação do sistema em 2034	23	-73,708	-2,9611765
benefícios em 2035	24	2463,32406	86,054459
Depreciação do sistema em 2035	24	-73,708	-2,5749361
benefícios em 2036	25	2463,32406	74,829965
Depreciação do sistema em 2036	25	-73,708	-2,2390749
benefícios em 2037	26	2463,32406	65,069535
Depreciação do sistema em 2037	26	-73,708	-1,9470216
benefícios em 2038	27	2463,32406	56,582204
Depreciação do sistema em 2038	27	-73,708	-1,6930623
benefícios em 2039	28	2463,32406	49,201916
Depreciação do sistema em 2039	28	-73,708	-1,4722281
benefícios em 2040	29	2463,32406	42,784275
Depreciação do sistema em 2040	29	-73,708	-1,2801983
benefícios em 2041	30	2463,32406	37,203718
Depreciação do sistema em 2041	30	-73,708	-1,1132159
VPL considerando 30 anos de benefícios			13478,93041

ANEXO 4.7 - Retorno do investimento com taxa de juros de 15 % ao ano

A planilha abaixo elaborada no excel, demonstra os gastos mensais e benefícios mensais sob taxa de juros de 15% ao ano, que representa 1,25% ao mês. Somou-se os valores até ultrapassar se tornar positivo, que representa quando o investimento é pago pelos benefícios gerados. O valor se torna positivo no mês 12.

Cálculo da valor presente líquido em mês para calcular o prazo para retorno do investimento com taxa de juros de 15% ao ano				
	Período	Pagamentos	fluxo de caixa	Taxa de juros mensal
Custo inicial, do empreendimento em 2011	0	-2211,24	-2211,24	0,0125
benefícios no mês 1	1	205,277005	202,7427212	
benefícios no mês 2	2	205,277005	200,2397246	
benefícios no mês 3	3	205,277005	197,7676293	
benefícios no mês 4	4	205,277005	195,3260536	
benefícios no mês 5	5	205,277005	192,9146208	
benefícios no mês 6	6	205,277005	190,5329588	
benefícios no mês 7	7	205,277005	188,1807001	

benefícios no mês 8	8	205,277005	185,8574816	
benefícios no mês 9	9	205,277005	183,5629448	
benefícios no mês 10	10	205,277005	181,2967356	
benefícios no mês 11	11	205,277005	179,0585043	
benefícios no mês 12	12	205,277005	176,8479054	
benefícios no mês 13	13	205,277005	174,664598	
benefícios no mês 14	14	205,277005	172,5082449	
benefícios no mês 15	15	205,277005	170,3785135	

ANEXO 4.8 - VPL do sistema de captação de água de chuva com taxa de juros de 20 % ao ano

Considerando que a fórmula para calcular o VPL é:

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

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.

Cálculo do VPL para taxa de 20% de

juros

$$\left(\frac{0}{(1+0,20)^0} - \frac{2211,24}{(1+0,20)^0} \right) + \left(\frac{2463,32406}{(1+0,20)^1} - \frac{73,708}{(1+0,20)^1} \right) + \left(\frac{2463,32406}{(1+0,20)^2} - \frac{73,708}{(1+0,20)^2} \right) \cdot \cdot$$

$$\dots + \left(\frac{2463,32406}{(1+0,20)^{29}} - \frac{73,708}{(1+0,20)^{29}} \right) + \left(\frac{2463,32406}{(1+0,20)^{30}} - \frac{73,708}{(1+0,20)^{30}} \right) =$$

$$(0 - 2211,24) + (2052,7701 - 61,423333) + (1710,6417 - 51,186111) \dots + (12,452754 - 0,3726134) + (10,377295 - 0,310512) = \mathbf{R\$ 9686,506392}$$

$$(0 - 2211,24) + (2280,8556 - 68,248148) + (2111,9033 - 63,19273) \dots + (264,38246 - 7,9108968) + (244,79857 - 7,3249044) = \mathbf{R\$ 24690,5399}$$

A planilha abaixo extraída do excel, contribuiu para o cálculo, transformando os gastos e benefícios para o valor atual, sendo necessário somar apenas a coluna do fluxo de caixa no valor atual (R\$).

Valor Presente Líquido e taxa interna do retorno-taxa de juros de 20% ao ano				
	Período	Pagamentos	fluxo de caixa no valor atual	Taxa de juros
Custo do empreendimento em 2011	0	-2211,24	-2211,24	0,20
benefícios em 2012	1	2463,32406	2052,7701	
Depreciação do sistema em 2012	1	-73,708	-61,423333	
benefícios em 2013	2	2463,32406	1710,6417	
Depreciação do sistema em 2013	2	-73,708	-51,186111	
benefícios em 2014	3	2463,32406	1425,5348	
Depreciação do sistema em 2014	3	-73,708	-42,655093	
benefícios em 2015	4	2463,32406	1187,9456	
Depreciação do sistema em 2015	4	-73,708	-35,54591	
benefícios em 2016	5	2463,32406	989,95469	
Depreciação do sistema em 2016	5	-73,708	-29,621592	
benefícios em 2017	6	2463,32406	824,96224	
Depreciação do sistema em 2017	6	-73,708	-24,68466	
benefícios em 2018	7	2463,32406	687,46854	
Depreciação do sistema em 2018	7	-73,708	-20,57055	
benefícios em 2019	8	2463,32406	572,89045	
Depreciação do sistema em 2019	8	-73,708	-17,142125	
benefícios em 2020	9	2463,32406	477,40871	
Depreciação do sistema em 2020	9	-73,708	-14,285104	
benefícios em 2021	10	2463,32406	397,84059	
Depreciação do sistema em 2021	10	-73,708	-11,904254	
benefícios em 2022	11	2463,32406	331,53382	
Depreciação do sistema em 2022	11	-73,708	-9,9202113	
benefícios em 2023	12	2463,32406	276,27819	
Depreciação do sistema em 2023	12	-73,708	-8,2668427	
benefícios em 2024	13	2463,32406	230,23182	
Depreciação do sistema em 2024	13	-73,708	-6,8890356	

benefícios em 2025	14	2463,32406	191,85985
Depreciação do sistema em 2025	14	-73,708	-5,740863
benefícios em 2026	15	2463,32406	159,88321
Depreciação do sistema em 2026	15	-73,708	-4,7840525
benefícios em 2027	16	2463,32406	133,23601
Depreciação do sistema em 2027	16	-73,708	-3,9867104
benefícios em 2028	17	2463,32406	111,03001
Depreciação do sistema em 2028	17	-73,708	-3,3222587
benefícios em 2029	18	2463,32406	92,525006
Depreciação do sistema em 2029	18	-73,708	-2,7685489
benefícios em 2030	19	2463,32406	77,104171
Depreciação do sistema em 2030	19	-73,708	-2,3071241
benefícios em 2031	20	2463,32406	64,253476
Depreciação do sistema em 2031	20	-73,708	-1,9226034
benefícios em 2032	21	2463,32406	53,544563
Depreciação do sistema em 2032	21	-73,708	-1,6021695
benefícios em 2033	22	2463,32406	44,62047
Depreciação do sistema em 2033	22	-73,708	-1,3351413
benefícios em 2034	23	2463,32406	37,183725
Depreciação do sistema em 2034	23	-73,708	-1,1126177
benefícios em 2035	24	2463,32406	30,986437
Depreciação do sistema em 2035	24	-73,708	-0,9271814
benefícios em 2036	25	2463,32406	25,822031
Depreciação do sistema em 2036	25	-73,708	-0,7726512
benefícios em 2037	26	2463,32406	21,518359
Depreciação do sistema em 2037	26	-73,708	-0,643876
benefícios em 2038	27	2463,32406	17,931966
Depreciação do sistema em 2038	27	-73,708	-0,5365633
benefícios em 2039	28	2463,32406	14,943305
Depreciação do sistema em 2039	28	-73,708	-0,4471361
benefícios em 2040	29	2463,32406	12,452754
Depreciação do sistema em 2040	29	-73,708	-0,3726134
benefícios em 2041	30	2463,32406	10,377295
Depreciação do sistema em 2041	30	-73,708	-0,3105112
VPL considerando 30 anos de benefícios			9686,506392

ANEXO 4.9 - Retorno do investimento com taxa de juros de 20 % ao ano

A planilha abaixo elaborada no excel, demonstra os gastos mensais e benefícios mensais sob taxa de juros de 20% ao ano, que representa 1,6666667% ao mês. Somou-se os valores até ultrapassar se tornar positivo, que representa

quando o investimento é pago pelos benefícios gerados. O valor se torna positivo no mês 12.

Cálculo da valor presente líquido em mês para calcular o prazo para retorno do investimento com taxa de juros de 20%				
	Período	Pagamentos	fluxo de caixa	taxa de juros mensal
Custo inicial, do empreendimento em 2011	0	-2211,24	-2211,24	0,016666667
benefícios no mês 1	1	205,277005	201,9118084	
benefícios no mês 2	2	205,277005	198,6017787	
benefícios no mês 3	3	205,277005	195,3460119	
benefícios no mês 4	4	205,277005	192,1436182	
benefícios no mês 5	5	205,277005	188,9937229	
benefícios no mês 6	6	205,277005	185,8954651	
benefícios no mês 7	7	205,277005	182,8479985	
benefícios no mês 8	8	205,277005	179,8504903	
benefícios no mês 9	9	205,277005	176,9021216	
benefícios no mês 10	10	205,277005	174,0020868	
benefícios no mês 11	11	205,277005	171,1495936	
benefícios no mês 12	12	205,277005	168,3438626	
benefícios no mês 13	13	205,277005	165,5841271	
benefícios no mês 14	14	205,277005	162,8696332	
benefícios no mês 15	15	205,277005	160,1996392	