



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS DE LARANJEIRAS DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA E
DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL**

ROSALI BANDEIRA CARVALHO DOS SANTOS MACHADO

**AVALIAÇÃO DA TECNOLOGIA SOCIAL DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA
NUMA PERSPECTIVA AGROECOLÓGICA**

LARANJEIRAS DO SUL

2016

ROSALI BANDEIRA CARVALHO DOS SANTOS MACHADO

**AVALIAÇÃO DA TECNOLOGIA SOCIAL DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA
NUMA PERSPECTIVA AGROECOLÓGICA**

Dissertação de mestrado, apresentada para o Programa de Pós-graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Roberto Martins
Coorientador: Prof. Dr. Márcio Gonçalves

LARANJEIRAS DO SUL

2016

DGI/DGCI - Divisão de Gestão de Conhecimento e Inovação

Machado, Rosali Bandeira Carvalho dos Santos
Avaliação da Tecnologia Social de Captação de Água da
Chuva numa perspectiva agroecológica/ Rosali Bandeira
Carvalho dos Santos Machado. -- 2016.
133 f.:il.

Orientador: Sérgio Roberto Martins.

Co-orientador: Márcio Gonçalves.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da
Fronteira Sul, Programa de Pós-Graduação em Agroecologia
e Desenvolvimento Rural Sustentável (PPGADR),
Laranjeiras do Sul, PR, 2016.

1. Tecnologia Social. 2. Água pluvial. 3.
Indicadores. 4. Desenvolvimento Rural. 5.
Sustentabilidade. I. Martins, Sérgio Roberto, orient.
II. Gonçalves, Márcio, co-orient. III. Universidade
Federal da Fronteira Sul. IV. Título.

ROSALI BANDEIRA CARVALHO DOS SANTOS MACHADO

AVALIAÇÃO DA TECNOLOGIA SOCIAL DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA NUMA PERSPECTIVA AGROECOLÓGICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS para obtenção do título de Mestre em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, defendido em banca examinadora em 09/03/2016.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Roberto Martins

Aprovado em: 09/03/2016

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Sérgio Roberto Martins – UFFS

Prof^a. Dr^a. Josimeire Leandrini – UFFS

Prof. Dr. Márcio Gonçalves – FURG

Prof. Dr. Wilson Godoy –UTFPR

Laranjeiras do Sul/ PR, março de 2016

À minha mãe Carmen, pela insistência.

Ao meu marido e grande amigo Martinho,
pela persistência e paciência.

A todas as pessoas que não se cansam de
lutar por um mundo melhor!

AGRADECIMENTOS

Uma dissertação é sempre um trabalho feito com a ajuda de muitas pessoas.

Agradeço à Universidade Federal da Fronteira Sul e ao Programa de Pós Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável pela oportunidade de ter ingressado no mestrado e a todos os docentes do Programa, pois contribuíram para meu crescimento acadêmico, pessoal e profissional. Aprendi muito com todos vocês!

Ao Projeto Tecnologias Sociais para a Gestão da Água pela concessão da bolsa de estudo durante o primeiro ano do mestrado.

Ao Professor Sérgio Martins pela compreensão, pelo estímulo, pela força, por todas as orientações dadas para que o trabalho surgisse e prosseguisse. Muito obrigada, professor!

Ao Professor Márcio Gonçalves pelas orientações, pela força e pela positividade que sempre emanou! Obrigada, professor!

Ao Luiz Verona pelas orientações fornecidas e por ter colaborado com a pesquisa, com seu conhecimento e com sua presença nas idas à campo.

Ao Víctor Ybarzo e Caroline Hoss por colaborarem com meu trabalho, indo a São João do Sul comigo e fazendo desta viagem um momento agradável e leve.

Ao Samuel Vaz e Ivan Tormem pela ajuda em levar as amostras de água para análise.

Às famílias que me receberam em suas propriedades para que a pesquisa pudesse ser realizada. Agradeço à Sônia Bortolanza e ao José Paulo pela receptividade no CETREC e no Colégio Rural.

À Adriana Klock do Laboratório de Análise de Águas da EPAGRI – Chapecó por sempre estar disposta a colaborar, fornecendo-me as informações necessárias, tirando minhas dúvidas e fazendo os testes de qualidade de água para esta pesquisa.

À Valéria Veras (UFSC-TSGA) e Alexandre Guilardi (TSGA) por sempre tirarem minhas dúvidas, por viabilizarem minhas idas à campo, por serem tão atenciosos comigo.

Ao Prof. Paulo Mayer por sempre estar disposto a ajudar, a tirar dúvidas, por me incentivar e por viabilizar as minhas viagens à campo.

À Rozemari Klasman por abrir as portas de sua casa e permitir que eu aplicasse o meu 'questionário-teste', numa tarde tão fria e tão agradável.

Aos colegas de turma, os quais foram importantes para que eu aprendesse mais e mais sobre tantos temas. Em especial, Ana Cláudia, Rosiéle, Elisângela e Carla. Agradeço a amizade estabelecida, os momentos de descontração, pelos lanches e chimarrão compartilhados e pelas tantas conversas informais que contribuíram para meu aprendizado. Que saudade sinto de vocês!

À minha mãe Carmen e minha irmã Nathália pelo incentivo para que eu fizesse o mestrado.

Ao meu marido Martinho pela compreensão, pelo apoio, pelas horas estudando ao meu lado, por abraçar esse momento junto comigo, por me apoiar sempre.

À Aline Falcão por fazer com que eu acredite em mim mesma.

À Emmanuele Ribeiro por trocar experiências e me dar dicas quanto à arguição do pré-projeto.

À professora Josimeire Leandrini por incentivar a inscrever-me no mestrado.

À Marileide Gutervil e Edilma Luíza por me darem injeções de coragem e força.

À D. Iolanda Machado por me receber em sua casa com cama pronta e comida quentinha, por me acompanhar numa aventura em Florianópolis, acordando cedo, pegando ônibus, almoçando na UFSC, indo de um local ao outro comigo, deixando-me na rodoviária sendo tão parceira. Seu companheirismo fez toda a diferença nestes dias!

À Patrícia Guerrero por escutar-me sempre e por ter me ajudado a pensar os questionários.

À Gorda, Athena, ao Nino, Max, Rick, Preta e Alegria por divertirem os meus dias.

Para mudar temos, portanto, que pensar diferente; fundamental também é a mudança de coração; precisamos da inteligência emocional e, com mais intensidade, da inteligência cordial, pois é ela que nos faz sentir parte de um todo maior e suscita em nós a imaginação para visões e sonhos carregados de promessas. (BOFF, 2013, p. 15, adaptado).

RESUMO

Este trabalho tem como principal objetivo avaliar a Tecnologia Social de captação de água da chuva (TS CAC) em unidades demonstrativas de usos múltiplos numa perspectiva agroecológica. A busca de elementos de avaliação da Tecnologia Social de captação de água da chuva foi a etapa de fundamental importância para o desenvolvimento deste trabalho. Os diversos momentos de diálogo, realizados com os atores sociais envolvidos e os coordenadores do Projeto TSGA, foram necessários para poder identificar quais as suas necessidades e expectativas quanto ao uso do sistema de captação de água da chuva. A partir disso, foram estabelecidos os principais elementos de avaliação desta Tecnologia Social: demandas sociais da comunidade, mobilização e participação da comunidade, apropriação e aprendizagem por parte dos atores sociais, planejamento participativo, construção de conhecimentos a partir da relação teoria/ prática, sustentabilidade econômica e ambiental e reaplicabilidade, onde foram avaliados através de questionários e de entrevistas, buscando uma visão interdisciplinar e sistêmica. A pesquisa constatou que a qualidade das águas captadas não está de acordo com os critérios exigidos por normas reguladores, tendo valores diferentes para coliformes totais, Escherichia Coli, pH e turbidez. Na análise dos indicadores de avaliação da Tecnologia Social de captação de água da chuva observou-se que nos itens qualidade da água, disponibilidade de água, mobilização e participação da comunidade e planejamento participativo obtiveram nota 2, o que significa que as respostas à estes indicadores foram parcialmente satisfatórias. Nos demais indicadores, todas as unidades demonstrativas obtiveram a nota máxima 3, sendo classificados como plenamente satisfatório. As unidades foram avaliadas de acordo com a efetividade, a viabilidade e a simplicidade, pressupostos estes das Tecnologias Sociais preconizados pelo Projeto TSGA. No que concerne à efetividade da Tecnologia Social de captação de água da chuva, verificou-se a eficiência e a eficácia em todas as unidades quanto à gestão do sistema e o empoderamento dos atores sociais envolvidos; no entanto, não constatou-se eficácia quanto à qualidade da água e plena eficiência quanto à quantidade de água captada. Com relação à viabilidade da TS CAC, averiguou-se que os materiais para a construção dos sistemas são encontrados facilmente em suas regiões e os atores sociais tiveram facilidade em manejar o sistema. Além disso, observou-se que o

projeto de captação e distribuição de água da chuva é economicamente viável, atrativo e de baixo risco econômico, determinando, assim, a viabilidade da tecnologia social em questão. Quanto à simplicidade da TS CAC, todos os atores sociais envolvidos nas quatro unidades pesquisadas entenderam o funcionamento do sistema, possuem habilidade para construir outro e estão aptos a multiplicar o conhecimento sobre esta tecnologia, tanto no planejamento da mesma, como também em sua montagem e utilização.

Palavras-chave: Tecnologias Sociais. Avaliação. Captação de água da chuva. Desenvolvimento Rural. Sustentabilidade.

ABSTRACT

This work aims to evaluate the Social Technology of rainwater storage in demonstration units for multiple uses in agroecological perspective. In this regard, evaluation indicators were developed. The various moments of dialogue done with the social actors involved and the coordinators of the Project TSGA were needed to identify their needs and expectations regarding the use of rainwater storage system. Based on this, the main elements of evaluation of Social Technology were established: the social demands of the community mobilization and community participation, ownership and learning by the social actors, participatory planning, building knowledge from relationship theory / practice, economic and environmental sustainability and reapplicability, which were assessed through questionnaires and interviews, seeking a interdisciplinary and systemic vision. The research found that the quality of rainwater captured, does not comply with the criteria required by regulatory standards, relative to total coliforms, *Escherichia coli*, pH and turbidity. In analyzing the evaluation indicators of Social Technology rainwater storage was observed that the water quality, water availability, mobilization and community participation and participatory planning have note equal to 2, which means that the answers to these indicators were partially satisfactory. For the remaining indicators, all demonstration units the note was equal to 3, therefore classified as fully satisfying. The units were evaluated according to presupposeds of Social Technologies effectiveness, feasibility and simplicity recommended by TSGA Project. Regarding the effectiveness of the Social Technology rainwater captured, it was verified the efficiency and efficacy in all units on the system management and the empowerment of social actors involved; however, it was not observed efficacious according to water quality and full efficiency of the amount of colleted water. In relation to feasibility of TS CAC, it was found that the materials for the construction of the systems are easily found in their regions and social actors have ease in management system. Additionally, it was observed that the design of captation and distribution of rainwater is viable and attractive economically and a low risk, thus determining the viability of social technology. Regarding the simplicity of TS CAC, all social actors involved in the four units studied understood the functioning of the system, have the ability to build and are able to multiply the knowledge of this technology, so much in planning the same, as well as in assembly and use.

Keywords: Social Technologies. Evaluation. Rainwater storage. Rural development. Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Índice pluviométrico médio do município de Chapecó/ SC – dados de 2010 a 2015.	34
Figura 2 - Localização das Unidades Demonstrativas.....	51
Figura 3 - Sistema de captação e distribuição de água da chuva da U1.....	53
Figura 4 - Sistema de captação e distribuição de água da chuva da U2.....	54
Figura 5 - Sistema de captação e distribuição de água da chuva da U3.....	55
Figura 6- Pressupostos das Tecnologias Sociais.....	60
Figura 7- Contribuição das hortaliças na receita total na U1.....	83
Figura 8 - Custos variáveis da U1.....	85
Figura 9 – Composição do Custo Total de produção na U1.....	87
Figura 10 - Indicadores da Tecnologia Social de captação de água da chuva para a unidade U1.....	100
Figura 11 - Indicadores da Tecnologia Social de captação de água da chuva para a unidade U2.....	101
Figura 12 - Indicadores da Tecnologia Social de captação de água da chuva para a unidade U3.....	102
Figura 13 - Indicadores da Tecnologia Social de captação de água da chuva para a unidade U4.....	103

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Relação entre Tecnologia Social, Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável.....	38
Quadro 2- Retorno de investimento de captação e aproveitamento de água pluvial.....	47
Quadro 3 - Unidades demonstrativas.....	52
Quadro 4 – Resumo do tipo de pesquisa.....	58
Quadro 5 - Matriz de avaliação da Tecnologia Social de captação de água da chuva.....	59
Quadro 6 Elementos da Tecnologia Social “Captação da Água da Chuva” em relação aos pressupostos do TSGA.....	67
Quadro 7 – Matriz de avaliação.....	69
Quadro 8 - Fluxo de caixa estimado do projeto da U1. (continua)	88
Quadro 9 - Parâmetros avaliativos relacionados aos conceitos de eficiência e eficácia.....	104
Quadro 10 Elementos da Tecnologia Social “Captação da Água da Chuva” em relação aos pressupostos do TSGA.....	108

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Conversão dos resultados qualitativos em quantitativos para os indicadores de avaliação da Tecnologia Social de captação de água da chuva.	61
Tabela 2 - Conversão dos resultados qualitativos em quantitativos para o indicador qualidade de água captada.	62
Tabela 3 - Conversão dos resultados qualitativos em quantitativos para o indicador disponibilidade de água captada.	62
Tabela 4 - Conversão dos resultados qualitativos em quantitativos para o indicador mobilização e participação da comunidade.	63
Tabela 5 - Conversão dos resultados qualitativos em quantitativos para o indicador apropriação e aprendizagem da tecnologia social de captação de água da chuva. ...	63
Tabela 6 - Conversão dos resultados qualitativos em quantitativos para o indicador planejamento do sistema de captação de água da chuva com a comunidade.	64
Tabela 7 - Conversão dos resultados qualitativos em quantitativos para o indicador construção de conhecimentos sobre o sistema de captação de água da chuva.	65
Tabela 8 - Conversão dos resultados qualitativos em quantitativos para o indicador sustentabilidade econômica da TS CAC.	65
Tabela 9 - Conversão dos resultados qualitativos em quantitativos para o indicador aspecto ambiental da TS CAC.	66
Tabela 10 - Conversão dos resultados qualitativos em quantitativos para o indicador difusão do sistema da TS CAC.	67
Tabela 11- Resultados dos ensaios físico-químicos e microbiológicos da amostra de água da Unidade U1.	71
Tabela 12 - Resultados dos ensaios físico-químicos e microbiológicos da amostra de água da Unidade U3.	71
Tabela 13 - Investimento inicial na U1.	82
Tabela 14 - Receitas provenientes das hortaliças na U1.	83
Tabela 15 - Custos variáveis da U1.	84
Tabela 16 - Depreciação de equipamentos e instalações na U1.	86
Tabela 17 - Estrutura dos custos fixos na U1.	87
Tabela 18 - Cálculo de avaliação do investimento do VPL acumulado da U1.	90
Tabela 19 - Síntese métodos quantitativos de avaliação de projetos de investimento da U1.	91
Tabela 20 - Margem de contribuição da U1.	92
Tabela 21 - Ponto de equilíbrio contábil da U1.	93
Tabela 22 - Análise de sensibilidade devido ao investimento inicial da U1.	94
Tabela 23 - Análise de sensibilidade devido às receitas da U1.	94
Tabela 24 - Análise de sensibilidade devido aos custos fixos da U1.	95
Tabela 25 - Análise de sensibilidade aos custos variáveis da U1.	95
Tabela 26 - Indicadores de avaliação da Tecnologia Social na captação de água da chuva.	99

LISTA DE SIGLAS

CONSAGRO	Construção de Conhecimento para Avaliação de Sustentabilidade
TSGA	Tecnologias Sociais para a Gestão da Água
PPGADRS	Programa de Pós Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável
UFFS	Universidade Federal da Fronteira Sul
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
TA	Tecnologias Apropriadas
GDTA	Grupo de Desenvolvimento da Tecnologia Apropriada
ITS	Instituto de Tecnologia Social
ANA	Agência Nacional de Águas
ASA	Articulação do Semiárido Brasileiro
P1MC	Programa Um Milhão de Cisternas Rurais
P1+2	Programa Uma Terra e Duas Águas
AMAI	Associação Municipal de Assistência Infantil
AJENAI	Associação Jenipapense de Assistência à Infância
PRV	Pastoreio Racional Voisin
CASAN	Companhia Catarinense de Águas e Saneamento
CETREC	Centro de Treinamento de Chapecó
UD	Unidade Demonstrativa
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PSR	Pressão-Estado-Resposta
MESMIS	<i>Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad</i>
VPL	Valor Presente Líquido
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
TS	Tecnologias Sociais

N-NO ₃	Nitrato
TS CAC	Tecnologia Social de Captação de Água da Chuva
CAC	Captação de Água da Chuva
U1	Unidade 1
U2	Unidade 2
U3	Unidade 3
U4	Unidade 4
ha	Hectare
VMP	Valor Máximo Permitido
LQ	Limite de Quantificação
NTU	Unidade de Turbidez da água
NMP	Número Mais Provável
DL	Desenvolvimento Local

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	20
1.1	OBJETIVOS	22
1.1.1	Objetivo Geral	22
1.1.2	Objetivos Específicos	22
1.2	JUSTIFICATIVA	22
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	24
2.1	TECNOLOGIAS SOCIAIS: HISTÓRICO, CONCEITOS E PRESSUPOSTOS.....	24
2.2	EXPERIÊNCIAS DE TECNOLOGIAS SOCIAIS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA.....	29
2.2.1	Contexto na questão hídrica	29
2.2.2	Experiências de Tecnologias Sociais de “Captação de Água Chuva” para usos múltiplos e aplicações para projetos de desenvolvimento sustentável com ênfase na Agroecologia	30
2.3	A PROBLEMÁTICA DA ÁGUA NO OESTE DE SANTA CATARINA.....	33
2.4	AGROECOLOGIA: HISTÓRICO, CONCEITOS E PRESSUPOSTOS	35
2.5	RELAÇÃO DA TECNOLOGIA SOCIAL E AGROECOLOGIA NA PERSPECTIVA DO DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL	37
2.6	PROJETO TECNOLOGIAS SOCIAIS PARA A GESTÃO DA ÁGUA (TSGA): APORTES TEÓRICOS E PRÁTICOS - UNIDADES DEMONSTRATIVAS	39
2.7	METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE TECNOLOGIAS NUMA PERSPECTIVA SUSTENTÁVEL	40
2.7.1	Contexto Histórico	40
2.7.2	Indicadores	42
2.7.3	Metodologias de utilização de indicadores	43
2.8	PESQUISAS REALIZADAS COM SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA	48
3	METODOLOGIA	51
3.1	LOCAIS DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA.....	51
3.2	TIPO DE PESQUISA	56
3.3	MATRIZ DE AVALIAÇÃO	58
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	69
4.1	ELEMENTOS DE AVALIAÇÃO	69
4.2	MATRIZ DE AVALIAÇÃO	69
4.2.1	Demandas sociais da comunidade.....	70
4.2.1.1	Qualidade da água	70
4.2.1.2	Disponibilidade de água	74
4.2.2	Mobilização e participação da comunidade	75
4.2.3	Apropriação e aprendizagem por parte dos atores sociais.....	77
4.2.4	Planejamento participativo	78
4.2.5	Construção de conhecimentos a partir da relação teoria/ prática.....	79
4.2.6	Sustentabilidade econômica e ambiental	80

4.2.6.1 Sustentabilidade econômica.....	80
4.2.6.1.1 Investimentos	81
4.2.6.1.2 Análise das receitas	82
4.2.6.1.3 Estrutura dos custos variáveis.....	84
4.2.6.1.4 Estrutura dos custos fixos	86
4.2.6.1.5 Fluxo de caixa	88
4.2.6.1.6 Métodos quantitativos de avaliação de projetos de investimento.....	90
4.2.6.1.6.1 Valor Presente Líquido	90
4.2.6.1.6.2 Taxa Interna de Retorno.....	91
4.2.6.1.6.3 Payback simples.....	91
4.2.6.1.7 Ponto de equilíbrio contábil	92
4.2.6.1.8 Análise de sensibilidade do projeto	93
4.2.6.2 Sustentabilidade ambiental	96
4.2.7 Reaplicabilidade	97
4.2.8 Análise dos indicadores de Avaliação da Tecnologia Social da captação de água da chuva.....	98
4.3 LIMITES E POTENCIALIDADES DA TECNOLOGIA SOCIAL E DA METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO CONSIDERANDO OS PRESSUPOSTOS DO TSGA QUANTO À EFETIVIDADE, VIABILIDADE E SIMPLICIDADE	103
4.3.1 Efetividade	104
4.3.2 Viabilidade	106
4.3.3 Simplicidade	107
4.3.4 Análise dos limites e potencialidades da Tecnologia Social de captação de água da chuva	109
5 CONCLUSÃO	112
REFERÊNCIAS.....	115
APÊNDICE – QUESTIONÁRIOS E ROTEIROS DE ENTREVISTAS	126

1 INTRODUÇÃO

O debate acerca da conservação e preservação dos recursos hídricos tem cada vez mais relevância quanto aos problemas ambientais. Tendo em vista que a água é um recurso natural limitado e imprescindível à vida, verifica-se a necessidade de um novo paradigma de desenvolvimento, onde a ideia de sustentabilidade – a qual remete à capacidade de progredir sem agressão ou dano aos recursos utilizados – esteja inserida e relacionada intrinsecamente.

A questão do desenvolvimento rural sustentável é aquela em que as necessidades dos grupos sociais possam ser atendidas, buscando equilíbrio entre crescimento econômico e preservação ambiental. O desenvolvimento buscado é um modelo rico em alternativas, capaz de enfrentar as crises sociais e ambientais.

As Tecnologias Sociais são uma destas alternativas, pois almejam através de técnicas, processos, metodologias ou produtos a transformação social e a criação de trabalho e renda. As Tecnologias Sociais e a Agroecologia dão suporte à pesquisa, visto que ambas têm como pressupostos a inclusão social, a participação da população, melhoria das condições de vida dos atores envolvidos, o atendimento de necessidades, a busca de soluções coletivas, fornecem elementos que contribuem para trilhar um caminho em busca do desenvolvimento rural sustentável nas suas diferentes dimensões (econômica, social, cultural, ecológica).

A demanda crescente e a complexidade da gestão da água têm envolvido distintos setores da sociedade, incluindo acadêmicos, políticos, articuladores das classes sociais, organizações e demais usuários potenciais dos recursos naturais. A integração desses e outros atores é bastante relevante na busca de tecnologias, métodos e políticas a serem implementadas no processo de uso sustentável da água, com menores riscos de comprometimentos futuros (GHEVI et al, 2012).

Na região Oeste de Santa Catarina, os impactos ambientais decorrentes da suinocultura têm aumentado bastante nos últimos anos, principalmente com a adoção do sistema de criação intensiva, na década de 1980. A ocupação da região teve como consequências inúmeros problemas como o alto grau de desmatamento, a erosão do solo, o assoreamento dos cursos d' água, o uso intenso e não planejado de dejetos de suínos, a utilização de agrotóxicos, a falta de tratamento de esgoto

nas cidades, a disposição inadequada do lixo e efluentes industriais (SILVA; BASSI, 2012; FREITAS et al., 2002).

A questão da água tem sido identificada como um dos pontos críticos nos agroecossistemas em diversos estudos, a exemplo do que fora constatado em 2014 pela Rede CONSAGRO (Rede Construção de Conhecimento para Avaliação de Sustentabilidade) no projeto sobre avaliação da sustentabilidade de agroecossistemas do município de Chapecó, através da utilização de indicadores ambientais, sociais e econômicos (VERONA, 2014).

Desde o Relatório Brundtland – que posteriormente teve como desdobramento a Agenda 21 formulada durante a ECO-92¹ – é ressaltada a necessidade de se pesquisar e desenvolver ferramentas para avaliação de sustentabilidade (COMISSÃO BRUNDTLAND, 1987). Como consequência, várias iniciativas vêm sendo implementadas no intuito da construção de estratégias relacionadas ao uso da água de maneira sustentável e de se construir indicadores de avaliação da Tecnologia Social, visto que os novos conhecimentos adquiridos, a partir do diálogo de saberes², contribuirão com um novo paradigma de desenvolvimento³.

Este estudo trata sobre o tema “Avaliação da Tecnologia Social “captação de água da chuva” numa perspectiva agroecológica”. Foram avaliadas quatro unidades demonstrativas de captação de água da chuva, sendo uma no Paraná e três em Santa Catarina. A avaliação está pautada nos pressupostos das Tecnologias Sociais apontados pelo Projeto TSGA (Tecnologias Sociais para a Gestão da Água), os quais são: efetividade, viabilidade e simplicidade (TSGA, 2007).

Na Unidade Demonstrativa do CETREC, o armazenamento de água da chuva é destinado para usos múltiplos, sendo uma ferramenta para apresentar a tecnologia social de captação de água da chuva para os participantes dos cursos realizados neste local (técnicos, estudantes, agricultores). Na propriedade de agricultores

¹ Também conhecida como Rio-92 ou Cúpula da Terra, nesta Conferência foi reconhecido o conceito de desenvolvimento sustentável e foram moldadas ações com o objetivo de proteger o meio ambiente; foram discutidas propostas para que o progresso ocorra em harmonia com a natureza, garantindo a qualidade de vida tanto para a geração atual quanto para as futuras no planeta. (BRASIL, 2016).

²Leff (2009) pontua que “o saber social emerge de um diálogo de saberes, do encontro de seres diferenciados pela diversidade cultural, orientando o conhecimento para a formação de uma sustentabilidade partilhada”.

³Um desenvolvimento rural pautado na sustentabilidade, onde reconhece-se a “insustentabilidade” do atual padrão de desenvolvimento das sociedades, degradando os recursos naturais e permitindo injustiças sociais. (SCHMITT, 1995; ALMEIDA, 1997).

familiares, existe a prática da olericultura com princípios agroecológicos, onde as hortaliças são vendidas em feiras do município.

Esta pesquisa está vinculada ao projeto TSGA e está alinhada aos objetivos do Programa de Pós Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável da Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Laranjeiras do Sul, vinculando-se à linha de pesquisa ‘Dinâmicas Socioambientais’, sendo pautada nos princípios da sustentabilidade e fundamentada nas abordagens interdisciplinar, sistêmica e participativa, que são inerentes tanto à Agroecologia como às Tecnologias Sociais.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar a tecnologia social de captação de água da chuva em unidades de uso múltiplo numa perspectiva agroecológica.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Definir elementos de avaliação da Tecnologia Social de captação de água da chuva;
- Construir matriz de avaliação da Tecnologia Social de captação de água da chuva;
- Identificar limites e potencialidades da Tecnologia Social e da metodologia de avaliação considerando os pressupostos do TSGA quanto à efetividade, viabilidade e simplicidade.

1.2 JUSTIFICATIVA

O interesse em centrar esta pesquisa no tema “avaliação da Tecnologia Social captação de água da chuva numa perspectiva agroecológica” surgiu com o objetivo de investigar a apropriação do recurso natural ‘água’, os consequentes

impactos socioambientais referentes às formas de sua utilização e a efetividade das estratégias utilizadas pelos atores sociais envolvidos para lidar com a questão da água em suas localidades.

Os recursos hídricos do município de Chapecó, assim como da região Oeste de Santa Catarina, estão fortemente degradados. Percebe-se, então, a necessidade de que o manejo da água seja realizado de maneira sustentável. O termo sustentabilidade aqui empregado é no sentido de que se garanta o acesso à água para a presente geração e para as futuras, em quantidade e qualidade, buscando sempre o equilíbrio nas questões ambiental, econômica e social.

A Tecnologia Social de Captação de Água da Chuva apresenta-se como uma solução sustentável, pois aumenta o abastecimento de água a um custo relativamente baixo, beneficiando muitas famílias e diminuindo os impactos das estiagens, além do mais pode-se ter outros usos, conhecido como 'usos múltiplos', como por exemplo, sendo utilizada em limpezas de casas, utensílios domésticos e carros; saneamento; entre outros.

A questão do desenvolvimento rural sustentável pressupõe trabalhar no sentido de que as necessidades dos grupos sociais possam ser atendidas. O desenvolvimento para realmente ser sustentável tem que estar aliado às características e necessidades locais, promovendo, desta forma, mudanças positivas para aqueles que ali vivem.

Tanto a Agroecologia como as Tecnologias Sociais, constituem um marco epistêmico comum considerando seu caráter interdisciplinar, participativo e sistêmico. Desta forma, visam a produção do conhecimento e o desenvolvimento científico e tecnológico, aliados ao compromisso com a diminuição das desigualdades socioeconômicas e ao cuidado com o meio ambiente, na perspectiva do desenvolvimento sustentável.

Há que se considerar a necessidade de avançar na busca de metodologias que permitam avaliar a utilização de tecnologias sociais, sendo este tema ainda pouco trabalhado na literatura, especialmente quanto a seus limites e potencialidades.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 TECNOLOGIAS SOCIAIS: HISTÓRICO, CONCEITOS E PRESSUPOSTOS

Na Índia, mais precisamente no século XIX, os reformadores desta sociedade estavam focados para a reabilitação e desenvolvimento das tecnologias tradicionais praticadas em suas aldeias como estratégia de luta contra o domínio britânico, onde estas tecnologias tradicionais passaram a ser chamadas posteriormente como Tecnologias Apropriadas (TA) no Ocidente. Entre 1926 e 1927, Mahatma Gandhi usou a *Charkha*, um equipamento de fiação manual realizada em uma roda de fiar ou roda de giro, que foi reconhecida como o primeiro equipamento tecnologicamente apropriado. Gandhi usou a *Charkha* como um símbolo de autossuficiência, para enviar a mensagem ao Império Britânico de que a Índia pode fazer seu próprio tecido, sendo esta uma forma pacífica de lutar contra a injustiça social e o sistema de castas que se perpetuava no país (NOVAES; DIAS, 2009).

Para Herrera (1983):

A insistência de Gandhi na proteção dos artesanatos das aldeias não significava uma conservação estática das tecnologias tradicionais. Ao contrário, implicava o melhoramento das técnicas locais, a adaptação da tecnologia moderna ao meio ambiente e às condições da Índia, e o fomento da pesquisa científica e tecnológica, para identificar e resolver os problemas importantes imediatos. Seu objetivo final era a transformação da sociedade hindu, através de um processo de crescimento orgânico, feito a partir de dentro, e não através de uma imposição externa. Na doutrina social de Gandhi o conceito de tecnologia apropriada está claramente definido, apesar dele nunca ter usado esse termo (HERRERA, 1983, p. 10 – 11).

As ideias de Gandhi foram utilizadas na China e, mais tarde, influenciaram o economista alemão Schumacher que, posteriormente, criou o termo Tecnologia Intermediária para designar uma tecnologia que, em função de seu baixo custo de capital, pequena escala, simplicidade, respeito à dimensão ambiental, seria mais adequada para os países pobres. O surgimento do Grupo de Desenvolvimento da Tecnologia Apropriada (GDTA) criado por Schumacher e a publicação, em 1973, do livro "*Small is beautiful: a study of economics as if people mattered*", que foi traduzido para mais de quinze idiomas, causaram grande impacto, tornando-o

conhecido como o introdutor do conceito de TA no mundo ocidental. (NOVAES; DIAS, 2009).

Durante as décadas de 1970 e 1980, houve um crescimento de grupos de pesquisadores partidários da ideia da TA nos países desenvolvidos e uma significativa produção de artefatos tecnológicos baseados nessa perspectiva. Embora o objetivo central da maioria desses grupos fosse minimizar a pobreza nos países do 'Terceiro Mundo', a preocupação com a questão ambiental e com as fontes alternativas de energia era relativamente frequente. As expressões que foram sendo formuladas tinham como característica comum o fato de serem geradas por diferenciação à tecnologia convencional em função da percepção de que esta não tinha conseguido resolver e inclusive poderiam agravar os problemas sociais e ambientais. (NOVAES; DIAS, 2009).

A inclusividade do movimento da TA pode ser avaliada pela quantidade de expressões, cada uma denotando alguma especificidade, cunhadas para fazer referência à TA, entre elas: tecnologia alternativa, tecnologia utópica, tecnologia intermediária, tecnologia adequada, tecnologia socialmente apropriada, tecnologia ambientalmente apropriada, tecnologia racional, tecnologia humana, tecnologia popular, tecnologia do povo, tecnologia orientada para o povo, tecnologia orientada para a sociedade, tecnologia democrática, tecnologia comunitária, tecnologia libertária, tecnologia de baixo custo, tecnologia da escassez, tecnologia adaptativa, tecnologia de sobrevivência e tecnologia poupadora de capital, entre muitos outros termos. (BRANDÃO, 2001).

Já presentes nessas concepções de tecnologia, foram estabelecidas características como: a participação comunitária no processo decisório de escolha tecnológica, o baixo custo dos produtos ou serviços finais e do investimento necessário para produzi-los, a pequena ou média escala, a simplicidade, os efeitos positivos que sua utilização traria para a geração de renda, saúde, emprego, produção de alimentos, nutrição, habitação, relações sociais, meio-ambiente (com a utilização de recursos renováveis). Passou-se, enfim, a identificar a TA a "um conjunto de técnicas de produção que utiliza de maneira ótima os recursos disponíveis de certa sociedade maximizando, assim, seu bem estar". (DAGNINO, 1976 apud NOVAES; DIAS, 2009).

Estas expressões e concepções foram importantes para que o conceito de Tecnologia Social (TS) fosse originado em 2004. O Instituto de Tecnologia Social

(ITS, 2004) pontua que a percepção de Tecnologia Social nasceu como um conceito que poderia definir práticas de intervenção social que têm destaque pelo êxito na melhoria das condições de vida da população, construindo soluções participativas, associadas às realidades locais onde são aplicadas. Afirma que "nomear" as práticas como TS é uma forma de dar visibilidade e disseminar soluções que, embora eficazes, muitas vezes ficam "escondidas" nos espaços onde acontecem. Para o ITS, Ciência e Tecnologia devem ser conhecidas e amplamente requeridas pela sociedade brasileira, a fim de se produzir um novo patamar de desenvolvimento, visando à inclusão de todos os brasileiros no acesso e na produção de conhecimento.

O ITS (2004) fez um levantamento acerca do conceito de Tecnologia Social - tanto em português como em inglês - e registra que foram identificados poucos textos que empregavam o termo TS e nenhum deles oferecia uma discussão propriamente conceitual sobre o tema. Além disso, nenhuma das - poucas - definições existentes correspondia exatamente ao que o ITS chamava de Tecnologia Social, o qual é considerado como conjunto de técnicas e metodologias transformadoras, desenvolvidas e/ou aplicadas na interação com a população e apropriadas por ela, que representam soluções para a inclusão social e melhoria das condições de vida.

Tecnologia Social, segundo a Rede de Tecnologia Social (RTS), compreende produtos, técnicas e/ou metodologias reaplicáveis, desenvolvidas na interação com a comunidade e que represente efetivas soluções de transformação social.

Tratar da concepção de Tecnologias Sociais significa reconhecer a diversidade de fatores que estão implicados em sua construção e em seu desenvolvimento, entre eles:

A transformação social, a participação direta da população, o sentido de inclusão social, a melhoria das condições de vida, o atendimento de necessidades sociais, a sustentabilidade socioambiental e econômica, a inovação, a capacidade de atender necessidades sociais específicas, a organização e sistematização da tecnologia, o diálogo entre diferentes saberes (acadêmicos e populares), a acessibilidade e a apropriação das tecnologias, a difusão e ação educativa, a construção da cidadania e de processos democráticos, a busca de soluções coletivas, entre outros, que são sustentados por valores de justiça social, democracia e direitos humanos. (FERNANDES; MACIEL, 2010).

De acordo com Otero (2004), os componentes da Tecnologia Social devem servir como base para estabelecer futuros parâmetros e critérios de análise de ações sociais. Seus pressupostos visam: solução de uma demanda social concreta, formas democráticas de tomada de decisão, apropriação e aprendizagem pela população e outros atores envolvidos, planejamento e capacitação de longo prazo, construção de novos conhecimentos a partir da prática, sustentabilidade econômica, social e ambiental, a possibilidade de replicação da Tecnologia Social.

O ITS (2004) identifica os parâmetros da Tecnologia Social com o objetivo de construir uma base para o estabelecimento de critérios para análise de ações sociais. Estes parâmetros são os ingredientes e elementos que se supõem serem os componentes das experiências que as tornam Tecnologia Social. São eles:

- ✓ Quanto a sua razão de ser: TS visa à solução de demandas sociais concretas, vividas e identificadas pela população.

- ✓ Em relação aos processos de tomada de decisão: Formas democráticas de tomada de decisão, a partir de estratégias especialmente dirigidas à mobilização e à participação da população.

- ✓ Quanto ao papel da população: Há participação, apropriação e aprendizagem por parte da população e de outros atores envolvidos.

- ✓ Em relação à sistemática: Há planejamento e aplicação de conhecimento de forma organizada.

- ✓ Em relação à construção de conhecimentos: Há produção de novos conhecimentos a partir da prática.

- ✓ Quanto a sustentabilidade: Visa a sustentabilidade econômica, social e ambiental.

- ✓ Em relação à ampliação de escala: Gera aprendizagens que servem de referência para novas experiências; gera, permanentemente, as condições favoráveis que tornaram possível a elaboração das soluções, de forma a aperfeiçoá-las e multiplicá-las. (ITS, 2004).

O termo “tecnologia social” é pensado de forma ampla para as diferentes camadas da sociedade, faz a crítica ao modelo convencional de desenvolvimento tecnológico e propõe uma lógica mais sustentável e solidária de tecnologia para todas as camadas da sociedade. Tecnologia social implica participação, empoderamento e autogestão de seus usuários. Busca-se a utilização de

tecnologias inclusivas, preservadoras do meio ambiente, ou seja, preservadoras da vida. (JESUS; COSTA, 2013).

A participação da população e a utilização do conhecimento local são elementos importantes na constituição da metodologia proposta, pois compreender o conhecimento local deve levar o pesquisador a extrair seus conteúdos principais para relacioná-los com conhecimentos científicos, de modo que surjam novas abordagens para resolver velhos problemas. A participação da população é sugerida como forma de garantir a efetividade da solução tecnológica, pois a vivência cotidiana da população com a situação problema, aliada a seus conhecimentos e suas diferentes formas de saberes, confere-lhes capacidade de participar do processo de pesquisa e desenvolvimento da tecnologia. (JESUS; COSTA, 2013).

Nessa perspectiva, a proposta da tecnologia social defende o desenvolvimento e utilização de tecnologias para inclusão social, com base na compreensão de que homens e mulheres devem estar envolvidos em um constante processo de ação e reflexão, de modo que a interação entre indivíduo e tecnologia permita expressar ações que valorizem uma sociedade mais justa, inclusiva e sustentável. (JESUS; COSTA, 2013).

A ideia sobre Tecnologia Social surge no Brasil no início da década 2000. Atores preocupados com a crescente exclusão social, precarização e informalização do trabalho, entre outras questões, compartilhavam a percepção de que era necessária uma tecnologia que correspondesse aos seus propósitos, ou seja, uma tecnologia alternativa à convencional. (DAGNINO, 2009).

Os debates em torno da tecnologia social partem de uma visão crítica das políticas de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) e da agenda de pesquisa no Brasil, questionando o caráter periférico da problemática da inclusão entre as prioridades dos investimentos em pesquisa. Mais do que isso, problematizam-se também os atores legitimamente reconhecidos para pensar os problemas das suas localidades, ou seja, busca-se combater a ideia de que cabe aos especialistas a construção de soluções e de tecnologias para os inúmeros problemas cotidianos. A proposta da tecnologia social enfatiza a perspectiva de que cidadãos, associações de bairro, empreendimentos de economia solidária, organizações não governamentais, movimentos sociais e outras instituições da sociedade civil organizadas podem desenvolver, apropriar-se de, ou adequar tecnologias em benefício de sua coletividade. (JESUS; COSTA, 2013).

2.2 EXPERIÊNCIAS DE TECNOLOGIAS SOCIAIS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA

2.2.1 Contexto na questão hídrica

Questões sobre a conservação e preservação dos recursos hídricos vêm sendo cada vez mais evidenciadas. As técnicas de aproveitamento de água pluvial apresentam-se como soluções sustentáveis, visto que contribuem para uso racional da água e proporcionam a conservação dos recursos hídricos para as futuras gerações. (MARINOSKI, 2007).

Em virtude do panorama da escassez de água, seja em qualidade e/ou em quantidade, aumenta a necessidade de encontrar meios e formas de preservar a água, passando necessariamente pela busca de tecnologias e pela revisão do uso da água pela população. (ANNECCHINI, 2005).

A tecnologia é uma forte aliada na questão da busca de soluções para diminuir o problema da escassez de água. Inúmeros cientistas trabalham no desenvolvimento de equipamentos, sistemas e métodos que potencializem os recursos hídricos disponíveis ou minimizem o atual estágio de degradação das reservas de água doce no planeta. (SILVA; DOMINGOS, 2007).

O uso de fontes alternativas de suprimento é citado como uma das soluções para o problema de escassez da água. Dentre estas fontes destaca-se o aproveitamento da água da chuva. Esta caracteriza-se por ser uma das soluções mais simples e baratas para preservar a água potável.

Além de ter uma longa história difundida mundialmente, a utilização da água da chuva é aplicada, nos dias atuais, em muitas sociedades modernas, como uma valiosa fonte de água para irrigação, para beber e, mais recentemente, para suprir as demandas de vasos sanitários e de lavagem de roupas (KONIG, 1994 apud ANNECCHINI, 2005).

Em algumas metrópoles brasileiras, como São Paulo e Rio de Janeiro, a coleta da água da chuva tornou-se obrigatória para alguns empreendimentos (ANNECCHINI, 2005).

Em 2014, os Ministérios de Meio Ambiente, de Integração Nacional e de Agricultura, Pecuária e Abastecimento assinaram um acordo de cooperação técnica visando à promoção do uso sustentável dos recursos hídricos no meio rural. Segundo o acordo, as instituições envolvidas deverão desenvolver uma proposta de Política Nacional Integrada de Conservação de Água e Solos. Além disso, a Agência Nacional de Águas (ANA) e os três Ministérios já citados, comprometeram-se a trabalhar conjuntamente na implementação da Política Nacional de Irrigação e do Sistema Nacional de Informações sobre Irrigação. O mesmo acordo também estimula programas conjuntos de incentivo ao uso eficiente da água na agricultura irrigada, atividade que demanda 72% da vazão de água consumida no país (BRASIL, 2014).

A questão do recurso hídrico está sendo bastante evidenciada na mídia brasileira, em detrimento à problemas de escassez da água que está afetando milhões de pessoas em São Paulo, em Minas Gerais e em Pernambuco. É necessário que sejam promovidas estratégias e ações, aliadas à conservação ambiental, que aumentem a segurança hídrica em todas as regiões do nosso país; portanto, verifica-se que se fazem necessários estudos que comprovem a efetividade destas estratégias, a fim de que se possa garantir água – em quantidade e qualidade – a todas as pessoas.

2.2.2 Experiências de Tecnologias Sociais de “Captação de Água Chuva” para usos múltiplos e aplicações para projetos de desenvolvimento sustentável com ênfase na Agroecologia

A Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA) defende que a água é um direito de todos e aponta a necessidade de promover o desenvolvimento sustentável na região semiárida do Nordeste brasileiro tendo como base a boa convivência com o meio ambiente. Para alcançar esses objetivos, a ASA propõe o Programa de Formação e Mobilização social para a Convivência com o semiárido, que abrange dois grandes programas: O Programa Um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC) e o Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2). O primeiro visa garantir a segurança hídrica das famílias, enquanto o segundo orienta-se para assegurar água para a produção de alimentos. Ambos os programas têm implementado tecnologias

simples, de baixo custo e construídas a partir da mobilização da comunidade (SILVEIRA; CORDEIRO, 2010).

Sobre o êxito do Programa Um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC), Costa e Dias (2013) esclarecem que:

O que explicaria, enfim, o sucesso do P1MC? Por um lado, são as próprias características da tecnologia de cisterna. É barata, é simples, é adequada à pequena escala e pode ser facilmente reaplicada. É um sistema eficiente que garante água e contribui para a saúde e dignidade das pessoas que moram no Semiárido. Não elimina os conhecimentos tradicionais – pelo contrário, serve-se deles. A cisterna é construída com materiais disponíveis nas próprias localidades e não tem efeito nocivo sobre o meio ambiente. É, enfim, a materialização de todas as características que se esperaria encontrar em uma tecnologia social. (COSTA E DIAS, 2013, p. 60).

Em diferentes comunidades e municípios do Vale de Jequitinhonha, estado de Minas Gerais, muitos agricultores somaram forças na busca por melhores condições de segurança hídrica e alimentar para suas famílias ao compartilharem um pequeno espaço de terra em torno de um açude com a finalidade de captar e armazenar água da chuva em quantidade suficiente para viabilizar a agricultura. (SISTE et. al., 2010).

A prática da roça comunitária tem um valor pedagógico no sentido de desenvolver a união, a organização e a consciência de grupo, princípios estes também aplicáveis aos açudes comunitários. A captação e o manejo da água da chuva, ao viabilizarem o cultivo de hortas e lavouras comunitárias, incrementam os sistemas de segurança alimentar em comunidades rurais. Essa estratégia vem sendo estimulada e adotada, nos últimos dez anos, por programas e projetos apoiados pelo Fundo Cristão para Crianças junto a diversas associações comunitárias locais, tais como a Associação Municipal de Assistência Infantil (AMAI), em Francisco Badaró, e a Associação Jenipapense de Assistência à Infância (AJENAI), em Jenipapo de Minas (ESTERCI, 1984 apud SISTE et. al., 2010).

Essas organizações têm em comum o compromisso para com a defesa do direito das crianças e famílias que estejam em situação de risco social pela privação, exclusão e/ou vulnerabilidade de terem acesso à alimentação em quantidade e qualidade suficientemente adequadas à satisfação de suas necessidades. (SISTE et. al., 2010).

Em relação à produção ecológica, o abastecimento de é um fator limitante, tendo em vista que os corpos hídricos encontram-se degradados pela ação predadora da agricultura convencional, assim como pelo uso industrial e urbano,

podendo estar contaminados por agrotóxicos, fertilizantes, produtos químicos e esgotos. (COSTA E RUTZ, 2010).

No estado do Rio Grande do Sul, a família Rutz elaborou estratégias de convivência com as estiagens ocorrentes e a construção de reservatórios, para a captação de água nos períodos chuvosos, constitui um importante fator de segurança hídrica para o agroecossistema. A família mantém uma produção diversificada destinada ao autoconsumo, mas também se dedica à produção comercial de leite e de hortaliças, que é toda comercializada no município de Pelotas (RS). Em 2006, a família começou a adotar princípios agroecológicos para orientar as práticas de adubação, tratamento e controle de doenças e insetos, manejo do solo e da água e integração da produção animal e vegetal. O gado leiteiro passou a ser manejado pelo sistema de Pastoreio Racional Voisin (PRV), que consiste na produção de leite (ou carne) à base de pastagens nativas melhoradas e/ou cultivadas por meio do pastoreio direto. A água captada é utilizada na agricultura e na pecuária. (COSTA E RUTZ, 2010).

No município de Pato Branco/ PR, foi realizada uma pesquisa onde se constatou que a coleta e captação da água pluvial tornam-se viável devido à alta pluviosidade local e poucos períodos de estiagem. O estudo foi feito em dois locais: numa residência que instalou um sistema de utilização das águas pluviais, sendo que a água captada passaria a ser utilizada em lavagem de roupas, lavagem de calçadas e do carro e rega do jardim. O outro local é um bloco educacional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, onde a água pluvial captada seria utilizada para os vasos sanitários e mictórios dos banheiros, para a lavagem do bloco e para a rega do jardim. (JABUR et al, 2011).

Em São Paulo, mais precisamente na área 3 do assentamento rural Fazenda Pirituba II, Binotti et al (2013) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar um sistema de captação de água da chuva construído em processo participativo com os agricultores. A água coletada passou a ser utilizada na irrigação, na pecuária e numa oficina existente no assentamento. Os resultados obtidos demonstram que houve empoderamento dos agricultores sobre o sistema de captação de água da chuva construído e que este é viável para a comunidade, apresentando níveis de sustentabilidade nos aspectos ambientais, sociais e econômicos.

2.3 A PROBLEMÁTICA DA ÁGUA NO OESTE DE SANTA CATARINA

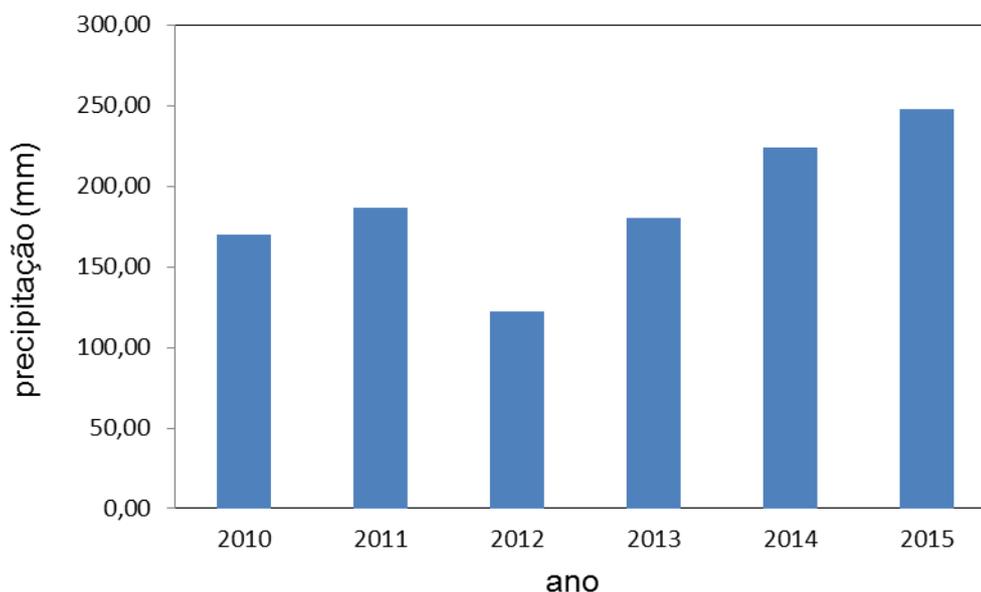
Em um cenário mundial em que as preocupações ambientais tornam-se mais significativas a cada dia, e que tantos problemas já reconhecidos e projeções de problemas futuros soam de forma alarmante em todos os meios de comunicação, o comportamento humano merece especial destaque como promotor da degradação ambiental ou como responsável pela preservação do entorno. Os problemas ambientais têm sua origem na relação entre as pessoas e o ambiente, sendo a ação antrópica a principal responsável pela crise ambiental que se instala e se agrava. (POLLI; KUHNNEN, 2013).

No Oeste de Santa Catarina, os impactos ambientais decorrentes da suinocultura têm aumentando bastante nos últimos anos, principalmente com a adoção do sistema de criação intensiva, na década de 1980. A adoção deste sistema agravou a questão ambiental ligada à atividade, principalmente em decorrência do grande aumento de dejetos gerados pelos suínos e que vem sendo o grande causador da poluição dos solos e dos mananciais de água. (SILVA; BASSI, 2012).

A ocupação da região trouxe inúmeros problemas como o alto grau de desmatamento, a erosão do solo, o assoreamento dos cursos d' água, o uso intenso e não planejado de dejetos de suínos, a utilização de agrotóxicos, a falta de tratamento de esgoto nas cidades, a disposição inadequada do lixo e efluentes industriais. Tais problemas refletiram diretamente na quantidade e principalmente na qualidade das águas superficiais da região. A demanda de água por sua vez aumentou e a água subterrânea passou a ser a alternativa, acarretando um grande crescimento no número de perfurações de poços tubulares. Hoje o desenvolvimento econômico e social da região depende fundamentalmente do recurso hídrico subterrâneo. (FREITAS et al., 2002).

Outro ponto importante é que na região ocorrem secas em tempos não periódicos, como a última em 2012, mais precisamente entre os meses de agosto e setembro. Segundo relatos de agricultores, neste mesmo ano eles passaram até quarenta dias sem água. Na Figura 1, pode-se constatar a redução da pluviosidade no ano de 2012 no município de Chapecó.

Figura 1 – Índice pluviométrico médio do município de Chapecó/ SC – dados de 2010 a 2015.



Fonte: adaptado INMET (2016).

No caso do município de Chapecó, o que se verifica não é a falta de chuva, conforme apresentado na Figura 1, mas a escassez que ocorre em períodos de tempo não definidos, impactando negativamente a produção de alimentos.

Neste aspecto Souza (2013) assevera que:

As famílias não sofrem com indisponibilidade de água, salvo em épocas de estiagem muito crítica, quando é necessário realizar esforços para o racionamento. Desta forma, a maioria das famílias disse já ter passado por épocas em que “quase ficaram sem água”. (SOUZA, 2013, p. 94).

Em fevereiro de 2014, a Rede CONSAGRO desenvolveu o Fórum Oeste-Catarinense da Gestão da Água. Entre diversos pontos discutidos, foram apresentadas as propostas a serem executadas na região de Chapecó, visto que a questão da água foi identificada como um dos pontos críticos na mesma e foram pautadas algumas ações, entre elas: construção de material didático – mapa hídrico de Chapecó; realização de seminários; concurso de desenho e fotografia relacionado à temática água; realização de oficina sobre proteção de fontes; visita à estação de tratamento de esgotos da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento - CASAN (EPAGRI, 2014a).

Souza (2013) salienta que a avaliação dos indicadores relativos ao saneamento rural em Chapecó indica situações de atenção para os agroecossistemas, principalmente no que diz respeito aos recursos hídricos. Segundo a autora, a questão da água foi avaliada com a nota mínima para todas as famílias devido à presença de coliformes termotolerantes e totais em amostras de todos os agroecossistemas e pontua que a concentração de nitrato estava dentro do nível aceitável para todos eles. A autora afirma que a presença de coliformes termotolerantes e totais na água é preocupante, pois pode refletir na saúde da família e também na qualidade e segurança dos alimentos a serem comercializados.

Considerando essas informações, o aproveitamento da água da chuva desempenha importante papel na substituição das fontes de água para consumo, principalmente para usos não potáveis, como irrigação, lavagem de pisos, descargas sanitárias, entre outros. Conforme esclarece CNRH (2010), “tal aproveitamento gera economia de recursos e de energia utilizados para a captação, tratamento e transporte da água dos mananciais de abastecimento para os usuários”, sendo uma alternativa viável e de baixo custo, acessível a toda a população.

2.4 AGROECOLOGIA: HISTÓRICO, CONCEITOS E PRESSUPOSTOS

No século XX, a ecologia consistia principalmente no estudo de sistemas naturais e a agronomia tratava da aplicação de métodos de investigação científica à prática da agricultura. Uma das primeiras ocasiões de união entre estas duas ciências ocorreu no final da década de 1920, com o desenvolvimento do campo da ecologia de cultivos. Na década de 1930, os ecologistas propuseram o termo Agroecologia como a ecologia aplicada à agricultura, no entanto esta área de conhecimento ficou, na prática, para os agrônomos, o que deixou o termo Agroecologia esquecido (GLIESSMAN, 2008).

Conforme Gliessman (2008), no final da década de 1950 houve amadurecimento do conceito de ecossistema, o que resultou em maior interesse na ecologia dos cultivos. Nos anos 1970, os ecologistas passaram a ver os sistemas agrícolas como áreas legítimas de estudos e mais agrônomos viram o valor da perspectiva ecológica, o que resultou no crescimento das bases da Agroecologia. Pelo início dos anos 1980, a Agroecologia emergiu como uma metodologia e uma

estrutura básica conceitual distintas para o estudo de agroecossistemas e ganhou relevância científica no que concerne às críticas ao modelo de desenvolvimento agrícola implantado na maior parte do mundo. Mesmo o termo Agroecologia sendo contemporâneo, suas práticas são tão antigas quanto à própria agricultura. (GLIESSMAN, 2008; MOREIRA, CARMO, 2004; HECHT, 1999).

Para Altieri (2012, p. 104), Agroecologia é definida como a “aplicação dos conceitos e princípios ecológicos para desenhar agroecossistemas sustentáveis”. Altieri (2012) salienta que a proposta da Agroecologia é tornar os agroecossistemas complexos, havendo interações ecológicas e ação simultânea entre seus componentes biológicos; além do que, a Agroecologia estuda de forma holística os agroecossistemas, compreendendo os elementos ambientais e humanos.

Altieri (2004) pontua que:

A Agroecologia fornece uma estrutura metodológica de trabalho para a compreensão mais profunda tanto da natureza dos agroecossistemas como dos princípios segundo o qual eles funcionam. Trata-se de uma nova abordagem que integra os princípios agrônômicos, ecológicos e socioeconômicos à compreensão e avaliação do efeito das tecnologias sobre os sistemas agrícolas e a sociedade como um todo. (...) Uma abordagem agroecológica incentiva os pesquisadores a penetrar no conhecimento e nas técnicas dos agricultores e a desenvolver agroecossistemas com uma dependência mínima de insumos agroquímicos e energéticos externos (ALTIERI, 1987 apud ALTIERI, 2004).

De acordo com Sevilla-Guzmán (2001, p. 35), a Agroecologia propõe “o desenho de métodos de desenvolvimento endógeno para o manejo ecológico dos recursos naturais” e necessita utilizar os elementos de resistência específicos de cada identidade local a fim de potencializar as formas de ação social coletiva, pois estas, segundo o mesmo autor, possuem caráter transformador e que, para isto ocorrer, é necessária uma dinâmica participativa.

Caporal e Costabeber (2002) salientam a Agroecologia como ciência, auxiliando na análise crítica da agricultura convencional e, também, oferece suporte para orientar o manejo e o redesenho de agroecossistemas, na perspectiva da sustentabilidade.

Para Gliessman (2008, p. 56), a Agroecologia é a “aplicação de conceitos e princípios ecológicos no desenho e manejo de agroecossistemas sustentáveis”, proporcionando o conhecimento e a metodologia necessários para o

desenvolvimento de uma agricultura consistente, altamente produtiva e economicamente viável.

Conforme Machado e Machado Filho (2014), a Agroecologia apropria-se dos imensos progressos da Ciência e da Tecnologia dos últimos cinquenta anos que se conformam em técnicas produtivas com a incorporação das questões sociais, políticas, culturais, ambientais, energéticas e éticas; e dispõe dos conhecimentos para superar a monocultura e a quebra da biodiversidade, consequências do agronegócio.

2.5 RELAÇÃO DA TECNOLOGIA SOCIAL E AGROECOLOGIA NA PERSPECTIVA DO DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL

Almeida (2008) afirma que o desafio tecnológico da prática de uma agricultura mais sustentável é que as tecnologias sejam menos agressivas ambientalmente e que mantenham adequada relação entre produção/ produtividade. Segundo o autor:

É necessária uma nova (agri)cultura que concilie processos biológicos e processos geoquímicos e físicos com os processos produtivos, os quais envolvem componentes sociais, políticos, econômicos e culturais. Essa abordagem deve-se basear no conhecimento que se tem hoje do funcionamento dos ecossistemas terrestres: a) o equilíbrio da natureza é extremamente delicado (e instável) e os seres humanos podem modifica-lo de maneira irreversível, pelo menos em termos de escala de vida humana; b) a terra não é um reservatório ilimitado de recursos; c) no longo prazo, a sociedade jamais é indenizada pelos danos ambientais e pelo desperdício de “recursos naturais”, nem em termos econômicos, nem em termos sociais (...). (ALMEIDA, 2008, p.11).

Então fica a questão: como tornar a agricultura mais sustentável no ponto de vista de garantir os ganhos da produtividade agrícola e conciliar com a preservação dos recursos naturais?

Altieri (2004) evidencia que a produção estável somente pode acontecer no contexto de uma organização social que proteja a integridade dos recursos naturais e estimule a interação harmônica entre os seres humanos, o agroecossistema e o ambiente, os quais são pressupostos da Agroecologia.

Sobre desenvolvimento rural, Caporal (2009) afirma que:

É fundamental que se busquem novas abordagens para o enfrentamento dos problemas agrícolas e agrários, uma concepção inclusiva do ser humano no meio ambiente, com estratégias apoiadas em metodologias

participativas, enfoque interdisciplinar e comunicação horizontal (CAPORAL, 2009, p. 76).

Turnes (2004) assevera que de acordo com a realidade do Brasil, o desenvolvimento das regiões rurais deve ser entendido como essencial para a sociedade como um todo e como uma das poucas possibilidades para a superação do quadro de desequilíbrio econômico, social e ambiental que se alastra por todo o país.

Assim, é possível relacionar os fundamentos da Tecnologia Social, Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, que constituem o marco epistêmico em comum, conforme apresentando no Quadro 1.

Quadro 1- Relação entre Tecnologia Social, Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável.

RELAÇÃO ENTRE:	FUNDAMENTOS:
<p>Tecnologia Social Agroecologia Desenvolvimento Rural Sustentável</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Empoderamento dos atores sociais; ✓ Participação direta da população; ✓ Inclusão social; ✓ Melhoria das condições de vida; ✓ Atendimento de necessidades sociais; ✓ Diálogo entre diferentes saberes; ✓ Busca de soluções coletivas; ✓ Marco epistêmico comum: abordagens interdisciplinar, sistêmica e participativa; ✓ Sustentabilidade social, ambiental e econômica.

Fonte: Elaborado pela própria autora.

Baseado em ITS (2004), TSGA (2007), Caporal (2009), Altieri (2004), Sevilla Guzman (2001).

De acordo com o Quadro 1, verifica-se que a perspectiva multidimensional da Agroecologia aponta para uma necessidade de estabelecer enfoques temáticos com transversalidade entre as relações sociais e tecnológicas. A Agroecologia pressupõe o uso de tecnologias diversificadas, com adequação às características locais e à cultura das populações e comunidades rurais que vivem numa dada região ou ecossistema e que irão manejá-las. Já a proposta da TS vai ao encontro de tais pressupostos, contribuindo com o debate ao inserir o papel da tecnologia para a diminuição de desigualdades socioeconômicas e a de promover o desenvolvimento ambiental.

2.6 PROJETO TECNOLOGIAS SOCIAIS PARA A GESTÃO DA ÁGUA (TSGA): APORTES TEÓRICOS E PRÁTICOS - UNIDADES DEMONSTRATIVAS

A Petrobrás, através do Programa Petrobrás Ambiental, patrocina o Projeto TSGA desenvolvido desde 2007 em Santa Catarina de forma conjunta pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), EPAGRI e EMBRAPA. O desenvolvimento deste projeto deve-se à experiência e ao histórico de compromisso destas instituições públicas com tecnologias para a gestão dos recursos hídricos. (TSGA, 2014).

O Projeto TSGA tem como objetivo promover o empoderamento das comunidades em práticas sustentáveis de produção, através da disseminação e implementação de tecnologias sociais com vista ao uso sustentável da água. (TSGA, 2008).

Em 2013, o TSGA, em sua fase II, retoma as atividades buscando colocar em prática fundamentos para a gestão da água apoiada na participação social e no desenvolvimento de tecnologias sociais. Seu objetivo principal é fortalecer o uso sustentável da água através do apoio à capacidade de gestão local em bacias hidrográficas de Santa Catarina, integrado à disseminação e implementação de tecnologias sociais na produção de alimentos e saneamento básico do meio rural. (TSGA, 2014).

O Projeto TSGA é o resultado da integração da experiência de instituições públicas catarinenses sobre tecnologias para o uso sustentável dos recursos hídricos e metodologias de planejamento e gestão de bacias hidrográficas em Santa Catarina, com enfoque em diagnóstico, avaliação, tratamento, prevenção e redução da poluição hídrica, bem em disseminação de modelos e estratégias de conservação da natureza com participação social (CNPSA, 2013).

O Projeto TSGA, visando criar sólidas alternativas na questão da sustentabilidade, implantou diversas Unidades Demonstrativas do Projeto. No município de Braço do Norte/SC, por exemplo, as unidades demonstrativas destinam-se ao tratamento de água, esgoto e resíduos sólidos, a fim de disseminar informações e tecnologias testadas e aprovadas, auxiliando na minimização dos problemas de saneamento básico enfrentados pela região (TSGA, 2007).

No município de Chapecó/SC foram implantadas duas Unidades Demonstrativas de Captação e Aproveitamento de Água da Chuva. Uma no Centro de Treinamento de Chapecó (CETREC – EPAGRI) e outra, numa propriedade familiar.

As Unidades Demonstrativas (UD) servem para demonstração da prática aos produtores pertencentes ao grupo ou técnicos, comunidade ou município do funcionamento da tecnologia em questão. O contato com a tecnologia, prática ou cultura “[...] permite visualizar se uma nova proposta deve ser adotada ou não; dá sustentabilidade à tomada de decisões sobre a adoção, ou não da proposta.” (COELHO, 2005 apud EPAGRI, 2014b). Estas Unidades Demonstrativas objetivam: mostrar à agricultores uma tecnologia já comprovada; fornecer subsídios técnicos, econômicos, ambientais e sociais para que agricultores possam analisar, em uma situação condizente com a sua realidade, os resultados da nova tecnologia; permitir o contato com a tecnologia aos produtores da região e o debate com o produtor que desenvolveu a atividade em sua propriedade (EPAGRI, 2014b). Cabe destacar que as UD, são construídas na perspectiva de adequação continuada às características locais e culturais dos agricultores que farão uso da Tecnologia Social em questão.

2.7 METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE TECNOLOGIAS NUMA PERSPECTIVA SUSTENTÁVEL

2.7.1 Contexto Histórico

Leff (2010) assevera que a problemática ambiental surgiu nas últimas décadas do século XX como uma crise de civilização, questionando a racionalidade econômica e tecnológica dominantes. Segundo o autor, esta crise é percebida como resultado da pressão exercida pelo crescimento da população sobre limitados recursos do planeta. É interpretada como o efeito da acumulação de capital e da maximização da taxa de lucro à curto prazo, que induzem padrões tecnológicos de usos e ritmos de exploração da natureza, bem como formas de consumo, que vêm esgotando as reservas de recursos naturais, degradando a fertilidade dos solos e afetando as condições de regeneração dos ecossistemas naturais.

O Informe Brundtland (1987), intitulado *Nosso Futuro Comum*, propõe o desenvolvimento sustentável, como sendo aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem às suas necessidades. Neste mesmo relatório constam medidas para promover o desenvolvimento sustentável, entre eles, o desenvolvimento de tecnologias para uso de fontes energéticas renováveis e o aumento da produção industrial nos países não industrializados com base em tecnologias ecologicamente adaptadas.

Os principais objetivos de políticas derivados desse conceito de desenvolvimento recomendados pela comissão são os seguintes: retomar o crescimento como condição necessária para erradicar a pobreza; mudar a qualidade do crescimento para torná-lo mais justo, equitativo e menos intensivo em matérias-primas e energia; atender às necessidades humanas essenciais de emprego, alimentação, energia, água e saneamento; manter um nível populacional sustentável; conservar e melhorar a base de recursos; reorientar a tecnologia e administrar os riscos; e incluir o meio ambiente e a economia no processo decisório (BARBIERI, 2011).

Em 1992, no Rio de Janeiro, foi realizada a ECO-92, evento no qual reuniram-se mais de cem chefes de Estado para debater formas de desenvolvimento sustentável, conceito este que fora trabalhado no Informe Brundtland. Durante a ECO-92 foi assinada a Agenda 21, um plano de ações com metas para a melhoria das condições ambientais do planeta (MALUF; ROSA, 2011).

A Agenda 21 salienta a necessidade de desenvolvimento de Indicadores de Sustentabilidade: o capítulo 8 orienta expressamente que os “países devem desenvolver sistemas de monitoramento e avaliação do avanço para o desenvolvimento sustentável” e que devem adotar indicadores que meçam as mudanças nas dimensões econômica, social e ambiental. O capítulo 40 considera que “no desenvolvimento sustentável, cada pessoa é usuário e provedor de informação, considerada em sentido amplo, o que inclui dados, informações, experiências e conhecimentos adequadamente apresentados” (HAMERSCHMIDT, 2008).

Em 2002, o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) desenvolveu edições de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável do Brasil, com informações sobre a realidade brasileira, abordando as dimensões social, econômica, ambiental e institucional. São 50 indicadores que seguem as orientações

da Agenda 21. Estes indicadores pontuam temas como população, equidade, saúde, atmosfera, terra, biodiversidade, padrões de produção e consumo, capacidade institucional, entre outros (IBGE, 2002).

2.7.2 Indicadores

O termo indicador é originário do Latim *indicare*, que significa descobrir, apontar, anunciar, estimar. Os indicadores podem informar acerca do progresso em direção a uma determinada meta, como por exemplo, o desenvolvimento sustentável, mas também podem ser entendidos como um recurso que deixa mais evidenciado uma tendência ou fenômeno que não seja imediatamente detectável (HAMMOND et al, 1995; VAN BELLEN, 2002).

Mitchell (1998) considera que indicadores são ferramentas que permitem a obtenção de informações sobre uma dada realidade e que possuem como principal característica a de poder sintetizar um conjunto complexo de informações, retendo apenas o significado essencial dos aspectos analisados.

As principais funções dos indicadores são avaliação de condições e tendências, comparação entre lugares e situações, avaliação de condições e tendências em relação às metas e aos objetivos, promover informações de advertência e antecipar futuras condições e tendências (TUNSTALL, 1994 apud VAN BELLEN, 2002).

Van Bellen (2002) evidencia que o objetivo principal dos indicadores é o de agregar e quantificar informações de uma maneira que sua significância fique mais visível. Os indicadores simplificam as informações sobre fenômenos complexos tentando melhorar com isso o processo de comunicação.

O autor pontua também que indicadores podem ser quantitativos ou qualitativos, existindo estudiosos que defendem que os indicadores mais adequados para avaliação de experiências de desenvolvimento sustentável deveriam ser mais qualitativos, em função das limitações explícitas ou implícitas que existem em relação a indicadores simplesmente numéricos. Entretanto, em alguns casos, avaliações qualitativas podem ser transformadas numa notação quantitativa.

A combinação de indicadores forma índices, usados com mais frequência em níveis de análise mais agregada (ex. âmbitos regionais e nacionais). Análises fundamentadas em indicadores são necessárias como etapa de produção de informação, sendo esta a base para um adequado processo de tomada de decisão. (SEGNESTAM, 2003).

Com relação às características de um bom indicador são considerados os aspectos da utilidade, viabilidade, simplicidade, confiabilidade, pertinência, validade, sensibilidade, discriminabilidade, abrangência e ética (KLÜCK, 2007).

Verifica-se que os indicadores possibilitam a seleção de relevantes informações, simplificam a quantificação e análise e contribuem para a compreensão da realidade complexa; sendo assim, são importantes para a construção desta pesquisa. Esta é baseada nos parâmetros do ITS e nos pressupostos do Projeto TSGA, sendo que ambas constituem os fundamentos da matriz de avaliação na presente dissertação conforme detalhamento no capítulo sobre metodologia.

2.7.3 Metodologias de utilização de indicadores

Turnes (2004), em seu estudo sobre desenvolvimento local sustentável, utilizou o Sistema DELOS, o qual faz uso de indicadores, tendo como objetivo compreender a dinâmica dos municípios do Nordeste brasileiro com população inferior a 50 mil habitantes, com maior parcela morando e desenvolvendo suas atividades no meio rural.

O autor pontua que é importante refletir sobre as dimensões específicas do desenvolvimento que devem ser “acompanhadas” pelos indicadores, e sobre quais são os critérios fundamentais a se considerar para a elaboração dos mesmos.

Outra metodologia a partir de indicadores foi utilizada pela AS-PTA (Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa), onde o ponto inicial da mesma é a definição do objeto da sistematização, isto é, a seleção de um projeto ou experiência desenvolvido ou vivenciado por uma equipe ou grupo de pessoas. Consideram-se cinco passos nesta metodologia, sendo: a definição do ponto de partida; a delimitação precisa da experiência a ser sistematizada; a descrição do que foi vivenciado e alcançado; a análise crítica; e, por fim, a redação ou edição das

informações e análises efetuados visando o registro e a disseminação dos conhecimentos gerados (CHAVEZ-TAFUR, 2007).

Após ordenar as informações e as opiniões dos envolvidos na experiência, estas são inseridas em forma de matrizes ou tabelas e, a partir de cada parâmetro, será identificado um conjunto de indicadores que servirá para avaliar detalhadamente, ajudando a explicar os aspectos mais relevantes de cada um dos critérios de análise (CHAVEZ-TAFUR, 2007).

Van Bellen (2002), em seu estudo sobre indicadores de sustentabilidade, evidencia que o objetivo principal da mensuração é auxiliar os tomadores de decisão na avaliação de seu desempenho em relação aos objetivos estabelecidos, fornecendo bases para o planejamento de futuras ações. Para isto, estes atores necessitam ferramentas que conectem atividades passadas e presentes com as metas futuras, e os indicadores são o elemento central destas ferramentas. O autor pontua que essas medidas são úteis por várias razões:

- 1) Auxiliam os tomadores de decisão a compreender melhor, em termos operacionais, o que o conceito de desenvolvimento sustentável significa, funcionando como ferramentas de explicação pedagógicas e educacionais;
- 2) Auxiliam na escolha de alternativas políticas, direcionando para metas relativas à sustentabilidade. As ferramentas fornecem um senso de direção para os tomadores de decisão e, quando escolhem entre alternativas de ação, funcionam como ferramentas de planejamento;
- 3) Avaliam o grau de sucesso no alcance das metas estabelecidas referentes ao desenvolvimento sustentável, sendo estas medidas ferramentas de avaliação.

Outro método que utiliza indicadores é o PSR (Pressão Estado Resposta), o qual ajuda a identificar e compreender os processos envolvidos na interação entre o ambiente e a produção agropecuária. Este método focaliza primeiro as atividades humanas que criam pressão, as quais dizem respeito aos animais e às culturas agrícolas e aos respectivos processos relacionados. Essas atividades criam pressões positivas ou negativas, as quais modificam a qualidade e a quantidade dos recursos naturais renováveis e dos não renováveis. Informações sobre o estado desses recursos, melhorados ou enfraquecidos de acordo com os valores ambientais da sociedade em um determinado momento, conduz a uma resposta da sociedade, através de políticas ambientais, econômicas e setoriais. Além disso, as ligações entre esses três grandes componentes do modelo PSR são informações

que ligam pressão e resposta, estado e pressão e estado e resposta. Esse mecanismo de *feedback* permite a oportunidade de melhor entender as consequências das intervenções políticas e tecnológicas.

O método MESMIS (*Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad*) também é uma referência no que concerne à utilização de indicadores.

Este método, conforme pontua Verona (2008), segue alguns aspectos básicos, como a necessidade de observar os atributos de sustentabilidade, entendimento detalhado dos agroecossistemas em estudo e busca de conhecimento dos pontos críticos. Desta maneira podem ser selecionados com êxito os indicadores de sustentabilidade, abordando as dinâmicas socioeconômicas e ambientais.

De acordo com Maser, Astier e López-Ridaura (2000), o método MESMIS tem enfoque participativo, interdisciplinar e sistêmico; por isso, permite entender a sustentabilidade de maneira integral, fazendo a relação entre processos ambientais com âmbito socioeconômico.

Esta metodologia prevê um ciclo de avaliação que compreende os seguintes elementos ou passos: determinação do objeto de estudo; determinação de pontos críticos; seleção de indicadores (dimensões econômica, ambiental e social); mensuração e monitoramento; apresentação e integração dos resultados; conclusão e recomendações (MASERA, ASTIER; LÓPEZ-RIDAURA, 2000).

Em relação aos indicadores econômicos, destacam-se os métodos quantitativos de avaliação de projetos de investimentos referentes ao valor presente líquido (VPL), à Taxa Interna de Retorno (TIR) e ao *payback* simples.

O VPL corresponde a diferença entre os valores atuais das entradas e saídas líquidas do fluxo de caixa, relativos ao investimento líquido, correspondendo a uma quantificação dos benefícios adicionais provocados pela proposta de investimento. (BRAGA, 2011).

Segundo Samanez (2007), o VPL calcula-se a partir da diferença do valor presente das receitas menos o valor presente dos custos, conforme a Equação 1:

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{F_{ct}}{(1+k)^t} , \quad (1)$$

onde F_{ct} corresponde ao fluxo de caixa líquido do projeto, t ao período, k à taxa de desconto e I ao investimento inicial.

A partir do resultado do VPL, pode-se classificar o projeto como viável, para um VPL maior que zero, ou inviável, para um VPL menor do que zero.

A TIR representa a taxa de rentabilidade periódica de determinado investimento, a qual corresponde à taxa de desconto que busca igualar o valor atual das entradas líquidas ao valor atual dos desembolsos relativos ao investimento líquido (BRAGA, 2011).

De acordo com Puccini (2011), calcula-se a TIR através da Equação 2:

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{F_{ct}}{(1+k_{TIR})^t} = 0 \quad , \quad (2)$$

onde k_{TIR} representa a taxa interna de retorno.

Para definir se o investimento em determinado projeto é economicamente atrativo, tem-se que a TIR deve ser superior a uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA), a qual para pequenos investimentos considera-se igual a remuneração de caderneta de poupança em pequenos investimentos. (KUHLEN, 2006)

Através do método *payback* simples, denominado de prazo de retorno, busca-se determinar o tempo necessário para recuperar o investimento inicial em determinado projeto (BRAGA, 2011).

Segundo Sanvicente (2011), o *payback* nos fornece o período de recuperação do investimento, isto é, o número de anos ou meses necessários para que se recupere o desembolso correspondente ao investimento inicial.

De acordo com Ciciliato (2006) o cálculo do *payback* realiza-se partir da Equação (3):

$$Payback = \frac{\text{Valor Atual do investimento líquido}}{\text{Valor atual das entradas líquidas de caixa}} \quad (3)$$

Binotti (2012) afirma que para estudar a viabilidade econômica de um sistema de captação de água de chuva para 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.

O autor ressalta 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. Em relação ao *payback*, o autor o classifica da seguinte forma: até 1 ano: rápido retorno do investimento; até 5 anos: moderado retorno; e até 20 anos: lento retorno financeiro.

Ferraz e Silva (2015) analisaram a viabilidade de implantação de um sistema compacto de captação e tratamento de água proveniente de chuvas e de atividades caseiras comuns, como banhos e lavagens de roupas. De acordo com seus resultados, observou-se que uma redução de 50% na conta de água residencial da concessionária para um consumo mínimo de 11 m³/mês de água utilizada, tem-se o *payback* aproximadamente igual a 54 meses. No entanto, para um consumo entre de 26 a 40 m³/mês, o tempo de retorno reduz para um período inferior a um ano.

Em Pereira, Pasqualetto e Minami (2008) encontra-se um estudo de viabilidade econômica e ambiental da implantação de um sistema de captação e aproveitamento de água pluvial numa edificação com 100 m² de cobertura, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2- Retorno de investimento de captação e aproveitamento de água pluvial.

Faixas de Redução do Consumo/(m³/mês)	Total Economizado/ano	Retorno do Investimento em anos
1 a 10	534,04	6,71
11 a 15	605,14	5,92
16 a 20	690,46	5,19
21 a 25	782,10	4,58
26 a 30	887,96	4,04
31 a 40	1006,46	3,56
41 a 50	1143,92	3,13
Acima de 50	1297,18	2,76

Fonte: Pereira, Pasqualetto e Minami (2008).

De acordo com o Quadro 2 observa-se que o tempo de retorno do investimento inicial diminui com o aumento do volume de água pluvial captada e reaproveitada, sendo esta medida igual à faixa de redução no consumo de água fornecida pela concessionária. Desta forma, quanto maior for o uso da água pluvial captada, menor será tempo para o retorno do investimento inicial.

Fernandes, Medeiros Neto e Mattos (2007) também realizaram análise de viabilidade de um sistema de captação de água da chuva no estado do Rio Grande do Norte utilizando o método do valor presente líquido (VPL), onde observou-se que o uso da cisterna torna o projeto viável economicamente em relação ao uso da água fornecida pela concessionária.

Para avaliar o sistema de captação de água da chuva nas dimensões ambiental, social e econômica, foram utilizados os fundamentos teóricos dos indicadores para a construção da matriz de avaliação da TS em pauta.

2.8 PESQUISAS REALIZADAS COM SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA

Existem algumas pesquisas sobre sistemas de captação de água da chuva, como, por exemplo, os estudos de Anecchini (2005), Marinoski (2007), Camargo e Mendes (2013), Weierbacher (2008) e Binotti et al (2013). Vale salientar que a maioria dos estudos sobre a temática são relacionados ao semiárido nordestino. As pesquisas em outras regiões do país têm como enfoque, em sua grande maioria, as áreas urbanas.

Anecchini (2005), em sua pesquisa na cidade de Vitória, analisou o volume ideal de eliminação de primeira chuva na cisterna. Para isso foram escolhidos três valores a serem descartados; os valores correspondentes foram de um volume de descarte pequeno, médio e grande, sendo eles 0,5, 1,0 e 1,5 mm de primeira chuva, analisando diversos parâmetros físicos, químicos e biológicos.

Em um estudo sobre a viabilidade de implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em Florianópolis, Marinoski (2007) fez uma verificação do potencial de economia de água potável que poderia ser gerada. Através de um levantamento de usos finais de água na edificação, foi estimado o volume de água necessário para suprir os consumos de água para usos não potáveis. Depois foi feito o dimensionamento do reservatório de água pluvial e

então foi feita a análise econômica para a determinação da viabilidade de implantação do sistema.

Camargo e Mendes (2013) fizeram estudo sobre captação de água pluvial em São Paulo. Os resultados obtidos demonstraram que é possível economizar até 175 m³ de água fornecida pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), sendo que o retorno do investimento será recuperado ao longo de 13 meses após a implantação do projeto.

No Rio Grande do Sul foi feito um estudo sobre captação e aproveitamento de água da chuva feito por Weierbacher (2008). Através de levantamento e análise dos dados pluviométricos, previsão de consumo de água, análise dos pontos para a coleta de água da chuva, demanda de água da chuva, dimensionamento do reservatório e custo da obra, o autor constatou que há viabilidade técnica na instalação do sistema analisado.

Binotti et al (2013) fizeram uma análise interdisciplinar no que concerne à sistema de captação de água da chuva em São Paulo. Nesse estudo foi avaliada a qualidade da água da chuva da cisterna, a percepção e utilização do sistema pelos agricultores e a viabilidade econômica do sistema.

Foi realizada análise de água nos diversos parâmetros físicos, químicos e biológicos. A percepção dos agricultores sobre o sistema envolveu a consideração sobre a importância deste para a comunidade. Quanto à utilização levantou-se o uso da água da cisterna e do sistema de descarte das primeiras águas de chuva. Para avaliação econômica do sistema de captação de água da chuva construído foi utilizado o método do valor presente líquido (VPL), que demonstra a viabilidade econômica de um empreendimento. A pesquisa revelou que a qualidade da água da cisterna apresentou-se em conformidade com o uso atual e possíveis usos futuros, que a comunidade empoderou-se da tecnologia em questão e que o sistema é economicamente favorável, trazendo economias para os agricultores com recuperação do investimento em um ano. (BINOTTI ET AL, 2013).

Em função dos estudos citados nesta seção, referentes às pesquisas realizadas com sistemas de captação de água da chuva, observa-se que a região sul do Brasil encontra-se com um número pequeno de análises em relação às regiões do semiárido brasileiro e áreas urbanas. Além disso, existe uma demanda em nível de pesquisa no que concerne o avanço no desenvolvimento de metodologias que sejam capazes de avaliar a utilização de tecnologias sociais.

Neste sentido, o desenvolvimento deste trabalho contribuirá de forma significativa no desenvolvimento de uma metodologia, a partir da qual permite avaliar a utilização, limites e potencialidades da tecnologia social de captação de água da chuva. Os pressupostos considerados na elaboração desta metodologia encontrar-se-ão de acordo com os do TSGA, sendo a efetividade, a viabilidade e a simplicidade.

Ainda de acordo com Binotti (2012), 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.

O autor ressalta 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.

A partir desta problemática em nível de pesquisa, na próxima seção serão apresentados os materiais e métodos para que se possa avaliar a tecnologia social “captação de água da chuva” em unidades de uso múltiplo numa perspectiva agroecológica.

3 METODOLOGIA

3.1 LOCAIS DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA

Para poder avaliar a tecnologia social de captação de água da chuva em unidades de uso múltiplo numa perspectiva agroecológica, a pesquisa foi realizada a partir de um estudo de caso em quatro unidades demonstrativas de captação de água da chuva, sendo três vinculadas ao Projeto TSGA, localizadas no estado de Santa Catarina, e uma no estado do Paraná não vinculada ao Projeto, mas que serviu de suporte para a avaliação, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Localização das Unidades Demonstrativas.



Fonte: Google Maps
Nota: Adaptado.

A partir da Figura 2, observa-se que, no município de Chapecó, localizado no Oeste de Santa Catarina, foram escolhidos dois locais para que fossem feitas as avaliações das Unidades Demonstrativas de captação de água da chuva. Os locais de realização desta pesquisa são uma propriedade com agricultura familiar, localizada na comunidade Rodeio Bonito e o Centro de Treinamento de Chapecó (CETREC) da EPAGRI, localizado no Distrito de Marechal Bormann, S/N.

No CETREC, há uma Unidade Demonstrativa do Projeto Tecnologias Sociais para a Gestão da Água (TSGA), financiada pela Petrobras Ambiental, onde é realizado o armazenamento de água da chuva para uso em horta de produção orgânica, para fim didático, onde tem-se o objetivo de apresentar a tecnologia social

de captação de água da chuva para os participantes dos cursos realizados neste local.

Conforme apresentado na Figura 2, no município de São João do Sul, na Vila Gabriel, localizado na região sul de Santa Catarina, foi realizado numa propriedade de agricultura familiar um estudo de identificação do sistema de captação de água da chuva em funcionamento, para a produção de hortaliças numa perspectiva agroecológica.

No município de Nova Laranjeiras, localizado na região centro sul do estado do Paraná, conforme apresentado na Figura 2, foi realizado um estudo de identificação do uso e limites do sistema de captação de água da chuva instalado em um colégio estadual rural.

O Quadro 3 representa as Unidades Demonstrativas e as siglas que são utilizadas em todo o capítulo dos resultados e discussão.

Quadro 3 - Unidades demonstrativas.

UNIDADE DEMONSTRATIVA	SIGLA	LOCAL
FAMÍLIA AGRICULTORA	U1	CHAPECÓ/ SC
FAMÍLIA AGRICULTORA	U2	SÃO JOÃO DO SUL/ SC
CENTRO DE TREINAMENTO	U3	CHAPECÓ/ SC
COLÉGIO ESTADUAL RURAL	U4	NOVA LARANJEIRAS/ PR

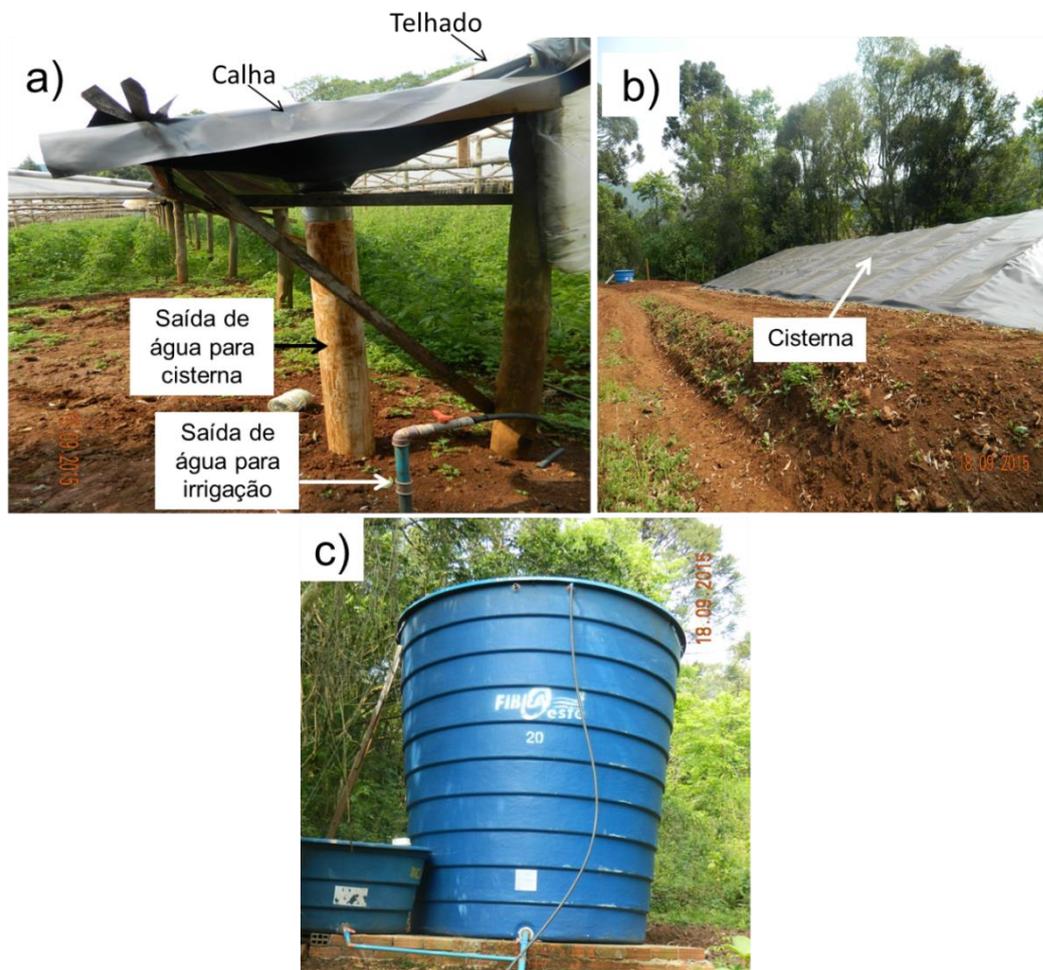
Fonte: Elaborado pela própria autora.

Na unidade demonstrativa U1, fundamentada na agricultura familiar, tem-se uma área total igual a 20 ha, sendo destinado 2 ha ao cultivo agroecológico de hortaliças. De forma geral são cultivados alface, morango, rúcula, almeirão, tomate, feijão vagem e bergamota, laranja, bem como produzidos queijo e vinho, os quais são comercializados em mercados, na feira orgânica da cidade e, também, diretamente ao consumidor.

Através de recursos do Projeto TSGA e da própria família agricultora, em 2015, foram construídas quatro estufas, uma cisterna e o sistema de distribuição de

água da chuva captada para o plantio de hortaliças numa perspectiva agroecológica, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 - Sistema de captação e distribuição de água da chuva da U1.



Fonte: Elaborado pela própria autora.

De acordo com a Figura 3a, tem-se representado o mecanismo de captação de água da chuva, onde a mesma escoava através do telhado de plástico da estufa até uma calha, sendo a mesma construída a partir de lona de espessura igual a 12 mm. Após ser coletada, a água é conduzida através do cano de saída de 100 mm para a cisterna representada na Figura 3b, com capacidade máxima igual a 300 m³. Para que ocorra a irrigação para as hortaliças é realizado um sistema de recalque da água estocada na cisterna para uma caixa de água de capacidade igual a 20.000 L, conforme apresentado na Figura 3c.

Em relação à qualidade da água que abastece a U1, foi constatado que a mesma não apresenta boa qualidade, conforme pesquisa realizada pela EPAGRI e

que, em 2012, ocorreu um período de seca, devido à estiagem por 40 dias, onde os cultivos foram prejudicados e, conseqüentemente, a renda familiar foi desestabilizada. Por estes motivos, a U1 apresentou interesse em montar um sistema de captação de água da chuva, visando a qualidade da mesma e, num extremo climático, ter água suficiente para manter sua produção.

No município de São João do Sul, localizado no Sul catarinense, foi instalado um sistema de captação de água da chuva numa propriedade de agricultores familiares (U2) através da ação estabelecida entre o Projeto TSGA, prefeitura municipal e a própria família. Antes de se tornarem produtores orgânicos de frutas e hortaliças certificados pela Rede Ecovida, a produção era fundamentada na monocultura do fumo.

Na unidade U2, antes da instalação do sistema de captação de água da chuva, a água utilizada para a irrigação era proveniente de uma ponteira (haste perfurada no solo através da qual retira-se água com bomba de sucção) e, em épocas de estiagem, também do açude. Após a implantação do sistema de captação de água da chuva, a família relata que a principal vantagem em se ter uma cisterna, conforme ilustrado na Figura 4, é, principalmente em períodos de seca, ter-se uma reserva de água, a qual oferece maior segurança à família.

Figura 4 - Sistema de captação e distribuição de água da chuva da U2.



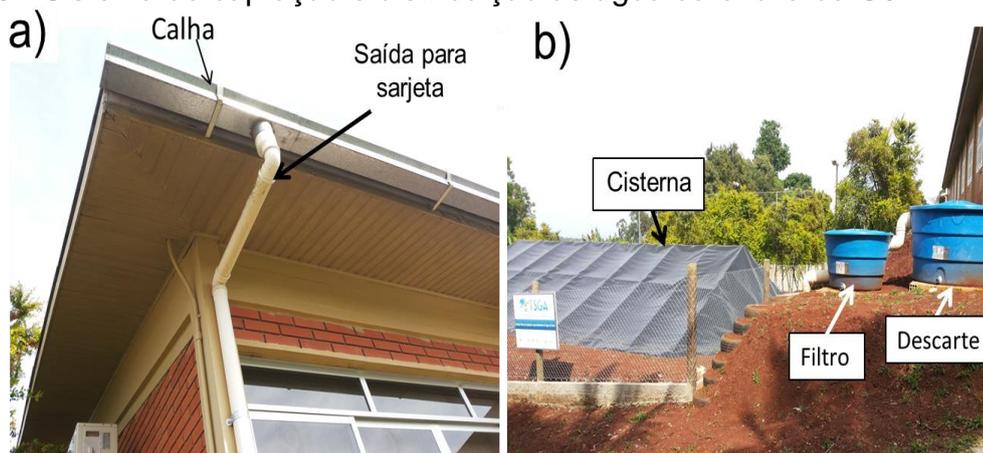
Fonte: Elaborado pela própria autora.

Na Figura 4, a água da chuva é captada através do telhado de fibrocimento, no barracão da U2, escoando até a calha de alumínio. Através dos canos PVC de 100 mm de diâmetro, a água passa através do filtro, a fim de reter os particulados sólidos, e é armazenada na cisterna, a qual possui um volume máximo igual 10.000L. Devido ao processo de descarte e filtração realizado, tem-se que somente 80% da capacidade máxima da cisterna é utilizado para a irrigação.

Na U2, a área destinada ao cultivo de diversas hortaliças é igual a 2,5 ha, de um total de 3 ha, sendo, por exemplo, abóbora, alface, batata doce, berinjela, beterraba, brócolis, cebola, cenoura, chicória, couve flor, feijão vagem, pepino, pimentão, rabanete, repolho, salsa e tomate. A forma de comercialização das hortaliças ocorre de duas formas, sendo a primeira quando os consumidores vão à propriedade e a segunda, quando os agricultores vão às residências nas áreas rural e urbana.

Na U3, conforme apresentado na Figura 5, financiada pela Petrobras Ambiental, onde é feito o armazenamento de água da chuva para uso em horta de produção orgânica, para fim didático, onde tem-se o objetivo de apresentar a tecnologia social de captação de água da chuva para os participantes dos cursos realizados neste local.

Figura 5 - Sistema de captação e distribuição de água da chuva da U3.



Fonte: Elaborado pela própria autora.

De acordo com a Figura 5a, inicialmente tem-se a captação da água da chuva através do telhado de fibrocimento das construções da U3, onde, através da calha de alumínio e a tubulação de PCV de 200 mm de diâmetro, a água é conduzida até uma sarjeta localizada na calçada da edificação. Após esta etapa, a água passa por

uma caixa de descarte, com volume igual a 2 m³, e um filtro composto somente por brita, sendo armazenada na cisterna de capacidade igual a 250 m³, conforme ilustrado na Figura 5b. A água uma vez armazenada na cisterna é, posteriormente, bombeada para uma caixa de água para irrigar o cultivo de alface, de linhaça, de nabo forrageiro, de batata doce, de plantas medicinais, de pêsego, de mamão, entre outros. Estes alimentos são utilizados para o almoço dos funcionários e dos visitantes e com o que sobra dos alimentos é feita compostagem laminar para ser utilizado na horta.

Na Unidade U4, existia o problema de faltar água no colégio. Em detrimento disso, em 2013, diretoria e professores planejaram um sistema de captação de água da chuva para que esta fosse utilizada na limpeza da instituição. Através de Programas Federais foi obtida verba para a construção do sistema, sendo que este ficou pronto em outubro de 2014, sendo que seu funcionamento iniciou em 2015. De acordo com o diretor da escola, um docente do colégio e um engenheiro do município de Nova Laranjeiras/ PR foram os principais responsáveis por planejar este sistema. Professores e alunos participaram da construção deste sistema e o engenheiro auxiliou na parte elétrica do mesmo. No caso, a U4 pretende implantar outro sistema de captação de água da chuva para irrigar uma futura horta.

3.2 TIPO DE PESQUISA

Gonsalves (2007) estabelece quatro aspectos a partir dos quais uma pesquisa científica pode ser classificada: quanto aos objetivos, quanto aos procedimentos de coleta, quanto às fontes de informação e quanto à natureza dos dados. Por sua vez, Silveira e Córdova (2009) classificam as pesquisa quanto à abordagem, natureza, objetivos e procedimentos.

Quanto aos objetivos, o presente trabalho situa-se nas categorias de pesquisa exploratória, descritiva e explicativa. Pesquisas exploratórias possuem a finalidade básica de desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias para a formulação de abordagens posteriores. Esse tipo de pesquisa oferece dados elementares que dão suporte para a realização de estudos mais aprofundados sobre o tema (GIL, 1991; GONSALVES, 2007).

Quanto aos procedimentos de coleta, para a realização do presente estudo faz-se necessário pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e levantamento de

dados. Ainda quanto a este quesito, de acordo com Silveira e Córdova (2009) o trabalho caracteriza-se como sendo pesquisa-ação e estudo de caso.

Thiollent (2005) afirma que a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

Segundo Lakatos e Marconi (2007) a pesquisa documental corresponde à coleta de dados oriundos de documentos, que podem ser arquivos públicos e particulares, fontes estatísticas, fotografias. Para a pesquisa foram utilizados dados e informações dos documentos do Projeto TSGA e do ITS.

Gonsalves (2007) denomina pesquisa de campo como o tipo de pesquisa que pretende buscar a informação diretamente com a população pesquisada, onde o pesquisador precisa ir ao espaço onde o fenômeno ocorre – ou ocorreu – e reunir um conjunto de informações a serem documentadas.

Quanto à natureza o presente trabalho constitui-se em pesquisa aplicada, a qual, segundo Silveira e Córdova (2009), objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais. Finalmente, ainda segundo estes autores, a presente pesquisa quanto à sua abordagem é do tipo qualitativo e quantitativo: a característica qualitativa permite o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização; o aspecto quantitativo deriva do uso de dados escolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados. Destacam ainda que a utilização conjunta da pesquisa qualitativa e quantitativa permite recolher mais informações do que se poderia conseguir isoladamente.

No Quadro 4 seguem as informações para melhor visualização no que concerne ao tipo de pesquisa que está sendo utilizado neste trabalho.

Quadro 4 – Resumo do tipo de pesquisa.

Quanto aos objetivos	Pesquisa exploratória, descritiva e explicativa.
Quanto ao procedimento de coleta de dados	Pesquisa bibliográfica, documental, pesquisa de campo, pesquisa ação e estudo de caso.
Quanto à natureza	Pesquisa aplicada.
Quanto à abordagem	Pesquisa qualitativa e quantitativa.

Fonte: Elaborado pela própria autora.

Nota: Adaptado de Gonsalves (2007) e Silveira e Córdova (2009).

No procedimento de coleta de dados foi utilizado modelo de entrevista semiestruturada, conforme apresentado no Apêndice A, realizada com os atores sociais das Unidades demonstrativas e os coordenadores do Projeto TSGA, pois é o que melhor se adequa aos objetivos desta pesquisa, pois a entrevista é guiada por uma relação de pontos de interesse que o pesquisador vai explorar ao longo do seu andamento.

As metodologias adotadas neste projeto vinculam-se aos fundamentos da Agroecologia e das Tecnologias Sociais, pois requerem abordagens sistêmica, interdisciplinar e participativa. O diálogo de saberes abre o campo do possível na construção de um futuro sustentável; o olhar interdisciplinar e sistêmico, guiadas por uma visão global, fortalecem um paradigma ecológico e um pensamento complexo. A necessidade de preservação e de regeneração da base de recursos naturais exige uma busca ativa de novas abordagens para a pesquisa agrícola e o manejo de recursos. Os princípios agroecológicos e a abordagem participativa fazem parte de estratégia de desenvolvimento agrícola sustentável para a preservação do meio ambiente (LEFF, 2012; ALTIERI, 2012).

3.3 MATRIZ DE AVALIAÇÃO

A proposta deste estudo é de avaliar a Tecnologia Social Captação de Água da Chuva em unidades de usos múltiplos numa perspectiva agroecológica. Para que se possa fazer essa avaliação é necessária uma abordagem interdisciplinar para que os aspectos tecnológicos, ambientais, sociais e econômicos, desta Tecnologia Social, possam ser contemplados.

Para a elaboração da matriz de avaliação, conforme apresentado no Quadro 5, utilizou-se os pressupostos das Tecnologias Sociais (TS) abordados pelo Instituto de Tecnologia Social (ITS), o qual apresenta os seguintes parâmetros (ITS, 2004):

- a) Quanto às demandas sociais da comunidade;
- b) Quanto à tomada de decisão a partir da mobilização e participação da comunidade;
- c) Quanto à apropriação e aprendizagem por parte dos atores sociais;
- d) Quanto à sistemática de planejamento participativo do trabalho;
- e) Quanto à construção de conhecimentos a partir da relação teoria/ prática;
- f) Quanto à sustentabilidade econômica, social, ambiental e tecnológica;
- g) Quanto à reaplicabilidade.

Quadro 5 - Matriz de avaliação da Tecnologia Social de captação de água da chuva.

PARÂMETROS	INDICADORES	COMO AVALIAR
1. Quanto às demandas sociais da comunidade;	- Escassez de água: aspectos quantitativos e qualitativos;	✓ Questionário aplicado junto a atores sociais (agricultores, técnicos, estudantes); ✓ Entrevistas com coordenadores do Projeto TSGA.
2. Quanto à tomada de decisão a partir da mobilização e participação da comunidade;	- Organização e participação da comunidade para a construção do sistema de captação de água da chuva;	✓ Questionário aplicado junto a atores sociais (agricultores, técnicos, estudantes); ✓ Entrevistas com participantes do Fórum Oeste-Catarinense de Gestão da Água.
3. Quanto à apropriação e aprendizagem por parte dos atores sociais;	- Apropriação e aprendizagem da tecnologia social captação de água da chuva;	✓ Questionário e entrevistas com família de agricultores e visitantes ao CETREC.
4. Quanto à sistemática de planejamento participativo do trabalho;	- Planejamento do sistema de captação de água da chuva com a comunidade;	✓ Questionário e entrevistas com família de agricultores e aos técnicos.
5. Quanto à construção de conhecimentos a partir da relação teoria/ prática;	- Conhecimento sobre o sistema de captação de água da chuva; - Adaptação do sistema de captação de água da chuva;	✓ Questionário e entrevistas com família de agricultores e técnicos.

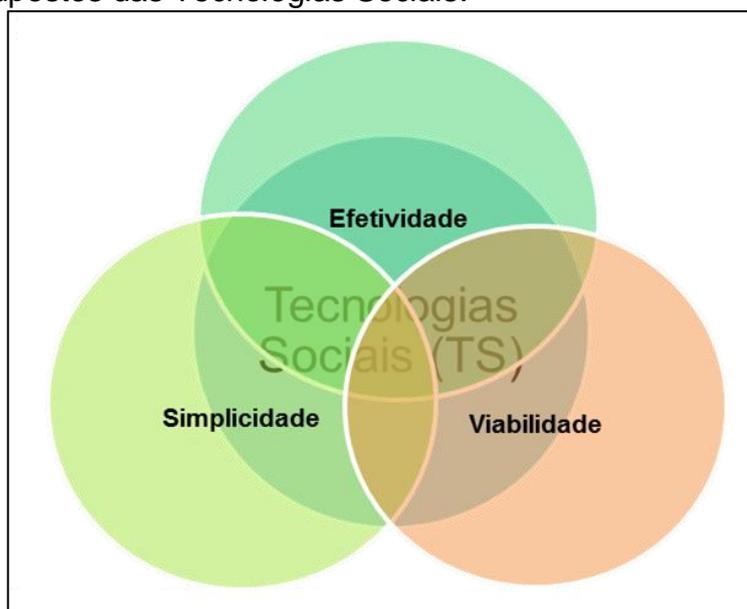
6. Quanto à sustentabilidade econômica e ambiental.	- Aspectos econômicos e ambientais da TS;	✓ Viabilidade econômica do sistema de captação de água considerando dados de produção e produtividade; ✓ Elementos: VPL; TIR; <i>payback</i> . ✓ Aspectos qualitativos e quantitativos da água utilizada.
7. Quanto à reaplicabilidade (aperfeiçoamento e multiplicação).	- Difusão do sistema de captação de água da chuva.	✓ Entrevistas e questionário aplicado à família de agricultores, aos vizinhos da família e ao CETREC.

Fonte: Elaborado pela própria autora.

Nota: Adaptado de ITS (2004).

A partir dos parâmetros e indicadores apresentados no Quadro 5, para avaliar a TS de captação de água da chuva, foram considerados também os pressupostos do Projeto TSGA, sendo a efetividade, a simplicidade e a viabilidade, conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 6- Pressupostos das Tecnologias Sociais.



Fonte: TSGA (2007)

Nota: Adaptado pela própria autora.

Conforme apresentado na Figura 6, a efetividade das Tecnologias Sociais é no sentido de ser “eficiente no processo, eficaz nos resultados e efetivo na gestão local”; a viabilidade é no aspecto de ser “viável nas dimensões cultural, tecnológica e econômica”; e a simplicidade é conforme acepção de ser “simples de entender, de fazer e de ensinar”. (TSGA, 2007).

A partir da matriz de avaliação, conforme apresentado no Quadro 5, para analisar os indicadores de avaliação da TS da captação de água da chuva, elaborou-se uma tabela numérica equivalente às respostas qualitativas obtidas nas unidades demonstrativas, conforme apresentado na Tabela 1, onde realizou-se, posteriormente a análise gráfica dos resultados.

Tabela 1 - Conversão dos resultados qualitativos em quantitativos para os indicadores de avaliação da Tecnologia Social de captação de água da chuva.

Resultados qualitativos nas unidades demonstrativas para os indicadores de avaliação da TS	Nota
Não satisfatório	1
Parcialmente satisfatório	2
Plenamente satisfatório	3

Fonte: Elaborado pela própria autora.

Conforme apresentado na Tabela 1, a atribuição da nota encontra-se vinculada ao resultado qualitativo obtido em cada unidade demonstrativa a ser pesquisada. Existem relevantes pesquisas na área da sustentabilidade que trabalham com escalas de 1 a 3, por exemplo Verona (2008) e Souza (2013). No entanto, se faz necessário estabelecer os critérios de qualificação e quantificação para cada indicador apresentado no Quadro 5.

No laboratório de análise de águas da EPAGRI no município de Chapecó - SC foram realizados os testes de qualidade das amostras de água das cisternas referentes à esta pesquisa, sendo utilizados os seguintes parâmetros de avaliação: condutividade elétrica, cor aparente, fluoreto, pH, turbidez, alcalinidade total, alcalinidade de hidróxidos, alcalinidade de carbonatos, alcalinidade de bicarbonatos, cloreto, dureza, Coliformes Totais e Escherichia Coli. Para estes dois últimos, foi utilizado um kit de análise reconhecido pelo *Standard Methods for Examination for Water and Wastewater*, denominado Colilert®.

Em relação à qualidade da água captada, de acordo com *Group Raindrops* (2002) *apud* Oliveira (2005), pode-se separar o uso da água em quatro grupos, onde para cada grupo tem-se uma específica necessidade de tratamento. Para o uso da água pluvial para irrigação é necessário realizar tratamento para manter os equipamentos em boas condições. Segundo Binotti (2012) a qualidade da água da cisterna deve-se encontrar de acordo com os padrões de potabilidade estabelecidos por Brasil (2004). Neste sentido, tem-se especificado na Tabela 2 o critério de qualificação e quantificação do indicador qualidade de água.

Tabela 2 - Conversão dos resultados qualitativos em quantitativos para o indicador qualidade de água captada.

Resultado da qualidade da água captada	Nota
Presença de coliformes termotolerantes ou totais ou concentração de nitrato (N-NO ₃) acima de 10mg/L.	1
Presença somente de coliformes termotolerantes ou totais.	2
Ausência de coliformes termotolerantes ou totais e concentração de nitrato (N-NO ₃) abaixo de 10mg/L.	3

Fonte: Elaborado pela própria autora.

De acordo com a Tabela 2, considera-se como critério parcialmente satisfatório de qualidade da água captada quando nos resultados laboratoriais indicarem a presença somente de coliformes termotolerantes ou totais. Neste caso, segundo LIMA (2015), a solução deste problema encontra-se associada à proteção sanitária da cisterna.

No que se refere à disponibilidade de água, considera-se que a quantidade de água captada atende as necessidades hídricas dos cultivos realizados nas unidades demonstrativas, oferecendo, desta forma, suporte para a soberania hídrica e torna a disponibilidade de água mais segura e permanente. (BINOTTI, 2012). Desta forma, na Tabela 3 encontra-se o critério de qualificação e quantificação do indicador disponibilidade de água.

Tabela 3 - Conversão dos resultados qualitativos em quantitativos para o indicador disponibilidade de água captada.

Resultado da disponibilidade de água	Nota
A quantidade de água captada foi insuficiente para irrigar a produção.	1
A quantidade de água captada foi parcialmente suficiente para irrigar a produção.	2
A quantidade de água captada foi suficiente para irrigar a produção e a cisterna sempre permanece com reserva de água.	3

Fonte: Elaborado pela própria autora.

Conforme apresentado na Tabela 3, o resultado de a disponibilidade de água encontra-se relacionada à quantidade de água da chuva captada, sendo a mesma destinada para irrigar a produção de hortaliças nas unidades demonstrativas localizadas no estado de Santa Catarina. No caso específico da unidade demonstrativa do estado do Paraná, como a água da chuva captada utiliza-se somente para fins de limpeza, o resultado do indicador disponibilidade de água

captada encontra-se relacionado à quantidade disponível para a finalidade atualmente exercida e também para suportar futuras instalações.

Quanto à mobilização e participação da comunidade, busca-se responder a seguinte questão: a Tecnologia Social de Captação de Água da Chuva (TS CAC) mobilizou a família agricultora a participar da construção do sistema?

Para responder a esta questão, deve-se atentar para o fato de que este tópico de avaliação e os subsequentes encontram-se diretamente associados aos parâmetros preconizados pelo ITS (2004). Desta forma, na Tabela 4 tem-se representado o critério de qualificação e quantificação do indicador disponibilidade de água.

Tabela 4 - Conversão dos resultados qualitativos em quantitativos para o indicador mobilização e participação da comunidade.

Resultado da participação da comunidade	Nota
A TS CAC não propiciou a organização e a participação da família agricultora para a construção do sistema.	1
A TS CAC propiciou de forma parcial a organização e a participação da família agricultora para a construção do sistema.	2
A TS CAC propiciou a organização e a participação da família agricultora para a construção do sistema.	3

Fonte: Elaborado pela própria autora.

A mobilização e participação da comunidade na implantação do sistema de captação de água da chuva, conforme apresentado na Tabela 4, mensura-se a partir do nível de envolvimento da comunidade na organização e participação para a construção do sistema. No caso das unidades demonstrativas de Santa Catarina esta comunidade encontra-se representada através das famílias agricultoras e, no caso do Paraná através dos atores sociais vinculados à comunidade escolar.

Na Tabela 5 tem-se representado o critério de qualificação e quantificação do indicador de apropriação da tecnologia social de captação de água da chuva.

Tabela 5 - Conversão dos resultados qualitativos em quantitativos para o indicador apropriação e aprendizagem da tecnologia social de captação de água da chuva.

Resultado da apropriação da Tecnologia Social de captação de água da chuva	Nota
A TS CAC não foi apropriada pela família. Frequentemente a família tem dificuldade em utilizar o sistema de CAC.	1
A TS CAC foi apropriada pela família. Em alguns tópicos a família tem dificuldade em utilizar o	2

<p>sistema de CAC. A TS CAC foi apropriada pela família e a família não possui dificuldade em utilizar e o sistema de CAC.</p>	3
--	---

Fonte: Elaborado pela própria autora.

Através da apropriação e aprendizagem por parte dos atores sociais, conforme apresentado na Tabela 5, busca-se medir se os agricultores de apropriaram da TS CAC, considerando-a de fácil manuseio e manutenção.

Para avaliar se a construção do sistema de CAC foi planejada em conjunto com os atores sociais, tem-se na Tabela 6 representado o critério de qualificação e quantificação do indicador de planejamento do sistema de captação de água da chuva com a comunidade.

Tabela 6 - Conversão dos resultados qualitativos em quantitativos para o indicador planejamento do sistema de captação de água da chuva com a comunidade.

Resultado do planejamento do sistema de captação de água da chuva com a comunidade.	Nota
A TS CAC não foi planejada junto à comunidade.	1
A TS CAC foi planejada junto à comunidade, porém as sugestões da comunidade foram parcialmente aceitas.	2
A TS CAC foi planejada junto à comunidade, onde todas as sugestões da comunidade foram aceitas.	3

Fonte: Elaborado pela própria autora.

Para obter os resultados do planejamento do sistema de captação de água da chuva com a comunidade, foram realizadas entrevistas com os coordenadores do projeto TSGA e os atores sociais dos municípios de Chapecó-SC e São João do Sul-SC e também com o diretor do colégio pertencente ao município de Nova Laranjeiras-PR.

A forma como este indicador foi abordado encontra-se pautado na proposta de Becker (2004), onde foi estruturado em três níveis: diagnóstico de cada comunidade, análise do uso dos sistemas de captação de água da chuva e sistematização de depoimentos e relatos dos atores sociais sobre as experiências de uso dos sistemas. O autor assevera que estes níveis de avaliação são importantes para que possam ser discutidos os desafios, limites e perspectivas deste processo, buscando contribuir para a melhor compreensão da importância da avaliação para o

desenvolvimento das comunidades e para a mobilização coletiva em direção ao empoderamento das mesmas.

O indicador construção de conhecimentos avalia se a TS CAC, a partir do momento em que foi planejada, construída e utilizada, agregou mais conhecimentos à família, onde na Tabela 7 tem-se representado o critério de qualificação e quantificação deste indicador.

Tabela 7 - Conversão dos resultados qualitativos em quantitativos para o indicador construção de conhecimentos sobre o sistema de captação de água da chuva.

Resultado da construção de conhecimentos sobre o sistema de captação de água da chuva.	Nota
A TS não colaborou com a construção de novos conhecimentos a partir da prática.	1
A TS pouco colaborou com a construção de novos conhecimentos a partir da prática.	2
A TS colaborou muito com a construção de novos conhecimentos a partir da prática.	3

Fonte: Elaborado pela própria autora.

A partir dos resultados obtidos através da Tabela 7, espera-se identificar, nas falas dos atores sociais, conhecimentos em hidráulica, qualidade da água, estufas, sustentabilidade e tecnologia social.

A sustentabilidade econômica da TS CAC analisou-se através dos métodos quantitativos de avaliação de projetos de investimento referentes ao VPL, à TIR e ao *payback* simples, considerando TMA pré-estabelecida igual a rentabilidade da caderneta de poupança para pequenos investimentos. (KUHNNEN, 2006).

Como durante a realização deste trabalho, somente pode-se acompanhar o planejamento, instalação e funcionamento do sistema de captação da água chuva para a unidade demonstrativa da comunidade Rodeio Bonito, em Chapecó-SC, analisou-se a viabilidade econômica para esta propriedade.

Na Tabela 8 tem-se representado o critério de qualificação e quantificação da sustentabilidade econômica da TS CAC.

Tabela 8 - Conversão dos resultados qualitativos em quantitativos para o indicador sustentabilidade econômica da TS CAC.

Resultado da sustentabilidade econômica da TS CAC.	Nota
VPL < 0 ou TIR < TMA ou <i>payback</i> > tempo de vida útil das instalações e equipamentos	1
VPL = 0, TIR > TMA e <i>payback</i> > tempo de vida	2

útil das instalações e equipamentos. VPL > 0, TIR > TMA, payback > tempo de vida útil das instalações e equipamentos.	3
---	---

Fonte: Elaborado pela própria autora.

De acordo com as informações contidas na Tabela 8, para uma nota igual a 3 para o indicador de sustentabilidade econômica classifica-se o investimento no sistema de captação de água da chuva para irrigação como viável, atrativo e de baixo risco.

Após realizar o estudo do indicador sustentabilidade econômica da TS CAC, também determinou-se o ponto de equilíbrio contábil, sendo este calculado a partir das receitas totais, dos custos variáveis, da margem de contribuição e dos custos fixos medidos mensalmente e anualmente. Além disso, realizou-se um estudo da sensibilidade econômica do projeto, a qual consiste, fundamentalmente, em avaliar os resultados dos métodos quantitativos de avaliação de projetos de investimento referentes ao VPL, à TIR e ao *payback* simples em função da variação do investimento inicial, das receitas, dos custos fixos e variáveis em um percentual acima da inflação acumulada no ano de 2015. (BRASIL, 2015). Neste sentido, para cada cenário econômico simulado variou-se somente uma grandeza, mantendo-se as demais constantes, a fim de caracterizar a influência desta nos resultados dos métodos quantitativos de avaliação de projetos de investimento.

A partir do indicador sustentabilidade ambiental, busca-se avaliar se a TS CAC é capaz de promover a preservação e/ou ampliação do recurso hídrico da propriedade, bem como a pertinência aos conceitos agroecológicos. (SERAFIM; JESUS; FARIA, 2013). Neste sentido, na Tabela 9 tem-se representado o critério de qualificação e quantificação do aspecto ambiental da TS CAC.

Tabela 9 - Conversão dos resultados qualitativos em quantitativos para o indicador aspecto ambiental da TS CAC.

Resultado da sustentabilidade ambiental da TS CAC.	Nota
A TS CAC contribuiu para a sustentabilidade ambiental da propriedade.	1
A TS CAC contribuiu parcialmente para a sustentabilidade ambiental da propriedade.	2
A TS CAC contribuiu eficientemente para a sustentabilidade ambiental da propriedade.	3

Fonte: Elaborado pela própria autora.

De acordo com Bitar e Braga (2013), através do indicador de sustentabilidade ambiental pode-se identificar a condição dos recursos do meio físico, biótico e antrópico frente às atividades dos atores sociais envolvidos no processo. Neste sentido o parâmetro da reaplicabilidade foi avaliado através do indicador difusão do sistema de captação de água da chuva, onde na Tabela 10 encontra-se o critério de qualificação e quantificação.

Tabela 10 - Conversão dos resultados qualitativos em quantitativos para o indicador difusão do sistema da TS CAC.

Resultado da difusão do sistema da TS CAC.	Nota
Não é possível fazer adaptação do sistema de captação de água da chuva, caso haja necessidade.	1
É possível fazer adaptações no sistema de captação de água da chuva caso haja necessidade, mas são necessárias orientações para fazê-las.	2
É possível fazer adaptações no sistema de captação de água da chuva caso haja necessidade.	3

Fonte: Elaborado pela própria autora.

Através do indicador difusão do sistema, conforme apresentado na Tabela 10, busca-se avaliar se a TS CAC é capaz de ser aperfeiçoada e reaplicada por parte dos atores sociais envolvidos.

Para identificar a tipologia de relação entre os elementos da Tecnologia Social preconizados pelo ITS (2004) e os pressupostos das TS do projeto TSGA, elaborou-se o Quadro 6.

Quadro 6 Elementos da Tecnologia Social “Captação da Água da Chuva” em relação aos pressupostos do TSGA.

PARÂMETROS	EFETIVIDADE	VIABILIDADE	SIMPLICIDADE
1. Demandas sociais			
2. Mobilização, participação			
3. Apropriação, aprendizagem			
4. Planejamento participativo			
5. Construção de conhecimentos			
6. Sustentabilidade econômica e ambiental			
7. Reaplicabilidade			

Fonte: Elaborado pela própria autora.

Através do Quadro 6, tem-se um resumo dos indicadores em função dos resultados obtidos no Quadro 5, onde, desta forma, pode-se demonstrar o quanto a

Tecnologia Social de Captação da Água da Chuva responde aos pressupostos estabelecidos no projeto TSGA e que embasam seus objetivos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ELEMENTOS DE AVALIAÇÃO

A busca de elementos de avaliação da Tecnologia Social captação de água da chuva foi a etapa de fundamental importância para o desenvolvimento deste trabalho. Os diversos momentos de diálogo, realizados com os atores sociais envolvidos e os coordenadores do Projeto TSGA, foi de fundamental importância para poder identificar quais as suas necessidades e expectativas quanto ao uso do sistema de captação de água da chuva. A partir disso, foram estabelecidos os principais elementos de avaliação desta Tecnologia Social: demandas sociais da comunidade, mobilização e participação da comunidade, apropriação e aprendizagem por parte dos atores sociais, planejamento participativo, construção de conhecimentos a partir da relação teoria/ prática, sustentabilidade econômica e ambiental e reaplicabilidade, os quais estão representados a seguir.

4.2 MATRIZ DE AVALIAÇÃO

A matriz de avaliação, conforme apresentado no Quadro 7, é constituída de elementos e os respectivos indicadores para a avaliação do sistema de captação de água da chuva, onde os indicadores buscam sempre um olhar interdisciplinar e sistêmico. (ITS, 2004).

Quadro 7 – Matriz de avaliação.

ELEMENTOS	INDICADORES
1. Demandas sociais da comunidade;	<ul style="list-style-type: none"> • Escassez de água: aspectos quantitativos e qualitativos;
2. Mobilização e participação da comunidade;	<ul style="list-style-type: none"> • Organização e participação da comunidade para a construção do sistema de captação de água da chuva;
3. Apropriação e aprendizagem por parte dos atores sociais;	<ul style="list-style-type: none"> • Apropriação da tecnologia social captação de água da chuva;
4. Planejamento participativo;	<ul style="list-style-type: none"> • Planejamento do sistema de captação de água da chuva com a comunidade;

5. Construção de conhecimentos a partir da relação teoria/ prática;	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecimento sobre o sistema de captação de água da chuva; • Adaptação do sistema de captação de água da chuva;
6. Sustentabilidade econômica e ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> • Aspectos econômicos e ambientais da TS;
7. Reaplicabilidade (aperfeiçoamento e multiplicação).	<ul style="list-style-type: none"> • Difusão do sistema de captação de água da chuva.

Fonte: Elaborado pela própria autora/ Nota: Adaptado de ITS (2004).

4.2.1 Demandas sociais da comunidade

A partir das entrevistas realizadas nas quatro unidades demonstrativas e com os coordenadores do Projeto TSGA, pode-se identificar a importância da qualidade da água, da disponibilidade da água e do custo da água captada, onde os resultados encontram-se descritos nesta seção.

4.2.1.1 Qualidade da água

Durante as entrevistas foi possível perceber a grande importância que as famílias e comunidades dão ao recurso água, visto pelas mesmas como imprescindível à vida. Em função disso, a qualidade da água é vista como fator vital aos agroecossistemas.

As frases a seguir apontam a percepção dos atores sociais sobre a qualidade da água das suas Unidades:

“Em épocas de seca a água tem gosto de ferrugem, mas é bem limpinha”.

“Sem água não produz nada. Nada. Nada.”

“Se tiver falta de água isso interfere diretamente na produção”.

Percebe-se que os atores valorizam as águas que abastecem suas Unidades e que prezam pela saúde dos ecossistemas. Para justificar o modo como qualificam as águas utilizaram parâmetros como aparência e teste de qualidade, caso tenha sido feito anteriormente. De acordo com Amaral et al (2003), além da opinião dos agricultores em classificar as águas como boas ou ótimas, se faz necessário a comprovação da qualidade da mesma através de testes realizados em laboratório, a

fim de comparar com os padrões microbiológicos de potabilidade para consumo humano. Além disso, o tratamento água pluvial para irrigação deve garantir a boa funcionalidade dos equipamentos. (GROUP RAINDROPS, 2002 apud OLIVEIRA, 2005).

Em relação aos ensaios físico-químicos e microbiológicos realizados nas amostras de água das cisternas, tem-se apresentado nas Tabelas 11 e 12 os resultados pertencentes às Unidades U1 e U3, respectivamente.

Tabela 11- Resultados dos ensaios físico-químicos e microbiológicos da amostra de água da Unidade U1.

Parâmetro		Unidade	V.M.P.	L.Q. ⁴ .
Condutividade elétrica	8,3	μS/cm	-	0,1
Cor Aparente	5,0	uH	15,0	1,0
Fluoreto	< 0,20	mg/L	1,5	0,2
pH	5,6	--	6,0 – 9,5	1,0 – 14,0
Turbidez	0,54	NTU ⁵	5,0	0,1
Alcalinidade Total	< 5,0	mg/L CaCO ₃		5,0
Alcalinidade de hidróxidos	< 5,0	--		5,0
Alcalinidade de Carbonatos	< 5,0	mg/L CaCO ₃		5,0
Alcalinidade de Bicarbonatos	< 5,0	mg/L CaCO ₃		5,0
Cloreto	< 5,0	mg/L	250	5,0
Dureza	< 5,0	mg/L CaCO ₃	500	5,0
Coliformes Totais	> 2419,1	NMP/100mL	Ausência	1
<i>Escherichia Coli</i>	261,3	NMP/100mL ₆	Ausência	1

Fonte: Laboratório de Análise de Águas da EPAGRI – Chapecó – SC.

Tabela 12 - Resultados dos ensaios físico-químicos e microbiológicos da amostra de água da Unidade U3.

Parâmetro	Resultado	Unidade	V.M.P.	L.Q.
Condutividade elétrica	30,8	μS/cm	-	0,1
Cor Aparente	8,0	uH	15,0	1,0
Fluoreto	< 0,20	mg/L	1,5	0,2
pH	6,84	--	6,0 – 9,5	1,0 – 14,0
Turbidez	6,74	NTU	5,0	0,1
Alcalinidade Total	18,4	mg/L CaCO ₃		5,0
Alcalinidade de hidróxidos	< 5,0	--		5,0
Alcalinidade de Carbonatos	< 5,0	mg/L CaCO ₃		5,0
Alcalinidade de Bicarbonatos	18,4	mg/L CaCO ₃		5,0
Cloreto	< 5,0	mg/L	250	5,0
Dureza	19	mg/L CaCO ₃	500	5,0
Coliformes Totais	> 2419,1	NMP/100mL	Ausência	1
<i>Escherichia Coli</i>	135,4	NMP/100mL	Ausência	1

Fonte: Laboratório de Análise de Águas da EPAGRI – Chapecó – SC.

⁴ L.Q. – Limite de quantificação.

⁵ NTU – Unidade de Turbidez da água em mg/l de sílica

⁶ NMP/100ml – número mais provável de coliformes presentes em 100 ml da amostra de água.

Para garantir a qualidade físico-química e microbiológica da água, segundo a Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), tem-se que turbidez deve apresentar um VMP igual a 5,0 NTU, ausência de coliformes totais e de *Escherichia Coli* numa amostra de 100 ml de água coletada e pH na faixa de 6,0 a 9,0.

Através das Tabela 12, observou-se que os resultados dos ensaios microbiológicos das amostras de água das unidades U1 e U3, apresentaram medidas de coliformes totais maiores que 2.419,1 NMP/100ml e de *Escherichia Coli* respectivamente iguais a 261,3 NMP/100ml para U1 e 135,4 NMP/100ml para a U3, sendo estes valores superiores ao Valor Máximo Permitido (VMP).

Amaral et al (2003) asseveram que esta contaminação microbiológica pode ocorrer devido ao arraste de excremento de animais, os quais podem ser encontrados nas calhas e valetas que captam água da chuva. Resultado semelhante foi encontrado em Scapin, Rossi e Oro (2012), ao analisar amostras de águas provenientes de diversas propriedades do extremo oeste do estado de Santa Catarina, observaram que em todas foram encontrados coliformes termotolerantes e totais, sendo este fato preocupante, pois pode refletir na saúde da família.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 2005), conforme Resolução nº 357/05, determina que para a irrigação de hortaliças que são ingeridas cruas não deverá ser excedido o valor de 200 coliformes termotolerantes por 100mL. Para que esse valor possa ser atingido é necessária uma proteção sanitária da cisterna, o que inclui o desvio das primeiras águas de chuvas, cobertura do tanque, tomada de água por tubulação e um manejo adequado, que depende das informações suficientes aos usuários. (LIMA, 2015).

O mesmo foi constatado por Anecchini (2005), onde afirma que a água da chuva sofre perda de qualidade ao passar pela área de captação, pois acumula sujeira, como fezes de animais e/ou folhas de árvore, durante o período de estiagem. Ainda em seus estudos, a autora verificou que quanto maior o volume de água da chuva descartada, melhor a qualidade da água que será direcionada ao reservatório.

Importante salientar que as águas utilizadas para irrigar e lavar as hortaliças são uma das principais fontes de contaminação microbiológica, acarretando na qualidade dos alimentos e na saúde dos consumidores. Sendo assim, o controle da qualidade das águas é de elevada relevância e pode ser feito através da proteção

das nascentes, limpeza dos reservatórios e desinfecção da água utilizada na lavagem das hortaliças e para o consumo (KLOCK; FACHINELLO; VERONA, 2013). Poderia ser feito, também, uma análise microbiológica da água que está na cisterna, para se ter a certeza se a água está contaminada ou se sofreu contaminação durante a coleta.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 11, obteve-se uma medida do pH igual a 5,6 para a amostra de água da unidade U1, caracterizando-a como levemente ácida (JAQUES, 2005), sendo este valor abaixo do limite inferior estabelecido por BRASIL (2011). Este resultado justifica-se através da reação química entre o gás carbônico e a água, formando o ácido carbônico em solução aquosa, tornando o valor do pH aproximadamente igual a 5,6 para a água da chuva captada. Achadu, Ako e Dalla (2013) ao avaliar a qualidade da chuva armazenada obtiveram um pH entre 5,2 a 6,2 para reservatórios plásticos de PVC.

Interessante observar que devido fato de existir uma maior concentração de carbonato de cálcio na amostra de água da unidade U3, conforme a Tabela 12, obteve-se um pH (6,84) superior ao da unidade U1 (5,6), tornando este parâmetro dentro da faixa estabelecida por Brasil (2011).

Através dos resultados apresentados na Tabela 12, para a U3 obteve-se uma medida da turbidez igual a 6,74 NTU, evidenciando que na amostra de água coletada foram encontradas partículas sólidas em suspensão que diminuem a claridade e reduzem a transmissão da luz no meio. Amorim e Porto (2001) sugerem que este tipo de alteração pode ser provocada por detritos orgânicos e outras substâncias. O mesmo sugere Almeida (2010) quando afirma que as águas utilizadas para irrigação advêm de chuvas, que vão incorporando substâncias que dissolvem ou arrastam dos terrenos pelos quais escorrem ou infiltram, além de receber os resíduos provenientes das atividades humanas. O fato da turbidez estar com índice elevado pode-se associar ao fato da cisterna não encontrar-se em uso, visto que ainda faltam algumas instalações elétricas serem concluídas (bombas elétricas, por exemplo). Como a cisterna é esvaziada periodicamente, no tempo em que a água encontra-se parada, os detritos ficam acumulados, podendo, assim, aumentar a turbidez da água.

4.2.1.2 Disponibilidade de água

De acordo com Binotti (2012), o sistema de captação de água da chuva oferece suporte para a soberania hídrica e torna a disponibilidade de água mais segura e permanente.

Na U1 verificou-se que a água captada está sendo suficiente para a irrigação dos cultivos. A água da chuva é captada através dos telhados de quatro estufas, o que acarreta em boa quantidade de água reservada e utilizada na produção.

Na U2 constatou-se que a água captada está sendo parcialmente suficiente para a irrigação dos cultivos, pois a família comentou que a cisterna não possui volume de água suficiente para toda a produção. A família também pontuou que planeja aumentar a produção e, para isso, utilizará, também, água de um açude para poder dar irrigar os cultivos.

Na U3 existe grande disponibilidade de água, porém o sistema de irrigação não está completamente instalado; periodicamente, é feito o esvaziamento da cisterna, para que não transborde e não fique água acumulada por muito tempo.

Na U4, a água captada é utilizada para lavagem dos pisos da escola, sendo suficiente ao que foi planejado. Porém, a escola tem planos de aumentar o volume de água captada, aumentando a cisterna e tendo mais pontos de coleta de água para que a mesma seja utilizada nas futuras hortas do colégio.

Em relação à disponibilidade de água das cisternas em todas as Unidades pesquisadas, percebeu-se (com exceção da U3, pois o sistema não estava em uso) que o volume captado pelos sistemas é totalmente utilizado pelas famílias/comunidades e que pretendem aumentar o volume de água da chuva captado, seja inserindo no sistema cisternas com maior capacidade de volume ou construir outro sistema de captação de água da chuva para funcionar em paralelo.

Antes de implantarem o sistema de captação de água da chuva, a água era utilizada da seguinte forma: na U1, a água proveniente da fonte irrigava os cultivos e uma rede comunitária de água abastece as casas da família. Na U2 a água proveniente do açude irrigava os plantios e a água da ponteira era utilizada para consumo doméstico e para irrigação dos cultivos.

Na U1 a família afirma que em épocas de estiagens existem problemas severos de escassez de água na propriedade; enquanto U2 afirma que não existem problemas com escassez de água. Na U1, uma vez a cada dois anos, em média, a

propriedade fica sem água e a família relata que já ficaram de 20 a 30 dias sem água, o que acarretou negativamente a produção e, por consequência, a sua renda; por isso a necessidade e interesse da família em construir um sistema de captação de água da chuva. No caso da U2, mesmo a família afirmando que não passaram por problemas sérios relacionados às estiagens, o interesse em construir um sistema de captação de água da chuva é devido ao fato da propriedade ter pouco acesso à água e como pretendem aumentar a produção, necessitam de maior volume de água para os plantios.

Após a implantação do sistema de captação de água da chuva nas Unidades 1 e 2 foram feitas novas entrevistas no que diz respeito às percepções das famílias quanto ao uso e funcionamento do sistema.

No que concerne às vantagens em se ter uma cisterna para captar água da chuva, as duas famílias pontuaram que a maior vantagem é ter uma reserva de água. U1 assevera que é muito importante ter essa reserva de água, especialmente porque a família está ampliando em 30% aos cultivos de hortaliças nas estufas.

4.2.2 Mobilização e participação da comunidade

A mobilização e participação da comunidade na implantação do sistema de captação de água da chuva foi medida a partir do indicador da organização e participação da comunidade para a construção do sistema.

Através das entrevistas, observou-se nas Unidades U1 e U2 que as famílias envolveram-se diretamente na construção dos sistemas de captação de água da chuva. Na U1, a família preparou área e realizou a construção de quatro estufas, bem como a instalação das mangueiras de irrigação. Na U2, a família participou da construção do sistema de captação de água da chuva em sua propriedade e ficaram responsáveis pela parte da irrigação. Vale salientar que nas Unidades U1 e U2 as famílias tiveram papel primordial no planejamento dos sistemas de captação de água da chuva. Em relação à unidade U4 a execução do projeto ocorreu de forma integrada entre alunos, professores e um técnico da prefeitura do município de Nova Laranjeiras – PR, havendo, desta forma, uma ampla participação da comunidade escolar neste processo.

Volles et al (2010) salientam que ultimamente é repensado o papel do agricultor familiar em relação à economia local, onde se identifica que ele representa parte considerável de um Brasil rural sustentável. Segundo os autores, o papel do agricultor na sociedade deve ser efetivo em diversos sentidos: político, cultural, econômico. Assim, para que o agricultor se insira neste contexto é indispensável que se aproprie de novos conhecimentos, sendo sujeito desse processo histórico-cultural. Uma das ferramentas para essa inserção acontece por meio da participação efetiva em assembleias, seminários, cursos e demais canais que permitam ao agricultor exercer sua cidadania.

Nessa perspectiva, no município de Chapecó - SC, a rede CONSAGRO constituiu o Fórum Oeste Catarinense de Gestão da Água no ano de 2013, sendo a ideia principal de que a comunidade possa participar ativamente discutindo a gestão da água na região. Em 2014 foram planejadas algumas ações para serem executadas na semana da água do mesmo ano, tais como: construção de material didático na forma de um mapa hídrico de Chapecó; realização de um seminário sobre água subterrânea, apoio e divulgação do concurso “Água em Foco”, realizado pela Polícia Ambiental; realização de oficina sobre proteção de fontes com visita a uma fonte modelo Caxambu; visita à estação de tratamento de esgotos da CASAN; dia de campo sobre construção de fossa com bambu e a realização de atividades com diversos tipos de públicos, incluindo as comunidades locais. (KLOCK, 2014).

Petersen e Almeida (2004) salientam que estas redes são formadas por diferentes agentes sociais, organizações externas, assessorias e associações ligadas à agricultura familiar em suas múltiplas formas de expressão, ancoradas em universidades que contemplam pesquisa e extensão rural na área de desenvolvimento e sustentabilidade.

A construção dos sistemas de captação de água da chuva nas Unidades U1, U2 e U3 são resultados dessas ações de planejamento e integração com a comunidade, pois são consideradas estratégias de desenvolvimento local, o qual pode ser considerado um processo de organização comunitária em torno de um planejamento para o desenvolvimento, através de uma perspectiva de construção social, constituindo assim um instrumento fundamental, de caráter indutor, de superação da pobreza. O arcabouço conceitual de Desenvolvimento Local (DL) tem como principais indicadores: capacidades, competências e habilidades; colaboração

de agentes externos; protagonismo individual e coletivo; perspectiva de construção social e fatores históricos e culturais. (MARTINS, 2002).

Oliveira, Sambuichi e Silva (2013) pontuam que existem convergências entre a Agroecologia e a teoria do Desenvolvimento Local, sendo que a prática agroecológica pode ser caracterizada como uma estratégia de DL na perspectiva do desenvolvimento rural.

4.2.3 Apropriação e aprendizagem por parte dos atores sociais

A apropriação e aprendizagem por parte dos atores sociais refere-se ao processo de identificação da apropriação da TS CAC considerando-a de fácil manuseio e manutenção nas unidades U1 a U4.

Segundo os coordenadores do Projeto TSGA, as estratégias utilizadas nas unidades demonstrativas de captação de água da chuva, para assegurar a apropriação e aprendizagem por parte dos atores sociais, realizou-se através do trabalho de extensão realizado pela EPAGRI, UFSC e ONGs buscando sempre o menor custo de implantação, um sistema eficiente, um contato direto com os agricultores e o oferecimento de capacitações.

De acordo com as entrevistas realizadas, os atores sociais pertencentes às unidades U1 a U4 comentaram que não tinham experiência anterior com sistema de captação de água da chuva e, mesmo assim, tiveram facilidade no manuseio do sistema.

Para Rodrigues e Barbieri (2008), esta apropriação e aprendizagem observada nas Unidades U1 a U4 representa um processo democrático de tomada de decisão, o qual inviabiliza o processo de privatização do conhecimento e torna a solução de um problema conhecida e de domínio público, sendo esta uma condição necessária para viabilizar a sua reaplicação.

Fundamentado em um dos princípios da tecnologia social, a aprendizagem e a participação encontram-se interligadas, pois “aprender implica participação e envolvimento e participar implica aprender”. (ITS, 2004). Na unidade U2, constatou-se que esta interligação entre a aprendizagem e participação atingiu a todos os integrantes da família, inclusive as crianças. Neste sentido as dinâmicas sociais de aprendizagem entre os atores sociais representam elevada importância na

ampliação da instalação do sistema de captação de água da chuva entre os membros da comunidade e da difusão da inovação de forma mais ampla na prática. (FAM; LOPES, 2015).

4.2.4 Planejamento participativo

Através das entrevistas realizadas com os coordenadores do projeto TSGA e os atores sociais, foi possível avaliar o processo de planejamento do sistema de captação de água da chuva realizado nas unidades U1 a U3. Para a unidade U4, os resultados apresentado referem-se à entrevista realizada com o diretor do colégio.

Segundo os coordenadores do projeto TSGA, houve reuniões com representantes locais, sendo associações, pecuaristas, pequenos agricultores, integrantes do comitê de gestão de recursos hídricos, professores de universidades, estudantes, integrantes do Movimento da Agroecologia, técnicos das prefeituras dos municípios envolvidos, servidores da EPAGRI e da EMBRAPA para discutir possibilidades de minimizar a falta de água potável em determinadas regiões do estado de Santa Catarina.

Segundo os mesmos, no município Chapecó, e em quase toda região Oeste do estado, existem problemas relacionados à estiagem e também no que concerne à qualidade de água, por conta, principalmente, dos dejetos de suínos que não são tratados adequadamente.

Quanto ao planejamento do sistema de captação de água da chuva, a U1 pontua que todo o planejamento ocorreu entre a família, os técnicos da prefeitura de Chapecó-SC, servidores da EPAGRI, pesquisadores da Rede CONSAGRO e participantes da Rede Ecovida.

Na unidade U2 a construção do sistema de captação de água da chuva foi uma parceria entre o projeto TSGA, que elaborou o projeto do sistema; a Prefeitura de São João do Sul-SC, que fez a base para a cisterna (aterramento); e a própria família que trabalhou na parte da montagem dos materiais para irrigação.

Na unidade U3 o planejamento foi entre a gerente e o TSGA, onde a principal função do sistema de captação da água da chuva instalado nesta unidade é para fins didáticos. Em relação à unidade U4 o planejamento e a execução ocorreu de forma integrada entre alunos, professores e um técnico da prefeitura do município de

Nova Laranjeiras – PR. A função do técnico foi de orientar e fornecer informações técnicas em relação à construção do sistema de captação e distribuição da água da chuva, tais como localização da caixa de água, espessuras dos canos, calhas, etc.

A importância das águas captadas para as unidades U1 e U2 é ter uma reserva hídrica na propriedade, fato que empodera as famílias, pois faz com que sintam maior segurança para plantar, colher e comercializar os alimentos.

Para a unidade U3 a importância é o caráter didático que o sistema CAC oferece aos visitantes do centro, além de ser utilizada para limpeza do local e para irrigar as hortaliças e frutas que abastecem a cozinha, sendo servidas nos almoços para os servidores do local e para os visitantes.

Para a unidade U4 a relevância do sistema CAC implantado é devido ao fato de suprir a falta de água que era um grave problema na escola e a água captada passou a ser utilizada na limpeza da instituição.

O indicador planejamento participativo foi avaliado quanto à causa e efeitos, sendo esta a forma mais vantajosa de avaliação conforme Lavallo (2011), pois é possível verificar os efeitos imediatos naquilo que efetivamente foi produzido. Foram avaliadas as necessidades de cada grupo, como ocorreram as participações das comunidades envolvidas e, também, a relevância dos sistemas instalados para cada unidade.

O envolvimento das comunidades na construção dos sistemas de captação e distribuição de água da chuva permitiu reduzir o tempo de execução do projeto e, principalmente, demonstrou a importância e a força do trabalho na perspectiva de viabilizar o desenvolvimento sustentável. (GONÇALVES; RIOS; CARVALHO, 2013).

4.2.5 Construção de conhecimentos a partir da relação teoria/ prática

Para avaliar a construção de conhecimentos a partir da relação teoria/prática, foi utilizado como indicador o conhecimento sobre o sistema de captação de água da chuva.

Para os coordenadores do Projeto TSGA, a construção de conhecimentos a partir da teoria/prática ocorreu através do oferecimento de cursos, os quais levam a TS para a construção do sistema de captação de água da chuva. Em relação à tríade ensino, pesquisa e extensão tem-se a oportunidade de realizar estudos em

nível de mestrado e doutorado, gerando, desta forma, publicações de artigos científicos.

Durante a realização da pesquisa, foi verificada na U2 que a mesma nunca tinha visto um sistema de captação de água da chuva e a partir da construção do mesmo em sua propriedade, a família passou a ter conhecimento em todas as etapas da construção do mesmo, envolvendo também as crianças. Em todas as unidades analisadas, observou-se que a construção e o uso dos sistemas de captação de água da chuva colaboraram para que os atores sociais envolvidos ampliassem seus conhecimentos, principalmente nas áreas da hidráulica, do processo construtivo e da sustentabilidade.

Deve-se ressaltar que além do processo de troca de experiências no período de implementação do sistema de captação de água da chuva, sugere-se realizar um acompanhamento pós-implantação, por um tempo mínimo e suficiente, para uma efetivação do modelo inicial. Nesta nova etapa, busca-se desenvolver nos agricultores a habilidade de encontrar alternativas simples e baratas para a solução de possíveis problemas encontrados na captação e distribuição da água da chuva, bem como no manejo dos seus agroecossistemas. (GONÇALVES; RIOS; CARVALHO, 2013).

4.2.6 Sustentabilidade econômica e ambiental

Um dos grandes desafios da TS reside em promover aos atores ativos do processo a sustentabilidade econômica e ambiental mediante a utilização de um sistema de captação de água da chuva, onde nesta seção são apresentados os resultados para as Unidades U1 e U2.

Em relação à sustentabilidade econômica, foi realizado um estudo de análise da viabilidade econômico-financeira através dos métodos VPL, TIR, *payback* e ponto de equilíbrio contábil para a Unidade U1, devido ao da mesma apresentar todas as informações suficientes para a realização do estudo.

4.2.6.1 Sustentabilidade econômica

Segundo os coordenadores do Projeto TSGA, as famílias das unidades U1 e U2 demonstraram o interesse em se integrar ao Projeto devido à necessidade local

em relação melhor aproveitamento do recurso hídrico disponível através da água da chuva. Além disso, o Projeto representou uma significativa transformação social à família da unidade U2, pois modificou o processo produtivo fundamentado na monocultura de fumo em um sistema de cultivo de hortaliças agroecológico.

De acordo com as entrevistas realizadas com as famílias, tem-se que as U1 e U2 consideram que o sistema de captação de água da chuva contribuiu para a transformação social, sendo esta relacionada à melhoria da qualidade de vida das famílias. A U1 salienta que a água proveniente da cisterna auxilia na questão da necessidade hídrica das plantas e, conseqüentemente, aumenta a produção de alimentos, gerando mais renda para a família, enquanto a U2 afirma que quando tiver estiagem, a família não vai passar necessidade financeira. As duas propriedades pontuam que a água tem relação direta com a atividade econômica desempenhada pelas famílias e afirmaram: “se tiver falta de água, interfere diretamente na produção”. Outra família assevera ainda que: “sem água não produz nada. Nada. Nada.”.

Neste sentido, nesta seção são apresentados os resultados econômicos e financeiros da produção de hortaliças, com uso do sistema de captação de água da chuva, na unidade U1, bem como a análise da viabilidade econômico-financeira através dos métodos VPL, TIR, *payback* e ponto de equilíbrio contábil.

4.2.6.1.1 Investimentos

Com a finalidade de aumentar a capacidade produtiva das hortaliças, o investimento representa todos os recursos utilizados para a construção das estufas, a captação e distribuição da água da chuva e as sementes, conforme apresentado na Tabela 13.

Tabela 13 - Investimento inicial na U1.

Item	R\$
4 Estufas e Câmara fria	R\$ 59.600,00
Instalação hidráulica	R\$ 12.000,00
Cisterna + sistema de recalque	R\$ 16.500,00
Sementes	R\$ 1.200,00
Hora máquina	R\$ 4.000,00
Mão de obra (construção)	R\$ 10.000,00
TOTAL	-R\$ 103.300,00

Fonte: Elaborado pela própria autora.

Para a realização do investimento inicial, conforme apresentado na Tabela 13, foi realizado um empréstimo de R\$ 59.600,00 através do Banco Mundial no programa SC Rural, onde o proprietário teve como contrapartida somente R\$ 32.000,00 em cinco anos a juros zero.

O Projeto TSGA auxiliou o proprietário com suporte técnico de R\$ 16.480,00 para a construção da cisterna.

Cada estufa construída apresenta dimensão igual a 60 m x 10 m, tendo como matéria prima madeiras de eucalipto tratado e outros tipos já existentes na propriedade, lona de 12 mm de espessura para a confecção das calhas e proteção das hortaliças, lona de 8mm para proteção da cisterna, canos de PVC de 200 mm, bomba elétrica, arame com 10 mm de diâmetro.

A construção das estufas em conjunto com a aquisição da câmara fria corresponde a 57,7 % do investimento inicial. Esta câmara fria serve para resfriar as frutas, as hortaliças e o vinho produzido na própria propriedade.

Além da construção das estufas, para realizar o armazenamento e distribuição da água da chuva captada foram adquiridos os seguintes materiais: 2 caixas d'água com capacidade total igual a 32000 L, bomba hidráulica para recalque; foram necessários R\$ 32.500,00, o que representa 31,5% do investimento inicial total.

4.2.6.1.2 Análise das receitas

As receitas decorrentes da atividade agrícola provenientes da colheita de hortaliças, conforme apresentado na Tabela 14, sendo o tomate, a abobrinha, a berinjela, o feijão vagem e o pimentão.

Tabela 14 - Receitas provenientes das hortaliças na U1.

Hortaliças	Produção (kg)/trimestre	Valor unit. (R\$/kg)	Receita/trimestre	Receita/anual
Feijão vagem	200,00	20,00	R\$ 4.000,00	R\$ 16.000,00
Tomate	6.000,00	6,00	R\$ 36.000,00	R\$ 144.000,00
Abobrinha	150,00	3,00	R\$ 450,00	R\$ 1.800,00
Berinjela	150,00	6,00	R\$ 900,00	R\$ 3.600,00
Pimentão	120,00	6,00	R\$ 720,00	R\$ 2.880,00
Receita total			R\$ 42.070,00	R\$ 168.280,00

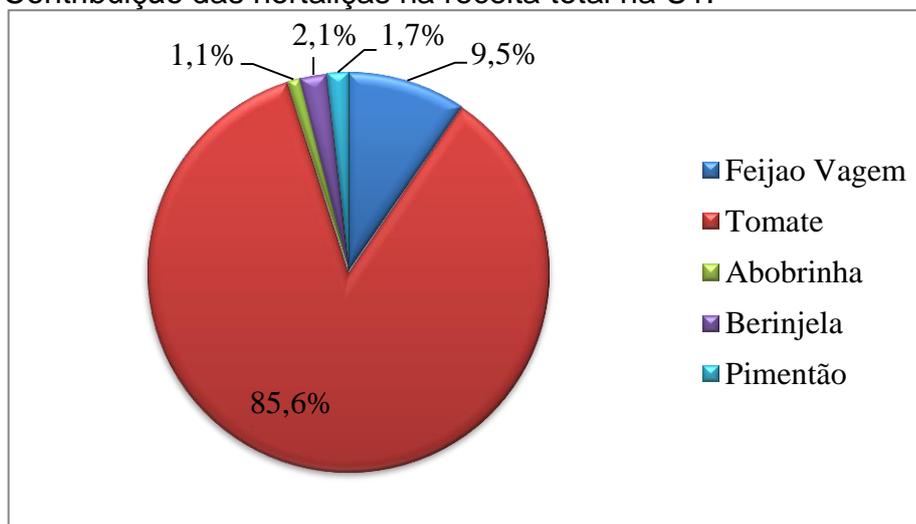
Fonte: Elaborado pela própria autora.

Na Tabela 14 tem-se demonstradas as receitas provenientes da colheita das hortaliças realizada no período de agosto a outubro de 2015, para uma área total igual a 2.400 m².

Através das estufas utilizadas para a produção das hortaliças e o uso da água da chuva captada, tem-se um potencial de produção igual a 1 colheita por trimestre, apresentando uma receita anual total igual a R\$ 168.280,00. Deve-se destacar o uso de adubo orgânico para toda a produção, onde há 3 anos não houve necessidade de correção de pH do solo através da aplicação de calcário, reduzindo desta forma o custo variável da produção.

Na Figura 7 tem-se representado o percentual de contribuição de cada hortaliça na receita bruta produzida na propriedade.

Figura 7- Contribuição das hortaliças na receita total na U1.



Fonte: Elaborado pela própria autora.

Os resultados apresentados na Figura 7 demonstram que o tomate, mesmo apresentando menor valor unitário em relação ao feijão vagem, representa a maior contribuição de receita (86,5%) da produção das estufas.

O feijão vagem foi cultivado em uma estufa correspondente a 600 m²; o tomate foi cultivado em duas estufas, correspondente a uma área de 1.200m²; o pimentão e a berinjela foram cultivados na mesma estufa, numa área total de 600m²; e a abobrinha foi cultivada aproveitando os espaços das divisórias das estufas. Sugere-se que na U1 o plantio do tomate seja ampliado, pois foi a hortaliça que mais rendeu (6.000 kg em três meses) e pode ser plantada de forma consorciada com outras plantas, por exemplo, com manjeriço.

4.2.6.1.3 Estrutura dos custos variáveis

Para a realização da produção agroecológica com uso do sistema de captação da água, tem-se os custos variáveis referentes à energia elétrica, ao calcário, à mão de obra contratada para colheita, ao adubo orgânico de aves, a água de uso comunitário e outras despesas, conforme apresentado na Tabela 15.

Tabela 15 - Custos variáveis da U1.

Itens	Custo mensal	Custo anual	%
Energia elétrica	R\$ 520,00	R\$ 6.240,00	41,1
Calcário	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0,0
Mão de obra contratada	R\$ 416,67	R\$ 5.000,00	33,0
Adubo	R\$ 150,00	R\$ 1.800,00	11,9
Água	R\$ 3,33	R\$ 39,96	0,3
Combustível (diesel)	R\$ 174,00	R\$ 2.088,00	13,8
Total	R\$ 1.264,00	R\$ 15.167,96	100,0

Fonte: Elaborado pela própria autora.

De acordo com a Tabela 15, observa-se que o consumo de energia elétrica representa 41,1% do custo variável da propriedade. Como no sistema de distribuição da água da chuva utiliza uma bomba elétrica para recalque, o custo mensal da energia passou de R\$ 360,00 para R\$ 520,00, representando um aumento de 69,2% após a implantação do sistema de irrigação por captação da água da chuva.

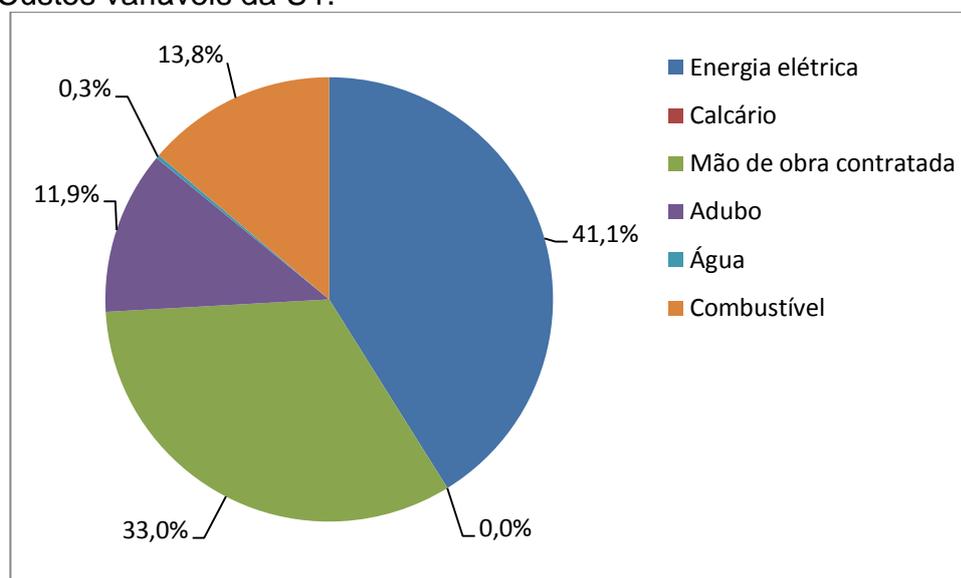
A mão de obra contratada para auxiliar nos períodos de plantio e de colheita na propriedade corresponde a 33,0% dos custos variáveis.

Após a implantação do sistema de captação da água da chuva e com o aumento da área de plantio das hortaliças, resultou num aumento no consumo de diesel nas máquinas agrícolas de 10l/semana para 20l/semana, onde para contabilizar o custo variável considerou-se o valor do litro do diesel igual a R\$ 2,90.

A água utilizada pertencente aos custos variáveis é de uso comunitário para fins domésticos.

Na Figura 8 tem-se representado o percentual de contribuição no custo variável total da propriedade devido à produção de hortaliças.

Figura 8 - Custos variáveis da U1.



Fonte: Elaborado pela própria autora.

Ao analisar os custos variáveis anuais resultantes da atividade avícola, conforme apresentado na Figura 8, observa-se que os maiores impactos nos custos variáveis referem-se ao consumo de energia elétrica (41,1%) e à mão de obra contratada (33,0%). Interessante observar que a compra de adubo orgânico de aves encontra-se entre 40 m³ e 50 m³, representando 11,9% dos custos variáveis, sendo este valor próximo do consumo de diesel na propriedade.

4.2.6.1.4 Estrutura dos custos fixos

Para a determinação dos custos fixos da atividade agrícola foram consideradas a mão de obra familiar, a depreciação dos equipamentos e instalações, as prestações do financiamento do programa SCRural e o seguro.

Em relação ao cálculo da depreciação de equipamentos e instalações, considerou-se uma vida útil igual a 25 anos, com uma apropriação igual a 100% e diferentes porcentagens de valor residual aplicadas à Equação 1, onde os resultados encontram-se apresentados na Tabela 16.

Tabela 16 - Depreciação de equipamentos e instalações na U1.

Depreciação	Valor inicial (R\$)	Percentual residual	Depreciação mensal (R\$)	Depreciação anual (R\$)
4 Estufas + Câmara fria	59.600,00	2,5%	193,70	2.324,40
Captação e distribuição de água da chuva	12.000,00	5,0%	38,00	456,00
Cisterna e sistema de recalque	16.500,00	3,3%	53,17	638,02

Fonte: Elaborado pela própria autora.

De acordo com a Tabela 16 os valores do percentual residual são referentes aos indicados por Brasil (Diário da República, 1ª série — Nº 178 — 14 de Setembro de 2009), onde observa-se que as quatro estufas e a câmara fria representam 68,0% do total dos custo total de depreciação, enquanto a captação e distribuição da água da chuva e a cisterna e o sistema de recalque representam, respectivamente, 13,3 % e 18,7 %.

Além das depreciações dos equipamentos e instalações, consideraram-se também como custos fixos o seguro, a mão de obra familiar, as prestações do financiamento do programa SCRural e a manutenção das instalações, onde os resultados encontram-se apresentados na Tabela 17.

Tabela 17 - Estrutura dos custos fixos na U1.

Descrição do Custo Fixo		Custo Fixo mensal (R\$)	Custo Fixo anual (R\$)	%
Depreciação das Instalações	das	91,17	1.094,02	2,3
Depreciação dos equipamentos	dos	193,70	2.324,40	4,8
Seguro		0,00	0,00	0,0
Mão de obra familiar		3.200,00	38.400,00	79,6
SCRural		533,33	6.399,96	13,3
Manutenção das instalações	das	0,00	0,00	0,0
Total custos fixos		4.018,20	48.218,38	100,0

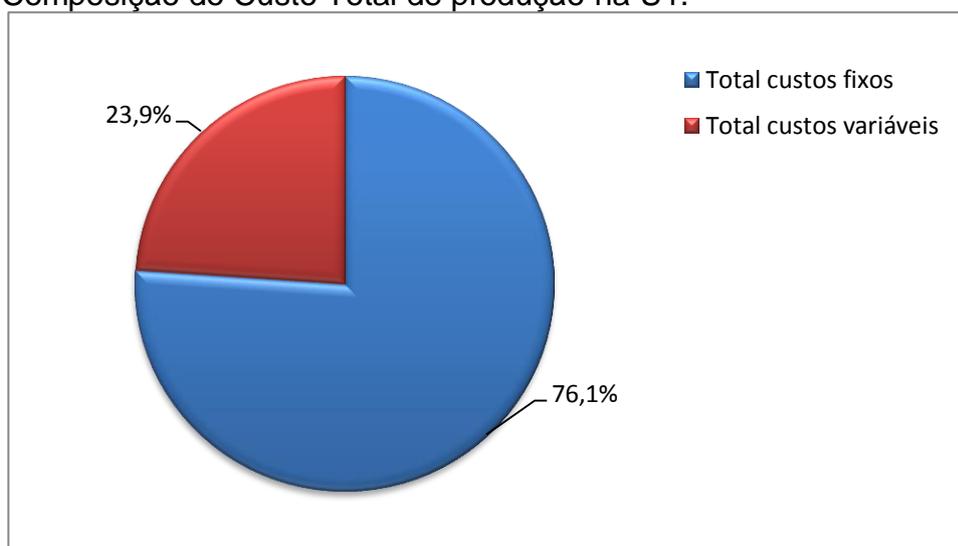
Fonte: Elaborado pela própria autora.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 17, tem-se que a mão de obra familiar representa 79,6 % do total dos custos fixos referentes à produção agrícola. Deve-se destacar que em muitos casos os produtores não consideram a mão de obra como despesa, pois os mesmos não têm por hábito separar os gastos pessoais com os da atividade agrícola. (SPAGNOL; PFÜLLER, 2010).

Analisando a Tabela 17 observa-se que o produtor não realizou seguro das estufas, pois as seguradoras oferecem contratos somente para estruturas metálicas.

Considerando os custos variáveis e fixos da atividade agrícola tem-se o custo total, sendo o mesmo igual a R\$ 63.386,34, onde na Figura 9 tem-se representada a relação dos custos fixos e variáveis em relação ao custo total de produção.

Figura 9 – Composição do Custo Total de produção na U1.



Fonte: Elaborado pela própria autora.

Analisando a composição do custo total, conforme a Figura 9, tem-se que os custos fixos oferecem um maior impacto em relação ao custo total (76,1 %), enquanto os custos variáveis representam apenas 23,9 %.

4.2.6.1.5 Fluxo de caixa

A partir dos dados coletados durante a entrevista realizada com o produtor, foi possível avaliar o fluxo de caixa, tendo como parâmetro o primeiro trimestre, sendo de agosto a outubro de 2015, de produção do agricultor, fazendo uso do sistema de captação de água da chuva, sendo possível realizar uma estimativa das receitas médias obtidas anualmente. A projeção do fluxo de caixa foi realizada anualmente, num período de cinco anos, sendo este período igual ao prazo para pagamento do financiamento do programa SCRural, conforme apresentado no Quadro 8.

Quadro 8 - Fluxo de caixa estimado do projeto da U1. (continua)

Itens	PERÍODOS ANUAIS					
	F0 (R\$)	F1 (R\$)	F2 (R\$)	F3 (R\$)	F4 (R\$)	F5 (R\$)
1. Investimento Inicial						
4 Estufas + Câmara fria	59.600,00					
Instalação hidráulica	12.000,00					
Cisterna + sistema de recalque	16.500,00					
Sementes	1.200,00					
Hora máquina	4.000,00					
Mão de obra (construção)	10.000,00					
Total dos investimentos	-103.300,00					
2. Receitas						
Feijão Vagem		16.000,00	16.000,00	16.000,00	16.000,00	16.000,00
Tomate		144.000,00	144.000,00	144.000,00	144.000,00	144.000,00
Abobrinha		1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00
Berinjela		3.600,00	3.600,00	3.600,00	3.600,00	3.600,00
Pimentão		2.880,00	2.880,00	2.880,00	2.880,00	2.880,00
Total de receitas		168.280,00	168.280,00	168.280,00	168.280,00	168.280,00
3. Custos						
3.1 Custos Fixos						
Depreciação da Instalação		1.094,02	1.094,02	1.094,02	1.094,02	1.094,02
Depreciação dos equipamentos		2.324,40	2.324,40	2.324,40	2.324,40	2.324,40

Fonte: Elaborado pela própria autora.

Quadro 8 - Fluxo de caixa estimado do projeto da U1. (continuação)

Itens	PERÍODOS ANUAIS					
	F0 (R\$)	F1 (R\$)	F2 (R\$)	F3 (R\$)	F4 (R\$)	F5 (R\$)
Seguro		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mão de obra familiar		38.400,00	38.400,00	38.400,00	38.400,00	38.400,00
SCRural		6.399,96	6.399,96	6.399,96	6.399,96	6.399,96
Total dos Custos fixos		48.218,38	48.218,38	48.218,38	48.218,38	48.218,38
3.2 Custos variáveis						
Energia elétrica		6.240,00	6.240,00	6.240,00	6.240,00	6.240,00
Calcário		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mão de obra contratada		5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00
Adubo		1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00
Água		39,96	39,96	39,96	39,96	39,96
Combustível		2.088,00	2.088,00	2.088,00	2.088,00	2.088,00
Total dos custos variáveis		15.167,96	15.167,96	15.167,96	15.167,96	15.167,96
3.3 Total dos custos		63.386,34	63.386,34	63.386,34	63.386,34	63.386,34
3.4 Fluxo de caixa líquido anual		104.893,66	104.893,66	104.893,66	104.893,66	104.893,66

Fonte: Elaborado pela própria autora.

Conforme apresentado no Quadro 8, foram consideradas constantes as despesas e receitas durante todo o período de análise do fluxo de caixa estimado do projeto para a análise da viabilidade econômica-financeira do projeto. Deve-se ressaltar que o investimento inicial de sementes corresponde somente ao período de instalação do sistema, pois após este período as sementes serão produzidas pelo própria família. De acordo com os resultados apresentados, obtém-se uma receita líquida anual igual a R\$ 104.893,66, indicando uma solvência positiva econômica do projeto.

A partir dos resultados do Quadro 8 e a TMA igual a 8,56% a.a., pode-se analisar a viabilidade econômica do projeto de captação de água da chuva para a produção orgânica de hortaliças numa perspectiva agroecológica através dos métodos quantitativos de avaliação de projetos de investimento VPL, TIR e *payback*. Também pode-se determinar o ponto de equilíbrio contábil global e realizar a análise de sensibilidade dos resultados econômicos em função de uma variação de $\pm 10\%$ no investimento inicial, nos custos fixos e variáveis.

4.2.6.1.6 Métodos quantitativos de avaliação de projetos de investimento

Nesta seção tem-se apresentados os resultados dos métodos quantitativos de avaliação de projetos de investimento referentes ao VPL, à TIR e ao *payback* simples, considerando uma TMA igual a 8,56% a.a. pré-estabelecida.

4.2.6.1.6.1 Valor Presente Líquido

No método do VPL os fluxos de caixa do investimento são convertidos ao valor presente através da taxa de desconto predefinida (TMA). Considerando uma taxa mínima de atratividade de 8,56 % a.a., determinou-se o VPL do investimento no projeto de captação de água da chuva para a produção orgânica de hortaliças numa perspectiva agroecológica, a partir da Equação 1, resultando em um valor positivo igual a R\$ 309.400,63, indicando que o investimento é economicamente viável.

Na Tabela 18 tem-se apresentado o cálculo de avaliação do investimento do VPL acumulado.

Tabela 18 - Cálculo de avaliação do investimento do VPL acumulado da U1.

PERÍODOS	VPL ACUMULADO	FLUXO DESCONTADO
0	-R\$ 103.300,00	R\$ 96.622,75
1	-R\$ 6.677,25	R\$ 89.004,01
2	R\$ 82.326,76	R\$ 81.986,01
3	R\$ 164.312,77	R\$ 75.521,38
4	R\$ 239.834,14	R\$ 69.566,49
5	R\$ 309.400,63	R\$ 64.081,14

Fonte: Elaborado pela própria autora.

O valor do fluxo descontado indicado na Tabela 18 determinou-se através da Equação 4, a qual corresponde ao valor presente calculado em função do fluxo de caixa líquido anual obtido com rentabilidade igual a taxa da caderneta de poupança igual a 8,56% a.a:

$$FD_{i+1} = \frac{FCL_i}{1+TMA}, \quad (4)$$

onde FD_{i+1} corresponde ao fluxo descontado no período seguinte e FCL_i ao fluxo de caixa líquido no período anterior.

Analisando a Tabela 18, observa-se que o VPL acumulado se torna positivo a partir do segundo ano após o período do investimento inicial, reforçando a viabilidade de investimento no projeto.

4.2.6.1.6.2 Taxa Interna de Retorno

De acordo com os dados econômicos do Quadro 8 aplicados à Equação 2, obteve-se uma TIR igual a 98,22% a.a, sendo este indicador cerca de 12 vezes maior que a TMA (8,56% a.a), demonstrando que o investimento no projeto de captação de água da chuva para a produção orgânica de hortaliças numa perspectiva agroecológica é economicamente atrativo.

4.2.6.1.6.3 Payback simples

Através do método *payback* simples foi avaliado o tempo mínimo de retorno do investimento inicial à família da U1.

A partir da Equação 3 e considerando que o fluxo de caixa líquido manteve-se constante durante o período de 5 anos, conforme demonstrado no Quadro 8, obteve-se o *payback* simples igual a 0,98 anos, onde, neste caso, o investimento inicial de R\$ 103.000,00 é igual ao fluxo de caixa líquido anual. Neste caso, como o *payback* obtido é em torno de 1/5 do período total de pagamento do empréstimo do programa SCRural e aproximadamente 25 vezes menor que o tempo de vida útil dos equipamentos e instalação, tem-se um baixo risco do investimento no projeto de captação de água da chuva para a produção orgânica de hortaliças numa perspectiva agroecológica.

Na Tabela 19 tem-se demonstrado os resultados obtidos do VPL, TIR e *payback* dos métodos quantitativos de avaliação de projetos de investimento.

Tabela 19 - Síntese métodos quantitativos de avaliação de projetos de investimento da U1.

Métodos	Valor	Condição	Status
VPL	R\$ 309.400,63	VPL > 0	Viável
TIR	98,22% a.a	TIR > TMA	Atrativo
<i>Payback</i>	0,98 anos	<< 25 anos	Baixo risco

Fonte: Elaborado pela própria autora.

A partir da Tabela 19, para um VPL maior que zero é possível observar que o projeto é capaz de gerar benefícios suficientes para recuperar o capital investido e remunerar também o que teria sido ganho se o capital investido tivesse sido aplicado a TMA de 8,56% a.a., tornando o projeto viável. Em relação à TIR, tem-se que a atividade apresenta rentabilidade maior que a média da caderneta de poupança, caracterizando o investimento como atrativo. Para um *payback* muito menor que o tempo de vida útil dos equipamentos, tem-se que o projeto apresentado um baixo risco econômico.

4.2.6.1.7 Ponto de equilíbrio contábil

O ponto de equilíbrio contábil foi determinado em função das receitas totais, dos custos variáveis, da margem de contribuição e dos custos fixos medidos mensalmente e anualmente, conforme apresentado na Tabela 20.

Tabela 20 - Margem de contribuição da U1.

Item	Mês	Anual	%
Receitas	R\$ 14.023,33	R\$ 168.280,00	100%
(-) Custos variáveis	R\$ 1.264,00	R\$ 15.167,96	9,01%
Margem de contribuição	R\$ 12.759,34	R\$ 153.112,04	90,99%
(-) Custos fixos	R\$ 4.018,20	R\$ 48.218,38	
Resultado	R\$ 8.741,14	R\$ 104.893,66	

Fonte: Elaborado pela própria autora.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 20, observa-se que os custos variáveis correspondem a 9,01% do total das receitas. Desta forma, caso haja uma redução nas receitas totais, os custos variáveis também serão reduzidos. Em relação ao ponto de equilíbrio contábil, o mesmo foi considerado como sendo o valor mínimo em reais, em determinado período de tempo, para que a atividade agrícola não gere prejuízo, conforme apresentado na Equação 7 (BRAGA, 2011):

$$PEC = \frac{Ft}{MCT/RTV}, \quad (6)$$

onde PEC corresponde ao ponto de equilíbrio contábil, Ft ao custo fixo total, MCT à margem de contribuição e RTV à receita total variável.

Substituindo os resultados obtidos da Tabela 20 na Equação 6 obtém-se o ponto de equilíbrio contábil igual a R\$ 4.416,26 ao mês ou R\$ 52.995,11 ao ano. Com estes valores, a atividade agrícola consegue obter lucro zero e cobrir os desembolsos realizados com os custos fixos e variáveis, conforme demonstrado na Tabela 21.

Tabela 21 - Ponto de equilíbrio contábil da U1.

	Mês	Anual	%
Receitas	R\$ 4.416,26	R\$ 52.995,11	100
(-)Custos variáveis	R\$ 398,06	R\$ 4.776,73	9,01%
Margem de contribuição	R\$ 4.018,20	R\$ 48.218,38	90,99%
(-) Custos fixos	R\$ 4.018,20	R\$ 48.218,38	
(=) Resultado	R\$ 0,00	R\$ 0,00	

Fonte: Elaborado pela própria autora.

Através da Tabela 21, tem-se demonstrado que caso a receita mensal seja igual ao valor do ponto de equilíbrio contábil, onde descontando os custos fixos e variáveis, obtém-se um resultado final igual a R\$ 0,00. Desta forma para que a atividade apresente um lucro líquido, a atividade agrícola deverá obter uma receita anual superior a R\$ 48.218,38, caso contrário a mesma apresentará prejuízo para receitas inferiores superiores ao ponto de equilíbrio.

4.2.6.1.8 Análise de sensibilidade do projeto

A análise de sensibilidade do projeto consiste em avaliar os resultados dos métodos quantitativos de avaliação de projetos de investimento referentes ao VPL, à TIR e ao *payback* simples mediante a variação do investimento inicial, das receitas, dos custos fixos e variáveis em $\pm 10\%$, sendo este valor aproximadamente igual à inflação acumulada em 2015 (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2015). Deve-se ressaltar que para cada cenário econômico da atividade simulado variou-se somente uma grandeza, mantendo-se as demais constantes, a fim de caracterizar a influência

desta nos resultados dos métodos quantitativos de avaliação de projetos de investimento.

Na Tabela 22 encontram-se os resultados da análise de sensibilidade do projeto para uma variação no investimento inicial com redução de 10 %, valor atual e com aumento de 10%.

Tabela 22 - Análise de sensibilidade devido ao investimento inicial da U1.

Métodos	Investimento inicial		
	10%(<)	Atual	10% (>)
VPL	R\$ 319.730,63	R\$ 309.400,63	R\$ 299.070,63
TIR	110,07%	98,22%	88,43%
<i>Payback</i>	0,89	0,98	1,08

Fonte: Elaborado pela própria autora.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 22, verifica-se que ao aumentar o investimento inicial em 10%, o projeto de captação de água da chuva para a produção orgânica de hortaliças numa perspectiva agroecológica continua sendo viável e atrativo, apresentando uma TIR igual a 10,33 vezes a TMA e um *payback* em torno de 1/5 do tempo de pagamento do financiamento do programa SCRural. Em relação ao VPL, obteve-se uma redução igual a 3,34% em relação ao cenário atual.

Na Tabela 23 encontram-se os resultados referentes da sensibilidade do projeto em relação à variação das receitas provenientes da atividade agrícola.

Tabela 23 - Análise de sensibilidade devido às receitas da U1.

Métodos	Receitas		
	10%(<)	Atual	10% (>)
VPL	R\$ 243.191,42	R\$ 309.400,63	R\$ 375.609,84
TIR	80,85%	98,22%	115,29%
<i>Payback</i>	1,17	0,98	0,85

Fonte: Elaborado pela própria autora.

Através da Tabela 23, observa-se que mesmo reduzindo em 10% as receitas totais o investimento ainda continua viável, devido ao VPL ser positivo com uma redução de 21,34% em relação ao cenário atual, e atrativo, pois a TIR apresenta-se igual a 9,45 vezes a TMA. Em relação ao *payback*, observou-se um mesmo comportamento obtido com o aumento do investimento inicial do projeto.

A Tabela 24 demonstra os resultados ocorridos nos indicadores após as variações dos valores dos custos fixos da atividade avícola.

Tabela 24 - Análise de sensibilidade devido aos custos fixos da U1.

Métodos	Custos fixos		
	10%(<)	Atual	10% (>)
VPL	R\$ 328.371,99	R\$ 309.400,63	R\$ 290.429,26
TIR	103,14%	98,22%	93,28%
Payback	0,94	0,98	1,03

Fonte: Elaborado pela própria autora.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 24, verifica-se que o aumento de 10% nos custos fixos provocou a redução no VPL em 6,13%, a TIR igual a 10,9 vezes a TMA e o *payback* igual a 1/5 do tempo de pagamento do financiamento do programa SCRural, caracterizando o investimento como viável e atrativo.

Em relação à influência da variação nos custos variáveis na análise de sensibilidade do projeto, tem-se os resultados demonstrados na Tabela 25.

Tabela 25 - Análise de sensibilidade aos custos variáveis da U1.

Métodos	Custos variáveis		
	10%(<)	Atual	10% (>)
VPL	R\$ 315.368,41	R\$ 309.400,63	R\$ 303.432,84
TIR	99,77%	98,22%	96,67%
Payback	0,97	0,98	1,00

Fonte: Elaborado pela própria autora.

Conforme os resultados apresentados na Tabela 25, observa-se que com a redução em 10% dos custos variáveis o investimento continua viável e atrativo, obtendo-se uma redução no VPL igual a 1,93 % e a TIR igual a 11,3 vezes a TMA. Interessante observar que o aumento em 10% no total dos custos variáveis tornou um *payback* exatamente igual a 1 ano, isto é neste período ter-se-á o retorno do investimento inicial aplicado.

Através dos resultados apresentados nas Tabelas 22 a 25, observou-se que mesmo variando em $\pm 10\%$ o investimento inicial, as receitas e os custos fixos e variáveis, o projeto de captação de água da chuva para a produção orgânica de hortaliças numa perspectiva agroecológica é viável, atrativo economicamente e de baixo risco. Foi possível identificar que a redução em 10% nas receitas foi o fator de

maior influência na variação dos resultados dos métodos VPL, TIR e *payback* provenientes da atividade agrícola. Desta forma pode-se indicar ao produtor que o mesmo deve-se preocupar sempre em manter a qualidade do produto para venda referente à produção, empacotamento e distribuição, com a finalidade de manter ou ampliar a quantidade de vendas anualmente, evitando, desta forma um insucesso financeiro de seu investimento.

4.2.6.2 Sustentabilidade ambiental

Em relação à sustentabilidade ambiental, os coordenadores do Projeto TSGA apontam algumas metas a serem atingidas, tais como a recuperação de nascentes, o uso eficiente da água, o manejo adequado do solo e o controle dos dejetos.

De acordo com as entrevistas realizadas, percebeu-se que as famílias, pertencentes às Unidades U1 e U2, consideram que o sistema de captação de água da chuva é uma forma de contribuir para o meio ambiente.

Quanto às fontes de água nas propriedades, na U1 observou-se a presença de nascente e rios protegidos por mata ciliar, onde a distribuição ocorre por efeito da gravidade e um poço vedado para impedir o acesso de animais.

Na unidade U2, antes da instalação do sistema de captação de água da chuva, a família fazia uso, em sua propriedade, da água proveniente de uma ponteira e em épocas de estiagem, também do açude. No entanto, a instalação do sistema trouxe à família a vantagem de utilizar somente a água do açude para a criação de peixes utilizados para o autoconsumo, aumentando, desta forma, a reserva hídrica na propriedade.

A captação e utilização de água da chuva para a irrigação para as Unidades U1 e U2 representa significativamente um aumento da reserva hídrica local, conservando o agroecossistema (MENEZES; SOUZA, 2011) e aumentando a rentabilidade familiar, conforme demonstrado na seção de viabilidade econômica.

Além do aumento da disponibilidade de água para as Unidades U1 e U2, observou-se também, através do desenvolvimento da pesquisa, a pertinência dos conceitos agroecológicos através da ampliação da produção de hortaliças orgânicas, utilização de adubos orgânicos, não aplicação de agrotóxicos, irrigação por gotejamento para melhor aproveitamento da água, manejo biológico das pragas,

otimização do espaço cultivado e a diversificação das culturas. (SERAFIM; JESUS; FARIA, 2013).

4.2.7 Reaplicabilidade

A reaplicabilidade foi avaliada mediante o indicador da difusão do sistema de captação de água da chuva, onde os dados foram obtidos a partir das entrevistas realizadas.

De acordo com os coordenadores do Projeto TGSA, as unidades demonstrativas de captação de água da chuva podem ser reaplicadas em outras comunidades. Neste sentido, os mesmos afirmam que através do sistema pode-se aproveitar o grande volume de precipitação nos telhados já instalados nas propriedades, bem como otimizar as construções nas áreas rurais para conter a água da chuva.

Em relação às sugestões para a melhoria do sistema implantado em suas propriedades, apenas a U2 aponta a necessidade de ter uma cisterna com maior volume, e comenta que 30 m³ seria o ideal.

As famílias das Unidades U1 e U2 afirmam que gostariam que tivessem mais cisternas em suas propriedades, onde a U1 afirma a necessidade de ter uma cisterna menor para limpeza do barracão e que esse é um plano para ser executado em até um ano. Além disso, as duas famílias pontuaram que não tiveram dificuldade em utilizar o sistema de captação de água da chuva e que não houve necessidade de fazer adaptações no mesmo.

Interessante observar que em todas as unidades entrevistadas, os atores sociais afirmam que os materiais utilizados para a construção do sistema de captação de água da chuva são encontrados facilmente em suas regiões e que têm plenas condições de reproduzir a experiência desses sistemas em outros locais.

Importante salientar que em todas as unidades pesquisadas os sistemas de captação de água da chuva foram instalados por vontade e necessidade dos atores sociais. As finalidades de uso da água captada são irrigação dos cultivos e lavagem dos pisos e das calçadas. No caso da U3 além destas finalidades, há também a questão pedagógica da Tecnologia, pois como é um local que recebe frequentemente muitos grupos de visitantes que desejam ampliar seus

conhecimentos em Agroecologia e em Sustentabilidade, a finalidade pedagógica torna-se bastante evidenciada.

Verificou-se em todas as Unidades pesquisadas que houve a apropriação e a aprendizagem por parte dos atores sociais envolvidos. Crianças, jovens e adultos participaram da construção dos sistemas de captação de água da chuva, direta ou indiretamente, o que fez com que tivessem contato com esta Tecnologia e acesso à construção e ao funcionamento da mesma. Mesmo as pessoas que não tiveram contato direto na construção do sistema de captação de água da chuva, como no caso da U3, o público visitante formado por alunos, técnicos, agricultores e mesmo os funcionários do Centro de Treinamento visualizam a Unidade Demonstrativa e ficam interessados quanto ao funcionamento do sistema.

Todos os envolvidos pontuam que mesmo tendo acesso pela primeira vez à Tecnologia, a mesma foi de fácil manejo, não tiveram dúvidas nem em sua montagem, funcionamento e utilização. Todos afirmam também que não têm dificuldade em passar a Tecnologia adiante, ou seja, conseguem plenamente explicar o seu funcionamento e ensinar outras pessoas o modo de fazer e de usar a mesma.

Quanto à questão de aperfeiçoamento da Tecnologia, com exceção da U3, todos pretendem aumentar a quantidade de água captada. Seja para irrigar os cultivos ou para lavar galpão, mas acreditam que tendo uma cisterna com maior capacidade de volume ou instalando outro sistema, o sistema será aperfeiçoado.

Através dos resultados apresentados nesta seção, observa-se que a TS apresenta-se como importante incentivadora do potencial e da criatividade das famílias e dos envolvidos no processo de captação e distribuição da água da chuva. (DIAS, 2013).

4.2.8 Análise dos indicadores de Avaliação da Tecnologia Social da captação de água da chuva

Com base nos resultados obtidos através das análises qualitativas dos indicadores de avaliação da Tecnologia Social da captação de água da chuva, foi realizada uma conversão das mesmas em escala quantitativa, a fim de possibilitar a

análise gráfica dos resultados. Desta forma, tem-se representado na Tabela 26 os indicadores utilizados nesta avaliação.

Tabela 26 - Indicadores de avaliação da Tecnologia Social na captação de água da chuva.

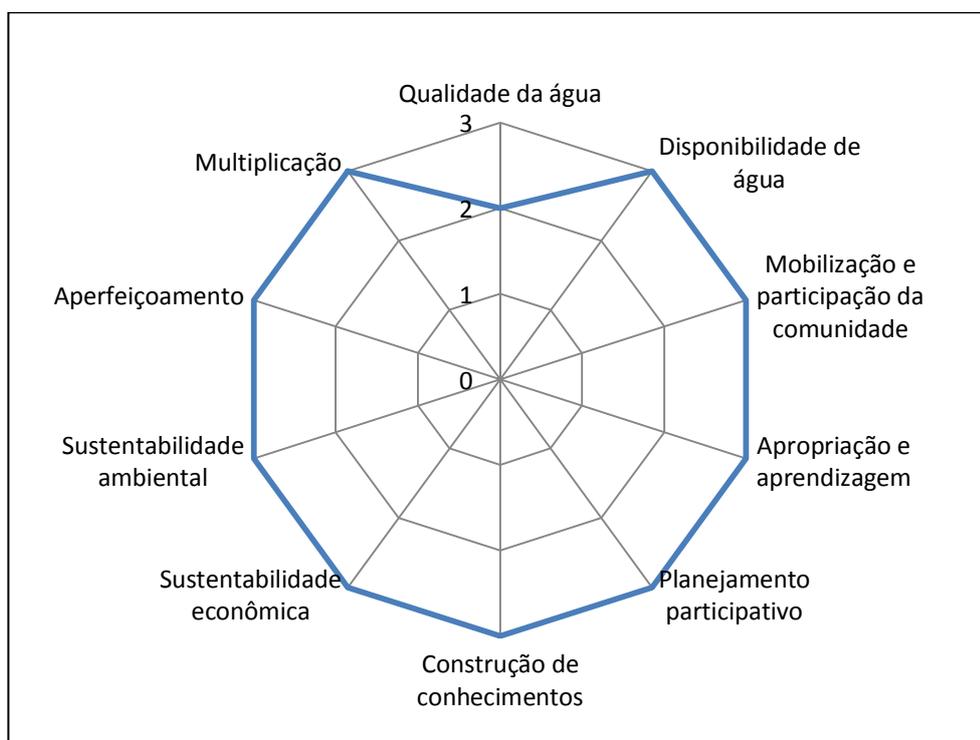
Indicadores	Notas			
	U1	U2	U3	U4
Qualidade da água	2	-	2	-
Disponibilidade de água	3	2	3	2
Mobilização e participação da comunidade	3	3	2	3
Apropriação e aprendizagem	3	3	3	3
Planejamento participativo	3	3	2	3
Construção de conhecimentos	3	3	3	3
Sustentabilidade econômica	3	-	-	-
Sustentabilidade ambiental	3	3	-	-
Aperfeiçoamento	3	3	3	3
Multiplicação	3	3	3	3

Fonte: Elaborado pela própria autora.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 26, observa-se que em todas as unidade analisadas, não obteve-se nota inferior a 2. Desta forma, tem-se que a Tecnologia Social no mínimo parcialmente satisfaz ao problema de captação de água da chuva para irrigação nas unidades U1, U2 e U3 e para limpeza na unidade U4.

A partir dos resultados apresentados na Tabela 26, plotou-se graficamente os indicadores de avaliação da Tecnologia social na captação de água da chuva, conforme ilustrado nas Figuras 10 a 13.

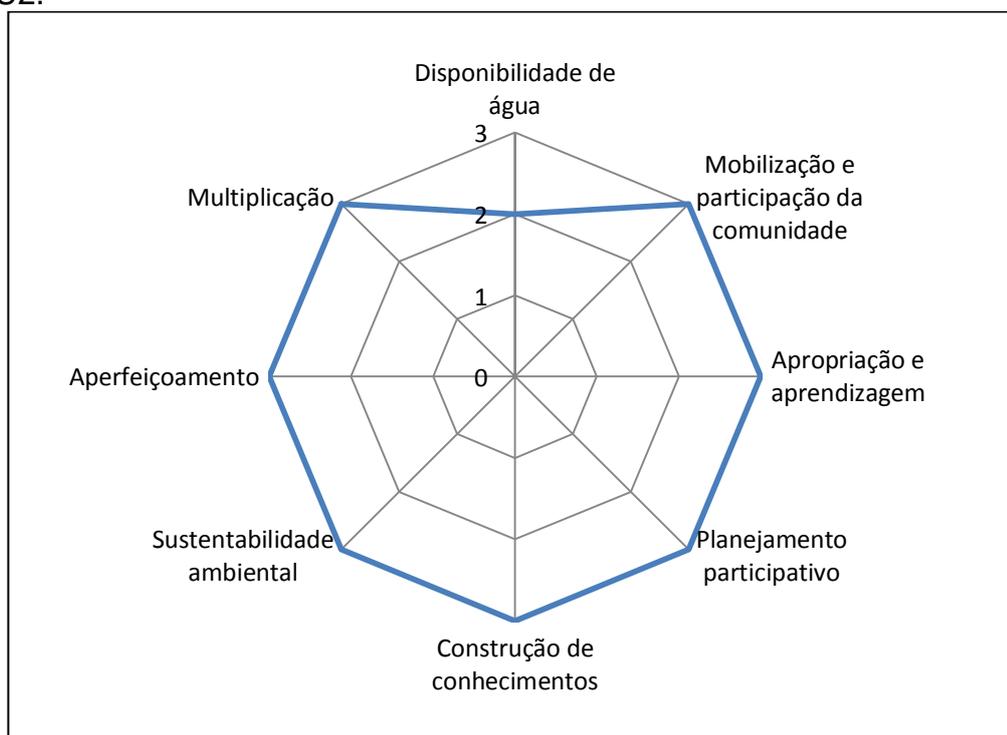
Figura 10 - Indicadores da Tecnologia Social de captação de água da chuva para a unidade U1.



Fonte: Elaborado pela própria autora.

A partir da Figura 10, observa-se para a Unidade U1 uma plena satisfação, isto é, nota igual a 3 para 90% dos indicadores da Tecnologia Social de captação de água da chuva, sendo somente a qualidade da água com nota igual a 2, apresentando parcial satisfação. Este resultado encontra-se associado, principalmente à presença de coliformes totais e *Escherichia Coli* na amostra de água coletada.

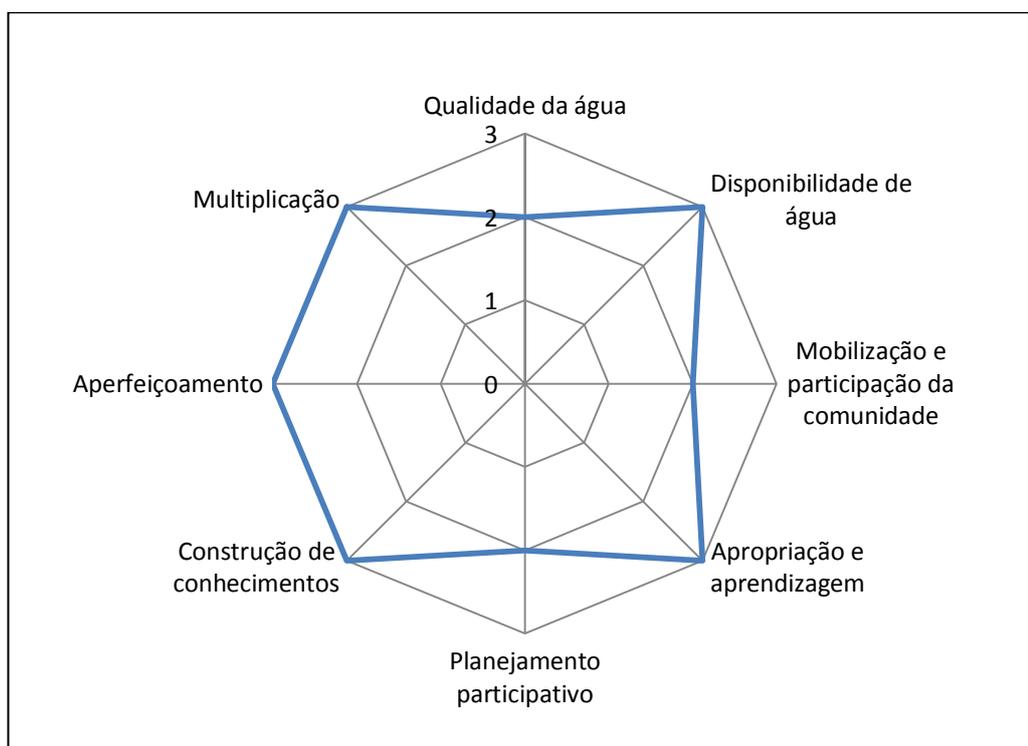
Figura 11 - Indicadores da Tecnologia Social de captação de água da chuva para a unidade U2.



Fonte: Elaborado pela própria autora.

De acordo com a Figura 11, tem-se que em 87,5% dos indicadores da Tecnologia Social de captação de água da chuva para a Unidade U2 apresentam plena satisfação, com nota igual a 3, enquanto em relação à disponibilidade de água obteve-se uma parcial satisfação, com nota igual a 2, devido ao fato da água captada ser parcialmente suficiente para a irrigação dos cultivos, sendo este fato relacionado ao baixo volume da cisterna.

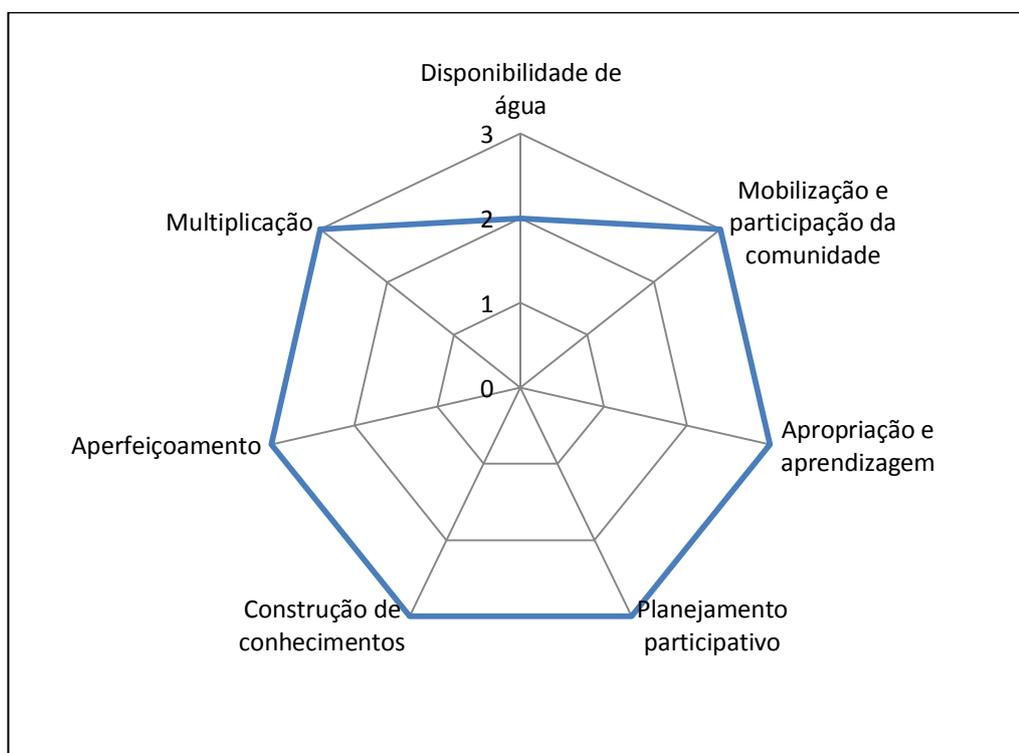
Figura 12 - Indicadores da Tecnologia Social de captação de água da chuva para a unidade U3.



Fonte: Elaborado pela própria autora.

Em relação aos indicadores da Tecnologia Social de captação de água da chuva para a unidade U3, conforme apresentado na Figura 12, observou-se que o planejamento participativo, a mobilização e participação da comunidade e a qualidade da água apresentaram resultado parcialmente satisfatório, representando 62,5% dos indicadores analisados. Para melhorar estes indicadores, os atores sociais deveriam participar do processo de planejamento e construção sistema, estimular uma participação mais ativa dos atores sociais junto ao TSGA elaborar um plano de monitoramento e controle da qualidade da água.

Figura 13 - Indicadores da Tecnologia Social de captação de água da chuva para a unidade U4.



Fonte: Elaborado pela própria autora.

A partir dos indicadores da Tecnologia Social de captação de água da chuva, para a unidade U4, conforme apresentado na Figura 13, observou-se que somente a disponibilidade de água apresentou nota 2, isto é, parcialmente satisfatória. Este resultado encontra-se relacionado ao fato da água captada atualmente ser suficiente somente para a lavagem dos pisos da escola, onde com a construção da futura horta escolar deverá ser aumentado o volume de água captada e da cisterna.

4.3 LIMITES E POTENCIALIDADES DA TECNOLOGIA SOCIAL E DA METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO CONSIDERANDO OS PRESSUPOSTOS DO TSGA QUANTO À EFETIVIDADE, VIABILIDADE E SIMPLICIDADE

Para avaliar os limites e potencialidades da Tecnologia Social captação de água da chuva e da matriz de avaliação, foram considerados os pressupostos do TSGA, sendo a efetividade, a viabilidade e a simplicidade.

4.3.1 Efetividade

Conforme Castro (2006), efetividade afere em que medida os resultados de uma ação trazem benefício à população. Sendo assim, a questão principal deste tópico de avaliação é saber em que medida a Tecnologia Social Captação de Água da Chuva beneficiou as famílias e comunidades envolvidas.

Para isso, dois outros conceitos são importantes na avaliação: eficiência e eficácia. Eficiência, segundo Silva e Barros (2004) refere-se à relação entre os custos de uma determinada ação e os resultados alcançados. Para os mesmos autores, eficácia é o grau em que os objetivos e as metas estabelecidas foram concretizados.

Segundo os coordenadores do Projeto TSGA, a efetividade encontra-se associada aos processos de estocagem de água, a qual deve apresentar quantidade suficiente para a produção das famílias e qualidade dentro dos padrões exigidos pelos órgãos fiscalizadores. Além disso, deve-se buscar, através do Projeto, o processo de empoderamento dos atores sociais, onde os mesmos devem perceber que através da TS de captação de água da chuva, pode-se obter um maior tempo de quantidade de água suficiente às necessidades em cada unidade demonstrativa.

Partindo das questões que fundamentam esta pesquisa, água e atores sociais, foi elaborado o Quadro 9, onde encontram-se retratados os parâmetros avaliativos relacionando estas questões aos conceitos de eficiência e eficácia.

Quadro 9 - Parâmetros avaliativos relacionados aos conceitos de eficiência e eficácia.

CONCEITOS	Parâmetros	
	Água	Gestão
EFICIÊNCIA	Quantidade	Utilização do sistema
EFICÁCIA	Qualidade	Empoderamento dos atores sociais

Fonte: Elaborado pela própria autora.

A partir do Quadro 9 tem-se que a Tecnologia Social de Captação de Água da Chuva classifica-se como eficiente quando certa quantidade de água, fornecida pelo sistema, atende todas as necessidades para o plantio de hortaliças e em termos de gestão tem-se que os atores sociais se apropriaram da Tecnologia em termos do uso do sistema.

No entanto, para que a Tecnologia seja eficaz, segundo o Quadro 9, se faz necessário ocorrer concomitantemente a comprovação da qualidade da água através dos ensaios laboratoriais e o processo de empoderamento dos atores sociais, isto é, quando os sistemas implantados de captação de água da chuva em suas propriedades os deixam mais confiantes, e, conseqüentemente, sentem-se motivados a seguir na atividade agrícola, tendo como conseqüência a redução no risco de investimento.

Nesta perspectiva, quanto à utilização do sistema de captação de água da chuva, todas as famílias das Unidades U1 e U2 afirmam que se apropriaram da Tecnologia, tanto na questão tecnológica (aspectos de construção e de uso), como também percebem a necessidade e a importância da mesma em suas propriedades.

No entanto, em relação à quantidade de água foi verificado que na U1 a quantidade de água foi suficiente para a irrigação da produção de hortaliças. A água da chuva, captada das estruturas das quatro estufas, é armazenada numa cisterna de 300 m³ a qual é suficiente para a produção, onde, neste caso, a Tecnologia pode ser classificada como eficiente.

De acordo com os dados obtidos através do relato da família da U2, observou-se que a quantidade de água armazenada na cisterna, sendo aproximadamente igual a 8 m³, é insuficiente para irrigar a atual produção de hortaliças. Neste sentido, na Unidade U2 pesquisada através dos parâmetros da quantidade de água e de gestão a Tecnologia pode ser classificada como não eficiente, necessitando, desta forma, de um processo de redimensionamento do sistema de captação e armazenamento da água da chuva à nova realidade produtiva da família.

Em relação à qualidade da água os resultados microbiológicos realizados para as unidades U1 e U3 demonstraram que as mesmas encontram-se fora dos padrões de potabilidade estabelecido por Brasil (2011), devido à presença de coliformes totais e *Escherichia Coli*. Em relação aos resultados físico-químicos para a unidade U1 obteve-se um pH abaixo do padrão estabelecido por Brasil (2005), enquanto para a U3 obteve-se uma turbidez superior ao valor máximo permitido. Desta forma, tem-se uma não eficácia da Tecnologia nas unidades U1 e U3.

Em relação ao processo de empoderamento, conforme apresentado no Quadro 9, os atores sociais explicitam o quanto os sistemas implantados em suas propriedades os deixam mais confiantes a seguir na agricultura, pois de acordo com relatos, mesmo tendo algum período de estiagem severa, eles possuem a reserva

de água e sabem que seus cultivos não serão afetados, o que acarreta também numa segurança econômica para os mesmos.

Embora tenha-se observado o processo de empoderamento dos atores sociais envolvidos, através da comprovação da não qualidade da água através dos ensaios laboratoriais torna a Tecnologia Social de Captação de Água da Chuva como não eficaz para as unidades U1 e U3.

4.3.2 Viabilidade

Quanto à avaliação de viabilidade dos sistemas analisados, foram verificados os aspectos técnicos, econômicos e culturais.

No aspecto técnico, constatou-se que os materiais utilizados para a construção dos sistemas são facilmente encontrados em suas localidades e que os atores tiveram facilidade na montagem dos mesmos.

Economicamente, a partir dos resultados dos métodos quantitativos de avaliação de projetos de investimento VPL, TIR e *payback* simples, observou-se que o que o projeto de captação e distribuição de água da chuva é viável, atrativo e de baixo risco econômico. Desta forma, o projeto é capaz de gerar benefícios suficientes para recuperar o capital investido e remunerar também o que teria sido ganho se o capital investido tivesse sido aplicado a TMA de 8,56% a.a., além de apresentar rentabilidade maior que a média da caderneta de poupança e um tempo de retorno muito menor que o tempo de vida útil dos equipamentos. Estes resultados encontram-se de acordo com as expectativas dos coordenadores do Projeto TSGA em relação à viabilidade econômica, onde os mesmos apontam que a TS de captação de água da chuva deve apresentar as características de baixo custo de implantação e manutenção do sistema.

Através das entrevistas realizadas com os coordenadores do Projeto TSGA, constatou-se que a viabilidade cultural encontra-se associada, principalmente, ao respeito às características da produção familiar. Desta forma, deve-se resgatar historicamente como ocorre o uso da água e a origem histórica dos habitantes antes durante o projeto de planejamento de instalação do sistema de captação de água da chuva.

Culturalmente, foi constatado que, mesmo sendo o primeiro contato das famílias com este tipo de Tecnologia, as mesmas apresentaram facilidade em sua utilização, mostrando-se satisfeitas com o funcionamento do sistema de captação e distribuição de água da chuva para irrigação e fazem planos de ampliarem os seus sistemas, o que caracteriza que esta tecnologia lhes é amigável, não havendo o embate cultural. Sendo assim, constata-se que a Tecnologia apresenta-se viável culturalmente a estas propriedades.

4.3.3 Simplicidade

De acordo com os coordenadores do Projeto TSGA, para atender a característica da TS da simplicidade, o sistema deve ser simples e fácil de implantar e ser mantida em famílias que realmente precisam ser atendidas.

No que concerne à simplicidade como pressuposto do TSGA para avaliar os limites e potencialidades da Tecnologia Social da captação de água da chuva e da matriz de avaliação, constatou-se que os atores sociais envolvidos entenderam o funcionamento do sistema, assim como a importância e necessidade destes em suas propriedades; estão aptas a construir outro sistema; e estão aptas a multiplicarem o conhecimento sobre esta tecnologia, tanto no planejamento da mesma, como também em sua montagem e utilização.

No Quadro 10, tem-se representado um resumo dos indicadores em função dos resultados obtidos na Tabela 26, onde, desta forma, pode-se demonstrar o quanto a Tecnologia Social de Captação da Água da Chuva responde aos pressupostos estabelecidos no projeto TSGA e que embasam seus objetivos.

Em função dos resultados apresentados na matriz de avaliação e dos apresentados nesta seção, tem-se no Quadro 10 a relação qualitativa entre os mesmos.

Quadro 10 Elementos da Tecnologia Social “Captação da Água da Chuva” em relação aos pressupostos do TSGA.

PARÂMETROS	EFETIVIDADE	VIABILIDADE	SIMPLICIDADE
1. Demandas sociais	X		
2. Mobilização e participação		X	
3. Apropriação e aprendizagem	X	X	X
4. Planejamento participativo			X
5. Construção de conhecimentos		X	X
6. Sustentabilidade econômica e ambiental		X	
7. Reaplicabilidade		X	X

Fonte: Elaborado pela própria autora.

De acordo com os resultados apresentados no Quadro 10, observa-se que a efetividade encontra-se relacionada com as demandas sociais e a apropriação e aprendizagem dos atores sociais. Esta relação justifica-se através da identificação da relevância da quantidade e qualidade da água captada, bem como no processo de empoderamento dos atores sociais.

Conforme apresentado no Quadro 10, tem-se que o pressuposto viabilidade do TSGA encontra-se relacionado com os parâmetros demandas sociais, mobilização e participação, apropriação e aprendizagem, construção de conhecimentos, sustentabilidade econômica e ambiental e a reaplicabilidade, devido ao fato dos atores sociais e os coordenadores do Projeto apontarem para a facilidade de obtenção de materiais para a construção do sistema de captação e distribuição de água da chuva, pela facilidade na utilização, pelo fato da tecnologia social apresentar-se mais “amigável” aos atores sociais e pela viabilidade econômica observada nos resultados.

Em relação ao pressuposto do TSGA simplicidade, observou-se que o mesmo encontra-se relacionado com os parâmetros mobilização e participação, apropriação e aprendizagem, construção de conhecimentos e reaplicabilidade. Este resultado justifica-se através das entrevistas realizadas com os atores sociais, onde os mesmos relatam sobre a facilidade da implantação, a compreensão, o funcionamento, a importância e a necessidade do sistema de captação de água da chuva, bem como a multiplicação do conhecimento, planejamento e montagem do mesmo.

4.3.4 Análise dos limites e potencialidades da Tecnologia Social de captação de água da chuva

As experiências das comunidades construindo e utilizando os sistemas de captação de água da chuva vinculam-se a um amplo movimento em prol da sustentabilidade, as quais estão inseridas diretamente na gestão da água e poderia ser considerada passível de reaplicação em quaisquer outros locais onde haja necessidade e vontade de implantar um sistema de CAC, seja nas áreas rurais ou urbanas.

Nas quatro unidades pesquisadas, os sistemas de CAC implantados foram subsidiados por Programas Federais e/ou Estaduais, tais como Petrobras Ambiental (via Projeto TSGA) e SC Rural.

Sabe-se, porém, que para a reaplicação desta Tecnologia Social, muitas famílias não possuem condições financeiras para montar um sistema de CAC, fato que pesa no orçamento familiar e/ou constroem uma, mas, por falta de dinheiro para comprar os materiais necessários e/ou falta de informação ou assessoria técnica, acaba sendo parcialmente eficiente, seja na quantidade de água captada que não supre as necessidades da propriedade, caso da U2, ou mesmo no manejo do sistema, quando os usuários tem dúvidas ou dificuldades para montar ou usar o sistema.

Outro ponto limitador da reaplicação desta Tecnologia Social é a questão da área de cobertura, pois esta é fundamental para que haja a captação de água pluvial. Caso a família necessite de uma certa quantidade de água, mas não exista na propriedade estruturas físicas que tenham cobertura suficiente para captar água, a quantidade captada será parcialmente suficiente ou insuficiente. Este ponto é de muita relevância para se obter a eficiência do sistema, pois não adianta implantar mais cisternas na propriedade se esta possui uma área de captação limitada.

Outra questão importante é o uso e a aplicação de plásticos na atividade agrícola, conhecida como plasticultura, adotados nas propriedades e utilizados nas estufas, telhados, cisternas, cobertura do solo e irrigação, por exemplo. O uso da plasticultura, apresenta desvantagens de ordem econômica, referente ao elevado investimento inicial de aplicação desta técnica, principalmente para os pequenos agricultores (LOVATTO; ETGES; KARNOPP, 2008) e de dimensão ambiental,

devido à poluição gerada no uso da matéria prima, derivado de petróleo em sua maioria e no processo de fabricação.

A irrigação é outro ponto que deve ser considerado com muita atenção, pois representa uma mudança significativa no agroecossistema e gera seus próprios problemas ecológicos, tais como salinização, efeitos profundos nos ciclos ecológicos naturais e nos ciclos de vida de organismos benéficos ou pragas mudança no clima local ou regional (GLIESSMAN, 2008). Porém, quando esta técnica é bem planejada e gerenciada, obtém-se bons resultados: quando a umidade do solo é manejada de forma ótima em agroecossistemas desenhados para assegurar que a rota principal da água para fora do solo ocorra através da cultura; as práticas que incentivam esse movimento da água (reduzir a evaporação e aumentar o fluxo através da transpiração) são componentes importantes da sustentabilidade. (GLIESSMAN, 2008).

De acordo com a análise dos sistemas de captação de água da chuva em todas as Unidades verificou-se que surgiram de demandas sociais e estas são muito importantes no que concerne à geração de tecnologia, pois as pesquisas agrícolas devem ser baseadas nas necessidades socioeconômicas e nas condições ambientais dos agricultores que dela mais necessitam (BLAEUERT; ZADEK, 1998).

Em todas as unidades pesquisadas constatou-se a importância e necessidade do apoio técnico para as comunidades envolvidas quanto ao acesso à informação para construção dos sistemas de CAC, para auxiliar as comunidades no planejamento da real necessidade de água do local, de captação da água pluvial, do tipo de irrigação ideal para determinados cultivos visando o melhor aproveitamento da água, calcular as dimensões das cisternas em detrimento do uso da água e o tempo necessário para enchê-las.

A facilidade em manejar os sistemas é um fator positivo da Tecnologia Social CAC, onde os atores envolvidos salientaram que não tiveram dificuldade em construir os sistemas ou mesmo em manuseá-los. Isto faz com que sintam-se apoderados da tecnologia e, conseqüentemente, ocorre a eficiência da TS CAC devido à utilização dos sistemas e à eficácia da mesma, devido ao empoderamento dos atores sociais.

Esta tecnologia por se mostrar efetiva, simples e viável, pode ser utilizada em diversas realidades, inclusive na agricultura familiar, desde que seja uma demanda social e ocorra de forma participativa, fato verificado em todas as unidades

pesquisadas, e que tenha apoio institucional do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação e seja alvo de pesquisa e extensão, para que juntos possam ser um sensato caminho para resolver ou minimizar problemas relacionados à pobreza e insegurança alimentar e, também, da degradação ambiental. (ALTIERI, 2012).

5 CONCLUSÃO

Em primeiro lugar cabe destacar que os sistemas de captação de água da chuva avaliados na presente dissertação, nas quatro Unidades Demonstrativas, de acordo com os indicadores desenvolvidos e utilizados, e considerando os pressupostos preconizados pelo Projeto TSGA, mostraram-se, no seu conjunto, efetivos como Tecnologias Sociais. Contudo mostraram particularidades quanto à efetividade, assim como com relação à simplicidade e viabilidade.

A avaliação proposta neste trabalho permitiu constatar, em todas as fases da pesquisa, a importância do seu caráter sistêmico, participativo e interdisciplinar. Elementos que evidenciam a complexidade da pesquisa. Especialmente considerando sua perspectiva agroecológica, permitindo identificar elementos naturais, humanos e tecnológicos referentes aos agroecossistemas e/ou aspectos da realidade dos locais onde foram instaladas as Unidades Demonstrativas.

A busca de elementos de avaliação desta Tecnologia Social foi a etapa fundamental para o desenvolvimento deste trabalho. Os diversos momentos de diálogo, realizados com os atores sociais envolvidos, com técnicos das prefeituras que fazem acompanhamento nas unidades, com participantes de fóruns relacionados à gestão da água e com os coordenadores do Projeto TSGA, foram importantes para poder identificar quais as suas necessidades e expectativas quanto aos usos dos sistemas de captação de água da chuva. A partir disso, os principais elementos de avaliação desta Tecnologia Social permitiram identificar demandas sociais da comunidade, processos de mobilização e participação da comunidade, apropriação e aprendizagem por parte dos atores sociais, planejamento participativo, construção de conhecimentos a partir da relação teoria/ prática, sustentabilidade econômica e ambiental e replicabilidade, reafirmando a importância do “olhar sistêmico” para a melhor percepção possível da realidade onde se inserem as unidades pesquisadas e de seus respectivos desempenhos.

Quanto aos limites da Tecnologia Social de Captação de Água da Chuva (TS CAC) foi identificada a importância de investimentos nas áreas de gestão da água, da sustentabilidade e da agricultura familiar, pois muitas famílias agricultoras e diversas instituições têm interesse em ter um sistema de CAC, mas não possuem condições financeiras para instalá-lo. Foi verificada, também, a necessidade de ter assessoria técnica junto à comunidade nas etapas de planejamento, instalação e

uso dos sistemas de CAC, para que possa auxiliar em questões específicas tais como cálculos de captação de água da chuva de acordo com as áreas de cobertura e com a necessidade hídrica dos cultivos, aspectos de engenharia de irrigação, manejo de cultivos sob plástico, manejo de estufas, entre outros, de modo a subsidiar informações quanto a equipamentos a serem comprados e/ou montados pelos usuários, e para orientar quanto ao manejo de ambientes protegidos (estufas) e particularmente quanto ao bom uso da água, visando a sustentabilidade do agroecossistema.

Ainda com relação aos limites da plasticultura dois pontos são fundamentais. O primeiro refere-se a aspectos econômicos, pois apresenta elevado investimento inicial, e neste sentido é necessário considerar a relação benefício/custo do empreendimento. O segundo refere-se a questão ambiental. Embora a plasticultura tenha apresentado avanços quanto a uso de materiais biodegradáveis, a realidade brasileira pouco tem avançado. A comercialização ainda é de filmes plásticos convencionais, à exemplo do polietileno, cujo cadeia de produção, tanto em aspectos de fabricação (uso e desdobramento da matéria prima) como no descarte dos resíduos (tanto na fabricação como depois do uso dos filmes pelos agricultores), necessitam ser levados em conta. A irrigação também aparece como fator limitante, pois é fundamental seu planejamento quanto à melhor técnica e quantidade de água a ser utilizada, pois seu uso implica diretamente em consequências para o ambiente.

Quanto à efetividade dos sistemas de CAC verificaram-se duas limitações, sendo em detrimento da qualidade da água captada e em relação à quantidade de água captada que se mostrou insuficiente em uma das unidades.

As potencialidades identificadas quanto à efetividade foram a facilidade em utilizar os sistemas e empoderamento dos atores sociais envolvidos; quanto à viabilidade foram identificados a facilidade em encontrar os materiais para a construção dos sistemas de CAC em suas localidades, a análise econômica em que demonstra que o investimento é viável, atrativo e de baixo risco econômico e a boa aceitação desta tecnologia. Quanto à simplicidade dos sistemas de CAC verificou-se que os atores sociais envolvidos entenderam o funcionamento do sistema e reconhecem a importância e necessidade destes em suas propriedades; estão aptos a construir outro sistema; e estão aptos a multiplicarem o conhecimento sobre esta tecnologia, tanto no seu planejamento, como também em sua montagem e utilização.

Em relação à metodologia proposta neste trabalho, o método MESMIS, mostrou-se uma ferramenta adequada devido ao fato de ser participativa, flexível de acordo com as realidades e por ter abordagem sistêmica e interdisciplinar permitindo perceber os agroecossistemas em sua complexidade.

Em resumo, a partir do conjunto de resultados apresentados, conclui-se que os processos avaliativos utilizados nas Unidades Demonstrativas estudadas, permitiram demonstrar os pressupostos das TS que emergem do projeto TSGA (efetividade, simplicidade, viabilidade). Como corolário, a dissertação permitiu comprovar a virtuosidade da Metodologia MESMIS em todas suas etapas, com ênfase quanto à formulação dos indicadores, identificação de pontos de destaque e de pontos críticos, dentre outros. Concorre, portanto, para a melhoria das questões associadas à produção com enfoque agroecológico, ajudando a pensar agroecossistemas sustentáveis, e em última análise para a melhoria da TS CAC.

Finalmente, entende-se que tanto no que diz respeito à TS estudada, como de metodologias de avaliação, são processos que, como tal, devem ser aperfeiçoados ao longo do tempo, visto que são dinâmicos. Assim, a partir dos resultados obtidos nesta pesquisa, sugere-se para trabalhos futuros:

- ✓ Realizar acompanhamento da TS CAC nas unidades demonstrativas a fim de avaliar seu desempenho ao longo do tempo, e melhorar os indicadores que se apresentaram como pontos críticos (qualidade e quantidade de água captada), na perspectiva de processo cíclico e permanente de melhoria conforme preconiza os sistemas de gestão ambiental;
- ✓ Efetuar análise microbiológica das hortaliças comercializadas a fim de investigar se as mesmas apresentam contaminação com coliformes termotolerantes;
- ✓ Desenvolver software em função dos indicadores da TS CAC para avaliar sua aplicação ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS

ACHADU, O. J.; AKO, F. E.; DALLA, C. Quality Assessment of Stored Harvested Rainwater in Wukari, North-Eastern Nigeria: Impact of Storage Media. **IOSR: Journal Of Environmental Science, Toxicology And Food Technology**, [s.l.], v. 7, n. 5, p. 25-32, dez. 2013.

ALMEIDA, J. (Apr.). Por um novo sentido à prática da agricultura. In: ALTIERI, Miguel. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 5. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2008. p. 7-15.

_____. Da ideologia do progresso à ideia de desenvolvimento rural sustentável. In: ALMEIDA, J.; NAVARRO, Z. **Reconstruindo a agricultura: ideias e ideais naperspectiva do desenvolvimento rural sustentável**. Porto Alegre: UFRGS, 1997. p. 33-55.

ALMEIDA, O. A. **Qualidade da água de irrigação**. EMBRAPA Mandioca e Fruticultura: Cruz das Almas, 2010.

ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 4ª ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004.

_____. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. 3ª ed. rev. ampl. São Paulo, Rio de Janeiro: Expressão Popular, AS-PTA, 2012.

AMARAL, L. A.; NADER FILHO, A.; ROSSI JUNIOR, O. D.; FERREIRA, L. A. F.; BARROS, L. S. S. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 37, p. 501-501, 2003.

AMORIM, M. C. C.; PORTO, E. R. Avaliação da qualidade bacteriológica das águas de cisternas: estudo de caso no município de Petrolina- PE. In: 3º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA NO SEMIÁRIDO, 3., 2001, Campina Grande. **Anais...** . Campina Grande: Abcmac, 2001. p. 1 – 8.

ANNECCHINI, K. P. V. **Aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis na cidade de Vitória (ES)**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico, 2005.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Relatório de Inflação**. Brasília, 2015. Disponível em: < <http://www.bc.gov.br/htms/relinf/port/2015/12/ri201512inp.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2016.

BARBIERI, J. C. **Desenvolvimento e meio ambiente: as estratégias de mudanças da Agenda 21**. Petrópolis: Vozes, 2011.

BARCELOS, S. M. B.D. **Indicadores de sustentabilidade em indústrias de vestuário no APL de Maringá – Cianorte/ PR**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2012.

BECKER, D. et al. **Empowerment e avaliação participativa em um programa de desenvolvimento local e promoção da saúde**. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 9, n. 3, p.655-667, jul. 2004.

BINOTTI, T. C. **Avaliação interdisciplinar de sistema de captação de água de chuva construído através de processo participativo com agricultores familiares**. Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2012. 133 f.

BINOTTI, T. C. et al. Avaliação interdisciplinar de um sistema de captação de água de chuva construído através de processo participativo com agricultores familiares paulistas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, [s.l.], v. 8, n. 1, p.130-141, 01 abr. 2013. Disponível em: <<http://www.aba-Agroecologia.org.br/revistas/index.php/rbAgroecologia/article/view/12830/8863>>. Acesso em: 14 fev. 2014.

BITAR, O. Y.; BRAGA, T. O. Indicadores ambientais aplicados à gestão municipal. In: PHILIPPI JUNIOR, A.; MALHEIROS, T. F. (Ed.). **Indicadores de sustentabilidade e gestão ambiental**. Barueri: Manole, 2012. p. 125-158.

BLAUERT, J.; ZADEK, S. **Mediating sustainability**. Connecticut: Kumarian Press, 1998.

BOFF, L. **Sustentabilidade: o que é – o que não é**. Petrópolis: Vozes, 2013.

BRAGA, R. **Fundamentos e técnicas de administração financeira**. São Paulo: Atlas, 2011.

BRANDÃO, F. C. **Programa de Apoio às Tecnologias Apropriadas – TA: avaliação de um programa de desenvolvimento tecnológico sobre o marco analítico-conceitual da tecnologia social induzido pelo CNPq**. Dissertação (mestrado em desenvolvimento sustentável) – UnB, Brasília, 2001.

BRASIL. Senado Federal. **Conferência Rio-92 sobre o meio ambiente do planeta: desenvolvimento sustentável dos países**. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/rio20/a-rio20/conferencia-rio-92-sobre-o-meio-ambiente-do-planeta-desenvolvimento-sustentavel-dos-paises.aspx>>. Acesso em: 22 mar. 2016.

_____. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e da outras providências**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em 12 dez. 2015.

_____. Ministério da Saúde. Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Disponível em: <

http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html. Acesso em: 12 dez. 2015.

_____. **Três ministérios assinam acordo para promover uso sustentável de água, 2014.** Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2014/04/tres-ministerios-assinam-acordo-para-promover-uso-sustentavel-de-agua>> Acesso: jan, 2015.

CAMARGO, L. O.; MENDES, P. C. D. **Captação de água pluvial para fins não potáveis na FATEC de Itapetininga-SP.** VIII Workshop de pós graduação e pesquisa do Centro Paula Souza. Sistemas produtivos: da inovação à sustentabilidade. São Paulo: outubro, 2013.

CAMARGO, L. S. **As hortaliças e seu cultivo.** 3ª ed. Campinas: Fundação Cargill, 1992. 252p.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia: enfoque científico e estratégico.** Agroecol.e Desenv.Rur.Sustent.,Porto Alegre, v.3, n.2, abr./junh.2002.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A.; PAULUS, G. **Agroecologia: matriz disciplinar ou novo paradigma para o desenvolvimento rural sustentável.** Disponível <<http://www.agroeco.org/socla/archivospdf/Agroecologia%20%20Novo%20Paradigma%2002052006-ltima%20Verso1.pdf>> Acesso: 25 jun 2014.

_____. **Agroecologia: uma ciência do campo da complexidade.** Brasília: 2009.

CASTRO, R. B. **Eficácia, eficiência e efetividade na administração pública.** 30º Encontro da ANPAD. Salvador, set. 2006.

CHAVEZ-TAFUR, J. **Aprender com a prática: uma metodologia para sistematização de experiências.** Brasil: AS-PTA, 2007.

CICILIATO, V. C. **Análise da viabilidade econômico-financeira da atividade de avicultura de corte no sítio Ciciliato.** 2006. Disponível em: <http://www.faculdadesdombosco.edu.br/v2.1/documentos/Avicultura_de_corte.pdf>. Acesso em: mar/ 2015.

CNRH. **PROGRAMA NACIONAL DE USO SUSTENTÁVEL DA ÁGUA.** Grupo de Trabalho do Programa Nacional de Uso Sustentável de Água da CTCT – CTCT, 2010. Disponível em: <http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=1348>. Acesso em: 14 dez. 2014.

CNPSA – EMBRAPA. **Projeto TSGA – Parte II.** Disponível em <<http://www.cnpsa.embrapa.br/filo/index.php?art=330>> Acesso: nov./ 2014.

COMISSÃO BRUNDTLAND (1987). **Nosso futuro comum.** Editora FGV, 1987.

CONAMA. **Resolução Nº 357 de 2005.** DOU, Nº 53, págs. 58-63.

COSTA, A. B.; DIAS, R. B. Estado e sociedade civil na implantação de políticas de cisternas. **Tecnologia Social e Políticas Públicas**, São Paulo/ Brasília, p.33-64, 2013.

COSTA, J. B.; RUTZ, S. O abastecimento de água na agricultura ecológica: estratégias de convivência com as estiagens no Rio Grande do Sul. **Agriculturas**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 7, p.24-26, 2010.

DAGNINO, R. P (Org.). **Tecnologia Social: ferramenta para construir outra sociedade**. Campinas: IG/ UNICAMP, 2009.

DAKER, A. **Captação, elevação e melhoramento da água: a água na agricultura**. 2º vol. 7ª ed. rev. ampl. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1987. 408p.

DAKER, A. **Irrigação e drenagem: a água na agricultura**. 3º vol. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1988. 543p.

DIAS, R. B. Tecnologia social e desenvolvimento local: reflexões a partir da análise do Programa Um Milhão de Cisternas. **Rev. Bras. Desenv. Reg.**, Blumenau, v. 1, n. 2, p.173-189, 1 set. 2013. Fundação Universidade Regional de Blumenau.

EMBRAPA. **Banco de Dados Climáticos do Brasil: Monitoramento por satélite**. Disponível em: <<http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br/resultados/balanco.php?UF=&COD=230>>. Acesso em: 15 fev. 2014.

EPAGRI. Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar. Ata da reunião realizada no dia 25 de fevereiro de 2014a. Livro 1, p. 1-2.

EPAGRI. **Aspectos metodológicos da extensão rural e pesquisa do estado de Santa Catarina**. Governo do estado de Santa Catarina: 2014b.

FAM, D.; LOPES, A. M. Designing for System Change: Innovation, Practice and Everyday Water. **ACME: An International E-Journal for Critical Geographies**. [s.l.], p. 751-764. 2015.

FERNANDES, R. M. C.; MACIEL, A. L. S (orgs.). **Tecnologias sociais: experiências e contribuições para o desenvolvimento social e sustentável**. Porto Alegre: Fundação Irmão José Otão, 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**. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Foz do Iguaçu, 2007.

FERRAZ, M. F. A.; SILVA, E. M. **Estudo de viabilidade de um sistema de tratamento para reutilização de água em finalidades domiciliares diversas**. Revista eletrônica em gestão, Educação e Tecnologia Ambiental. Santa maria, v.19, n.3, set.-dez. 2015, p. 702-712.

FREITAS, M. A.; CAYE, B. R.; MACHADO, J. L. F.; ANTUNES, R. B.; MIRANDA JUNIOR, G. X. **Água subterrânea: um recurso vital para o Oeste Catarinense**. XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2002.

GARCEZ, L. N.; ALVAREZ, G. A. **Hidrologia**. 2ª ed. rev. atual. São Paulo: Edgard Blucher, 1988. 291p.

GHEVI, H. R.; PAZ, V. P. S.; MEDEIROS, S. S.; GALVÃO, C. O (editores). **Recursos hídricos em regiões semiáridas**. Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, Cruz das Almas, BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2008.

GONÇALVES, H. V. B; RIOS, M. L.; CARVALHO, A. J. A. AVALIAÇÃO DO MANEJO DE AGROECOSSISTEMAS FAMILIARES ATENDIDOS PELO PROGRAMA P1+2 NA COMUNIDADE INÁCIO JOÃO, MUNICÍPIO DE CAÉM, BAHIA. **Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 9, n. 16, p.17-33, nov. 2013.

GONSALVES, E. P. **Iniciação à pesquisa científica**. Campinas: Alínea, 2007.

HAMERSCHMIDT, A. **Índice de sustentabilidade do município de Lapa, Paraná, com base no método Dashboard of Sustainability**. Dissertação de mestrado – UNIFAE – Centro Universitário/Programa de Pós Graduação em organizações e desenvolvimento. Curitiba, 2008.

HAMMOND, A. et al. **Environmental Indicators: a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development**. Washington: WRI, 1995.

HECHT, S. B. La evolución del pensamiento agroecológico. In: ALTIERI, M. **Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable**. Montevideo: Nordan comunidad, 1999. P. 15-30.

HERRERA, A. **Transferencia de tecnología y tecnologías apropiadas: Contribución a una visión prospectiva a largo plazo**. Campinas, Unicamp: Mimeo, 1983.

IBGE. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002.

ITS. **Tecnologia Social no Brasil - Direito à ciência e ciência para a cidadania**. Caderno de debate: ITS, 2004.

_____. **Tecnologia Social**. Caderno série Conhecimento e Cidadania 1: ITS, 2007.

JABUR, A. S.; BENETTI, H. P.; SILIPRANDI, E. M. **Aproveitamento da água pluvial para fins não potáveis**. VII Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Agosto, 2011.

JQUES, R. C. **Qualidade da água de chuva no município de Florianópolis e sua potencialidade para aproveitamento em edificações**. 2005. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Florianópolis, 2005.

JESUS, V. M. B.; COSTA, A. B. Tecnologia social: breve referencial teórico e experiências ilustrativas. **Tecnologia Social e Políticas Públicas**, São Paulo/Brasília, p.17-32, 2013.

KLOCK, A. L.; FACHINELLO, M.; VERONA, L. A. F. **Qualidade da água em agroecossistemas de base familiar com produção orgânica de hortaliças**. Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 – Vol. 8, No. 2, Nov. 2013.

_____, A. L. **Ata da reunião do Forum Oeste Catarinense de Gestão da Água**. 2014. Disponível em: <<http://wp.ufpel.edu.br/consagro/files/2014/03/6-Relato-Forum-Oeste-Gestao.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2015

KLÜCK, M. **Indicadores de saúde**. 2007. Disponível em: <<https://chasqueweb.ufrgs.br/~paul.fisher/apostilas/indicadores/indicadores.htm>>. Acesso em: 17 fev. 2014.

KUHNEN, O. L. **Matemática Financeira empresarial**. Atlas, 2006.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 6ªed. São Paulo: Atlas S.A, 2007.

LAVALLE, A. G. Participação: valor, utilidade, efeitos e causa. In: PIRES, R. R. C (Org.). **Efetividade das Instituições Participativas no Brasil: Estratégias de Avaliação**. 7. ed. Brasília: Ipea, 2011. Cap. 1. p. 33-42.

LEFF, E. **Complexidade, racionalidade ambiental e diálogo de saberes**. Educação e Realidade: 34 (3): 17-24. Set/ Dez: 2009.

_____. **Epistemologia ambiental**. São Paulo: Cortez, 2010.

_____. **Aventuras da epistemologia ambiental: da articulação das ciências ao diálogo de saberes**. São Paulo: Cortez, 2012.

LIMA, G. V. N. **Uma aula diferente sobre água da cisterna**. XIX Exposição de experiências municipais em saneamento. 45ª Assembleia Nacional da ASSEMAE. Poços de Caldas, 2015.

LOVATTO, P. B.; ETGES, V. E.; KARNOPP, E. **A natureza na percepção dos agricultores familiares do município de Santa Cruz do Sul, RS, Brasil**: algumas

perspectivas para o Desenvolvimento Regional Sustentável. *Redes*, Santa Cruz do Sul, v. 13, n. 1, p.225-249, set. 2008.

MACHADO, L. C. P.; MACHADO FILHO, L. C. P. **A dialética da Agroecologia: contribuição para um mundo com alimentos sem veneno**. São Paulo: Expressão Popular, 2014.

MALUF, R. S.; ROSA, T. S. (coords.). **Mudanças climáticas, desigualdades sociais e populações vulneráveis no Brasil: construindo capacidades**. Relatório técnico 5. UFRRJ: CERESAN, 2011.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 3ª ed. Viçosa: Ed. UFV, 2009. 355p.

MARINOSKI, A. K. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: um estudo de caso em Florianópolis - SC**. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina. UFSC, 2007.

MARTINS, S. R. O. Desenvolvimento Local: questões conceituais e metodológicas. Campo Grande: Interações - **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, v. 3, n. 5, 2002

MASERA, O.; ASTIER, M.; LÓPEZ-RIDAURA, S. **Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS**. México: Mundi-Prensa, 2000.

MENDES JUNIOR, A. T. M. **Aplicação da metodologia de análise de Tecnologia Social - TS do Sistema de Acompanhamento de Tecnologia Social - SATECS UNI em sete projetos de extensão da UFS - experiência piloto exploratória**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará - Mestrado Profissional em Avaliação de Políticas Públicas e Gestão de Educação Superior - Fortaleza, 2011.

MENEZES, R.; SOUZA, B. I. MANEJO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS NATURAIS EM UMA COMUNIDADE RURAL DO SEMIÁRIDO NORDESTINO. **Cadernos do Logepa**, João Pessoa, v. 6, n. 1, p. 41-57, jun. 2011.

MITCHELL, G. **Problems and Fundamentals of Sustainable Development Indicators**, 1998. Disponível em:<<http://www.lec.leeds.ac.uk/people/gordon.html>> Acesso: fev, 2015.

MOREIRA, R. M.; CARMO, J. D. S. Agroecologia na construção do desenvolvimento rural sustentável. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 51, n. 2, p. 37-56, 2004.

NEVES, R. S.; MEDEIROS, J. C. A.; SILVEIRA, S. M. B.; MORAIS, C. M. M. Programa Um Milhão de Cisternas: guardando água para semear vida e colher cidadania. **Agriculturas**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 7, p.7-11, 2010.

NOVAES, H. T.; DIAS, R. Contribuições ao Marco Analítico-Conceitual da Tecnologia Social. In: DAGNINO, R. P (Org.). **Tecnologia Social: ferramenta para construir outra sociedade**. Campinas: IG/ UNICAMP, 2009.

OLIVEIRA, S. M. **APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA E REÚSO DE ÁGUA EM RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES: ESTUDO DE CASO EM PALHOÇA - SC.** 2005. 149 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

OLIVEIRA, M. A. C.; SAMBUICHI, R. H. R.; SILVA, A. P. M. Experiências agroecológicas brasileiras: uma análise à luz do desenvolvimento local. **Revista Brasileira de Agroecologia**, [s.l.], v. 8, n. 2, p.14-27, jan. 2013.

PADILHA, S (Coord.). **Manual de trabalhos acadêmicos da Universidade Federal da Fronteira Sul.** / Universidade Federal da Fronteira Sul: Chapecó, 2014.

PARENTE, A. **Indicadores de sustentabilidade ambiental:** um estudo do *Ecological Footprint Method* do município de Joinville- SC. Dissertação (Mestrado em Administração) – UNIVALI, Biguaçu: 2007.

PEREIRA, L. R.; PASQUALETTO, A.; MINAMI, M. Y. M. **Viabilidade Econômico/Ambiental da implantação de um sistema de captação e aproveitamento de água pluvial em edificação de 100m² de cobertura.** Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2008.

PETERSEN, P.; ALMEIDA, S. G. **Rincões transformadores:** trajetórias e desafios do movimento agroecológico brasileiro: uma perspectiva a partir da rede. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2004

PINTO, N. L. S. et al. **Hidrologia básica.** São Paulo: Editora Blucher, 1976. 278p.

POLLI, G. M.; KUHNEN, A. **Representações sociais da água e tecnologias sociais.** Psico, Porto Alegre, PUCRS, v. 44, n. 1, pp. 103-113, jan./mar. 2013.

PUCCINI, A. L. **Matemática financeira:** objetiva e aplicada. São Paulo: Elsevier, 2011.

ROCHA NETO, I. **Tecnologias Sociais:** conceitos e perspectivas. Disponível em: http://www.actuar-acd.org/uploads/5/6/8/7/5687387/ts_conceitos_perspectivas.pdf Acesso: 01 nov. 2014.

RODRIGUES, I; BARBIERI, J. C. **A emergência da tecnologia social: revisitando o movimento da tecnologia apropriada como estratégia de desenvolvimento sustentável.** RAP— Rio de Janeiro 42(6): 1069-94, nov./dez. 2008.

SAMANEZ, C. P. **Matemática financeira:** aplicações à análise de investimentos. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

SANTOS, A. R. **Metodologia científica:** a construção do conhecimento. Rio de Janeiro: Lamparina, 2007.

SANVICENTE, A. Z. **Administração financeira.** São Paulo: Atlas, 2011.

SCAPIN, D.; ROSSI, E. M.; ORO, D. Qualidade microbiológica da água utilizada para consumo humano na região do extremo oeste de Santa Catarina, Brasil. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, [S.l.], v. 71, n. 3, p. 593-596, mar. 2012. ISSN 1983-3814. Disponível em: <<http://revistas.bvs-vet.org.br/rialutz/article/view/5344/4608>>. Acesso em: 13 jan. 2016.

SCHMITT, J. S. **Sociedade, natureza e desenvolvimento sustentável**: uma abordagem preliminar. Porto Alegre: PPGS/UFRGS, março 1995.

_____. Transição agroecológica e desenvolvimento rural sustentável: um olhar a partir da experiência brasileira. In: SAUER, S; BALESTRO, M. V (orgs.). **Agroecologia e os desafios da transição agroecológica**. 1ª ed. São Paulo: Expressão Popular: 2009. 328p.

SEGNESTAM, L. **Indicators of Environment and Sustainable Development: theories and practical experience**. The World Bank Environment Department: Environmental Economics Series, paper N. 89, Washington, D.C., U.S.A, 2002 .

SERAFIM, M. P.; JESUS, V. M. B.; FARIA, J. Tecnologia Social, Agroecologia e agricultura familiar: Análises sobre um processo sociotécnico. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 169-181, 2013.

SEVILLA-GUZMÁN, E. Uma estratégia de sustentabilidade a partir da Agroecologia. In: **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v.2, n.1, jan./ mar., 2001.

SILVA, C.L; BASSI, N. S. S. **Análise Dos Impactos Ambientais No Oeste Catarinense E Das Tecnologias Desenvolvidas Pela Embrapa Suínos E Aves**. Informe Gepec, Toledo, v. 16, nº 1, p. 128-143, 2012.

SILVA, J. R. S; BARROS, V. Avaliação de Políticas e Programas Sociais: um destaque ao sentido das variáveis contextuais. **Revista Políticas Públicas**, v. 8, n. 2, 2004.

SILVA, M. L; FONTES, A. A. **Discussão sobre os critérios de avaliação econômica**: Valor Presente Líquido (VPL), Valor anual Equivalente (VAE) e Valor Esperado da Terra (VET). R. *Árvore*, Viçosa-MG, v.29, n.6, p.931-936, 2005.

SILVA, V. N.; DOMINGOS, P. Captação e manejo de água da chuva. *Saúde & Ambiente em Revista*, Dique de Caxias, v.2, n.1, p.68-76, jan-jun 2007.

SILVEIRA, D. T.; CÓRDOVA, F. P. A pesquisa científica. In: GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. P. 31-42.

SILVEIRA, S. M. B.; CORDEIRO, R. L. M. A cidadania que chega com a cisterna: a Articulação do Semiárido e a conquista da água pelas famílias rurais. **Água nos Agroecossistemas: aproveitando todas as gotas**, Rio de Janeiro, v. 07, n. 03, p.12-14, out. 2010.

SISTE, C. E.; SARMENTO, O. F.; LEITE, V. M. **Açudes comunitários**: uma estratégia para a segurança hídrica e alimentar no Vale do Jequitinhonha (MG). **Agriculturas**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 7, p.15-17, 2010.

SOUZA, R. T. M. **Gestão ambiental de agroecossistemas familiares mediante o método MESMIS de avaliação de sustentabilidade**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Florianópolis: 2013, 216p.

SOUZA, R. T. M.; MARTINS, S. R.; VERONA, L. A. F.; KLOCK, A. **Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas familiares de produção agroecológica em Chapecó (SC): uma avaliação direcionada aos recursos hídricos**. Resumos do VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Porto Alegre/RS – 25 a 28/11/2013.

SPAGNOL, R.; PFÜLLER, E. E. A ADMINISTRAÇÃO RURAL COMO PROCESSO DE GESTÃO DAS PROPRIEDADES RURAIS. **Revista de Administração e Ciências Contábeis do IDEAU**, Getúlio Vargas, v. 5, n. 10, p.1-16, jan. 2010. Semestral.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-ação**. São Paulo: Editora Cortez, 2005.

TIVELLI, S. W. Manejo do ambiente em cultivo protegido. In: GOTO, R.; TIVELLI, S. W. **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1998. 319p.

TSGA, Projeto. **1º relatório parcial**. 2007. Disponível em: <http://v1.tsga.ufsc.br/images/pdf/Relatorio_Parcial_01.pdf>. Acesso em: 10 maio 2014.

_____. **Dossiês das Tecnologias**: Versão Preliminar. 2007. Disponível em: <www.tsga.ufsc.br/>. Acesso em: 15 fev. 2014.

_____. **Relatório – I Semana da Água do Alto Uruguai Catarinense**. 2008.

_____. **Projeto**. Disponível em: <<http://tsga.ufsc.br/index.php/projeto>> Acesso em out./2014.

TURNES, V. A. **Sistema Delos**: indicadores para processos de desenvolvimento local sustentável. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2004.

UFRGS. **Indicadores de saúde**. Disponível em: <<https://chasqueweb.ufrgs.br/~paul.fisher/apostilas/indicadores/indicadores.htm>> Acesso: nov, 2014.

VAN BELLEN, H. M. **Indicadores de Sustentabilidade**: Uma análise comparativa. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 2002. 235p.

VERONA, L. A. F. **Avaliação de sustentabilidade em agroecossistemas de base familiar e em transição agroecológica na região sul do Rio Grande do Sul.** Tese (Doutorado em Agronomia) – Curso de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, 2008. 193p.

_____. **Relatório técnico final detalhado:** Construção de rede regional para avaliação de sustentabilidade de agroecossistemas hortícolas. 2014. Disponível em: <<http://wp.ufpel.edu.br/consagro/files/2014/12/Relat-Tec-Final-Det-CNPq-VERONA-ult-dez-14.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2015.

VIVAS, E. B. F. **Avaliação e gestão de situações de seca e escassez:** Aplicação ao caso do Guadiana. 2011. 645 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2011.

VOLLES, A. et al. Conhecimento: elemento de reflexão para inclusão e transformação social. In: VOLLES, A. et al (Org.) **Ensaio sobre Cooperativismo Solidário.** Francisco Beltrão: Instituto de Formação do Cooperativismo Solidário, 2010. p. 41-50.

WEIERBACHER, L. **Estudo de Captação e Aproveitamento de Água da Chuva na Indústria Moveleira Bento Móveis Alvorada - RS.** Canoas. ULBRA - Trabalho de Conclusão de Curso, Engenharia Civil, 2008.

APÊNDICE – QUESTIONÁRIOS E ROTEIROS DE ENTREVISTAS

• COORDENADORES DO PROJETO TSGA

1. Como e por quê surgiu o projeto TSGA?

2. Assinale as razões pelas quais foram instaladas as Unidades Demonstrativas de Captação de Água da Chuva no município de Chapecó:
 - () quantidade insuficiente
 - () água está contaminada
 - () escassez de água em rios, fontes
 - () preço da água
 - () outro
 Comentários adicionais:

3. Assinale as razões pelas quais foram instaladas as Unidades Demonstrativas de Captação de Água da Chuva no município de São Joao do Sul:
 - () quantidade insuficiente
 - () água está contaminada
 - () escassez de água em rios, fontes
 - () preço da água
 - () outro
 Comentários adicionais:

4. Como foi detectada a necessidade social para a instalação dessas Unidades Demonstrativas?

5. Houve mobilização por parte da comunidade para a instalação das Unidades Demonstrativas de Captação de Água da Chuva?
 - () sim () não
 Comentários adicionais:

6. Como se deu o planejamento do sistema de água da chuva com a comunidade?

7. Comente sobre as estratégias utilizadas nas Unidades Demonstrativas de Captação de Água da Chuva para assegurar os seguintes elementos do TSGA:
 - a. Apropriação e aprendizagem por parte dos atores sociais;
 - b. Planejamento participativo do trabalho;
 - c. Construção de conhecimentos a partir da relação teoria/ prática;
 - d. Sustentabilidade ambiental e econômica;
 - e. Respeito cultural;
 - f. Transformação social.

8. As Unidades Demonstrativas de “Captação de Água da Chuva” poderão ser reaplicadas em outras comunidades?
 - () sim () não
 Justifique:

9. Comente em relação às Unidades Demonstrativas de Captação de Água da Chuva quais suas expectativas (elementos) que assegurem o TSGA atingir os seus objetivos quanto a:

- a. Efetividade;
- b. Viabilidade;
- c. Simplicidade.

• **PARTICIPANTES DO FORUM OESTE CATARINENSE DA GESTÃO DA ÁGUA:**

1. Como a temática da água no Oeste de Santa Catarina foi detectada como uma necessidade social?

2. Através deste Forum, quais atividades foram desenvolvidas na região?

3. Estas atividades foram planejadas de maneira participativa?

() sim () não

Justifique:

4. Foi levada em consideração a relação teoria/ prática nestas atividades?

() sim () não

Justifique:

5. As atividades propostas podem ser reaplicadas?

() sim () não

Comentários adicionais:

6. Comente, em relação às atividades idealizadas no Forum, quais os elementos que asseguram seus objetivos quanto a:

- a. Efetividade;
- b. Viabilidade;
- c. Simplicidade.

7. Como classifica a participação da comunidade no Forum?

() muito participativa () pouco participativa

() medianamente participativa

8. Percebem alguma mudança de ordem social ou ambiental após as intervenções idealizadas no Forum?

() sim () não

Se sim, qual(ais) mudança(s):

9. Quais as estratégias elaboradas no Forum contribuíram de forma significativa para a sustentabilidade econômica e ambiental das comunidades?

• **AGRICULTOR - CARACTERIZAÇÃO DA FAMÍLIA E DA PROPRIEDADE:**

NOME	GÊNERO	LOCAL DEMORADIA	INSTRUÇÃO	OCUPAÇÃO
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

1. Área total da propriedade (em ha): _____

2. Área da propriedade (em ha) destinada ao cultivo de hortaliças:

3. Como comercializa seus produtos?
 Supermercado Venda direta ao consumidor
 Feira

Qual? _____
 Quantas vezes por semana? _____

4. Existe criação de animais na propriedade?

Porcos Galinhas
 Gado de corte Gado de leite
 Peixes Ovelhas
 Outros: _____

5. O sistema de plantio é agroecológico?

Sim Não Em transição

Se sim, especificar como é realizado.

Se não, especificar quais os desafios para produzir de forma agroecológica:

6. Como é a estrutura física da propriedade?

casa _____ m² paiol galpão lavoura _____ m²
 pomar _____ m² galinheiro qtd _____ chiqueiro qtd _____
 açude qtd _____ peixes

8. Como classifica a qualidade da água existente em sua propriedade? Baseada em quais parâmetros?

Econômico:

9. Está conseguindo linhas de crédito com instituições financeiras?

() sim () não

Se a resposta for sim: o que seria atrativo para adquirir linhas de crédito (taxa de juros)?

10. Quais e quantos são os custos existentes em todo o ciclo da atividade agrícola?

Água..... R\$ _____
 Energia elétrica..... R\$ _____
 Sementes..... R\$ _____
 Adubo..... R\$ _____
 Combustível..... R\$ _____
 Maquinário..... R\$ _____
 Manutenção..... R\$ _____
 Mão de obra..... R\$ _____
 Seguro..... R\$ _____
 Eventuais despesas financeiras... R\$ _____

11. Você realiza algum tipo de controle sobre as receitas e despesas da propriedade?

() sim () não

Se a resposta for sim, como é feito o controle?

12. Quais as hortaliças cultivadas atualmente?

HORTALIÇAS	MODO DE CULTIVO	ÉPOCA DE CULTIVO	QUANTIDADE PRODUZIDA (kg/safra)	RENDIMENTO Bruto (R\$/safra)
Abóbora				
Acelga				
Aipo ou salsão				
Alface				
Alho				
Batata doce				
Berinjela				
Beterraba				
Brócolis				
Cebola				
Cenoura				
Chicória				
Couve-flor				
Ervilha				
Espinafre				
F. Vagem				

Mostarda				
Nabo				
Pepino				
Pimentão				
Rabanete				
Repolho				
Salsa				
Tomate				
OUTROS:				

13. Das hortaliças produzidas na propriedade, quais são consumidas pela família?

14. Qual o investimento para a implantação do sistema de captação de água da chuva? R\$ _____

15. Qual a vida útil de cada elemento do sistema de armazenamento, captação e irrigação? (especificar itens de troca de equipamentos e acessórios)

Social:

16. Quais as vantagens em se ter uma cisterna para captar água da chuva?

17. A água da cisterna está sendo utilizada para quais fins?

18. Qual a importância da cisterna para a família?

19. Você gostaria que tivesse mais cisternas na sua propriedade?
() sim () não

20. A comunidade participou da construção do sistema de captação de água da chuva?
() sim () não

Se houve participação, como ocorreu?

21. Considera que o sistema de captação de água da chuva pode contribuir para a transformação social (qualidade de vida) da sua família/ comunidade?
() sim () não

Justifique:

22. Como foi planejada a construção do sistema de captação de água da chuva? (teve oportunidade de colaborar com ideias?)

23. Considera que o sistema de captação de água da chuva é uma maneira de contribuir com o meio ambiente?
() sim () não

Justifique:

Tecnológico:

24. Tem experiência com sistema de captação de água da chuva?
() Sim () Não

25. O sistema de captação de água da chuva é capaz de suprir as necessidades de sua família e de sua propriedade?

() Sim () Não () Parcialmente

Justifique:

26. Está tendo alguma dificuldade em utilizar o sistema?

() Sim () Não

Se a resposta for sim, justifique:

27. Houve necessidade de fazer alguma adaptação no sistema de captação de água da chuva?

() sim () não

Se a resposta for sim, qual(is) foi(ram)?

28. Você teria alguma sugestão para melhoria do sistema?

29. Os materiais utilizados para a construção do sistema de captação de água da chuva são encontrados facilmente em sua região?

() sim () não

Se a resposta for não, especifique os materiais:

30. Tem condições de reproduzir a experiência deste sistema de captação de água da chuva?

() plenamente () sim, mas com dificuldades

() talvez () não

• **CETREC-VISITANTES:**

1. Já conhecia um sistema de captação de água da chuva?

() sim () não () parcialmente

2. Você acha que o sistema de captação de água da chuva é capaz de suprir as necessidades de sua família e de sua casa/propriedade?

() Sim () Não () Parcialmente

Justifique:

3. Você considera que o sistema de captação de água da chuva é uma maneira de contribuir com o meio ambiente?

() sim () não

Justifique:

4. Você tem condições de reproduzir a experiência deste sistema de captação de água da chuva em sua casa?

() plenamente () sim, mas com dificuldades

() talvez () não

5. Comente sobre os elementos da Unidade de Captação de Água da Chuva que você julga de fácil compreensão para reaplicar em sua casa:
6. Comente sobre os elementos da Unidade de Captação de Água da Chuva que você julga de difícil compreensão para reaplicar em sua casa:
7. Você considera que este sistema de captação de água da chuva é viável para a sua realidade?
() sim () não

Justifique considerando os aspectos econômicos, técnicos e outros que deseje destacar: