

Cristiano Franco Alice

**MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE
APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL EM HABITAÇÕES
DE INTERESSE SOCIAL**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo
Gitirana Gomes Ferreira

Co-orientador: Prof. Dr. Fernando
Antonio Forcellini

Florianópolis
2014

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Alice, Cristiano Franco

Método de avaliação de sistemas de aproveitamento de
água pluvial em habitações de interesse social / Cristiano
Franco Alice ; orientador, Marcelo Gitirana Gomes Ferreira
; coorientador, Fernando Antonio Forcellini. -
Florianópolis, SC, 2014.

132 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção.

Inclui referências

1. Engenharia de Produção. 2. Aproveitamento de Água
Pluvial. 3. Sistemas de Captação de Água Pluvial. 4.
Habitação de Interesse Social. I. Ferreira, Marcelo
Gitirana Gomes. II. Forcellini, Fernando Antonio. III.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-
Graduação em Engenharia de Produção. IV. Título.

Cristiano Franco Alice

**MODELO PARA A CONCEPÇÃO DE SISTEMAS DE
APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL EM HABITAÇÕES
DE INTERESSE SOCIAL**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre em Engenharia de Produção” e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 27 de fevereiro de 2014.

Prof.^a Lucila Maria De Souza Campos, Dr.^a
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Marcelo Gitirana Gomes Ferreira, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Artur Santa Catarina, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Lisiane Ilha Librelotto, Dr.^a
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Paulo Cesar Ferolli, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado à vida, cada vez mais rara em sua plenitude, devido a tanta artificialidade moderna.

AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos transcendem ao trabalho de pesquisa e penso que assim, torna-se difícil de citar o nome de todos que fazem parte desta importante etapa.

Em especial, agradeço a meus familiares: Edison, Sonia, Elaine, Tiago, Lucas, Sabrina, bem como a outros que compõem a família. Agradeço aos professores Marcelo Gitirana Gomes Ferreira e Fernando Antonio Forcellini, bem como ao GEPPS da Universidade Federal de Santa Catarina e ao PPGEF/UFSC.

Enfim, agradeço a todos com quem pude conviver nesta importante etapa a qual me possibilitou o compartilhamento de valiosas informações técnicas e da vida.

“O Planeta é azul.”

Yuri Gagarin, 1961

RESUMO

A sistemática quanto ao uso da água e dos recursos hídricos requer uma gestão contínua e dinâmica. O aproveitamento da água de chuva é uma das ações evidenciadas pela UNEP (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente), onde cada região, cultura e tecnologias, estudam a sinergia necessária para a viabilidade e efetividade de um sistema de captação de água pluvial. O trabalho propõe a sistematização de especificações e requisitos, com o objetivo de avaliação e análise quanto ao aproveitamento de água da chuva em habitações de interesse social (HIS). Chamado de SCAPHIS (Sistema de Captação de Água Pluvial em Habitações de Interesse Social), o modelo é aplicado a um projeto arquitetônico da COHAB/SC, que compõe uma edificação horizontal (térrea) do tipo residencial. Simulações com variação no número de habitantes por edificação resultam em seis estudos com características quantitativas e qualitativas. Evidencia-se que, a classificação quanto às demandas de água (potável e não potável), estabelece a possibilidade do volume de captação, influenciando variáveis e outras especificações, como o índice pluviométrico, área de captação, tecnologias, entre outros. Estas estão fortemente ligadas às tarifas praticadas pela empresa fornecedora de água local, à viabilidade econômica e ao período de retorno do investimento. Resultados quantitativos possibilitam variações na demanda através da economia de água entre 1,83 e 4,43 m³ mensais; percentuais de economia de água potável entre 12,1 e 72,68 %; economia financeira entre 2,81 e 84,36 (R\$) onde maiores valores possibilitam maior viabilidade e menor período de retorno do investimento com relação às tecnologias necessárias compondo o valor final do investimento SCAP (R\$ 2.382,00). Para complementar, apresentam-se aspectos, potenciais e dificuldades descritivas qualitativas, resumidas em uma gestão governamental diferenciada e potencial em P&D de produtos e tecnologias, visando implementações destas práticas bem como para maximização da educação ambiental e desenvolvimento sustentável do recurso.

Palavras-chave: Aproveitamento de Água Pluvial. Sistemas de Captação de Água Pluvial. Habitação de Interesse Social.

ABSTRACT

The system regarding water use and water resources requires a continuous and dynamic management. The use of rainwater is one of the actions highlighted by UNEP (United Nations Environment Program), where each region, culture and technologies study the needed synergy for a viability and effectiveness of a system for rainwater capture. This study proposes the systematization of the requirements and specifications, aiming to evaluate and analyze the use of rainwater in social housing (HIS). Called SCAPHIS (System for Rainwater Capture in Social Housing), the model is applied to an architectural design of COHAB/SC, which is composed of residential horizontal buildings (ground floor). Simulations with a variation on the number of inhabitants per building resulted in six studies with qualitative and quantitative characteristics. It is highlighted that the classification for the demands of water (potable and non-potable) establish the possibility of capture volume, influencing the variables and other specifications such as rainfall index, capture area, technologies, among others. These are strong related to the rates charged by the local water supplier, to the economic viability, and to the period of investment return. Quantitative results allow the variations in demand through water savings between 1.83 and 4,43m³ monthly; percentage for potable water savings between 12.1 and 72.68%; financial savings between R\$ 2.81 and R\$ 84.36 where the higher values allow greater viability in a shorter period for investment return in relation to the technologies required, composing the final value of the SCAP investment (R\$ 2,382.00). In order to complement the study, there were presented aspects, potentials, and qualitative descriptive difficulties, summarized in a differentiated governmental management and potential of products and technologies in P&D, with the purpose of implementing these practices both for maximization of environmental education and sustainable development of the resource.

Keywords: Rainwater Use. Rainwater Capture Systems. Social Housing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição da água no planeta Terra	1
Figura 2: Média da escassez de água anual nas principais bacias hidrográficas 1996-2005	2
Figura 3: População do Brasil e projeção.....	4
Figura 4: População e disponibilidade de água no estado de Santa Catarina	5
Figura 5: Processo geral de metodologia de pesquisa	8
Figura 6: Etapa 1 da metodologia da pesquisa	10
Figura 7: Etapa 2 da metodologia da pesquisa	11
Figura 8: Distribuição dos principais periódicos e o ano de publicação	13
Figura 9: Etapa 3 da metodologia da pesquisa	16
Figura 10: Etapa 4 da metodologia da pesquisa	18
Figura 11: Esquematização e fluxo dos elementos de um sistema de aproveitamento de água pluvial	23
Figura 12: Habitações de interesse social – HIS	45
Figura 13: Planta baixa humanizada e aplicação do desenho universal	46
Figura 14: Modelo de avaliação SCAPHIS.....	50
Figura 15: Consumo de água 62 cidades no Estado de Santa Catarina	58
Figura 16: Esquematização e elementos do SCAP selecionado para as aplicações e simulações (APÊNDICE A)	80
Figura 17: Concepções SCAP conforme os APÊNDICES A, B e C	83
Figura 18: Demandas e economia de água (m ³).....	84
Figura 19: Percentual de economia de água potável	87
Figura 20: Economia financeira (R\$)	88
Figura 21: Viabilidade econômica e período de retorno do investimento (PRI).....	89
Figura 22: Concepção SCAP referente ao APÊNDICE B	90
Figura 23: Concepção SCAP referente ao APÊNDICE C	91

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Palavras-chave utilizadas na busca bibliográfica	12
Quadro 2: Níveis e práticas quanto à SCAP	21
Quadro 3: HIS e diretrizes sustentáveis	43
Quadro 4: Grupo interinstitucional da COHAB/SC	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Bases de dados utilizadas e número de periódicos científicos	12
Tabela 2: Classificação das revistas científicas.....	13
Tabela 3: Referências bibliográficas complementares	14
Tabela 4: Organizações e contexto.....	14
Tabela 5: Subsistemas para a captação de água de chuva	24
Tabela 6: Sistemas de Área de Captação para água de chuva	26
Tabela 7: Sistemas de transporte para água de chuva	28
Tabela 8: Sistemas de descarte das primeiras chuvas	31
Tabela 9: Sistemas de gradeamento e filtragem.....	32
Tabela 10: Sistema de armazenamento de águas pluviais	36
Tabela 11: Sistema de bombeamento ou recalque	40
Tabela 12: Indicadores de consumo de água em edificações do tipo residencial	58
Tabela 13: Usos finais da água em cada bloco residencial	59
Tabela 14: Características e usos da água nas casas A e B	60
Tabela 15: Percentual de utilizações de água não potável para os setores residencial, público e comercial em Florianópolis	60
Tabela 16: Despesa e tarifa do m ³ para a CASAN.....	64
Tabela 17: Tarifas e categorias praticadas pela CASAN (em R\$)	64
Tabela 18: Esquematização e elementos básicos do SCAP selecionado.....	81
Tabela 19: Resultados SCAPHIS.....	85

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos
- ANA – Agência Nacional de Águas
- CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
- CASAN – Companhia Catarinense de Águas e Saneamento
- CNPQ - Conselho Nacional de Pesquisa
- CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos
- COHAB/SC – Companhia Habitacional do Estado de Santa Catarina
- EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
- FAR –Fundo de Arrendamento Residencial
- FIESC – Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina
- FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos
- HIS – Habitações de Interesse Social
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IDHEA – Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia
- LabEEE – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações
- m² – metros quadrados
- m³ – metros cúbicos
- OGU – Orçamento Geral da União
- PEAD – Polietileno de Alta Densidade
- PMCMV – Programa Minha Casa Minha Vida
- PNHU – Programa Nacional de Habitação Urbana
- PRI – Período de Retorno do Investimento
- PWD* – Demanda de água
- PPWS* – Potencial de economia de água potável
- R_c* – Coeficiente de escoamento superficial
- SCAP – Sistemas de Captação de Água Pluvial

SCAPHIS – Sistemas de Captação de Água Pluvial em Habitações de Interesse Social

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SUSHI – Sustainable Social Housing Initiative

UNEP – *United Nations Environment Programme* (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente)

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

VPL – Valor Presente Líquido

VR – Volume mensal de água de chuva possível de captação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2	OBJETIVOS	6
1.2.1	Objetivo Geral	6
1.2.2	Objetivos Específicos	6
1.3	JUSTIFICATIVA.....	6
1.4	MÉTODO DE PESQUISA	7
1.4.1	Etapa 1	10
1.4.2	Etapa 2	11
1.4.3	Etapa 3	16
1.4.4	Etapa 4	17
1.5	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1	SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL - SCAP... 21	21
2.2	TECNOLOGIAS SCAP	24
2.2.1	Área de superfície de captação.....	25
2.2.2	Transporte	27
2.2.3	Descarte.....	30
2.2.4	Gradeamento ou filtragem	32
2.2.5	Armazenamento	35
2.2.6	Tratamento e desinfecção	39
2.2.7	Bombeamento ou recalque	40
2.2.8	Distribuição.....	42
2.2.9	Sinalização e informação	42
3	SISTEMATIZAÇÃO DO MODELO SCAPHIS	49
3.1	REGIÃO	51
3.2	ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO.....	52

3.3	ÁREA DE CAPTAÇÃO	54
3.4	PESSOAS E HABITAÇÕES	56
3.5	DEMANDA DE ÁGUA.....	57
3.6	EMPRESA FORNECEDORA DE ÁGUA	63
3.7	TECNOLOGIAS SCAP	66
3.8	MONITORAMENTO	71
3.9	VIABILIDADE ECONÔMICA E PERÍODO DE RETORNO DO INVESTIMENTO	72
3.9.1	Projeção de Saídas de Caixa	73
3.9.2	Entradas de Caixa	73
3.9.3	Taxa de Mínima Atratividade	73
3.9.4	VPL e Tempo de Retorno do Investimento	73
4	APLICAÇÕES E SIMULAÇÕES SCAPHIS.....	79
4.1	TECNOLOGIA SCAP SELECIONADA	80
4.2	RESULTADOS	83
5	CONCLUSÕES.....	93
5.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	97
	REFERÊNCIAS.....	99
	APÊNDICES	113
	ANEXO A - PLANTA BAIXA COHAB/SC	127

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

“O planeta é azul”, disse Yuri Gagarin. O planeta Terra, visto do espaço, revela esta impressionante beleza por causa da água. Ela abrange cerca de três quartos da superfície do planeta (HOEKSTRA e MEKONNEN, 2011), sendo o constituinte mais característico da Terra (TUNDISI, 2005).

A água é um bem que ao mesmo tempo é recurso natural e produto, de uso público e privado e bem de consumo. Sua atividade e complexidade de bem polivalente é essencial para todas as atividades de formas de vida (DOWBOR e TAGNIN, 2005).

A complexidade de usos múltiplos evidencia o aumento da degradação e poluição, bem como a escassez em regiões e países. Estas evidências ganham importância, pois além de colocarem em ameaça a vida, impõem dificuldades ao desenvolvimento, produzem estresses econômicos e sociais, e maior desigualdade entre regiões e países (TUNDISI, 2005).

A Figura 1 mostra a proporção de água distribuída no planeta e destaca a disponibilidade de 1% dos recursos hídricos totais acessíveis às necessidades humanas. (UNEP, 2007).

Figura 1: Distribuição da água no planeta Terra



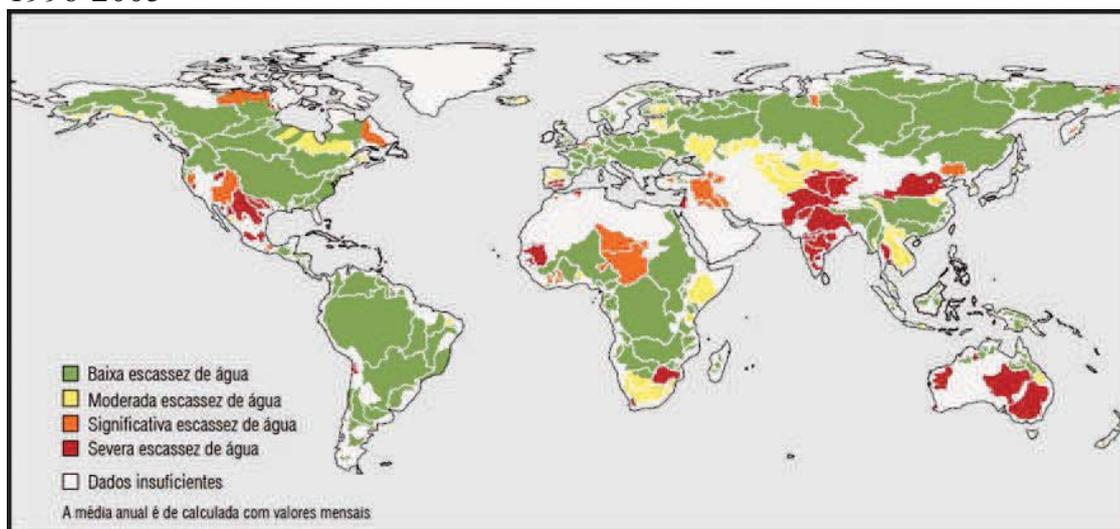
Fonte: Adaptado de Rebouças (2004)

Atualmente, cerca de um terço da população mundial vive em países com moderado a elevado estresse hídrico, com alto impacto sobre as pessoas pobres. Com o crescimento populacional, o desenvolvimento industrial e a expansão da agricultura irrigada, estima-se que nas próximas décadas, a demanda de água subirá a níveis que dificultarão o fornecimento para o sustento humano (UNEP, 2012b).

É importante destacar algumas causas da escassez e limitações no uso: devido à poluição e qualidade, condições climáticas, bem como à

demanda ligada ao crescimento populacional, ao desenvolvimento econômico e ao uso ineficiente (PEREIRA e TAVARES, 1999). Segundo Hoekstra e Mekonnen (2011), no mundo, numa base anual, existe água doce suficiente para satisfazer às necessidades humanas, entretanto, a distribuição espacial e temporal é desigual, criando problemas na disponibilidade e é um fator determinante para a escassez (Figura 2).

Figura 2: Média da escassez de água anual nas principais bacias hidrográficas 1996-2005



Fonte: Adaptado de Hoekstra e Mekonnen (2011)

Os autores citados evidenciam que a água doce é um recurso renovável, e este processo é continuamente reabastecido através da precipitação sobre a terra. Renovável, porém, não significa que a oferta é ilimitada, e sua disponibilidade é fortemente dependente da localização, do tempo e da demanda.

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (*United Nations Environment Programme*) com foco e direcionamento aos recursos hídricos define quatro prioridades estratégicas visando uma gestão operacional integrada e mais sustentável para 2012-2016 (UNEP, 2012):

1. Enfrentar o desafio global quanto à qualidade da água;
2. Beneficiamento de ecossistemas aquáticos;
3. Gestão da água visando resiliência às alterações climáticas;
4. Integração da eficiência dos recursos.

A dinâmica que envolve uma gestão integrada e mais sustentável quanto aos recursos hídricos, define que cada prioridade possui

inúmeras particularidades e diretrizes, entretanto, todas elas necessitam da tomada de decisões de governos, empresas, comunidades e pessoas. Destaca-se o trabalho de promover práticas através de abordagens nos níveis mundial, nacional e regional.

A média do consumo mundial de água por pessoa é de 1.387 m³ por ano. A América do Norte tem a média mais alta, com 2.798 m³ por pessoa por ano, enquanto a Ásia e a região do Pacífico têm o menor consumo com 1.156 m³. A Europa e a América Latina têm 1.800 m³, e a África com cerca de 1.250 m³ por pessoa por ano (UNEP, 2012c). Segundo a UNEP, estes elevados valores evidenciam que, só o fato de deslocar o fluxo normal das águas para um determinado fim (irrigação, sistemas produtivos, por exemplo), mesmo que parte deste volume retorne para o fluxo natural, é contabilizado como consumo.

Enquanto a oferta renovável natural tem-se mantido relativamente constante, a demanda excede a oferta sustentável em muitas regiões. Segundo a UNEP (2012c), as regiões mais preocupantes quanto à escassez e demanda de água compõem países como, sul e oeste da Ásia (Índia, China, Paquistão, Irã, e outros), América Central, América do Norte (EUA e México), Austrália, América Latina (Argentina, Bolívia), Europa (Espanha, Bulgária), e diversas regiões da África.

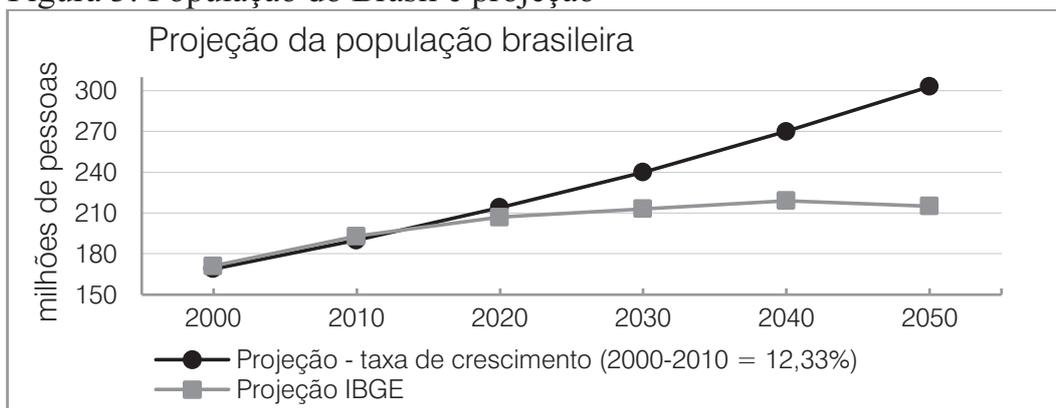
O Brasil é considerado um país rico em água doce no planeta. Mesmo assim, cidades enfrentam crises de abastecimento, inclusive as localizadas na Região Norte, onde estão 80% do ciclo de água dos rios brasileiros (bacia Amazônica). O país possui também uma grande área de drenagem sobre 90% do território. Apesar disto, o Brasil enfrenta desafios quanto à escassez de água em parte do Nordeste e Sudeste do país, caracterizados por um ambiente semiárido (BRANCO *et al.*, 2005). Quando a oferta é grande, destacam-se problemas quanto ao desperdício e a ineficiência do uso da água, além de desafios quanto à situação sanitária (REBOUÇAS, 2003).

Utilizando-se dados estatísticos do Censo 2010, pode-se considerar a população brasileira - e a conseqüente projeção quanto ao seu crescimento (Figura 3) - fundamental para o enfrentamento dos desafios descritos anteriormente.

No início do século XXI, éramos 169 milhões de pessoas. No ano de 2010, a população era de 190 milhões, com uma taxa de crescimento de 12,33% na década (IBGE, 2010). Utilizando a mesma taxa de crescimento para as décadas seguintes, teríamos uma população de 214 milhões para o ano de 2020; 240 milhões para 2030; 270 milhões para 2040; e 303 milhões para o ano de 2050.

Em contrapartida, o IBGE (2008) demonstra que a taxa de crescimento da população brasileira apresenta paulatinos declínios desde os anos de 1960. Atualmente somos 190 milhões e a previsão para o ano de 2020 é de 207 milhões de pessoas; o ano de 2030 com 216 milhões; 2040 com 219 milhões; e 2050 com 215 milhões de pessoas. Segundo as projeções, o país apresentará um potencial de crescimento populacional até 2039, quando se espera que a população atinja o chamado “crescimento zero”.

Figura 3: População do Brasil e projeção



Fonte adaptado de IBGE (2008) (2010) e (2012)

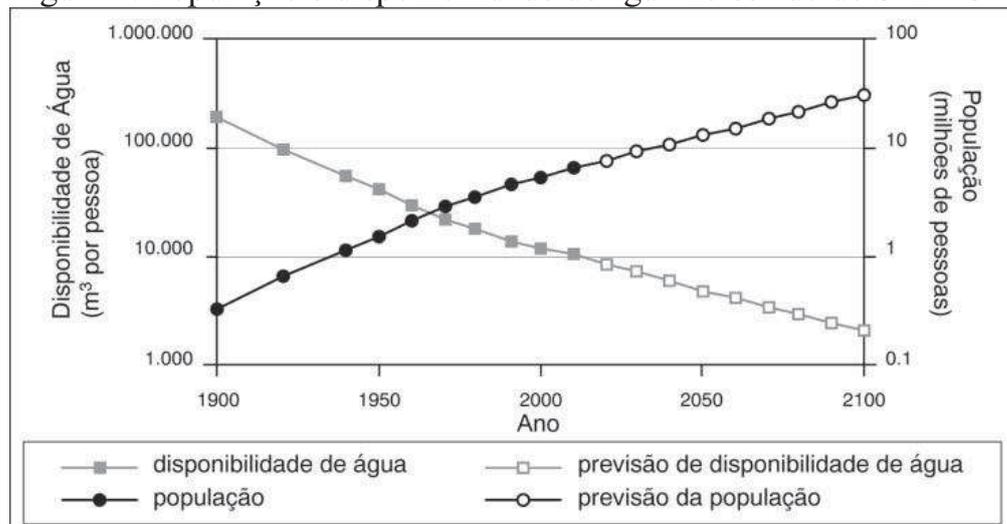
Avaliações destas importantes variáveis preocupam porque a quantidade de água na Terra encontra-se praticamente a mesma desde os levantamentos iniciais (EMBRAPA, 2001), e esta será dividida por um maior número de pessoas resultando nas reduções da disponibilidade, bem como na qualidade.

Este trabalho tem o objetivo de trazer evidências e maior reflexão referente aos recursos hídricos em nível regional, e para delimitação e foco, direcionam-se os esforços ao estado de Santa Catarina. Estudos de Ghisi *et al.* (2006) destacam a quantidade e a previsão da disponibilidade de água entre os anos de 1900-2100 (Figura 4). Mostram também o crescimento populacional e a previsão de crescimento no mesmo período.

O gráfico destaca a redução dos atuais 10.000 m³ de água anual por pessoa, para a previsão da disponibilidade inferior a 2.000 m³ anual por pessoa, no ano de 2010.

A partir destas perspectivas, percebe-se a busca contínua de uma gestão eficiente e mais sustentável do uso da água de forma suficiente e adequada.

Figura 4: População e disponibilidade de água no estado de Santa Catarina



Fonte: adaptado de Ghisi *et al.* (2006)

Tomaz (2010) destaca que a economia dos recursos hídricos compõe sinergicamente quatro atitudes tecnológicas:

- Produtos e componentes que economizam água;
- Medição individualizada e monitoramento do consumo;
- Aproveitamento de água de chuva;
- Reuso de águas e esgotos.

Visando minimizar problemas quanto à disponibilidade de água e diminuir a demanda de água potável, diversos pesquisadores sugerem a captação e o aproveitamento de águas pluviais como parte do processo. Fewkes (2012) destaca que o interesse e a utilização destes sistemas aumentaram durante as últimas duas ou três décadas nos países desenvolvidos, tais como Alemanha e Austrália.

A técnica de “sistemas de captação de água pluvial” utiliza nesta pesquisa a sigla “SCAP”. Portanto, este trabalho direciona-se ao aproveitamento de águas pluviais em habitações de interesse social (HIS), com vistas a evidenciar mais abertamente o processo do ciclo da água para as pessoas e despertar maior educação ambiental. E, através da sistematização do conhecimento, tem-se o objetivo de propor um modelo de referência para a avaliação e análise, visando a implementação de tecnologias conforme características específicas do ambiente habitacional de interesse social.

Em termos de preservação do recurso, otimização no uso, economia de água potável, economia financeira, educação ambiental e cultural, percebe-se que o aproveitamento de água pluvial não é

suficientemente explorado. Percebe-se que estas práticas ainda são pouco utilizadas e de forma eficiente. Isto se deve, em parte, à falta de sistematização do conhecimento – requisitos a serem considerados e tecnologias a serem adotadas – sobre o aproveitamento de da água pluvial, dificultando decisões de usuários em geral. O conhecimento que existe quanto a estas práticas encontra-se sob decisão e propriedade de profissionais com considerado conhecimento técnico tramitando pelo meio acadêmico e científico, não impactando a sociedade de maneira efetiva.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo principal da pesquisa é propor um modelo de referência para a avaliação e análise quanto à implementação de sistemas de captação de água pluvial (SCAP) em habitações de interesse social (HIS).

1.2.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos:

- propor um sistema genérico de captação de água pluvial em habitações, identificando e caracterizando os seus subsistemas;
- levantar os requisitos a serem considerados no projeto de sistemas de captação de água pluvial em habitações;
- levantar as tecnologias disponíveis para os diversos subsistemas que compõem os SCAP em habitações;
- estabelecer cenários para SCAP, conforme as habitações de interesse social (COHAB/SC) no estado de Santa Catarina;

1.3 JUSTIFICATIVA

Demandas de água já são insustentáveis em muitas regiões. É fundamental aumentar a eficiência do uso da água em todos os setores para garantir recursos hídricos sustentáveis, bem como uma demanda integrada e estratégias de abastecimento (UNEP, 2012c).

Segundo a EMBRAPA (2001), no mundo mais de um bilhão de pessoas vive sem suficiente disponibilidade de água para uso doméstico e se estima que, em 2030, haverá 5,5 bilhões de pessoas vivendo em regiões com moderada ou séria falta de água.

Segundo Tundisi (2008), problemas quanto aos recursos hídricos apresentam dimensões e inter-relações de processos, onde a complexidade e a ineficiência de usos da água em nossa sociedade evidenciam o aumento da degradação e poluição; alteração das fontes e a escassez; diminuição da disponibilidade; dificuldade de acesso à água de boa qualidade (potável e tratada). Este conjunto de problemas está relacionado à qualidade de vida, ao desenvolvimento econômico e social, bem como à posição dos recursos hídricos quanto à geração de energia, produção de alimentos, sustentabilidade da biodiversidade e mudanças globais.

Ghisi (2006) prevê o desafio que governos encontrarão para garantir abastecimento adequado de água potável para a sociedade, bem como a gestão eficiente quanto aos recursos hídricos. Isto deve de fatores como a taxa de crescimento populacional e à crescente demanda de consumo em relação à disponibilidade de água. Estudos evidenciam o crescimento populacional e a crescente demanda de água em muitas áreas urbanas, em alguns casos, superior a oferta disponível (Hatt *et al.*, 2006), como por exemplo, em cidades australianas que enfrentam restrições dos recursos hídricos, afetando cerca de 70% da população, com mais de 21 milhões de pessoas (FLETCHER *et al.*, 2008).

O aproveitamento de águas pluviais é considerado viável como suporte ao processo normal de abastecimento de água para a população em relação à demanda no uso não potável. Para isso é necessária a sistematização de critérios que, sabidamente, impactam na implementação destas tecnologias, pois priorizam a preservação do recurso, otimização no uso, economia, educação ambiental.

1.4 MÉTODO DE PESQUISA

O método de pesquisa apresenta-se em quatro etapas principais (Figura 5). As etapas 1 e 2 são enquadradas nos procedimentos metodológicos classificados como pesquisa de natureza exploratória. A etapa 3 é classificada como pesquisa de natureza exploratória, utilizada principalmente para a formulação do modelo SCAPHIS, e pesquisa aplicada combinada com abordagem de informações qualitativas e quantitativas.

Figura 5: Processo geral de metodologia de pesquisa

Etapa 1
Etapa classificada como pesquisa de natureza exploratória.
Pesquisa Bibliográfica e análise da literatura
Livros; relatórios, sites e periódicos científicos;
Estado da arte quanto aos recursos hídricos (nível mundial, nacional e regional). Metas, diretrizes, indicadores, tendências, regiões vulneráveis e preocupantes. Fonte: adaptado de Tundisi (2005 e 2008); UNEP (2012); Hoekstra e Mekonnen (2011); EMBRAPA (2001); Branco <i>et al.</i> (2005); IBGE (2008; 2010; e 2012); Rebouças (2003 e 2004); Tomaz (2010); Fewkes (2012); Ghisi (2006);
Etapa 2
Etapa classificada como pesquisa de natureza exploratória.
Pesquisa Bibliográfica e análise da literatura
Aproveitamento de água de chuva Fonte: adaptado de John <i>et al.</i> (2010a); Lamberts <i>et al.</i> (2010); ABNT (2007); ABNT (1989); Ghisi (2012); Oliveira <i>et al.</i> (2007); Sant'anna (2006); Abdulla e Al-Shareef (2009); Marinoski e Ghisi (2012); Proença <i>et al.</i> (2011); Proença e Ghisi (2010); Ghisi <i>et al.</i> (2009); Ghisi <i>et al.</i> (2006); Ghisi <i>et al.</i> (2007); Ghisi (2006); Ghisi <i>et al.</i> (2012); Ghisi (2010); Ghisi e Ferreira (2007); Farreny <i>et al.</i> (2011; 2011a); Egodawatta <i>et al.</i> (2009); Ministério da Saúde (2012); Boelee <i>et al.</i> (2012); Ghisi e Oliveira (2007); Gabe e Trowsdale (2012); Herrmann e Schmida (1999); Ward <i>et al.</i> (2012).
Habitações de Interesse Social (HIS) Fonte: adaptado de COHAB/SC (2010) e (2012); Librelotto (2012); D'Ávila <i>et al.</i> (2010); Larcher (2005); D'avila <i>et al.</i> (2010); Cunha <i>et al.</i> (2007); Sattler (2010); Ywashima <i>et al.</i> (2006); John <i>et al.</i> (2010).
Diretrizes, dados estatísticos, hipóteses, deduções e induções. Região e abrangência; índice de chuva; área de telhado; demandas; fornecimento; processos, produtos e tecnologias e sistemas de captação de água pluvial (SCAP); habitação de interesse social; pessoas e habitações; <i>Stakeholders</i> .
Etapa 3
MODELO SCAPHIS
Etapa predominantemente de pesquisa aplicada combinada com abordagem de informações qualitativas e quantitativas.
3.1 REGIÃO Fonte: adaptado de Ghisi <i>et al.</i> (2009); Ghisi (2006);
3.2 ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO Fonte: adaptado de INMET (2012); ANA (2012); Ghisi <i>et al.</i> (2012);
3.3 ÁREA DE CAPTAÇÃO Fonte: adaptado de GHISI <i>et al.</i> (2006); Abdulla e Al-Shareef, (2009); COHAB/SC (2010) e (2012)
3.4 PESSOAS E HABITAÇÕES Fonte: adaptado de IBGE (2010a); COHAB (2012); GHISI <i>et al.</i> (2006).

<p>3.5 DEMANDA DE ÁGUA Fonte: adaptado de Ghisi <i>et al.</i> (2006); Ghisi e Oliveira (2007); Ywashima <i>et al.</i> (2006); Ghisi e Ferreira (2007); Fewkes (1999); Proença e Ghisi (2010); Proença <i>et al.</i> (2011); CASAN (2012);</p>
<p>3.6 EMPRESA FORNECEDORA DE ÁGUA Fonte: adaptado de CASAN (2012; e 2012a); SNIS (2010); John <i>et al.</i> (2010);</p>
<p>3.7 TECNOLOGIAS SCAP Fonte: adaptado de Ghisi (2010); Lamberts <i>et al.</i> (2010); Farreny <i>et al.</i> (2011); Oliveira <i>et al.</i> (2007); Fewkes (2012); ABNT (2007); COHAB (2012); ABNT (1989); Ghisi <i>et al.</i> (2007); MINISTÉRIO DA SAÚDE (2012); HARDIE (2010); Egodawatta <i>et al.</i> (2009).</p>
<p>3.8 MONITORAMENTO Fonte: adaptado de Lamberts <i>et al.</i> (2010); SUSHI (2010).</p>
<p>3.9 VIABILIDADE ECONÔMICA E PERÍODO DE RETORNO DO INVESTIMENTO Fonte: adaptado de Ghisi <i>et al.</i> (2009); Casarotto Filho e Kopittke (2010); Gonçalves <i>et al.</i> (2009); Rozenfeldt <i>et al.</i> (2006); IPEA (2013); (FINANCEONE, 2012); Ghisi <i>et al.</i> (2009).</p>
<p>Cada especificação compõe desdobramentos específicos possibilitando informações relevantes para a viabilidade, avaliação e análise de um SCAPHIS.</p>
<p>Etapa 4</p>
<p>Etapa classificada como pesquisa de natureza aplicada combinada com abordagem de informações qualitativas e quantitativas.</p>
<p>Aplicações e simulações do modelo SCAPHIS</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Região de Florianópolis e índice pluviométrico INMET (INMET, 2012); • Área de captação de 35m² (uma água) de telhas cerâmicas; • As variações nas seis simulações compreendem ao número de habitantes por habitação, caracterizados entre 1 a 6 habitantes; • Utilizam-se demandas diárias de 200 litros por pessoa (CASAN, 2012); • Unidade habitacional COHAB/SC, projetada para quatro habitantes e desenho universal com acessibilidade para portadores; • Nas simulações, utilizam-se as tarifas praticadas pela CASAN (Florianópolis), e a possibilidade de uma tarifa alternativa (tarifa BR – custo do m³); • Avaliação quanto às possíveis tecnologias SCAP encontradas no mercado e possíveis de aplicação em relação às especificações do modelo SCAPHIS; • Indicam-se o mesmo tipo de monitoramento para ambos os casos: tarifa de água, hidrômetro, volume de consumo. Inovação através de monitoramento em tempo real; • Avaliação quanto à viabilidade econômica e o período de retorno do investimento para cada uma das simulações. <p>Fonte do autor</p>

Fonte: adaptado conforme autores evidenciados e descritos na Figura 5

A etapa 4 é classificada como pesquisa de natureza aplicada combinada com abordagem de informações qualitativas e quantitativas.

1.4.1 Etapa 1

Esta etapa corresponde ao primeiro capítulo ou Introdução, na qual se busca o estado da arte da água e dos recursos hídricos em nível mundial, destacando os aspectos mais importantes abordados pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA ou UNEP) e a relação com periódicos científicos quanto à água e ao aproveitamento da água pluvial (Figura 6).

Figura 6: Etapa 1 da metodologia da pesquisa

Etapa 1 - Pesquisa Bibliográfica e análise da literatura;
Livros; relatórios, sites e periódicos científicos;
UNEP - <i>United Nations Environment Programme</i> (Programa das Nações Unidas) e PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente / UNESCO - <i>United Nation Educational, Scientific and Cultural Organization</i> (Organização para Educação, Ciência e Cultura das Nações Unidas) entre outros;
Estado da arte quanto aos recursos hídricos a nível mundial, nacional e regional. Evidenciam-se metas, diretrizes, indicadores, tendências, regiões vulneráveis e preocupantes.

Fonte: adaptado de Tundisi (2005 e 2008); UNEP (2012); Hoekstra e Mekonnen (2011); EMBRAPA (2001); Branco *et al.* (2005); IBGE (2008; 2010; e 2012); Rebouças (2003 e 2004); Tomaz (2010); Fewkes (2012); Ghisi (2006); Ghisi *et al.* (2006);

Complementa-se com os esforços e estratégias conforme as regiões destacando indicadores, potenciais e tendências em nível mundial. Estas informações utilizam dados do IBGE para evidenciar um diagnóstico e projeção populacional, abordando relações e estudos quanto à disponibilidade, oferta e demanda de água, especificamente no Estado de Santa Catarina.

Esta etapa evidencia gestões e ações técnicas para a economia dos recursos hídricos e para o uso racional da água de maneira eficiente, suficiente e adequada, onde o aproveitamento de água de chuva, compõe sinergicamente a outras importantes estratégias.

Seguindo as definições de Gil (2002) e Miguel *et al.* (2010), esta etapa é classificada como pesquisa de natureza exploratória.

1.4.2 Etapa 2

Esta etapa corresponde ao capítulo dois. Nela a pesquisa bibliográfica resulta em um processo de levantamento e análise sobre a situação quanto ao aproveitamento de águas pluviais em geral, verificando as publicações em periódicos científicos, aspectos e características travadas quanto ao tema e problema de pesquisa. A Figura 7 mostra o processo resumido utilizado e os temas abordados. Busca-se o processo e aplicação quanto ao aproveitamento de água pluvial em habitações de interesse social. Para isto, nesta etapa do trabalho, a metodologia foca esforços na pesquisa e busca bibliográfica de periódicos no portal CAPES (www.periodicos.capes.gov.br) com acesso junto à Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC.

Figura 7: Etapa 2 da metodologia da pesquisa

Etapa 2 - Pesquisa Bibliográfica e análise da literatura;	
<p>Aproveitamento de água de chuva</p> <p>Fonte: adaptado de John <i>et al.</i> (2010a); Lamberts <i>et al.</i> (2010); ABNT (2007); ABNT (1989); Ghisi (2012); Oliveira <i>et al.</i> (2007); Sant'anna (2006); Abdulla e Al-Shareef (2009); Marinoski e Ghisi (2012); Proença <i>et al.</i> (2011); Proença e Ghisi (2010); Ghisi <i>et al.</i> (2009); Ghisi <i>et al.</i> (2006); Ghisi <i>et al.</i> (2007); Ghisi (2006); Ghisi <i>et al.</i> (2012); Ghisi (2010); Ghisi e Ferreira (2007); Farreny <i>et al.</i> (2011; 2011a); Egodawatta <i>et al.</i> (2009); Ministério da Saúde (2012); Boelee <i>et al.</i> (2012); Ghisi e Oliveira (2007); Gabe e Trowsdale (2012); Herrmann e Schmida (1999); Ward <i>et al.</i> (2012).</p>	<p>Habitações de Interesse Social (HIS)</p> <p>Fonte: adaptado de COHAB/SC (2010) e (2012); Librelotto (2012); D'Ávila <i>et al.</i> (2010); Larcher (2005); D'avila <i>et al.</i> (2010); Cunha <i>et al.</i> (2007); Sattler (2010); Ywashima <i>et al.</i> (2006); John <i>et al.</i> (2010).</p>
Livros e periódicos via portal CAPES	Livros, periódicos via portal CAPES, e organizações (<i>stakeholders</i>)
Conceitos/fundamentação teórica/ gestão/ estudos de caso	Conceitos/fundamentação teórica/gestão/ estudos de caso;
Palavras chave: potencial de utilização de águas pluviais; colheita de água de chuva; uso da água da chuva; economia de água potável. <i>Tradução à língua inglesa.</i>	Palavras-chave: habitações de interesse social (HIS); habitações sustentáveis; inovação, gestão pública e institucional. <i>Tradução à língua inglesa.</i>
Diretrizes, dados estatísticos, hipóteses, deduções e induções.	
Região e abrangência; índice de chuva; área de telhado; demandas de água; fornecimento de água; processos, produtos e tecnologias para captação de água de	

chuva SCAP; habitação de interesse social; pessoas por habitação; etc.;
Stakeholders: UFSC; CAPES; LabEEE; FIESC; IBGE; COHAB/SC; CASAN; ANA;
 INMET; FINEP; CNPQ;

Fonte: adaptado conforme autores evidenciados e descritos na Figura 7

Na prática, buscam-se periódicos que abordem a captação de águas pluviais em nível mundial, nacional e regional.

Utilizam-se as seguintes bases de dados: **(1) ISI Web of Science;** **(2) SCOPUS;** **(3) Science Direct;** e **(4) SpringerLink**. A partir de uma avaliação de periódicos iniciais selecionaram-se as palavras-chave, conforme o Quadro 1, bem como buscas gerais via internet e Biblioteca da UFSC utilizando as mesmas palavras-chave traduzidas.

Quadro 1: Palavras-chave utilizadas na busca bibliográfica

Língua Inglesa	Língua Portuguesa
Potential for rainwater use	Potencial de utilização de águas pluviais
Rainwater harvesting	Colheita de água da chuva
Rainwater usage	Uso da água da chuva
Potable water savings	Economias de água potável
Rainwater usage in southern Brazil	Uso da água da chuva no Sul do Brasil
Sustainable development	Desenvolvimento sustentável

Fonte do autor

A pesquisa e análise bibliográfica prosseguem até setembro de 2012, visando o cumprimento do cronograma para a formalização desta etapa do trabalho. Destacam-se as possíveis inserções de novos materiais, dados e informações conforme a relevância e o direcionamento do estudo. A pesquisa bibliográfica resultou na soma de noventa e três periódicos distribuídos em quatro bases de dados, conforme a Tabela 1.

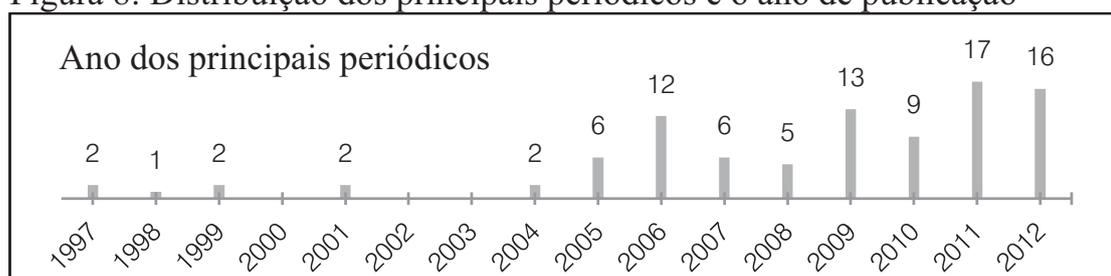
Tabela 1: Bases de dados utilizadas e número de periódicos científicos

Base de dados e número de periódicos científicos	
Science Direct	52
Web of Science	20
Springer link (Meta Press)	16
SCOPUS	5

Fonte do autor

Apresenta-se a classificação dos periódicos quanto ao ano de publicação (Figura 8).

Figura 8: Distribuição dos principais periódicos e o ano de publicação



Fonte do autor

Os periódicos selecionados estão classificados e distribuídos entre revistas e jornais científicos, conforme (Tabela 2):

Tabela 2: Classificação das revistas científicas

Revistas e Jornais científicos	Quantidade
Resources, Conservation and Recycling	9
Water Resources Management	8
Building and Environment	7
Journal of Environmental Management	6
Desalination	5
Physics and Chemistry of the Earth	4
Journal of Cleaner Production	3
Urban Water Journal	3
Ecological Economics	3
Journal of Hydrology	3
Sustainability Science	3
Science of the Total Environment	2
International Journal LCA/Water use in LCA	2

Fonte do autor

Outros jornais e revistas científicas destacados na busca bibliográfica e resultantes em um periódico são: Journal of environmental quality; Natural Hazards; Journal of Industrial Ecology; Water Science and Technology; Soil Research; Journal of the American Water Resources Association (JAWRA); Water Research; Ecological Economics; Agriculture, Ecosystems and Environment; Ecological Indicators; Property Management; Management of Environmental Quality; Research in Organizational Behavior; Sustainable Development.

A Tabela 3 apresenta outras bases de dados e periódicos complementares que se originam de referências utilizadas nos periódicos anteriores, e distribuídos como segue:

Tabela 3: Referências bibliográficas complementares

Referências bibliográficas complementares	
Livros, relatórios e consultorias	10
Cengage Learning	10
Congressos e revistas científicas nacionais	5
Emerald	4
U. S. National Library of Medicine	3
Wiley	2
IEEE Xplore	1
SciELO	1

Fonte do autor

Busca-se um diagnóstico atual referente ao aproveitamento de água pluvial em edificações, e a pesquisa bibliográfica destaca o Laboratório de Eficiência Energética em Edificações – LabEEE do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFSC como uma das referências. Destacam-se indicadores humanos e tecnológicos quanto a variáveis qualitativas e quantitativas evidenciando potenciais de economia de água potável com o uso da água da chuva.

Complementar ao segundo capítulo, esta etapa prossegue com pesquisa bibliográfica direcionada às Habitações de Interesse Social (HIS), bem como informações e dados quanto às organizações que compõem o contexto habitacional regionalmente.

Nesta etapa, outras palavras-chave são utilizadas na pesquisa bibliográfica, como: habitações de interesse social; habitações sustentáveis; tecnologias emergentes; inovação, gestão pública e institucional, entre outras. Além das palavras-chave, diante do contexto, examinam-se informações em organizações como (Tabela 4):

Tabela 4: Organizações e contexto

UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina: linha de pesquisa inferindo abordagens quanto à eficiência energética, educação ambiental e a engenharia de produção;
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior: acesso aos periódicos e base de dados. Fundamentação teórica;
LabEEE	Laboratório de Eficiência Energética em Edificações: referências quanto ao aproveitamento de água de chuva em edificações. Dados

	qualitativos e quantitativos;
FIESC	Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina: localização geográfica, bem como dados regionais, como população e o perfil social e industrial (FIESC, 2011);
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: tem o objetivo de conhecer a dimensão social evidenciando indicadores quantitativos. Através do acesso via web, o site: www.ibge.gov.br dispõe de numerosas informações (IBGE, 2012);
COHAB/SC	Companhia de Habitação do Estado de Santa Catarina: objetivo de conhecer a realidade habitacional em determinadas regiões e o plano catarinense de habitação de interesse social. Caracterização Regional. Diagnóstico habitacional do estado de Santa Catarina. Acesso ao site www.cohab.sc.gov.br , entrevistas e coletas de informações com aplicação de formulário/questionário (FORZA, 2002);
CASAN	Companhia Catarinense de Águas e Saneamento: Acesso ao site www.casan.com.br , para dados de valores e tarifas, históricos de consumo, entre outros;
ANA	Agência Nacional de Águas: com acesso via web através do site www.ana.gov.br/telemetria , mais especificamente em http://mapas-hidro.ana.gov.br/Usuario/DadoPesquisar.aspx?est=270648550 para a coleta de informações e índices pluviométricos em Santa Catarina e região;
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia: com acesso via web através de cadastro, o site http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep disponibiliza dados e índices pluviométricos em nível nacional e regional conforme as estações e monitoramento.

Fonte do autor

Para fechamento desta etapa, visa-se a sinergia dos temas quanto ao aproveitamento de água pluvial em HIS. Para tal evidenciam-se soluções técnicas e necessárias para o aproveitamento de água de chuva, caracterizando um SCAP, com destaque a inovações e alternativas sustentáveis em constante evolução conforme o local, a demanda e tipos de uso. Havendo esta relação e esforço, infere-se que as atuais propostas habitacionais mais sustentáveis são possibilidades emergentes e sua dimensão depende da disponibilidade orçamentária governamental.

Aplicou-se um formulário/questionário (APÊNDICE D) para coleta de informações técnicas – vide seção 2.3.1 – da unidade habitacional considerada pela COHAB/SC, junto ao GDU (Grupo de Desenvolvimento Urbano), complementando com entrevista e conversa informal para maior reflexão. A formulação da coleta de informações baseou-se em estudos de Forza (2002) e Eisenhardt (1989).

Esta etapa possibilita a evidência de conhecimentos objetivos e subjetivos, qualitativos e quantitativos visando o estudo e aplicação prática. Classificada como pesquisa exploratória, traz evidências, indicadores e critérios sinérgicos e complementares para a etapa seguinte de sistematização e apresentação do modelo.

1.4.3 Etapa 3

Esta etapa apresenta o modelo sistemático SCAPHIS quanto ao Sistema de Captação de Água Pluvial em HIS evidenciado pela pesquisa. A mesma compreende a união das duas primeiras etapas da metodologia, resultando no modelo proposto.

O Modelo SCAPHIS é apresentado na Figura 14 – página 50, o qual buscou conformidade com o conceito quanto ao projeto informacional de Rozenfeldt et. al (2006). Os autores definem que o objetivo desta fase é desenvolver um conjunto de informações, o mais completo possível. Essas especificações, além de orientar a geração de soluções, fornecem a base sobre a qual serão montados os critérios de avaliação e de tomada de decisão (Figura 9).

Figura 9: Etapa 3 da metodologia da pesquisa

Etapa 3
MODELO SCAPHIS
Etapa predominantemente de pesquisa aplicada combinada com abordagem de informações qualitativas e quantitativas.
3.1 REGIÃO Fonte: adaptado de Ghisi <i>et al.</i> (2009); Ghisi (2006);
3.2 ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO Fonte: adaptado de INMET (2012); ANA (2012); Ghisi <i>et al.</i> (2012);
3.3 ÁREA DE CAPTAÇÃO Fonte: adaptado de GHISI <i>et al.</i> (2006); Abdulla e Al-Shareef, (2009); COHAB/SC (2010) e (2012)
3.4 PESSOAS E HABITAÇÕES Fonte: adaptado de IBGE (2010a); COHAB (2012); GHISI <i>et al.</i> (2006).
3.5 DEMANDA DE ÁGUA Fonte: adaptado de Ghisi <i>et al.</i> (2006); Ghisi e Oliveira (2007); Ywashima <i>et al.</i> (2006); Ghisi e Ferreira (2007); Fewkes (1999); Proença e Ghisi (2010); Proença <i>et al.</i> (2011); CASAN (2012);
3.6 EMPRESA FORNECEDORA DE ÁGUA Fonte: adaptado de CASAN (2012; e 2012a); SNIS (2010); John <i>et al.</i> (2010);
3.7 TECNOLOGIAS SCAP

<p>Fonte: adaptado de Ghisi (2010); Lamberts <i>et al.</i> (2010); Farreny <i>et al.</i> (2011); Oliveira <i>et al.</i> (2007); Fewkes (2012); ABNT (2007); COHAB (2012); ABNT (1989); Ghisi <i>et al.</i> (2007); MINISTÉRIO DA SAÚDE (2012); HARDIE (2010); Egodawatta <i>et al.</i> (2009).</p>
<p>3.8 MONITORAMENTO Fonte: adaptado de Lamberts <i>et al.</i> (2010); SUSHI (2010).</p>
<p>3.9 VIABILIDADE ECONÔMICA E PERÍODO DE RETORNO DO INVESTIMENTO Fonte: adaptado de Ghisi <i>et al.</i>, (2009); Casarotto Filho e Kopittke (2010); Gonçalves <i>et al.</i> (2009); Rozenfeldt <i>et. al</i> (2006); IPEA (2013); (FINANCEONE, 2012); Ghisi <i>et al.</i> (2009).</p>
<p>Cada especificação compõe desdobramentos específicos possibilitando informações relevantes para a viabilidade, avaliação e análise de um SCAPHIS.</p>

Fonte: adaptado conforme autores evidenciados e descritos na Figura 9

Para complemento da pesquisa, examina-se a avaliação e validação do modelo, através de aplicações, simulações e criação de cenários, possibilitando o uso das variáveis qualitativas e quantitativas para evidenciar características relevantes quanto a um processo de SCAPHIS.

1.4.4 Etapa 4

Miguel *et al.* (2012) e Silva (2001) definem que a abordagem de forma qualitativa e quantitativa pode ser chamada de pesquisa aplicada combinada.

Nesta etapa aplicam-se as especificações do modelo proposto a fim de proporcionar cenários específicos para efeito de simulação e informações visando a avaliação e análise quanto à implementação de tecnologias SCAP em HIS (Figura 10).

Apresenta-se a definição das tecnologias selecionadas que compõem o SCAP A (APÊNDICE A) para aplicação nos estudos, simulações e resultados qualitativos, e duas variações das tecnologias envolvidas são consideradas (APÊNDICE B e C), entretanto, estas não são consideradas nos resultados quantitativos, somente nas conclusões qualitativas do trabalho. Utilizam-se alguns indicadores que possibilitam relacionar com o *triple bottom line* do conceito de sustentabilidade (ELKINGTON, 2012), resultando num parecer geral quanto ao SCAP com vistas ao desenvolvimento sustentável.

A Figura 10 apresenta descritivamente os dados utilizados no estudo, sendo relevante salientar basicamente que para os resultados, as

variações nas aplicações e simulações dizem respeito ao número de habitantes por habitação.

Figura 10: Etapa 4 da metodologia da pesquisa

Etapa 4
Etapa classificada como pesquisa de natureza aplicada combinada com abordagem de informações qualitativas e quantitativas.
Aplicações e simulações do modelo SCAPHIS
<ul style="list-style-type: none"> • Região de Florianópolis e índice pluviométrico INMET (INMET, 2012); • Área de captação de 35m² (uma água) de telhas cerâmicas; • As variações nas seis simulações compreendem ao número de habitantes por habitação, caracterizados entre 1 a 6 habitantes; • Utilizam-se demandas diárias de 200 litros por pessoa (CASAN, 2012); • Unidade habitacional COHAB/SC, projetada para quatro habitantes e desenho universal com acessibilidade para portadores; • Nas simulações, utilizam-se as tarifas praticadas pela CASAN (Florianópolis), e a possibilidade de uma tarifa alternativa (tarifa BR – custo do m³); • Avaliação quanto às possíveis tecnologias SCAP encontradas no mercado e possíveis de aplicação em relação às especificações do modelo SCAPHIS; • Indicam-se o mesmo tipo de monitoramento para ambos os casos: tarifa de água, hidrômetro, volume de consumo. Inovação através de monitoramento em tempo real; • Avaliação quanto à viabilidade econômica e o período de retorno do investimento para cada uma das simulações.

Fonte do autor

Sendo assim, evidenciam-se dados e informações quantitativas e qualitativas, resultando em uma análise conclusiva possivelmente útil em futuras pesquisas.

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Neste primeiro capítulo foram descritos resumidamente, o estado da arte da água em um contexto mundial, evidenciando aspectos relevantes localizados e diferentes quanto à oferta, demanda e uso gerais dos recursos hídricos. Apresentam-se os objetivos da pesquisa, as justificativas, bem como o método orientado e utilizado para as evidências e resultados.

No capítulo 2 são expostos conceitos e definições de sistemas de captação de águas pluviais e características gerais no uso quanto aos parâmetros evidenciados na pesquisa bibliográfica. Apresenta algumas práticas descritas, complementando com uma representação gráfica dos sistemas técnicos necessários para um SCAP. Mostram-se os sistemas,

subsistemas e componentes possíveis mais utilizados e encontrados na literatura e direcionadas à edificações térreas do tipo residencial, complementado através das diversidades de sistemas e concepções de um SCAP. Há conceitos e definições quanto a HIS e como é abordado. Apresenta-se a concepção projetual da tipologia residencial utilizada pela COHAB/SC.

E complementa-se este capítulo onde torna-se evidente o necessário apoio governamental.

No capítulo 3, através de evidências bibliográficas quanto aos requisitos e especificações necessárias para o aproveitamento da água de chuva, apresenta-se a sistematização do modelo SCAPHIS proposto, evidenciando especificações quantitativas e qualitativas, visando à viabilidade e avaliações de um SCAP em HIS. O modelo SCAPHIS busca a abordagem de todas as variáveis necessárias visando resultar em dados básicos para a tomada de decisão quanto a melhor viabilidade destes sistemas. O modelo apresenta valores gerais e não trabalha com a máxima eficiência do SCAP. Entretanto, as especificações evidenciam aspectos e características relevantes a serem abordados, e visam a evolução e melhoria contínua do modelo SCAPHIS, com suporte da tecnologia da informação.

O capítulo 4 trata da aplicação e simulações do modelo de avaliação proposto. Apresentam-se as tecnologias SCAP selecionadas conforme o desenho técnico da edificação de interesse social abordada, bem como aspectos entre concepções e suas características. Aplica-se o modelo em seis simulações, alterando em cada simulação, o número de habitantes por habitação. Definem-se os números entre um e seis habitantes, apresentando-se as características de um determinado SCAP em HIS na cidade de Florianópolis. Apresentam-se os dados quantitativos evidenciando aspectos, potenciais, e dificuldades descritivas qualitativas e suas relações com a demanda, economia e percentual de economia de água potável, economia financeira, uso ou não do SCAP, tarifas praticadas e alternativas e apoio governamental, entre outros.

O capítulo 5 aborda os potenciais e as dificuldades encontradas quanto ao aproveitamento de água de chuva evidenciado nos estudos e aplicações. Destaca aspectos relevantes de forma descritiva qualitativa, evidenciando nesta etapa, os resultados conclusivos alcançados. Estes visam a integração dos temas abordados nesta pesquisa quanto à gestão dos recursos hídricos com diretrizes na captação e aproveitamento das águas de chuva. Complementa-se o capítulo com diretrizes para futuros estudos e pesquisa referentes ao tema.

Os cinco capítulos compõem a estrutura genérica e principal do trabalho, entretanto, etapas complementares de leituras, reflexões e observação compõem a pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL - SCAP

Sistemas de captação de águas pluviais são caracterizados de acordo com diversas abordagens, dimensões, usos e objetivos.

A principal função de um sistema de captação de água pluvial é diminuir o consumo de água potável fornecida pelas concessionárias por meio da utilização da água pluvial tratada para fins não potáveis (JOHN *et al.*, 2010a).

Segundo Lamberts *et al.* (2010), a captação de água de chuva pode ser um recurso hídrico com qualidade e quantidade que atenda diversas demandas, principalmente não potáveis. Em algumas situações, pode ser a fonte viável a ser utilizada, única fonte disponível ou de melhor qualidade. Para regiões áridas ou semiáridas, a água da chuva pode ser vital em situações de escassez. Em situações em que o ciclo pluviométrico é favorável, a água de chuva pode ser utilizada como um recurso hídrico alternativo complementar de abastecimento (LAMBERTS *et al.*, 2010). Fewkes (2012) ressalta que em regiões com chuvas frequentes e bem distribuídas durante todo o ano, esse sistema é viável, bem como em áreas descentralizadas da empresa fornecedora, já que a água é captada junto ao local onde será consumida.

A busca por uma gestão mais integrada recai em práticas sob variados níveis e setores quanto à SCAP (sistemas de captação de água de chuva), conforme o Quadro 2.

Quadro 2: Níveis e práticas quanto à SCAP

Tipos e descrição de uso		Referências
1	Utilizado na irrigação e plantio em grande escala.	(OWEIS e HACHUM, 2009); (OJIMA <i>et al.</i> , 2008);
2	Gestão urbana em grande escala, visando abastecimento de água, controle de fluxo e ciclo urbano de água.	(HATT <i>et al.</i> , 2006); (FLETCHER <i>et al.</i> , 2008); (MARTINEZ <i>et al.</i> , 2011); (ROZOS e MAKROPOULOS, 2012);
3	Aproveitamento de águas pluviais em menor escala, direcionado ao uso localizado ou doméstico de água.	(GHISI, 2010); (FLETCHER <i>et al.</i> , 2008); (ABDULLA e AL-SHAREEF, 2009); (SANT'ANNA, 2006); (MARINOSKI e GHISI, 2012); (PROENÇA <i>et al.</i> , 2011); (PROENÇA e GHISI, 2010); (GHISI <i>et al.</i> , 2009); (GHISI <i>et al.</i> , 2006); (GHISI <i>et al.</i> , 2007); (GHISI, 2006); (GHISI <i>et al.</i> , 2012); (GHISI, 2010); (GHISI e FERREIRA, 2007);

	(GHISI e OLIVEIRA, 2007); ISHAKU <i>et al.</i> (2012); (GABE e TROWSDALE, 2012); (PALLA <i>et al.</i> , 2012); (FEWKES, 1999 e 2012); (VILLAREAL e DIXON, 2005); (ANGRILL <i>et al.</i> , 2012); JONES e HUNT (2010); (entre outros.
--	--

Fonte do autor

Destaca-se um importante fator para as variadas concepções destes sistemas, o ciclo hidrológico, através dos índices pluviométricos de determinada região, trazendo características específicas para gestões quanto à escassez, desperdício e sazonalidade.

Percebe-se a importância de incentivo governamental, como o exemplo de Seychelles e cidades de Nova Zelândia, que decidiram integrar a captação de água de chuva na legislação (UNEP, 2011). No Brasil, existem normas e diretrizes legais para o aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis, com destaque para as normas NBR 10.844 (ABNT, 1989) e NBR 15.527 (ABNT, 2007). Esta última norma se aplica ao uso após tratamento adequado e de acordo com finalidades específicas (LAMBERTS *et al.*, 2010). O autor evidencia que no estado de Santa Catarina, o decreto nº 099, de 1º de março de 2007, obriga todas as obras públicas ou privadas, financiadas ou incentivadas pelo Governo do Estado de Santa Catarina, a implantarem sistema de captação ou retenção de águas pluviais. O Artigo 1º deste decreto estabelece que “todas as construções novas e reformas de prédios públicos deverão prever sistema para captação de águas pluviais, coletadas por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos”.

Segundo os estudos de Lamberts *et al.* (2010), Ghisi (2012), Farreny *et al.* (2011a), Gabe e Trowsdale (2012), Herrmann e Schmida (1999) e Ward *et al.* (2012) para maior eficiência quanto ao aproveitamento de água pluvial destacam-se os principais parâmetros e indicadores a serem considerados:

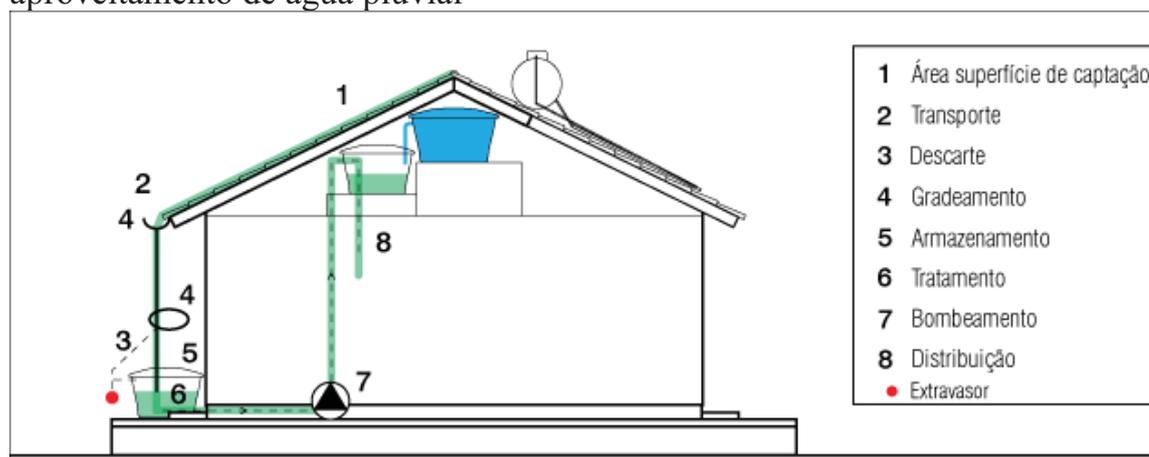
- local quanto à oferta de água;
- o regime pluviométrico local com os índices de precipitação e sua distribuição no tempo e no espaço;
- demandas de água (potável e não potável);
- a qualidade prevista ao uso pretendido;
- o período de estiagem, em termos de número máximo de dias consecutivos sem chuva;

- a área de captação necessária, disponível ou ainda possível de ser utilizada;
- o coeficiente de aproveitamento de água de chuva;
- gestão e tecnologia suficiente e apropriada;
- empresa fornecedora de água;
- sistemas de captação de águas pluviais (SCAP);
- habitações e locais para implementação destas tecnologias;

Além destes parâmetros e indicadores, onde o trabalho direciona-se ao aproveitamento de água pluvial em habitações sociais, Fewkes (2012) e Oliveira *et al.* (2007), afirmam que um SCAP pode ser implantado no sistema hidráulico predial por meio de soluções técnicas, possibilitando assim, a captação, transporte, armazenamento, tratamento e o aproveitamento da água de chuva distribuída para uso não potável. Complementando, Sant'anna (2006) destaca que o investimento em um SCAP potável, apesar de mais caro, promove maior economia de água, maior economia financeira, maior viabilidade econômica e menor o período de retorno do investimento.

A Figura 11 ilustra um sistema típico de aproveitamento de água de chuva (SCAP) e os seus principais subsistemas esquematizados em uma edificação horizontal do tipo residencial.

Figura 11: Esquematização e fluxo dos elementos de um sistema de aproveitamento de água pluvial



Fonte: adaptado de Oliveira *et al.* (2007); Lamberts *et al.* (2010); Fewkes, (2012); e COHAB/SC, (2012).

Ressalta-se que o modelo SCAP representado (Figura 11) pode variar quanto ao espaço físico, usos, distâncias, bem como o número de subsistemas e componentes. Além disso, não deve ter ligação com o sistema de água potável fornecido pela empresa pública local.

Estudos de Oliveira *et al.* (2007); Lamberts *et al.* (2010); e Fewkes (2012) evidenciam os sistemas e a sequência geral do processo de um SCAP. Destacam-se oito etapas e sistemas principais, e a Tabela 5 desdobra-se em possíveis subsistemas esquematizados em uma edificação horizontal do tipo residencial (Figura 11).

Tabela 5: Subsistemas para a captação de água de chuva

1 Área de Captação	<ul style="list-style-type: none"> • Cobertura das edificações (telhados, lajes de concreto, telhados vegetados); • Diretamente do solo, em encostas gramadas ou com vegetação similar; • Pavimentos (estradas, estacionamentos, pátios) – não aplicáveis neste trabalho.
2 Transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Este sistema é constituído por calhas, condutores verticais e horizontais; • Pode incluir sistemas de gradeamento;
3 Descarte	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de descarte e desvio de água das primeiras chuvas; • Este sistema tem o objetivo de eliminar os primeiros milímetros de chuva, onde se encontra maior quantidade de sujeira e poluentes;
4 Gradeamento	<ul style="list-style-type: none"> • Peneiras, filtros e telas flexíveis. Granulometria variável. • Podem compor os sistemas de transporte ou ser um sistema único;
5 Armazenamento	<ul style="list-style-type: none"> • Caixa d'água; cisterna; • Freio d'água; Sifão extravasor; • Conjunto flutuante de sucção, sistema de bombeamento; • Sistema de suprimento com alimentação de água potável, com ligação atmosférica não cruzada, com boia de nível e válvula solenoide; • Pode incluir o sistema de tratamento e desinfecção;
6 Tratamento	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema para tratar a água da chuva colhida; • Este sistema pode compor o sistema de armazenamento ou ser um sistema exclusivo.
7 Bombeamento (transporte)	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema para bombear a água da chuva para o uso; • Pode compor o sistema de armazenamento;
8 Distribuição	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema que distribui a água para o uso não potável; • Pontos de distribuição conforme cada unidade de consumo.

Fonte: adaptada de Oliveira *et al.* (2007); Lamberts *et al.* (2010); e Fewkes (2012)

Ressalta-se o contínuo monitoramento, manutenção e controle da água de chuva destinada ao aproveitamento, trazendo aspectos para o usuário, bem como para empresas, projetos e diretrizes de um SCAP.

Todos os sistemas descritos na Tabela 5 são complementares e destacam os principais componentes comumente encontrados em sistemas de aproveitamento de água de chuva.

2.2 TECNOLOGIAS SCAP

Visando a sinergia para a possível efetividade quanto aos sistemas de captação de águas pluviais, aborda-se o ciclo do recurso e a tecnologia necessária e possível para um SCAP em HIS. Compreendem nove subsistemas básicos evidenciados na Figura 11 e descritos nas próximas seções.

Evidenciam-se os sistemas simples, otimizados e eficientes encontrados por aqui estar se tratando de habitações de interesse social que indicam características de menor espaço físico, menor investimento e menores volumes de captação.

2.2.1 Área de superfície de captação

Este subsistema é geralmente definido pelas áreas que contribuem com a interceptação e direcionamento da água de chuva conduzida por gravidade.

Estas áreas são constituídas geralmente pela cobertura das edificações como telhados, lajes de concreto e telhados vegetados, visando sempre superfícies mais limpas. Pode-se captar também diretamente do solo, principalmente em encostas e áreas com vegetação. Pavimentos como estradas, estacionamentos e pátios também são possíveis, e estes diferentes tipos impactam na qualidade da água. Entretanto, a área de captação mais comum para sistemas de água da chuva é o telhado (LAMBERTS *et al.*, 2010 e GHISI, 2006).

Segundo a Norma Brasileira NBR 15.527 (ABNT, 2007), a área de captação é a área em metros quadrados (m²) da cobertura onde a água é captada, projetada na horizontal.

Lamberts *et al.* (2010) destacam que projetistas precisam incorporar em seus projetos as coberturas como áreas de captação. Os autores evidenciam a economia de água e o potencial de economia de energia, permitindo a distribuição e uso por gravidade, sem a necessidade de consumo de energia elétrica, utilizada em bombas de água ou recalque.

Percebe-se a importância da concepção de edificações residenciais que levem em conta os telhados e as áreas de cobertura como um sistema de captação de água de chuva, como uma alternativa que evidencie construções e práticas mais sustentáveis.

Conforme Fewkes (2012), as superfícies adequadas são aquelas que utilizam materiais quimicamente inertes, não apresentando toxicidade e substâncias que comprometam a qualidade da água. As telhas cerâmicas, com limpeza e manutenção adequadas são indicadas para um SCAP, bem como coberturas metálicas. Em áreas pavimentadas térreas em torno de edificações, a água, provavelmente, é mais poluída e requer maior tratamento. É recomendado evitar telhados de amianto ou fibrocimento com amianto, e pintura a base de metais pesados, bem como coberturas com chumbo, cromo e zinco, entre outros materiais que possam causar efeitos nocivos à saúde das pessoas ou ao meio ambiente.

Estudos de Farreny *et al.* (2011) destacam características pontuais e técnicas de variados tipos de telhados quanto à qualidade, quantidade e disposição para a captação de água da chuva. Egodawatta *et al.* (2009) evidencia os tipos e volume dos poluentes encontrados na água vinda dos telhados ou áreas de captação.

A Tabela 6 mostra os principais tipos de telhados utilizados, e descrições quanto ao material e outras características relevantes.

Tabela 6: Sistemas de Área de Captação para água de chuva

	Nome e imagem do produto	Descrição
6.1	Telhas de cerâmica 	<ul style="list-style-type: none"> • Tipos: Colonial; Portuguesa, Francesa, Romana, Australiana, Italiana, Americana, entre outras; • Possui uma inclinação específica (30% > 45%); • A variedade no tamanho define o número de telhas por m²; • Material: Cerâmica; • Peso telha molhada por m² (Kg/m²): 50 > 80 ** componentes
Valor R\$: 0,80 unidade		
6.2	Telha de Concreto 	<ul style="list-style-type: none"> • Produzida com cimento e areia, destaca-se por ter maior tamanho que as tradicionais telhas de cerâmica; • Possui inclinação (30%>45%); • O tamanho da telha define menos telhas por m²; • Material: Concreto e areia; • Peso telha molhada por m² (Kg/m²): 55 > 90 ** componentes
Valor R\$: 1,10 unidade		
6.3	Telha de Fibrocimento (Amianto) 	<ul style="list-style-type: none"> • São onduladas as mais tradicionais. Desenvolvidas com a tecnologia CRFS (Cimento Reforçado com Fios Sintéticos); • Grande variação de tamanho (mínimo: 0.5 m X 1.2m ≈ 2.5m), (máximo: 0.5 m ≈ 1.2m X 2.0m ≈ 9.0m); • Possui inclinação mínima específica de 10%; • Material: Cimento com reforço de fios sintéticos; • Peso telha molhada por m² (Kg/m²): 18 ** componentes
Valor R\$: 20,00 unidade (0,5x2,5/m)		
6.4	Telha de Aço Galvanizado 	<ul style="list-style-type: none"> • Tipos: Ondulada e Trapezoidal; • A variação de tamanho (1.1m X 1m ≈ 3m); • Possui inclinação mínima específica de 10%; • Material: Aço galvanizado; • Peso telha molhada por m² (Kg/m²): 12 ** componentes
Valor R\$: 15,00 / m ²		

6.5	<p>Telha Metálica Gravilhada 3M</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Inovação e mais leve. Variações quanto aos tipos e cores; • Permite instalação rápida e maior rendimento e redução do custo de mão de obra. • Tamanho: (0.4 x 1.1 m); • Possui inclinação mínima de 12%; • Material: Gravilha (43,4% Zinco; 1,6% Silício; e 55% Alumínio), com camada de acrílico transparente; • Peso das telhas molhadas por m² (Kg/m²): 7 <p>** componentes</p>
Valor R\$: 25,00 / m ²		
6.6	<p>Telhado verde</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Destacam-se pela inovação e sustentabilidade. Valor agregado; • Acesso à área de captação possibilita atividade de cultivo e manutenção; • Proporciona conforto térmico; • Assistência técnica especializada; • Peso por m² (Kg/m²): 5 ~ 30 <p>* componentes</p>
Valor R\$: informação não disponível		

Fonte do autor

** Componentes: cumieira; rufos; vedação superior; trama e/ou telhamento:

interface e estrutura para sustentar as telhas, composta por terças, caibros e ripas;

* Componentes: interface e estrutura para sustentar as camadas e a vedação superior.

Camadas de madeira, terra e tipo de vegetação; Assistência técnica especializada.

Telhados verdes ou plantados também podem ser usados como uma área de captação. Este tipo de cobertura pode captar em média 50% da precipitação incidente e tem a vantagem de filtrar a água da chuva (FEWKES, 2012).

Nesta pesquisa utiliza-se a área de captação composta por telhas cerâmicas (item 6.1) com 35 m² referentes à água esquerda do telhado, e conforme a elevação frontal na Figura 12, bem como na Figura 11. Utilizam-se telhas de cerâmica por definição da COHAB/SC em relação ao projeto da edificação (COHAB/SC, 2012) e conforme característica descrita na planta baixa da edificação da COHAB/SC (ANEXO A - PLANTA BAIXA COHAB/SC).

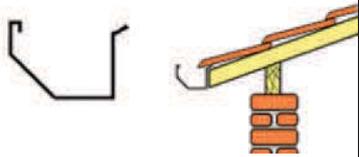
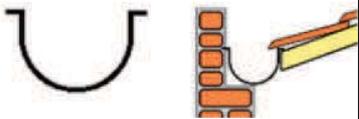
2.2.2 Transporte

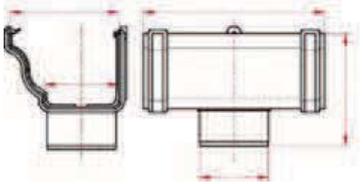
As calhas são os primeiros componentes do sistema de transporte e normalmente fazem interface à estrutura beiral do telhado. Este sistema também é constituído por condutores verticais (HARDIE, 2010) e horizontais, que são responsáveis pela condução do fluxo da água de chuva para os outros sistemas (Tabela 7). Geralmente são de PVC,

alumínio, chapas galvanizadas, além de outros materiais. Apresentam basicamente, as formas, semicircular, U, V, quadrada ou retangular (LAMBERTS *et al.*, 2010).

É importante evidenciar que a gravidade é um fator de transporte importante para a melhor eficiência de um SCAP, com foco na sustentabilidade e eficiência (HARDIE, 2010).

Tabela 7: Sistemas de transporte para água de chuva

	Nome e imagem do produto	Descrição
7.1	Calha modular beiral 	<ul style="list-style-type: none"> • Caracteriza-se pela instalação no beiral do telhado e interface entre estrutura do telhado; • Modulares e podem variar os formatos; • Pintura e proteção; • Material: Alumínio, chapa de aço galvanizado. ** componentes: cabeceira; joelho; vedação; bocal “T” Fonte adaptado de Olympus (2012)
	Valor R\$: 16,00 / metro	
7.2	Calha de platibanda 	<ul style="list-style-type: none"> • Caracteriza-se pela instalação no beiral do telhado e interface entre estrutura do telhado e muros; • Modulares e indicado formato redondo como na imagem; • Pintura e proteção; • Material: Alumínio, chapa de aço galvanizado. ** componentes: cabeceira; joelho; vedação; bocal “T” Fonte adaptado de Olympus (2012)
	Valor R\$: 13,00 / metro - custo de contra-rufo não contabilizado	
7.3	Calha de água furtada 	<ul style="list-style-type: none"> • Caracteriza-se pela instalação e interface entre caídas de telhados; • Modulares e indicado formato em V, como a imagem; • Pintura e proteção; • Material: Alumínio, chapa de aço galvanizado. ** componentes: cabeceira; joelho; vedação; bocal “T” Fonte adaptado de Olympus (2012)
	Valor R\$: 16,00 / metro	
7.4	Calha de PVC beiral Aquapluv Tigre 	<ul style="list-style-type: none"> • As calhas são de PVC. Disponíveis no formato retangular e redondo; • Proteção aditivo anti U.V. (ultra violeta); • Duas opções de cores: branca e bege; • Material: PVC • Interface com condutor vertical bocal “T”; ** componentes: cabeceira; esquadro; vedações; etc.. Fonte adaptado de TIGRE (2012)
	Valor R\$: 35,00 / 3 metros formato retangular 35,00 / 3 metros formato redondo	

7.5	<p>Componente Bocal “T”</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Geralmente são produzidos conforme o material das calhas horizontais; • Bocal de tamanhos: Ø 75 mm e 100 mm; • Material: PVC, mas podem ser produzidos de chapa galvanizada, alumínio e outros; • Interface entre a calha horizontal e o os condutores verticais; <p>** componentes: redutores; vedações; cabeceiras; joelhos.</p> <p>Observação: O componente bocal “T” deve seguir a concepção dos canos e calhas. Se a calha é redonda, ele é redondo. Pode alterar o formato dos canos de descida (redondo ou retangular).</p> <p>Fonte adaptado de TIGRE (2012)</p>
<p>Valor R\$: 20,00 unidade</p>		
7.6	<p>Componentes da calha</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Geralmente são produzidos conforme o material das calhas horizontais; • São dos tipos: esquadros e joelhos interno e externo; emenda ; cabeceira direita e esquerda; vedações; suportes de fixação e sustentação. • Material: PVC, chapa galvanizada, alumínio, entre outros. • Interface entre calhas horizontais e bocal “T”. <p>** componentes</p> <p>Fonte adaptado de TIGRE (2012)</p>
<p>Valor R\$: 3,00 / unidade de suporte de calha 10,00 / unidade de emenda de calha 5,00 / unidade de cabeceira 10,00 / unidade de esquadro ou joelho 20,00 / unidade de bocal “T” 8,00 / unidade de gradeamento do bocal “T”</p>		
7.7	<p>Condutores verticais</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Geralmente são canos de PVC do tipo soldável (colado); • Tamanhos: 3 e 6m x Ø 50mm; 60; 75; 85; e 110. • Material: PVC, chapa galvanizada, alumínio e outros; • Interface entre o componente bocal “T” e o sistema de gradeamento e filtragem; <p>** componentes: abraçadeiras; redutores; joelhos; vedações; entre outros.</p>
<p>Valor R\$: 35,00 / 6 metros e Ø 40 mm 40,00 / 6 metros e Ø 50 mm 65,00 / 6 metros e Ø 60 mm 100,00 / 6 metros e Ø 75 mm</p>		
7.8	<p>Componentes</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Estes componentes são geralmente de PVC do tipo soldável (colado); • São dos tipos: luva de redução; bucha de redução; joelho de redução; “T” de redução; joelhos 45° e 90°; adaptadores; curva de transposição; curvas 45° e 90°; luva de união; abraçadeiras e registros; entre outros; • Interface entre condutores verticais, horizontais, e sistema de gradeamento e filtragem.
<p>Valor R\$:</p> <p>3,50 / unidade de joelho 90° Ø 100 mm 4,50 / unidade de joelho 45° Ø 100 mm 3,00 / unidade de joelho 90° Ø 75 mm 4,00 / unidade de joelho 45° Ø 75 mm 1,20 / unidade de joelho 90° Ø 50 mm 1,70 / unidade de joelho 45° Ø 50 mm 2,20 / unidade de joelho 90° Ø 40 mm 1,20 / unidade de joelho 45° Ø 40 mm</p>		

<p>4,20 / unidade de bucha de redução 100/75 mm 3,00 / unidade de bucha de redução 75/ 50 mm 3,50 / unidade de bucha de redução 100/50 mm 1,20 / unidade de bucha de redução 50/40mm</p> <p>15,00 / unidade de curva longa 90° 75 mm 5,00 / unidade de curva longa 90° 50 mm 2,50 / unidade de curva longa 90° 40 mm</p> <p>8,50 / unidade de junção com redução 100/50 mm 6,00 / unidade de junção com redução 75/50 mm</p> <p>7,50 / unidade de componente “T” 100 mm 7,00 / unidade de componente “T” 75 mm 3,50 / unidade de componente “T” 50 mm</p>

Fonte do autor

** Possui componentes: suportes de sustentação instalados a cada 60 cm; suportes e estruturas de sustentação e fixação conforme o tipo de telhado ou interface entre componentes; parafusos para fixação; componentes conectores e limitadores como redutores, dobras, joelhos e fechamentos.

Para a concepção de um sistema de transporte, as calhas e condutores devem ser dimensionados conforme a norma brasileira NBR 10.844 (ABNT, 1989). Em casos específicos encontram-se componentes de gradeamento e filtragem com o uso de grades e telas nas calhas de coleta e no bocal “T”, aproveitando o fluxo da água. No maior uso e dimensão deste sistema torna-se necessário a instalação de caixas de inspeção, registros e hidrômetros a uma determinada distância linear ou alinhada à mudança de direção da tubulação, (LAMBERTS *et al.*, 2010).

O sistema de transporte encontra-se em todo o processo do SCAP sendo a interface e o elo entre os sistemas utilizados para o aproveitamento de água de chuva, desde a captação até a distribuição.

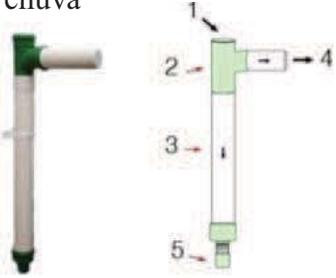
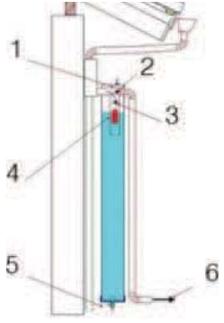
2.2.3 Descarte

Segundo Oliveira *et al.* (2007) este sistema tem o objetivo de descarte dos primeiros volumes de chuva, direcionando uma quantidade para o esgotamento ou solo (Tabela 8). Também chamado de “by pass”, Lamberts *et al.* (2010) sugere o uso deste sistema, e ressalta que o volume e o tempo de desvio dependem do objetivo e uso. O autor destaca que no primeiro volume de chuva ocorre o escoamento mais poluente, impactando na qualidade da água coletada. Nestes estudos observa-se que estes sistemas seguem o mesmo princípio, e no início da chuva, o reservatório de descarte, que se encontra vazio, recebe a água da chuva até que atinja determinado nível, interrompendo a passagem de água para seu interior através da pressão exercida sobre uma boia e o fechamento da entrada de água pluvial. A partir desse momento a água da chuva passa a escoar para o reservatório de armazenamento. Ao

término da chuva, a água do reservatório de desvio é descartada através da abertura de um registro. O autor determina componentes para sistemas mais complexos como, “torneira de boia”, entre outros.

Destacam-se dois destes sistemas montados com materiais disponíveis em lojas de materiais de construção, como tubos e conexões de PVC (itens 8.1 e 8.2), caracterizados como equipamentos de baixo custo.

Tabela 8: Sistemas de descarte das primeiras chuvas

	Nome e imagem do produto	Descrição
8.1	Separador de água de chuva 	<ul style="list-style-type: none"> • (1) Entrada da água de chuva, Ø 75 mm; • (2) Desvio de chuva para o armazenamento; • (3) Reservatório da primeira água de chuva; • (4) Saída de água para gradeamento ou armazenamento; • (5) Abertura e escoamento para o descarte da primeira chuva; • Material: tubos e componentes em PVC; • Com o reservatório (3) vazio, a pressão exercida pela água e a vazão em um pequeno orifício (5), faz subir a boia até o desvio (2) bloqueando e acionando o fluxo de armazenamento ou filtragem. <p>Fonte adaptado de Sempre sustentável (2012)</p>
	Valor R\$: 80,00 / unidade	
8.2	Descarte PVC 	<ul style="list-style-type: none"> • (1) Entrada de água da chuva proveniente da calha; • (2) Desvio para o descarte e para armazenamento; • (3) Reservatório da primeira água de chuva; • (4) Boia e orifício nivelador; • (5) Torneira para o esgotamento; gotejamento; • (6) Saída para o armazenamento na cisterna; • Material: tubos e componentes em PVC; • Com o reservatório (3) vazio, o nível de água exercida sobre a boia (4), faz a pressão para o fechamento deste reservatório, acionando assim o desvio para o fluxo de armazenamento (6). <p>Fonte adaptado de Lamberts et al. (2010)</p>
	Valor R\$: 80,00 / unidade	
8.3	Caixa de descarte 	<ul style="list-style-type: none"> • (1) Entrada da água de chuva, pré-filtrada, Ø 100 mm; • (2) Torneira de boia e nível máximo; • (3) Reservatório da primeira água de chuva; • (4) Saída de água para escoamento das primeiras chuvas; • (5) Desvio para o armazenamento na cisterna; • Material: tubos e componentes em PVC; • Com o reservatório (3) vazio, o nível de água exercida sobre a boia (2), faz a pressão para o fechamento deste reservatório, acionando assim o desvio para o fluxo de armazenamento (5). <p>Fonte adaptado de Oliveira et al. (2007)</p>
	Valor R\$: 150,00 / unidade	

8.4	<p>Descarte de chuva</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • (1) Entrada de água pluvial, Ø 90 mm e 100 mm; • (2) Válvula de ajuste conforme o descarte selecionado; • (3) Após o fechamento automático da válvula, o escoamento flui para o armazenamento; • Tela interna inoxidável de aço; <p>Após forte chuva, o mecanismo permanece acionado durante 24 horas, e caso chova, a água é armazenada normalmente.</p> <p>Fonte adaptado de SAFE RAIN (2012)</p>
Valor R\$: informação não disponível		

Fonte do autor

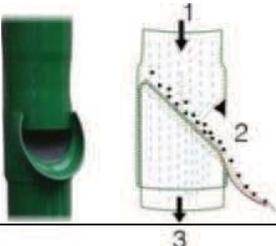
Complementam-se as descrições com a caixa de alvenaria produzida in loco (item 8.3) a qual também utiliza componentes encontrados em lojas de materiais de construção, como a torneira de boia, por exemplo. O último equipamento é importado e automático, disponível pela empresa australiana “Saferain” (item 8.4).

Existem variadas soluções quanto ao sistema de descarte, e todas elas possuem resultados similares, entretanto percebe-se a necessidade de análise quanto ao objetivo e tamanho do sistema como um todo para a definição do sistema de descarte mais adequado.

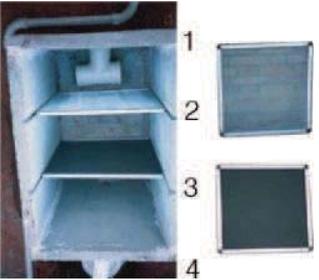
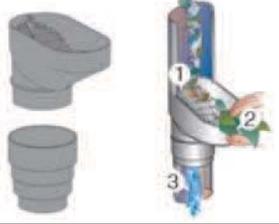
2.2.4 Gradeamento ou filtragem

A água da chuva perde qualidade ao passar pela camada inferior da atmosfera (troposfera) e pela área de captação, ocorrendo o acúmulo de impurezas. Fewkes (2012) e Lamberts *et al.* (2010) recomendam que uma configuração básica de um SCAP tenha um sistema de gradeamento e filtragem antes do armazenamento. Tem o objetivo de filtrar e remover sólidos como folhas, gravetos e outras sujeiras evitando o entupimento dos condutores e dos sistemas sequenciais, impactando também na qualidade da água armazenada (Tabela 9). São estruturas compostas por telas e grelhas flexíveis de granulometria variável.

Tabela 9: Sistemas de gradeamento e filtragem

	Nome e imagem do produto	Descrição
9.1	<p>Filtro água de chuva</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Filtro de água de chuva de baixo custo; (1) Entrada de água pluvial Ø 75mm; (2) Separa as folhas e partículas de sujeiras maiores; (3) A água da chuva flui para o armazenamento; • Para áreas de telhado de até 50 m²; • Filtro pode ser feitos com tubos de Ø 50, 75 e 100 mm; • Instalação em condutores e canos verticais tubulares antes do armazenamento;

		<ul style="list-style-type: none"> • Material: PVC; Malha de polímeros ou metais. <p>Fonte adaptado de Sempre sustentável (2012a)</p>
	Valor R\$: 80,00 / unidade	
9.2	<p>Chove chuva</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • (1) Entrada de água pluvial com Ø 100 mm; (2) Separador de folhas e sujeiras maiores, e filtro de pedras de calcário (3); (3) Dosador de cloro, pastilhas de cloro; (4) Filtro peneira para partículas de 25 microns; (5) Saída de água filtrada e clorada. • Para áreas de telhado de até 100 m²; • Instalação em condutores e canos verticais tubulares antes do armazenamento; • Material: polímeros e outros. <p>Fonte adaptado de Chove chuva (2012)</p>
	Valor R\$: 800,00 / unidade	
9.3	<p>Filtro Loren Acqua 10''</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Microrretenção de limo, barro e ferrugem; • Instalação na entrada ou saída da cisterna de armazenamento, bem como na saída da bomba de água; • Filtro refil interno lavável e reutilizável 10''; • Vazão de 4.200 litros por hora; • Troca do filtro a cada 6 meses ou quando perceber redução no fluxo da água. <p>Fonte adaptado de Lorenzetti (2012)</p>
	Valor R\$: 120,00 / unidade	
9.4	<p>Rainus *</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • (1) Redutor da queda de água; (2) desvio da água da chuva; (3) Relevô após o redutor de queda direciona a água para o filtro (4) de maiores sujeiras para a saída, a frente do filtro (6); (5) Atrás do filtro de cascata, um filtro mais fino é utilizado e a água da chuva flui para o cano vertical e armazenamento (7). • Para áreas de telhado de até 70 m²; • Instalação em condutores e canos verticais tubulares; • Material: ABS; peneira: aço inoxidável, e malha: 0,7 x 1,7 mm. <p>Fonte adaptado de 3P Technik (2012)</p>
	Valor R\$: 400,00 / unidade	
9.5	<p>Filtro coletor *</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • (1) Água da chuva é direcionada para a peneira (2). A água filtrada é conduzida para armazenamento (3). A sujeira é conduzida ao sistema de esgotamento (4). • Para áreas de telhado até a 70 m²; • Instalação em condutores e canos verticais tubulares; • Material: polímeros; aço inox, malha do filtro: 0,7 x 1,7 mm • Condições de inverno e verão. 180° para remover filtro; • Mangueira de conexão à cisterna Ø 32 mm x 250 mm; • Adaptadores para redução; Ø 68 – 110 mm. <p>Fonte adaptado de 3P Technik (2012)</p>
	Valor R\$: informação não disponível	

9.6	<p>Filtro tubular *</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • (1) Água da chuva entra do tubo e passa pelo filtro (2). A água filtrada (3) é conduzida para o armazenamento (4). A sujeira, com um pouco de água, vai para o sistema de esgoto (5). • Para áreas de telhado até 150 m²; • Instalação em condutores e canos verticais tubulares; • Material: cobre ou titânio zincado; • Peneira do filtro: aço inoxidável; malha: 0,315 mm; • Material do corpo do filtro: polietileno; • Adaptadores para redução; Ø 80 mm e Ø 87 mm. <p>Fonte adaptado de 3P Technik (2012)</p>
Valor R\$: informação não disponível		
9.7	<p>Caixa de filtragem</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Caixa filtro de água de chuva; (1) Entrada de água pluvial Ø variados; (2) Gradeamento de folhas e partículas de sujeiras maiores; (3) Gradeamento de sujeiras menores; (4) Saída da água de chuva para o armazenamento; • Para áreas de telhado de até 100 m²; • Instalação em condutores e canos verticais e horizontais tubulares; • Material: alvenaria e interface com canos de PVC de Ø variados e gradeamento de polímeros e/ou metais. <p>Fonte adaptado de Oliveira et al.. (2007)</p>
Valor R\$: informação não disponível		
9.8	<p>Filtro de folhas *</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • (1) A sujeira mais grossa (folhas) é filtrada pela peneira; (2) Folhas e partículas maiores ficam no cesto; (3) Águas pluviais continuam a fluir através do tubo de queda . • Para áreas de telhado até a 70 m²; • Instalação em condutores e canos verticais tubulares, Ø 80 mm e 100mm; adaptadores de redução; • Material: polietileno. <p>Fonte adaptado de 3P Technik (2012)</p>
Valor R\$: informação não disponível		
9.9	<p>Filtro separador de folhas *</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • (1) Entrada de água pluvial Ø 100 mm; • (2) Folhas e sujeiras maiores são filtradas para fora do filtro; • (3) Águas pluviais passam através do tubo de queda; • Para áreas de telhado até 70 m²; • Instalação em condutores e canos verticais tubulares; • Material: polietileno; • A tampa pode ser fechada no inverno (menos folhas); • Adaptador de redução; Ø 80 mm. <p>Fonte adaptado de 3P Technik (2012)</p>
Valor R\$: informação não disponível		
9.10	<p>Separador de folhas c/ função adicional *</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • (1) Entrada de água pluvial com redutor integral ao filtro, Ø 80 e 100 mm; (2) Folhas e sujeiras maiores são filtradas para fora do filtro; (3) Água filtrada vai para um armazenamento extra com conexão Ø 3/4"; (4) A maior parte da água coletada que passa pelo gradeamento, tubo de transporte e armazenamento; • Instalação em condutores e canos verticais tubulares; • Material: polietileno; • Mangueira Ø 3/4" x 250 mm, conexão ao reservatório de água de chuva; ferramenta furadeira manual. <p>Fonte adaptado de 3P Technik (2012)</p>
Valor R\$: informação não disponível		

9.11	<p>Coletor de chuva *</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • (1) Entrada de água pluvial com Ø 80 mm e 100 mm; (2) As folhas são recolhidas no filtro; (3) A água da chuva direcionada para o armazenamento e (4) esgotamento; • Função verão e inverno; • Instalação em condutores e canos verticais tubulares; • Material: polietileno; • Mangueira Ø 3/4" x 250 mm, conexão ao reservatório de água de chuva; ferramenta furadeira manual. <p>Fonte adaptado de 3P Technik (2012)</p>
Valor R\$: informação não disponível		
9.12	<p>Filtro compacto *</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • (1) Entrada de água de chuva Ø 100 mm; (2) Cartucho filtra a água pluvial que segue para o armazenamento; (3) As partículas de sujeira seguem para o esgotamento; • Para áreas de telhado de até 150 m²; • Instalação em condutores e canos verticais tubulares fora ou dentro do tanque de armazenamento; • Material: Polietileno e aço inoxidável; • Peneira do filtro: aço inoxidável; malha: 0,7 x 1,7 mm. <p>Fonte adaptado de 3P Technik (2012)</p>
Valor R\$: informação não disponível		

Fonte do autor

Considera-se este sistema com uma interface entre o sistema de descarte e o reservatório de água de chuva. Conforme a dimensão do SCAP, uma caixa de alvenaria de gradeamento e filtragem bem como o suporte de outro sistema de filtragem podem ser considerados.

Percebe-se uma grande variação quanto ao investimento dos filtros disponíveis no mercado, evidenciando valores entre R\$ 80,00 e R\$ 800,00. Tratando-se de HIS, o menor custo, atendendo a eficiência adequada e suficiente, é a meta quanto ao sistema de gradeamento ou filtragem.

2.2.5 Armazenamento

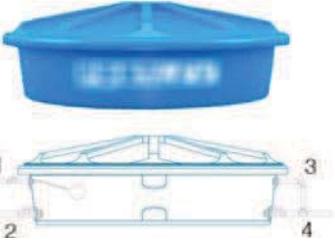
Segundo Ghisi *et al.*. (2007), Ghisi (2010) e Eroksuz e Rahman (2010), o fator mais importante para a eficiência de um SCAP é o dimensionamento correto do tanque de água da chuva. O sistema de armazenamento pode ser chamado de tanque, reservatório, caixa d'água ou cisterna, sendo um componente essencial em um SCAP (FEWKES, 2012).

Lamberts *et al.*. (2010) evidenciam que este sistema pode ser construído em diversos materiais, tais como: concreto armado, fibra de vidro, PVC ou de Polietileno de Alta Densidade - PEAD, fibrocimento, aço inoxidável ou alvenaria de tijolo, entretanto os reservatórios mais utilizados e encontrados no mercado são os de fibra de vidro e

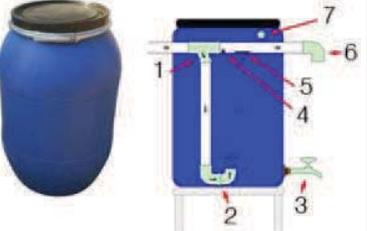
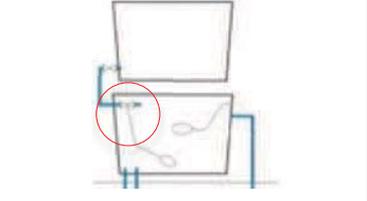
polietileno. De acordo com a localização deste sistema, os reservatórios podem encontrar-se sobre o solo ou apoiados, semienterrados, enterrados, ou elevados. O local adequado para os reservatórios depende do espaço físico disponível no terreno e na habitação, entretanto, procura-se a proteção da luz solar, o que minimiza o crescimento de materiais orgânicos, e que tenha acesso suficiente para a manutenção e aos controles (FEWKES, 2012).

A Tabela 10 mostra algumas alternativas disponíveis para o sistema de armazenamento (subsistemas e componentes) para um SCAP.

Tabela 10: Sistema de armazenamento de águas pluviais

	Nome e imagem do produto	Descrição
10.1	PEAD 	<ul style="list-style-type: none"> Reservatório de polietileno de alta densidade - PEAD; Capacidades: 100, 150; 250; 310; 500; 750; 1.000; 1.500; 2.000; 3.000; e 5.000 litros, com peso vazio variando de 3.8 a 90 quilos; e com peso cheio variando de 103.8 a 5.090 quilos; Produção conforme norma NBR 14799 da ABNT. Procedimentos de instalação conforme NBR 14800 da ABNT; <ul style="list-style-type: none"> Sistema de travas na tampa, sem parafusos e amarras; Proteção ultravioleta, resistente à exposição solar e ao calor. Fonte adaptado de FORTLEV (2012)
Valor R\$: 80,00 / unidade 100 litros 100,00 < 200,00 / unidade 310 litros		
10.2	Multiuso 	<ul style="list-style-type: none"> Reservatório de polietileno de alta e média densidade - PEAD e PEMD; Disponível nas versões 500, 1.000 e 2.000 litros, com peso vazio: 18, 30 e 58; e peso cheio: 518; 1030 e 2058 quilos; Instalações e aplicações em telhados baixos; Produção conforme norma NBR 14799 da ABNT. Procedimentos de instalação conforme NBR 14800 da ABNT; <ul style="list-style-type: none"> Sistema de travas na tampa, dispensa parafusos e amarras; Proteção ultravioleta, resistente à exposição solar e ao calor; (1) Entrada da água da chuva e torneira de boia; (2) Saída de água de chuva; (3) Extravasor; (4) abertura para limpeza. Fonte adaptado de FORTLEV (2012)
Valor R\$: 150,00 < 300,00 / unidade 500 litros		
10.3	Fibra de vidro 	<ul style="list-style-type: none"> Reservatório de fibra de vidro; Capacidades: 310; 500; 750; 1.000; 1.500; 2.000; 3.000; 4.000; 5.000; 6.000; 7.500; 8.000; 10.000; 12.000; 15.000; 20.000; 25.000. Produção conforme norma NBR 13210 da ABNT. Procedimentos de instalação conforme NBR 5626 da ABNT; <ul style="list-style-type: none"> Travamento da tampa utiliza-se parafusos; Proteção ultravioleta, resistente à exposição solar e ao calor. Fonte adaptado de FORTLEV (2012)
Valor R\$: 500,00 / unidade 750 litros		

10.4	<p>Reservatórios especiais</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Reservatórios especiais de polietileno de alta densidade PEAD, com kit; • Disponíveis nas versões 500 e 1.000 litros; • O reservatório é um kit que contém: • (1) Filtro de 25 micra; • (2) registros de entrada Ø 25 mm e adaptador Ø 25 mm; • (3) torneira de boia ¾; • (4) registro de saída Ø 50 mm para utilização e adaptador Ø 50 mm; • (5); registro de limpeza Ø 32 mm e adaptador Ø 32 mm; • (6) Tê Ø 32 mm; • Adaptadores instalados no reservatório; registros de esfera; boia regulável; tampa ¼ de volta de fácil manutenção; • Proteção ultravioleta, resistente à exposição solar e ao calor. <p>Fonte adaptado de FORTLEV (2012)</p>
Valor R\$: 600,00 / unidade 1000 litros		
10.5	<p>Ferrocimento e/ou concreto armado</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Reservatório de ferrocimento ou concreto armado. Materiais constituídos de argamassa, cimento e areia envolvendo um aramado de vergalhões e telas. • Cisternas de ferrocimento são mais finas (1,5 a 3,5 cm) que as de concreto armado; • Capacidades variam de 400 a 20.000 litros; • Formato arredondado para maior resistência; • Necessita espaço físico. Mínimo de Ø 1.5 m² de base; • De baixo custo. Utilizado no Projeto Federal “Um milhão de cisternas na região semiárida do nordeste do Brasil”. <p>Fonte adaptado de Eco & Tao (2012)</p>
Valor R\$: informação não disponível		
10.6	<p>Aço inox</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Reservatório de aço inox; • Capacidades variam de 500 a 10.000 litros; • Pesos vazios variam de 17 a 150 quilos; • Redução na condução do calor; • Maior resistência e durabilidade; • Tampa de Ø 42 cm para manutenção; • Furações básicas necessárias para a instalação; • Geralmente possuem o formato arredondado; • Disponibilidade de espaço físico. Mínimo de Ø 1.5 m²/base.
Valor R\$: 1.000,00 / unidade 500 litros		
10.7	<p>Alvenaria</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Reservatórios construídos de tijolos ou placas, massa e cimento; • Exige maior trabalho, mas considerada maneira simples e barata de construir uma cisterna para captação da água de chuva; • Projeto Federal “Um milhão de cisternas na região semiárida do nordeste do Brasil”; • Reforço e acabamento com reboco de cimento; • Instalações e Ø das entradas e saídas conforme tamanho e local de instalação. <p>Fonte adaptado de Aguiar (2011)</p>
Valor R\$: informação não disponível		

10.8	<p>Alternativos</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Reservatório bombona tambor de plástico; • Capacidade de 200 litros com possíveis conexões para outros reservatórios; • (1) entrada de água da chuva; (2) redutor de turbulência ou freio d'água; (3) distribuição e uso da água; (4) barreira para direcionamento do fluxo de água para o reservatório; (5) saída do excesso de água da chuva para o extravasor; (6) extravasor; (7) tampa para monitoramento, desinfecção e tratamento; • Instalações entre Ø 50 e 75 mm nas entradas e saídas. <p>Fonte adaptado de Sempre sustentável (2012b)</p>
Valor R\$: informação não disponível		
10.9	<p>Freio d'água</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Componente instalado internamente até a parte inferior do reservatório; • Redução na turbulência de entrada da água no reservatório; • Impede que a camada mais sedimentada não altere a qualidade da água e fornece água oxigenada, e ajuda também, a manter a água incolor e livre de odores; • Material: Polietileno ou PVC; • Pode ser produzido com materiais de lojas de construção. <p>Fonte adaptado de 3P Technik (2012)</p>
Valor R\$: 50,00 < 100,00 / unidade		
10.10	<p>Conjunto Flutuante de sucção</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • A sucção ocorre entre 10 e 20 cm abaixo da superfície; • A água é captada, e a válvula de retenção a mantém no tubo de captação assegurando o funcionamento da bomba, impedindo qualquer retorno para o reservatório; • Bola flutuante Ø 15 cm com anéis de ligação; • Material: Polietileno; • Cesta de aço inoxidável filtro com conexão de plástico; • Malha de 1,2 milímetros; • Válvula de bronze 1"; • Redutor de mangueira de bronze Ø 32 mm; • Borracha de vedação. <p>Fonte adaptado de 3P Technik (2012)</p>
Valor R\$: 200,00 / unidade		
10.11	<p>Sistema de suprimento e alimentação</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Este sistema alimenta o reservatório de águas pluviais com água potável, quando o reservatório de água de chuva encontra-se em períodos de poucas chuvas ou estiagem; • Válvula solenoide ou torneira de boia (nível mínimo e nível máximo); <p>Fonte do autor</p>
Valor R\$: 30,00 / unidade		

Fonte do autor

O volume do sistema de armazenamento possui uma relação entre a demanda de água, quanto ao consumo não potável, e índices pluviométricos de uma região.

Destaca-se a instalação de um extravasor que direciona o excesso de água de chuva de dentro do tanque para o sistema de drenagem pluvial ou para infiltração no solo.

Este sistema como um todo, possibilita variadas composições, conforme a inserção de componentes e funções, como o freio d'água, o conjunto flutuante de sucção, motobomba, boias de nível, suprimento de alimentação de água potável e sistema de tratamento.

Além de oferecer diversas possibilidades técnicas, Ghisi *et al.* (2007); Ghisi (2010) e Campisano e Modica (2012) evidenciam que este sistema também são avaliados quanto à capacidade ideal em função do volume de chuva, área de captação, número de moradores, demanda de água potável e demanda de água da chuva.

2.2.6 Tratamento e desinfecção

Estudos de Fewkes (2012) Lamberts *et al.* (2010) e Boelee *et al.* (2012) evidenciam que o sistema de tratamento e desinfecção depende do objetivo e da qualidade da água para um uso específico. Geralmente usam-se sistemas simples visando o consumo não potável. Sistemas complexos de tratamento e desinfecção possibilitam um SCAP para uso potável.

A qualidade requerida para a água de chuva em pontos de consumo para fins potáveis deve atender a Portaria número 2914 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2012).

Os estudos de Fewkes (2012) evidenciam que o tratamento e a desinfecção integram o sistema de armazenamento na maioria das vezes, e deve transbordar duas vezes por ano, ajudando na remoção das partículas que se depositam no fundo do tanque. O autor identifica uma gama de diferentes tipos de tratamentos, incluindo tela, de fluxo cruzado, cartucho, areia rápida, areia lenta, membrana e filtros de carvão ativado. Complementar a este tratamento, a desinfecção da água de chuva pode ser realizada por meio da cloração, radiação ultravioleta, ionização, entre outros.

Oliveira *et al.* (2007) destacam que a qualidade da água chuva é distinta de região para região, e ressalta a escolha e utilização de filtros com objetivo de soluções adequadas para o tratamento com eficiência. O autor cita também que a Embrapa desenvolveu um sistema simplificado para a introdução de cloro na água, através de uma cápsula injetada manualmente em conexões comuns disponíveis no mercado especializado hidráulico, e salienta que este sistema simples e de baixo custo pode ser utilizado com eficiência na desinfecção da água de chuva.

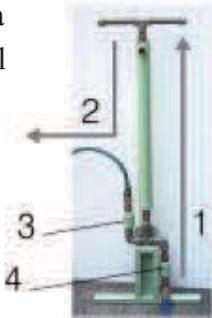
Entretanto, a cloração precisa ser calculada conforme o objetivo de uso e o volume de água captada.

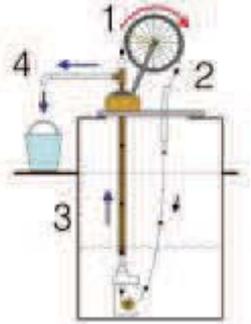
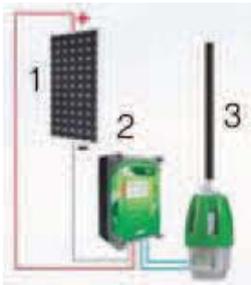
2.2.7 Bombeamento ou recalque

O sistema de bombeamento ou recalque tem a função de transportar a água do reservatório inferior de armazenamento de água de chuva, quando situado abaixo do nível de utilização, para um reservatório superior que distribuirá a água por gravidade para os pontos de utilização de água não potável (LAMBERTS *et al.*, 2010). Tratando-se de edificações térreas este sistema deve ser considerado na maioria das vezes. Conforme as características das habitações da COHAB/SC, este sistema precisa atender uma altura de 4 metros para o bombeamento ao reservatório superior.

Destaca-se que o bombeamento manual isenta o valor mensal gasto com eletricidade, dispensado no uso de motobomba. Conforme as atualizações tecnológicas, o sistema de bombeamento (Tabela 11) pode ser considerado um sistema de transporte, no qual disponibiliza a água da chuva para o armazenamento superior ou para os pontos de distribuição e consumo.

Tabela 11: Sistema de bombeamento ou recalque

	Nome e imagem do produto	Descrição
11.1	Bomba manual 	<ul style="list-style-type: none"> • Funciona como uma seringa gigante. (1) sugando a água vindo por um tubo para dentro do cilindro (puxa) e depois empurrando-a para outro tubo (2); • As duas válvulas de retenção (3 e 4), servem para direcionar o fluxo da água enquanto é feito o vai-e-vem (puxa-empurra) do dispositivo de êmbolo. Assim a água entra por uma válvula e sai por outra, sendo forçada a seguir uma única direção. <p>Fonte adaptado de Sociedade do Sol (2012)</p>
	Valor R\$: 100,00 / unidade	

11.2	<p>Bomba manual</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • (1) O usuário devera girar a manivela no sentido horário. (2) Esse movimento fará circular uma corda com alguns pistões (roldanas-passantes) presos em nós, que servirão para sugar e empurrar a água (em partes (3)) do fundo da cisterna pelo interior de um tubo até a superfície (4). • Puxa 15 litros em 17 voltas com roda de 18”, com a profundidade média da água de dentro do poço a 5 metros, com suporte da roda montado sobre a tampa do poço e com tubo de subida da água de 32mm de diâmetro Ø. <p>Fonte adaptado de Sociedade do Sol (2012c)</p>
Valor R\$: 100,00 / unidade		
11.3	<p>Bomba elétrica submersa</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Motobomba submersa vibratória. • Instalação dentro do reservatório sem apoiar no fundo do mesmo, respeitando uma distância de 10 cm do fundo. • Indicado para pequenas residências; • Sucção da motobomba. Interface com os sistemas de armazenamento inferior e transporte; • (2) Bocal de recalque (saída da motobomba). Interface ao sistema de transporte, filtros, e direcionado para os sistemas de armazenamento superior ou distribuição; • Vazão de 1,4 m³ por hora em até 4 metros de altura. Atende maiores alturas, mas com menor vazão por hora. • Devem ser utilizadas curvas e não cotovelos, devido o esforço extra que esta conexão gera na motobomba. <p>Fonte adaptado de GMEG Eletroplas (2012)</p>
Valor R\$: 170,00 / unidade		
11.4	<p>Bomba elétrica</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Motobomba periférica elétrica Eletroplast. • Interface com os sistemas de armazenamento inferior e sistema de transporte; • Bocal de sucção (entrada) e recalque (saída da motobomba) de 1’ polegada. • Vazão de 1,9 m³ por hora em até 4 metros de altura. Atende maiores alturas mas com menor vazão por hora. • Devem ser utilizadas curvas e não cotovelos, devido o esforço extra que esta conexão gera na motobomba. <p>Fonte adaptado de GMEG Eletroplas (2012a)</p>
Valor R\$: 170,00 / unidade		
11.5	<p>Bomba solar fotovoltaico</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Bomba solar submersa; • O sistema de bombeamento é composto por uma motobomba acionada por um painel fotovoltaico. • (1) o painel capta energia solar e aciona (2) os dispositivos elétricos de bombeamento (3). <p>Fonte adaptado de CLAYPAM (2012)</p>
Valor R\$: 900,00 / unidade		

Fonte do autor

Em alguns casos, dependendo da concepção arquitetônica, o reservatório de armazenamento de água de chuva situa-se logo abaixo do telhado, não sendo necessária a instalação de um sistema de bombeamento ou recalque, caracterizando um SCAP mais sustentável.

2.2.8 Distribuição

Constitui-se pelo sistema de transporte que distribui a água de chuva armazenada e tratada para os pontos de utilização estabelecidos conforme a qualidade e o propósito de uso. Quando se tratar de um sistema de distribuição de água não potável recomenda-se a identificação e a restrição de acesso a todos os pontos de utilização de água do mesmo.

Em uma habitação de interesse social, com uma demanda baixa de água, percebem-se potenciais de uso em pontos principais tais como descarga sanitária e torneira externa. Entretanto outras variáveis são necessárias para a melhor definição quanto à distribuição e uso da água de chuva.

2.2.9 Sinalização e informação

Estudos de Oliveira *et al.* (2007) destacam a importância de sinalização de um SCAP para que não haja utilização inadequada quanto à distribuição e consumo. É constituído de avisos de alerta em todas as possíveis interfaces do sistema com o usuário priorizando tubulações, reservatórios, unidades de tratamento e principalmente nos pontos de utilização.

Além de instruções e alertas descritivos e visuais nos pontos de interface com o usuário, a utilização de cores diferenciadas às utilizadas no sistema hidráulico de água potável, é recomendado.

2.3 HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL (HIS)

Segundo Librelotto (2012), Habitação de Interesse Social é também chamado de HIS, e tem como conceito a moradia voltada à população de baixa renda.

Conforme D'Ávila *et al.* (2010), as políticas públicas na área de habitação de interesse social focam suas diretrizes no combate ao déficit

habitacional quantitativo, situação essa que atinge 90% das famílias brasileiras com renda mensal entre 0 a 3 salários mínimos.

A função principal da habitação é a de abrigo (LARCHER, 2005), possibilitando todas as atividades básicas, como alimentação, descanso, atividades fisiológicas e convívio social. Sem uma habitação regularizada, as pessoas não possuem um endereço, encontrando-se fora do mapa (D'AVILA *et al.*, 2010) e aumentando os mais de 6,3 milhões de moradias do déficit habitacional (JOHN *et al.*, 2010).

O direito à moradia segundo o padrão HIS necessita de apoio do Estado e de um órgão governamental. No estado de Santa Catarina, o Grupo de Desenvolvimento Habitacional Urbano (GDHU) da COHAB/SC (Companhia Habitacional do Estado de Santa Catarina) é responsável por organizar este direito. Estudos do Ministério das Cidades, como foco em HIS, destacam avanços e melhorias tecnológicas, mas evidenciam que a produção destas habitações é limitada à disponibilidade orçamentária, através do financiamento habitacional federal (Banco Nacional da Habitação e Caixa Econômica Federal) (CUNHA *et al.*, 2007).

Com a aprovação da Lei Federal nº 11.124, de 16/06/2005, foi instituído e regulamentado o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social (SNHIS), juntamente com o Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social (FNHIS), e o Conselho Gestor do Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social (CGSNHIS).

Complementando, estudos de Sattler (2010) evidenciam um diagnóstico quanto à evolução em 20 anos de pesquisas no Brasil em relação às HIS com diretrizes na ética e na sustentabilidade (Quadro 3).

Quadro 3: HIS e diretrizes sustentáveis

<ul style="list-style-type: none"> • A habitação popular raramente é projetada – praticamente o mesmo modelo de habitação é reproduzido de norte a sul do país;
<ul style="list-style-type: none"> • As habitações priorizam a quantidade, evidenciando perda de qualidade. Os resultados tem sido a produção do maior número possível de habitações, ao menor custo possível;
<ul style="list-style-type: none"> • As unidades habitacionais recebem famílias independentes de sua composição, seja uma família composta por duas ou dez pessoas;
<ul style="list-style-type: none"> • Raramente existe uma preocupação com os aspectos de adequação às condições climáticas do local (bioclimáticos), impactando no conforto e na eficiência energética da edificação;
<ul style="list-style-type: none"> • Há uma preocupação crescente quanto à normatização dos componentes e produtos, como tijolos, blocos, telhas, tubulações, componentes elétricos, hidrossanitários, mas a preocupação com os aspectos sistêmicos/funcionais da edificação ainda é mínimo;

- Mínima preocupação com a composição dos materiais e sua toxicidade para o usuário, bem como para o trabalhador da construção, e com as emissões (sólidas, líquidas, gasosas) para o meio ambiente;

- As licitações de empreendimentos habitacionais raramente explicitam preocupação com a origem dos materiais (distância de transporte), ou com a escolha dos materiais produzidos na própria região, possibilitando benefícios das indústrias e mão-de-obra locais.

Fonte adaptado de Sattler (2010)

O diagnóstico de Sattler (2010) e estudos de Wallbaum *et al.* (2012) incluem aspectos emergentes quanto à sustentabilidade em edificações em geral, e no caso de HIS, o principal fator limitador seria a disponibilidade orçamentária.

No estado de Santa Catarina uma das instituições responsáveis pelas HIS é a COHAB/SC. Ela considera três aspectos quanto às necessidades habitacionais: o déficit habitacional (produção e reposição de moradias); a inadequação de moradias (ações de melhoria urbanística e regularização fundiária); e a demanda demográfica (moradias acrescentadas com objetivo de acomodar o crescimento populacional). Estes aspectos compõem um amplo grupo interinstitucional (Quadro 4).

Quadro 4: Grupo interinstitucional da COHAB/SC

Secretaria de Estado do Planejamento
Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável
Secretaria de Estado da Assistência Social, Trabalho e Habitação
Secretaria de Estado da Agricultura e Desenvolvimento Rural
Secretaria de Estado da Segurança Pública e Defesa do Cidadão
Secretarias de Desenvolvimento Regional – SDRs
UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina
UDESC - Universidade do Estado de Santa Catarina
FATMA - Fundação do Meio Ambiente
CASAN - Companhia Catarinense de Águas e Saneamento
CELESC - Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A.
EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural
Ministério Público de Santa Catarina
SINDUSCON - Sindicato da Indústria da Construção Civil
CREA/SC - Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia
Caixa Econômica Federal
FETAESC - Federação dos Trabalhadores na Agricultura SC
União Estadual por Moradia Popular de Santa Catarina

Fonte: COHAB/SC (2010)

Este grupo tem como objetivo proporcionar a moradia acessível para a população, com destaque para suas principais atividades: aquisição e legalização de áreas; estudos técnicos; projetos; captação de recursos; convênios e contratos; acompanhamento e fiscalização de obras e serviços; comercialização de imóveis e acompanhamento sócio-comunitário.

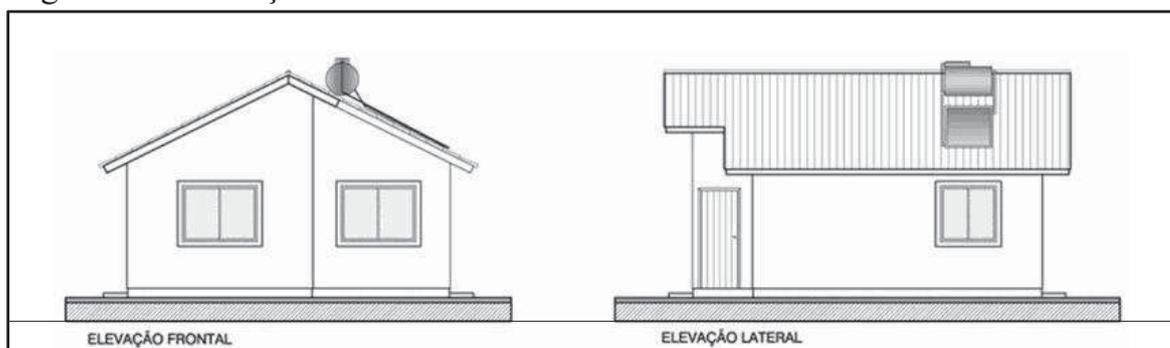
Paralelo a estas ações e estratégias, uma atividade essencial de uma habitação é proporcionar o uso e o consumo eficiente e suficiente de água. Ywashima *et al.* (2006) destacam algumas medidas efetivas para o uso suficiente de água em uma habitação residencial, como a mudança nos hábitos dos usuários, conserto de vazamentos e a instalação de tecnologias economizadoras. Além de soluções técnicas. O conhecimento do usuário é fundamental. Destaca-se a necessidade de se conhecer indicadores de consumo de água nessa tipologia de edificação em cada região e cidade. Estudos de Ghisi e Ferreira (2007) e Proença *et al.* (2011) destacam o processo para a coleta de indicadores quantitativos quanto ao consumo de água em edificações.

A seguir aborda-se o Programa Minha Casa Minha Vida evidenciando especificações e critérios necessários para a validação e inclusão no Programa estipulado pelo Governo Federal.

2.3.1 COHAB/SC e o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV)

Complementando as definições e considerações quanto à His, a COHAB/SC define uma opção projetual compatível com o Programa Nacional de Habitação Urbana (PNHU). A Figura 12 destaca o projeto atual implementado e caracterizado como uma edificação horizontal do tipo residencial e “habitação de interesse social – HIS”.

Figura 12: Habitações de interesse social – HIS



Fonte: COHAB/SC, 2012

Esta unidade habitacional compõe ações estratégicas do Programa Minha Casa Minha Vida - PMCMV, bem como do PNHU - Programa Nacional de Habitação Urbana, e utiliza recursos do FAR - Fundo de Arrendamento Residencial (COHAB/SC, 2012).

A Companhia de Habitação do Estado de Santa Catarina COHAB/SC (2012) disponibiliza informações que abrangem uma série de diretrizes. Apresenta o objetivo do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), bem como a área de atuação e abrangência do programa no Estado, atendendo 55 municípios.

Além destes critérios e requisitos, o Programa PMCMV exige criteriosamente outras especificações. Houve acesso a todos os critérios descritos detalhadamente, entretanto apresentam-se os tópicos principais, como: Fonte de recursos; Valores máximos de aquisição das unidades (condições para atendimento e seleção das famílias); Procedimentos técnicos; Terrenos (projetos de engenharia e projeto social); Critérios para priorização de projeto; Órgãos envolvidos; e Operacionalização.

Percebe-se que, apesar das implementações e evoluções tecnológicas (acessibilidade e diretrizes básicas quanto ao desenho universal; e placa de coletor solar e reservatório térmico), concepções quanto ao aproveitamento de água pluvial não são consideradas a nível conceitual e projetual, possibilitando assim, a proposição de estudos e alternativas para o aproveitamento de água de chuva, atendendo as dimensões da habitação e a proposição das tecnologias envolvidas.

3 SISTEMATIZAÇÃO DO MODELO SCAPHIS

O modelo SCAPHIS (Sistema de Captação de Águas Pluviais em Habitações de Interesse Social) é a sistematização do conhecimento proposto visando à avaliação e análise quanto ao aproveitamento do recurso.

A proposição do modelo iniciou a partir dos estudos referentes à pesquisa bibliográfica e análise da literatura que evidenciam especificações necessárias e complementares quanto ao aproveitamento da água pluvial. Estas especificações possibilitaram estudos e resultados para tomada de decisões quanto à implementação das tecnologias e práticas SCAP, bem como de ações para a gestão do recurso.

Cada uma das especificações apresentadas no modelo (Figura 14) evidencia informações e dados de entrada que impactam sinergicamente a outras especificações. O modelo se compõe de nove etapas e cada uma delas compreende variáveis conforme os desdobramentos e informações necessárias, existindo relações entre todas as especificações do Modelo de avaliação SCAPHIS.

Quanto a este, cada especificação divide-se em itens e variáveis de entrada através de dados opcionais e descritivos utilizados para o preenchimento das informações pelo usuário. As especificações do modelo apresentam um número de campos para preenchimento dos dados de entrada, e, conforme a quantidade necessária e o aprofundamento do estudo, prevê-se a adição de mais campos e itens. Houve a preocupação e a necessidade de não limitar o modelo SCAPHIS proposto, fazendo-se respeitar obrigatoriamente as especificações apresentadas e descritas. Esta inferência visa transcender os requisitos e proporcionar diagnósticos e simulações além das direcionadas às HIS, mesmo sendo este o propósito principal deste trabalho.

Percebe-se que as características quanto à proposta de um modelo de avaliação e análise como referência para captação e aproveitamento de água de chuva trazem a necessidade de uma eficiente confiabilidade quanto às aplicações e simulações estudadas.

Para a formalização do modelo, utilizam-se as principais referências levantadas na etapa 2 da metodologia de pesquisa (página 10) através da pesquisa bibliográfica, a qual resulta na análise quanto ao aproveitamento de águas pluviais, características, especificações e requisitos. Estes aspectos buscam a aplicação sistemática do que é essencial quanto ao aproveitamento de água pluvial em habitações de interesse social.

Figura 14: Modelo de avaliação SCAPHIS



Fonte do autor

Apresentam-se, nas próximas seções, as especificações e os requisitos necessários para a sistematização do conhecimento visando às avaliações e análise SCAPHIS. Apresentam-se também as variáveis aplicadas no estudo e simulação, estabelecendo características e informações quantitativas mais próximas da realidade, com as médias de quatro habitantes por habitação (GDU, 2012) e demanda de 200 litros por pessoa por dia (CASAN, 2012). Portanto, o estudo aplicado a seguir representa uma das seis simulações predefinidas para avaliação deste trabalho.

3.1 REGIÃO

A primeira especificação compreende informações quanto à região, o local e a abrangência (GHISI, 2006). O item 1.1 compõe informações relativas ao Estado, Cidade e um espaço descritivo para informações adicionais. O item 1.2 caracteriza a atuação da empresa fornecedora de água local. O item 1.3 é relevante quanto aos maiores volumes de captação e o possível impacto no ciclo e na bacia hidrológica local.

1. Região		
1.1	Estado	Cidade
	Santa Catarina	Florianópolis
	Informações descritivas adicionais	
	Bairro: centro	
1.2	Adutora da empresa fornecedora de água e local ou habitação	
	Atende <input checked="" type="radio"/>	Distância adutora/habitação: não informado
	Não atende <input type="radio"/>	Distância adutora/habitação:
1.3	Impacto no ciclo hidrológico local	
	Sim <input type="radio"/>	Não <input checked="" type="radio"/>
1.4	Impacto no fluxo urbano de escoamento	
	Sim <input type="radio"/>	Não <input checked="" type="radio"/>
1.5	Mapa da região	
1.6	Informações adicionais	
	<i>Inserir descrição</i>	

O item 1.4 destaca a possibilidade de impacto no fluxo e escoamento urbano de água. O item 1.5 disponibiliza espaço para inserção do mapa da região, com espaço descritivo para informações, como o endereço de acesso do mapa via web e a cidade estudada. O item 1.6 disponibiliza um espaço para informações adicionais.

Esta especificação possibilita classificar as 55 cidades de abrangência da COHAB/SC, em relação à melhor região quanto ao volume de chuva, conforme o índice pluviométrico, abordado a seguir.

3.2 ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO

Um dos importantes indicadores para avaliações quanto à viabilidade e eficiência de um SCAP requer informações de precipitação da região onde se pretende implementar estas tecnologias.

Neste caso, são estudados dados de precipitação referente à estação meteorológica de Florianópolis (número 83883, conforme classificação do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia), que disponibiliza um banco de dados meteorológicos e informações quanto ao volume de chuva, com o acesso via internet pelo endereço <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep> (INMET, 2012).

Esta especificação se inicia com informações (item 2.1) quanto à organização responsável pela estação meteorológica. Informações adicionais complementam este item, como o acesso através da internet. O item 2.2 evidencia informações quanto à estação em estudo, como o nome, região e número da estação. O item 2.3 trata dos dados diários de precipitação, o ano, mês e o somatório mensal destes. O resultado de cada mês é preenchido no item 2.4 e apresenta somas e médias mensais de precipitação, bem como o somatório dos anos da série cronológica.

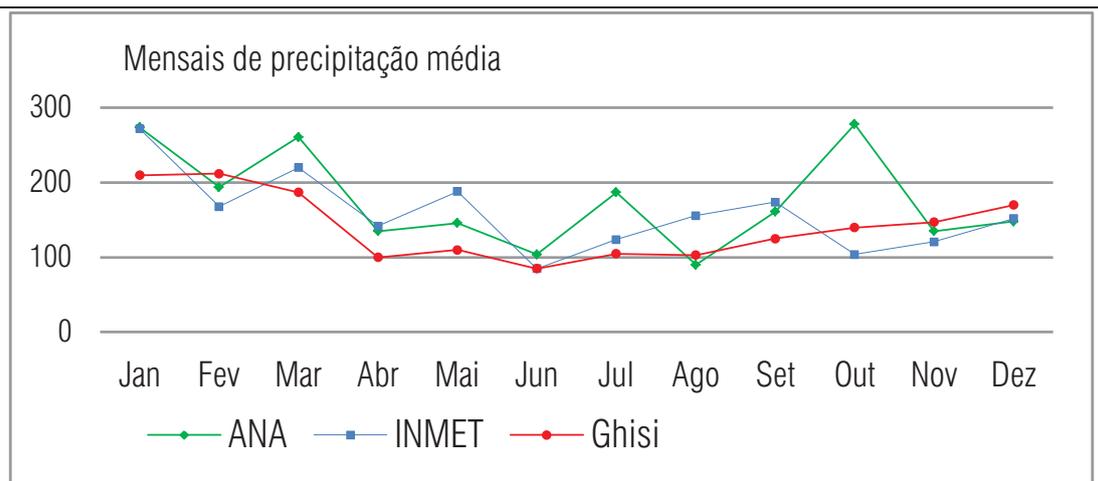
O item 2.5 informa a série histórica cronológica utilizada, e o item 2.6 é um espaço para a inserção de gráficos. Neste caso, apresentam-se as médias de diferentes estações e cidades, evidenciadas em banco de dados meteorológicos do INMET e ANA.

Os dados diários de precipitação (item 2.3) são importantes para uma avaliação criteriosa quanto à sequência e volume de chuva ou de estiagem.

2. Índice Pluviométrico

2.1	Estação Meteorológica
	INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
	Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep
2.2	Informações da Estação Meteorológica
	Nome: Florianópolis SC

Local / cidade: Florianópolis												
Estação número 83897												
2.3	Dados diários de precipitação (mm – milímetros)											
	Ano: 2012											
	Mês e dias											
	Jan ●	Fev ○	Mar ○	Abr ○	Mai ○	Jun ○	Jul ○	Ago ○	Set ○	Out ○	Nov ○	Dez ○
	1	82	9	0,2	17	0,2	25	20,7				
	2	18,5	10	9,5	18	56,2	26	16,8				
	3	0	11	13,8	19	0	27	2,1				
	4	0	12	2,3	20	0	28	0				
	5	0	13	0	21	0	29	0				
	6	2,4	14	78,8	22	0	30	0				
	7	15,6	15	34	23	0	31	0				
	8	0,3	16	0,1	24	0						
	Somatório Mensal de precipitação (mm)								Σ	353		
2.4	Mensais de precipitação (mm – milímetros)											
	Mês/ano	2009	2010	2011	2012	média amostral \bar{x}						
	Jan	217	223	296	353	272						
	Fev	142	174	284	73	168						
	Mar	220	267	285	110	220						
	Abr	314	124	52	80	142						
	Mai	82	443	112	118	188						
	Jun	34	85	81	140	85						
	Jul	115	96	125	162	124						
	Ago	128	67	372	60	156						
	Set	219	156	257	64	174						
	Out	101	134	78	-	104						
	Nov	121	156	87	-	121						
	Dez	113	115	228	-	152						
Σ	1806	2040	2257	1164	1906							
2.5	Série cronológica (anos - mínimo 3 anos)											
	Período: janeiro 2009 / setembro 2012	Anos: 3 anos e 8 meses										
2.6	Gráficos e informações adicionais descritivas											



Neste estudo, os marcadores em azul no gráfico, correspondem à região em estudo. Os dados correspondem a precipitação média dos 3 índices estudados em SC: Cidade de Brusque = ANA (período: janeiro 2009 – setembro 2012) (ANA, 2012); Cidade de Florianópolis = INMET (período: janeiro 2009 – setembro 2012) (INMET, 2012); Cidade de Palhoça = INMET (período: janeiro 1969 – janeiro 2002);

2.7	Informações adicionais
	<i>Inserir descrição</i>

Utiliza-se duas séries de curto prazo (ANA e INMET, item 2.6), e Ghisi *et al.* (2012) destacam que os resultados obtidos para estas séries são adequadas, pois não diferem significativamente daquelas obtidas e aplicadas a longo prazo (Ghisi - INMET Palhoça, do item 2.6). A série cronológica mínima considerada é de 3 anos.

3.3 ÁREA DE CAPTAÇÃO

Compreende a primeira interface entre a chuva e o SCAP. Normalmente compreende a projeção plana em m^2 da área do telhado (item 3.1). O item 3.2 identifica o material utilizado e o tipo de telhado quanto aos caimentos (item 3.3). Complementa-se com outras áreas consideradas para a captação de água da chuva (item 3.4).

Conforme Ghisi *et al.* (2006), considera-se uma perda da água da chuva descartada para limpeza do telhado, chamado de **coeficiente de escoamento superficial**. Esta quantidade de água descartada compõe fatores como o volume e o tempo de água descartada das primeiras chuvas, além de fatores como a rugosidade e absorção do telhado, bem como a evaporação referente ao clima da região (ABDULLA e AL-SHAREEF, 2009). Para isto, o item 3.5 corresponde ao coeficiente de escoamento superficial, e considerando a região do Estado de Santa

Catarina, utiliza-se o valor de **0,80** (Rc) que indica a perda de 20% da água da chuva (GHISI *et al.*, 2006).

3. Área de captação

3.1	Área utilizada (m ²)						
	30 m ² <input type="radio"/>	40 m ² <input type="radio"/>	50 m ² <input type="radio"/>	60 m ² <input type="radio"/>			
	Outro (m ²): <input checked="" type="radio"/>	35					
	Área total (m ²): <input type="radio"/>						
3.2	Material						
	Cerâmica <input checked="" type="radio"/>	Fibrocimento <input type="radio"/>	Metálica <input type="radio"/>	Vegetado <input type="radio"/>			
	Outro: <input type="radio"/>						
3.3	Tipo de telhado						
	Uma água <input checked="" type="radio"/>	Doas águas <input type="radio"/>	Três águas <input type="radio"/>	Quatro águas <input type="radio"/>			
3.4	Outras áreas consideradas de captação (m ²)						
	Varanda: <i>Inserir descrição</i>		Piso: <i>Inserir descrição</i>				
	Outro: <i>Inserir descrição</i>						
3.5	Coeficiente de escoamento superficial (Rc)						
	0,90 <input type="radio"/>	0,80 <input checked="" type="radio"/>	0,70 <input type="radio"/>	0,60 <input type="radio"/>	0,50 <input type="radio"/>		
	Perda de 10%	Perda de 20%	Perda de 30%	Perda de 40%	Perda de 50%		
3.6	Ano: 2012		Mês: janeiro				
	VR	Volume mensal de água de chuva (m ³) possível de captação					
	R	Valor mensal de precipitação (mm/mês)			353		
	TRA	Área de captação (m ²)			35		
	Rc	Coeficiente de escoamento superficial			0,80		
	1000	Fator de conversão de litros para m ³			1000		
		VR (m ³)			9,91		
3.7	VR – volume mensal de água de chuva possível de captação (ano/mês/m ³)						
	Mês/Ano	2009	2010	2011	2012	Σ	\bar{x}
	Jan	6,07	6,24	8,28	9,91	30,5	7,61
	Fev	3,97	4,87	7,95	2,07	18,86	4,7
	Mar	6,16	7,47	7,98	3,08	24,69	6,16
	Abr	8,79	3,47	1,45	2,26	15,97	3,97
	Mai	2,29	12,40	3,13	3,30	21,12	5,26

	Jun	0,95	2,38	2,26	3,94	9,53	2,38
	Jul	3,22	2,68	3,5	4,53	13,93	3,42
	Ago	3,58	1,87	10,41	1,68	17,54	4,36
	Set	6,13	4,36	7,19	1,79	19,47	4,87
	Out	2,82	3,75	2,18	-	8,75	2,91
	Nov	3,38	4,36	2,43	-	10,17	3,38
	Dez	3,16	3,22	6,38	-	12,76	4,25
	Σ	50,52	57,07	63,14	32,56		
	\bar{x}	4,21	4,75	5,26	3,61		

3.8	Informações adicionais
	<i>Inserir descrição</i>

O item 3.6 determina o **volume mensal de água de chuva possível de ser captado (VR)**, a partir de um volume mensal de precipitação evidenciado no item 2.4, e uma área de captação (m²). Utiliza a equação (1) de Ghisi *et al.*. (2006).

$$VR = \frac{R \times TRA \times Rc}{1000} \quad (1)$$

Onde

VR	Volume mensal de água de chuva (m ³) possível para captação
R	Valor mensal de precipitação (mm/mês)
TRA	Área de captação (m ²)
Rc	Coefficiente de escoamento superficial (0,80 = 80%)
1000	Fator de conversão de litros para m ³

O item 3.7 é um espaço preenchido conforme a equação e dos resultados no item anterior (item 3.6) resultando na média mensal quanto ao volume possível de captação (m³). Pode-se utilizar o valor mensal de precipitação de cada ano, ou a média mensal de precipitação que compõe a série cronológica.

Esta especificação objetiva determinar a área de captação e o volume mensal de água de chuva possível de captação.

3.4 PESSOAS E HABITAÇÕES

Esta especificação compreende a quantidade de pessoas por habitação. Impacta na demanda e no volume de consumo de água.

Normalmente interfere também na tarifa (fatura de água/esgoto) em uma unidade habitacional.

4. Pessoas e habitações

4.1	Número de pessoas por habitação					
	1 <input type="radio"/>	2 <input type="radio"/>	3 <input type="radio"/>	4 <input checked="" type="radio"/>	5 <input type="radio"/>	
	6 <input type="radio"/>	7 <input type="radio"/>	8 <input type="radio"/>	9 <input type="radio"/>	10 <input type="radio"/>	
4.2	Classificação etária (anos)					
	0 < 1	1 <input type="radio"/>	2 <input type="radio"/>	3 <input type="radio"/>	4 <input type="radio"/>	5 <input type="radio"/>
	2 < 7	1 <input type="radio"/>	2 <input type="radio"/>	3 <input type="radio"/>	4 <input type="radio"/>	5 <input type="radio"/>
	8 < 17	1 <input checked="" type="radio"/>	2 <input type="radio"/>	3 <input type="radio"/>	4 <input type="radio"/>	5 <input type="radio"/>
	18 < 65	1 <input type="radio"/>	2 <input type="radio"/>	3 <input checked="" type="radio"/>	4 <input type="radio"/>	5 <input type="radio"/>
	< 65	1 <input type="radio"/>	2 <input type="radio"/>	3 <input type="radio"/>	4 <input type="radio"/>	5 <input type="radio"/>
4.3	Informações adicionais					
	<i>Inserir descrição</i>					

Estudos de Ghisi *et al.* (2006), mostram que em 62 cidades de Santa Catarina o número de pessoas por domicílio variou entre 3,30 e 4,19, com uma média de 3,69 pessoas por habitação. Este indicador encontra-se próximo da média para o sul do Brasil, que é 3,42 pessoas por habitação, de acordo com o IBGE (2010a).

O projeto arquitetônico definido pela COHAB/SC prevê o uso da unidade habitacional para o número de quatro pessoas (COHAB, 2012), e para efeitos de simulações quanto aos estudos, a pesquisa considera o número de 1, 2, 3, 4, 5 e 6 pessoas por habitação, resultando em seis simulações.

3.5 DEMANDA DE ÁGUA

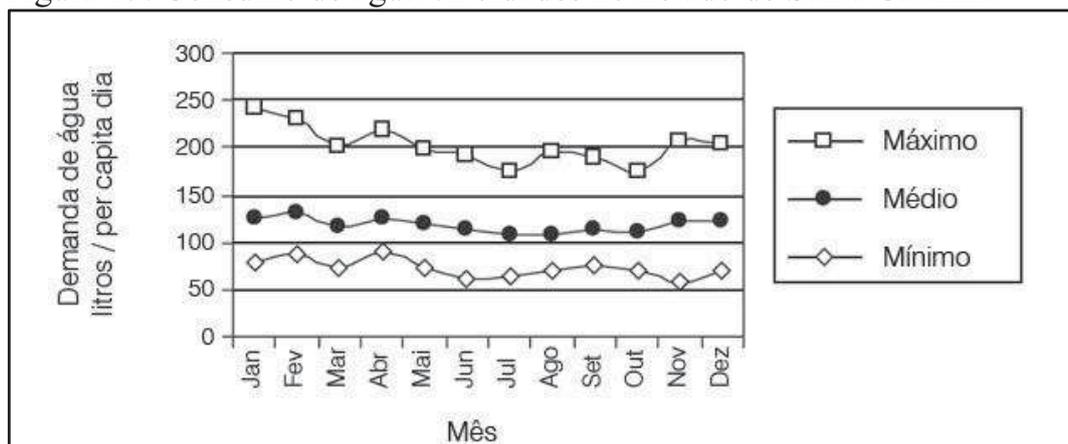
A demanda de água é considerada uma das mais importantes especificações, evidenciada através do uso diário por pessoa. Pode-se observar através do monitoramento do hidrômetro de uma edificação durante um período pré-determinado, dividido pelos dias e pessoas.

A CASAN (Companhia Catarinense de Águas e Saneamento) considera o volume diário em 200 litros por pessoa, conforme informação disponível no manual de serviços de instalação predial de

água (CASAN, 2012). Este é o volume considerado para as simulações e estudos neste trabalho.

Para uma análise paralela e complementar, estudos de Ghisi *et al.* (2006) demonstram uma demanda média de água de 118 litros por pessoa por dia, em 62 municípios de Santa Catarina (Figura 15). A amplitude varia entre 59 a 240 litros por pessoa por dia.

Figura 15: Consumo de água 62 cidades no Estado de Santa Catarina



Fonte: Ghisi *et al.* (2006)

Ywashima *et al.* (2006) ressalta que existem poucas informações quanto a HIS, e os índices encontrados apresentam uma grande variação. Entretanto, os estudos levantados pelo autor apresentam valores de consumo de variadas tipologias conforme a Tabela 12.

Tabela 12: Indicadores de consumo de água em edificações do tipo residencial

Descrição	Fonte	Indicador de consumo
Edifício residencial, padrão médio, Goiânia/GO	Oliveira; Cardoso (2002)	218 a 277 litros/habitante / dia (antes do conserto dos vazamentos)
Residência	Melo; Neto (1998) apud Tomaz (2000)	200 a 400 litros / dormitório / dia
Prédio de apartamentos	Berenhaser; Pulici (1983) apud Tomaz (2000)	$C \text{ (m}^3\text{/mês)} = 6 n^0 \text{ de banheiros)} + (3 n^0 \text{ de dormitórios)} + (0,01 \text{ área construída)} + 30$
Prédio de apartamentos, Camboriú/SC	Berenhaser; Pulici (1983) apud Tomaz (2000)	$C \text{ (litros/dia)} = 400 \text{ litros / dormitório social} + 200 \text{ litros / dormitório serviço por dia}$
Apartamentos e residências	DMAE (1998) apud Tomaz (2000)	200 litros / habitante / dia
Apartamentos	Macintyre (1996)	200 litros / habitante / dia
Apartamentos de luxo	Macintyre (1996)	300 a 400 litros / habitante / dia
Residências de luxo	Macintyre (1996)	300 a 400 litros / habitante / dia
Residência de médio padrão	Macintyre (1996)	150 litros / habitante / dia

Residências populares	Macintyre (1996)	120 a 150 litros / habitante / dia
Edifícios residenciais multifamiliares de baixa renda, São Paulo/SP	Rocha <i>et al.</i> (1998)	109 litros / habitante / dia
Apartamento, EUA	Metcal, Eddy (1991) apud Tomaz (2000)	378 litros/ habitante / dia
Apartamento, EUA	Quasim (1994) apud Tomaz (2000)	230 litros / habitante / dia
Apartamento, Pequim/China	Zhang; Brown (2005)	238 litros / habitante / dia
Apartamento, Tianjim, Pequim/China	Zhang; Brown (2005)	145 litros / habitante / dia
Apartamentos de diferentes tipologias, Harare/Zimbábue	Manzungu; Machiridza (2005)	29 a 353 litros / habitante / dia
Apartamento de um dormitório, Japão	Kose <i>et al.</i> (2004)	292 litros / habitante / dia

Fonte: Ywashima *et al.* (2006)

Fewkes (1999) destaca a média de 150 litros por pessoa por dia em uma residência no Reino Unido, com significativa variabilidade ligada à condição sócio-econômica.

Um importante indicador quanto à demanda de água é a caracterização do consumo diário de água potável e água não potável. Fewkes (1999) afirma que uma família no Reino Unido utiliza cerca de 30% do consumo diário em descargas (bacia sanitária).

Visando maiores detalhes, estudos de Ghisi e Ferreira (2007) evidenciam os usos da água, trazendo tipos e a frequência de utilização quanto aos dispositivos hidráulicos de um edifício residencial na cidade de Florianópolis, Santa Catarina - Brasil. Na Tabela 13 destacam-se as atividades de consumo, e percebe-se o elevado percentual de utilização de água para atividades não potáveis nas descargas de banheiros, apresentando o maior índice de consumo nas três edificações estudadas. O estudo evidencia também a média de cada atividade e a demanda diária por pessoa, em cada uma das edificações.

Tabela 13: Usos finais da água em cada bloco residencial

Atividades	Utilizações finais de água (%)			
	Bloco A	Bloco B	Bloco C	Média
Banheiro (descarga)	35.1	29.7	34.8	33.2
Lavagem em geral	33.6	12.1	14.0	19.9
Chuveiro	16.2	23.2	28.6	22.6
Lavatório (pia banheiro)	10.5	23.4	14.0	16.0
Máquina de lavar roupa	2.0	5.9	6.0	4.7
Limpeza	2.1	4.5	1.9	2.9

Cozinhar	0.4	1.2	0.7	0.8
Total (litros/pessoa por dia)	179.1	133.3	141.4	151.3

Fonte: Ghisi e Ferreira (2007)

Em outro estudo, Proença e Ghisi (2010) apresentam o consumo de água em edifício de escritórios, abordagem na medição; hábitos de consumo; fluxo; consumo específico e utilizações finais de água, evidenciando importantes aspectos para a economia de água potável e eficiência dos recursos hídricos.

Outro estudo de Ghisi e Oliveira (2007) trata de aspectos equivalentes aos de Proença e Ghisi (2010), descrevendo os dispositivos hidráulicos presentes em duas casas na cidade de Palhoça, Estado de Santa Catarina – Brasil. O estudo evidencia características de consumo de água na casa A (2 homens + 1 mulher) e na casa B (1 homem + 1 mulher), conforme a Tabela 14.

Tabela 14: Características e usos da água nas casas A e B

Atividades	Utilizações finais de água (%)		
	Casa A	Casa B	Média
Banheiro (descarga)	30.4	25.6	28
Chuveiro	32.8	45.4	39.1
Lavatório (pia banheiro)	2.6	7.3	4.9
Máquina de lavar roupa	6.2	8.2	7.2
Pia da cozinha	28	13.5	20.7
Total (litros/pessoa por dia)	191	121	156

Fonte: adaptada de Ghisi e Oliveira (2007)

Estudos de Proença *et al.* (2011), quanto aos usos finais de água em quatro tipos de edificações, evidenciam consumos de água não potável, conforme a tabela 15.

Tabela 15: Percentual de utilizações de água não potável para os setores residencial, público e comercial em Florianópolis

Demanda de água	Água e utilizações finais por tipos de edificações (%)			
	Residencial unifamiliar	Residencial multifamiliar	Público	Comercial
Não potável	28.0	26.1	76.0	67.6

Fonte: Proença *et al.*, (2011)

Distingue-se a variação da demanda de água conforme a cultura de uso específico em cada família e sua condição sócio-econômica, entretanto, com foco em HIS, esta demanda gira em torno dos indicadores mínimo e médio, apresentados na Figura 15 – página 79.

Com o objetivo de trazer avaliações e levantar resultados neste trabalho, define-se a média de 200 litros por pessoa por dia (CASAN, 2012), e para fins de simulações define-se também a porcentagem de **30% para fins não potáveis**.

Visando a construção desta etapa do modelo SCAPHIS, os dados e informações de entrada para avaliações compreendem o item 5.1 quanto à demanda de água por dia, por pessoa e por habitação. Pode-se obter esta informação através do monitoramento do hidrômetro, no início de cada mês, multiplicado por 1000 (conversão de m^3 para litros) e dividido pelo número de dias do mês em questão. O item 5.2 compõe a demanda de água potável considerando os 70% da demanda total diária. O item 5.3 indica o uso do dispositivo de descarga dual autociclismos, possibilitando a redução aproximada de 10% da demanda total de água não potável. O item 5.4 evidencia o percentual da demanda diária de água não potável, que, neste caso, é de 30%.

O item 5.5 apresenta a demanda mensal de água, caracterizada pelo ano, mês e volume (m^3). Alguns itens do modelo utilizam os mesmos dados e informações entre as nove especificações, como os itens 5.5 (Demanda de água), 6.3 (Empresa fornecedora de água), 8.2 (Monitoramento) e 9.2 (Retorno do investimento).

5. Demanda de água				
5.1	Demanda de água por dia (litros)			
	Por pessoa: 200			
	Por habitação: 800			
5.2	Demanda de água potável por dia (% e litros)			
	70% - 560			
5.3	Habitação possui dispositivo de descarga duplo dual-autociclismos			
	<input type="radio"/>	SIM	<input checked="" type="radio"/>	NÃO
5.4	Demanda de água não potável por dia (% e litros)			
	30% - 240			
5.5	Demanda mensal de água (m^3)			
	Ano:	2012	Mês:	setembro
5.6	<i>PWD</i> – Demanda mensal de água por habitação (m^3)			
		<i>PWD</i>	<i>PWD</i> não potável	<i>VR</i> \bar{x}
	Janeiro	24.8	7,44	7.61
			Economia de água (m^3)	7,44

	Fevereiro	22.4	6,72	4.7	4.7
	Março	24.8	7,44	6.16	6.16
	Abril	24	7,2	3.97	3.97
	Mai	24.8	7,44	5.26	5.26
	Junho	24	7,2	2.38	2.38
	Julho	24.8	7,44	3.42	3.42
	Agosto	24.8	7,44	4.36	4.36
	Setembro	24	7,2	4.87	4.87
	Outubro	24.8	7,44	2.91	2.91
	Novembro	24	7,2	3,38	3,38
	Dezembro	24.8	7,44	4,25	4,25
	Σ	292,8	87,6	53,27	53,1
	\bar{x}	24,33	7,3	4,43	4,42

5.7	PPWS	Percentual Potencial de Economia de Água Potável (%)	
	<i>VR</i>	Volume mensal de água de chuva (m ³ /mês) possível	1,79
	<i>PWD</i>	Demanda mensal de água potável por habitação (m ³ /mês)	24
	100	Fator de conversão para % (100 = 100%)	100
		PPWS (%)	7,45

5.8	PPWS – Percentual Potencial de Economia de Água Potável (%)						
	Mês/ano	2009	2010	2011	2012	<i>PPWS</i> \bar{x}	30% \bar{x}
	Jan	24,47	25,16	33,38	39,95	30,74	30
	Fev	17,72	21,74	35,49	9,24	21,04	21,04
	Mar	24,83	30,12	32,17	12,41	24,88	24,88
	Abr	36,62	14,45	6,04	9,41	16,63	16,63
	Mai	9,23	50	12,62	13,3	21,28	21,28
	Jun	3,95	9,91	9,41	16,41	9,92	9,92
	Jul	12,98	10,8	14,11	18,26	14,03	14,03
	Ago	14,43	7,54	41,97	6,77	17,67	17,67
	Set	25,54	18,16	29,95	7,45	20,27	20,27
	<i>Out</i>	11,37	15,12	8,79	-	11,76	11,76
	Nov	14,08	18,16	10,12	-	14,12	14,12
	Dez	12,74	12,98	25,72	-	17,14	17,14
	\bar{x}	17,33	19,51	21,64	14,8	\bar{x} 18,29	\bar{x} 18,22

5.9	Informações adicionais
	<i>Inserir descrição</i>

O item 5.6 trata de aspectos quanto à demanda mensal de água por Habitação (*PWD*), o volume em metros cúbicos (m³) de água não potável, o volume de água de chuva possível de captação (*VR*) e o

volume mensal de economia de água potável utilizando um SCAP, bem como o somatório e médias.

O item 5.7 evidencia indicadores quanto ao **percentual potencial de economia mensal de água potável** através do aproveitamento da água da chuva, utilizando a equação 2.

$$PPWS = 100 \frac{VR}{PWD} \quad (2)$$

Onde

<i>PPWS</i>	Percentual potencial de economia de água potável (%)
<i>VR</i>	Volume mensal de precipitação em cada região (mm/mês)
<i>PWD</i>	Demanda mensal de água potável por habitação (m ³ /mês)
100	Fator de conversão para % (100 = 100%)

Utilizam-se valores *VR* como o volume mensal de precipitação ou a média dos valores mensais ($\overline{VR_x}$) que compõem a série cronológica. O item 5.8 evidencia o percentual potencial de economia mensal de água potável, em relação aos meses e anos em estudo, bem como em relação à demanda não potável (30%). Com isso, apesar de alguns indicadores das médias mensais resultarem em porcentagens maiores que 30%, consideram-se os 30% por atender a demanda de água não potável, destacado na última coluna do item 5.8.

Visando detalhar a caracterização da demanda de consumo de água em edificações, indicam-se estudos de Ghisi e Ferreira (2007); Ghisi e Oliveira (2007); e Proença *et al.*, (2011).

3.6 EMPRESA FORNECEDORA DE ÁGUA

Um indicador utilizado para análise é o consumo de água através da fatura mensal de água e esgoto e o monitoramento do hidrômetro em uma unidade habitacional.

No Estado de Santa Catarina, a CASAN – Companhia Catarinense de Águas e Saneamento é a empresa responsável pelo fornecimento de água na maioria das cidades, entretanto, ainda existem cidades que este dever cabe às prefeituras, que seguem valores das tarifas e serviços equivalentes com os prestados pela CASAN.

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS disponibiliza o custo de produção do m³ para a CASAN no Estado de

Santa Catarina e na cidade de Florianópolis, no ano de 2010. Destaca-se a classificação como “Despesa total média (R\$/m³)”, e nesta pesquisa, para efeitos de simulações, utiliza-se o nome de “Tarifa BR” quando aplicada a tarifa conforme o consumo e o custo do metro cúbico (m³). Reajustam-se os valores conforme o índice de inflação do IPEA nos anos de 2011 (6,5%) e 2012 (5,34) (IPEA, 2013), apresentando valores indicados na Tabela 16.

Torna-se relevante esta informação visando alternativas de viabilidade de políticas públicas, considerando o custo de produção do m³ como incentivo bem como as avaliações e análise quanto à implementação de tecnologias SCAP.

Tabela 16: Despesa e tarifa do m³ para a CASAN

Despesa total média	(R\$/m ³) 2010	Reajuste de inflação	
		2011 (6,5%)	2012 (5,34%)
Estado de Santa Catarina	2,23	2,37	2,50
Florianópolis	1,82	1,93	2,04

Fonte: adaptado de SNIS (2010) e IPEA (2013)

A Tabela 17 destaca as tarifas e as categorias praticadas pela CASAN. Em relação à HIS e à COHAB/SC, as categorias possíveis encontram-se entre as classificadas como “Social A” e “Residencial B”. A categoria é definida conforme as características de cada família e habitação, em relação aos requisitos estipulados pela empresa fornecedora de água potável.

Tabela 17: Tarifas e categorias praticadas pela CASAN (em R\$)

Categoria	≤ 10 m ³	de 11 a 25 m ³	de 26 a 50 m ³	> 50 m ³	Somado
Social “A”	5,25 / mês	1,4709 / m ³	7,0713 / m ³	8,6306 / m ³	
Residencial “B”	28,01/mês	5,1335 / m ³	7,2022 / m ³	8,6306 / m ³	10,7881/m ³
Categoria	≤ 10 m ³	de 11 a 50 m ³	> 50 m ³		
Comercial	41,34 / mês	6,8610 / m ³	8,6306 / m ³		
Comercial micro	29,21 / mês	6,8610 / m ³			
Categoria	≤ 10 m ³	> 10 m ³			
Industrial	41,34 / mês	6,8610 / m ³			
Setor público	41,34 / mês	6,8610 / m ³			

Fonte: adaptado de CASAN (2012a)

O item 6.1 define a empresa responsável pelo fornecimento de água, com espaço para informações adicionais. O item 6.2 é a classificação abordada pela empresa, no qual define os valores da fatura de água, distribuídos mensalmente no item 6.3 quanto ao ano, consumo e o valor mensal da fatura. O valor mensal da fatura é calculado

conforme regra estipulada pela CASAN onde, até 10 m³ consumidos, o valor da fatura é único e igual a R\$ 28,01. A cada m³ consumido a mais, acrescenta-se o valor de R\$ 5,13 e conforme a tabela 17.

6. Empresa fornecedora de água

6.1	Nome da empresa responsável pelo fornecimento de água potável						
	CASAN						
	www.casan.com.br						
6.2	Classificação sócio-econômica						
	Social "A" <input type="radio"/>	Residencial "B" <input checked="" type="radio"/>	Comercial <input type="radio"/>	Comercial Micro <input type="radio"/>	Industrial <input type="radio"/>	Setor público <input type="radio"/>	
	Outra classificação: <input type="radio"/>						
	Valor da tarifa (R\$): 33,14 a 38,27 mensal						
6.3	<i>PWD</i> – Demanda mensal de água potável por habitação (m ³) e Faturas (R\$)						
	Ano: 2012						
	Mês	m³	R\$	Mês	m³	R\$	
	Janeiro	24,8	99,83	Julho	24,8	99,83	
	Fevereiro	22,4	94,7	Agosto	24,8	99,83	
	Março	24,8	99,83	Setembro	24	99,83	
	Abril	24	99,83	Outubro	24,8	99,83	
	Maiο	24,8	99,83	Novembro	24	99,83	
	Junho	24	99,83	Dezembro	24,8	99,83	
	Somatório Anual				Σ	292,8	R\$ 1.192,83
	Média				\bar{x}	24,40	R\$ 99,40
6.4	<i>PWD</i> – Demanda mensal de água potável (m ³) e Faturas (R\$) com SCAP						
	Ano: 2012						
	Mês	m³	R\$	Mês	m³	R\$	
	Janeiro	17,36	63,95	Julho	21,38	84,40	
	Fevereiro	18,5	69,00	Agosto	20,44	79,25	
	Março	18,64	69,00	Setembro	19,13	74,10	
	Abril	20,03	79,25	Outubro	21,89	84,40	
	Maiο	19,54	74,10	Novembro	20,62	79,25	
	Junho	21,62	84,40	Dezembro	20,55	79,25	
	Somatório Anual				Σ	239,70	R\$ 920,35
	Média				\bar{x}	19,97	R\$ 76,70
6.5	Economia de água (m ³) e economia financeira (R\$)						
	Economia de água (m ³):		Anual: 53,1		Mensal: 4.42		

	Economia financeira (R\$):	Anual: 272,48	Mensal: 22,7
6.6	Informações adicionais		
	<i>Inserir descrição</i>		

O item 6.4 trata da demanda de água conforme a implementação de um SCAP, resultando em alterações quando ao volume da demanda, bem como no valor da fatura mensal. Os itens 6.3 e 6.4 resultam nos somatórios anuais e nas médias mensais do volume de consumo e do custo, utilizados principalmente para avaliações quanto à viabilidade econômica, período de retorno do investimento. O item 6.5 destaca a economia de água (m³) anual e a média mensal, bem como a economia financeira (R\$) anual e a média mensal.

Vale ressaltar que todos os serviços prestados pelas empresas fornecedoras de água limitam-se até o hidrômetro, localizado no limite do terreno, não exercendo quaisquer ações quanto ao uso, consumo, manutenção e monitoramento do sistema hidráulico da edificação, o que demonstra uma das dificuldades de maiores ações e a integração do ciclo dos recursos hídricos como um todo.

Destacam-se a medição e o monitoramento do usuário, podendo evidenciar informações importantes para a tomada de decisões, e torna-se uma solução importante para edificações residenciais quanto à HIS. Entretanto, na maioria dos casos, o impacto será mais de conscientização do que em termos econômicos, levando em conta a baixa demanda e o baixo preço da água (JOHN *et al.*, 2010).

3.7 TECNOLOGIAS SCAP

Uma das principais especificações compreende características técnicas com a função da captação, tratamento e uso da água pluvial. Caracteriza-se o SCAP através da seleção e composição de sistemas, agregando-se importantes informações à formação do mesmo.

Os estudos levantados no referencial teórico deste trabalho (2.1 – página 43) evidenciam a divisão e a sinergia das tecnologias SCAP em: área de captação, transporte, descarte, gradeamento e filtragem, armazenamento, tratamento e desinfecção, bombeamento, distribuição e sinalização.

Todos os sistemas são complementares e fazem interface sequencial com as tecnologias destacadas, resultando em inúmeras variações de um SCAP. Estas variações ocorrem principalmente pela

exclusividade arquitetônica encontrada na maioria das edificações. Neste caso, com o foco em edificações da COHAB/SC, o projeto arquitetônico atende a um padrão técnico, o que possibilita a implementação de um SCAP padrão com pequenas variações.

Quanto a esta especificação, o modelo apresenta o item 7.1 com espaço para as particularidades técnicas quanto ao sistema de área de captação considerado (telhado). O item 7.2 apresenta a área de captação projetada em metros quadrados (m²), complementando com o material utilizado (item 7.3). Avaliações e estudos de Farreny *et al.* (2011) descrevem características conforme os tipos de telhados. O sistema de área de captação complementa-se com a classificação de sua área (item 7.4), influenciando no limite, dimensões e interface com o sistema de transporte.

O item 7.5 dispõe espaço para informações descritivas do sistema de transporte. O item 7.6 classifica a tipologia deste, com espaço para informações adicionais. Quanto ao material usado utiliza-se o item 7.7. O item 7.8 evidencia a descrição quanto ao número de módulos, metragem, quantidade e valores em reais (R\$) a ser incluído no somatório quanto ao investimento (item 7.21). O Item 7.9 destaca os componentes necessários utilizados, bem como a quantidade e custos (R\$). O item 7.10 dispõe características quanto a implementações horizontais e verticais do sistema de transporte.

O item 7.11 aborda informações quanto ao sistema de descarte com os dados técnicos, quantidade e valor (R\$).

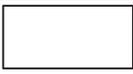
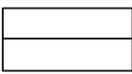
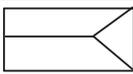
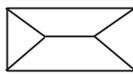
O sistema de gradeamento compreende o item 7.12 com um espaço para a descrição quanto ao sistema considerado. Este item evidencia também informações quanto à quantidade e valor (R\$) a ser incluído no somatório (item 7.21). O item 7.13 especifica a granulometria, o tipo e material utilizado no sistema de gradeamento.

7. Tecnologias SCAP

Sistema de Área de Captação

7.1	Sistema de área de captação			
	Telhado de cerâmica			
7.2	Área projetada (m ²)			
	30 m ² <input type="radio"/>	40 m ² <input type="radio"/>	50 m ² <input type="radio"/>	60 m ² <input type="radio"/>
	Outra: <input checked="" type="radio"/>	35		
7.3	Material			

	Cerâmica <input checked="" type="radio"/>	Fibrocimento <input type="radio"/>	Metálica <input type="radio"/>	Vegetado <input type="radio"/>
	Outro: <input type="radio"/>	Qual: <i>Inserir descrição</i>		

7.4	Tipo de telhado			
	Uma água <input checked="" type="radio"/>	Duas águas <input type="radio"/>	Três águas <input type="radio"/>	Quatro águas <input type="radio"/>
				

Sistema de Transporte

7.5	Sistema de transporte
	Calhas aquapluv tigre

7.6	Tipologia				
	Beiral <input checked="" type="radio"/>	Platibanda <input type="radio"/>	Furtada <input type="radio"/>	PVC Beiral <input type="radio"/>	Outro <input type="radio"/>
	Informações adicionais:				

7.7	Material
	PVC com proteção UV

7.8	Descrição, Quantidade e Valor (R\$) da calha			
	Descrição	Quantidade	Valor unitário	Valor Final
	Unidade = 3 metros	3	35,00	105,00

7.9	Componentes e valor (R\$)			
	Descrição	Quantidade	Valor unitário	Valor final
	Cabeceira (Extremidade de calha)	2	5,00	10,00
	Suporte de calha (sustentação)	7	3,00	21,00
	Bocal "T" (interface calha e cano v.)	1		20,00
	Grelha do bocal "T"	1		8,00
	Emendas de calha	1		10,00
	Cano vertical (descida)	1		50,00
	Componente luva de redução	1		5,00
	Componente curva longa 90 ^o	2	2,50	5,00
	Componente joelho 90 ^o	2	3,00	6,00
	Cano vertical (subida)	1		15,00
	Componentes diversos	6	28,66	172,00
	<i>Inserir componente</i>			
				Σ

7.10	Sistema de Transporte (horizontal/vertical)		
	Tubulação horizontal		
	Diâmetro (mm): 75	Quantidade: 1	Metros: 3
	Tubulação vertical		
	Diâmetro (mm): 75 / 50 / 3/4"	Quantidade: 1	Metros: 3

Sistema de Descarte

7.11	Sistema de Descarte		
	Separador de água de chuva (produzido in loco)		
	Quantidade	1	
	Valor Final (R\$)	80,00	

Sistema de Gradeamento

7.12	Sistema de Gradeamento		
	Filtro de água de chuva (produzido in loco)		
	Quantidade	1	
	Valor Final (R\$)	80,00	

7.13	Granulometria		
	<input checked="" type="radio"/> SIM <input type="radio"/> NÃO		
	Material: <input type="radio"/> metal <input checked="" type="radio"/> polímero <input type="radio"/> outros:		
	Milímetros (mm): 2 a 3		

Sistema de Armazenamento

7.14	Sistema de Armazenamento		
	Caixa d'água armazenamento inferior (800 litros) Caixa d'água armazenamento superior (500 litros)		

7.15	Detalhes e Informação (componentes e valor – R\$)				
	Armazenamento inferior <input checked="" type="radio"/>		Quantidade	Valor unitário	Valor Final (R\$)
	Localização: apoiado		1		200,00
	Capacidade (litros): 800				
	Componentes e valor (R\$)				
	Freio d'água <input checked="" type="radio"/>		1		100,00
	Conjunto Flutuante de sucção <input checked="" type="radio"/>		1		215,00
	Suprimento e alimentação <input type="radio"/>				
	Sifão extravasor <input checked="" type="radio"/>		1		100,00
	<i>Inserir componente</i>				
	Armazenamento Superior <input checked="" type="radio"/>		Quantidade	Valor unitário	Valor Final (R\$)
	Localização: elevado		1		200,00
	Capacidade (litros): 500				
	Componentes e valor (R\$):				
	Freio d'água <input type="radio"/>				
	Flutuador de sucção <input type="radio"/>				
	Suprimento e alimentação <input checked="" type="radio"/>		1		200,00
	Sifão extravasor <input type="radio"/>				
	Válvula de boia de nível		2	30,00	60,00
	<i>Inserir componente</i>				
Σ				1075,00	

Sistema de Tratamento e Desinfecção

7.16	Sistema de tratamento	
	Cloração com pastilhas de 50 gramas cada (1 pastilha por semana)	
	Quantidade	30
	Valor Final (R\$)	20,00

Sistema de Bombeamento ou Recalque

7.17	Sistema de bombeamento ou recalque	
	Bombeamento manual (puxa-empurra)	
	Quantidade	1
	Valor Final (R\$)	100,00

Sistema de Distribuição

7.18	Sistema de Distribuição	
	Descrição	Quantidade dos pontos de utilização
	<input checked="" type="radio"/> Descarga	1
	<input checked="" type="radio"/> Torneira	1
	<input type="radio"/> Máquina de Lavar	
<input type="radio"/> Outros		

Sistema de Sinalização

7.19	Sistema de Sinalização e valor (R\$)			
	Descrição:	Quantidade	Valor unitário	Valor Final (R\$)
	Placas <input checked="" type="radio"/>	5	24,00	120,00
	Pintura <input checked="" type="radio"/>	2	40,00	80,00
	<i>Inserir descrição</i>			
	Σ			200,00

Mão-de-obra especializada

7.20	Mão-de-obra (R\$)		
	Valor da diária de mão-de-obra	100,00	
	Número de dias de trabalho	4	
	Σ		400,00
	<i>Inserir descrição</i>		

Investimento “Tecnologias SCAP” e “Mão-de-obra”

7.21	Investimento “Tecnologias SCAP” e “Mão-de-obra” (R\$)	
	Valor Final (R\$) “Tecnologias SCAP”	1.982,00
	Valor Final (R\$) “Mão-de-obra	400,00
	Σ	
<i>Inserir descrição</i>		

7.22	Informações adicionais	
	<i>Inserir descrição</i>	

Apresenta-se o sistema de armazenamento com as informações descritivas no item 7.14. O item 7.15 trata das especificações e características deste sistema, como capacidade, localização e componentes, com complementos quanto à quantidade, valor unitário e valor final (R\$).

O item 7.16 especifica o sistema de tratamento e desinfecção utilizado e as informações técnicas, quantidades e o valor do investimento. O sistema de bombeamento (item 7.17) apresenta espaço descritivo para as informações técnicas consideradas, bem como valor (R\$) e quantidade. O item 7.18 apresenta o sistema de distribuição. O item 7.19 descreve o sistema de sinalização utilizado. O item 7.20 destaca o investimento em Reais (R\$) quanto à mão-de-obra e a quantidade de dias trabalhados.

Complementando, o item 7.21 evidencia o investimento necessário total referente às tecnologias utilizadas e a mão-de-obra, finalizando a especificação quanto às “tecnologias SCAP”.

3.8 MONITORAMENTO

Geralmente, o monitoramento do consumo ocorre através da leitura do hidrômetro, na tarifa de água mensal da empresa fornecedora de água local, bem como na manutenção preventiva de cada componente que compõem o SCAP. Procura-se que cada sistema indique sua vida útil, o qual facilita na manutenção preventiva do SCAP.

É importante ressaltar que com a inserção da tecnologia da informação, técnicas quanto ao monitoramento tendem a evoluir, possibilitando que cada residência observe em tempo real, o consumo de água, eletricidade, entre outros.

O item 8.1 compreende informações opcionais e descritivas gerais quanto ao sistema de monitoramento de consumo de água. O item 8.2 corresponde à leitura mensal do hidrômetro, dispondo espaço para dados quanto à data de leitura, volume em m³ (metros cúbicos), litros e valor da tarifa (R\$) cobrado pela empresa fornecedora de água. Possibilita a relação entre a leitura do consumo e a tarifa aplicada.

8. Monitoramento

8.1	Sistema de Monitoramento	
	Fatura de Água <input type="radio"/>	Obs.: <i>Inserir descrição</i>
	Hidrômetro <input type="radio"/>	Obs.: <i>Inserir descrição</i>

8.2	Hidrômetro				
		Data da leitura do hidrômetro	Volume (m ³)	Litros	R\$
	Janeiro	01/01/2012	17,36	17.360	63,95
	Fevereiro	01/02/2012	18,5	18.500	69,00
	Março	01/03/2012	18,64	18.640	69,00
	Abril	01/04/2012	20,03	20.030	79,25
	Maio	01/05/2012	19,54	19.540	74,10
	Junho	01/06/2012	21,62	21.620	84,40
	Julho	01/07/2012	21,38	21.380	84,40
	Agosto	01/08/2012	20,44	20.440	79,25
	Setembro	01/09/2012	19,13	19.130	74,10
	Outubro	01/10/2012	21,89	21.890	84,40
	Novembro	01/11/2012	20,62	20.620	79,25
	Dezembro	01/12/2012	20,55	20.550	79,25
		Σ	239,70	239.700	920,35

SUSHI (2010) destaca o monitoramento e a medição individualizada de água como uma demanda de mercado incentivada pelo uso racional da água e pela necessidade do cliente em realizar a gestão do seu consumo.

Diante da dinâmica de todas as especificações apresentadas, o monitoramento é importante para a tomada de decisões quanto a ajustes e possíveis variações das particularidades planejadas inicialmente em um SCAP. O monitoramento do SCAP proporciona importantes informações, que possibilitam criar uma cultura de consumo mais adequada, eficiente e econômica em uma edificação residencial.

3.9 VIABILIDADE ECONÔMICA E PERÍODO DE RETORNO DO INVESTIMENTO

Um fator importante para avaliação e viabilidade do SCAP é a análise e viabilidade econômica. Neste trabalho utiliza-se o método do VPL (Valor Presente Líquido) resultando no período de retorno do investimento (PRI) em anos.

Segundo Casarotto Filho e Kopittke (2010) o VPL possibilita determinar o valor presente de pagamentos futuros (resultado financeiro da economia de água anual) descontados a uma taxa de juros adequada (TMA - taxa mínima de atratividade), menos o custo do investimento.

Segundo Gonçalves *et al.* (2009) e Rozenfeldt *et. al* (2006), o VPL é obtido a partir do desconto de todos os fluxos de caixa para o momento inicial, o instante 0, quando ocorre o primeiro investimento.

A partir do cálculo do VPL pode-se determinar o período de retorno do investimento em anos.

3.9.1 Projeção de Saídas de Caixa

Os custos do SCAP, incluindo materiais, equipamentos e instalação resultam no valor total de investimento de R\$ 2.382,00.

Para os cálculos, considera-se uma correção da tarifa de água conforme dados do IPEA (2013) que utiliza o IPCA aberto e o subitem “taxa de água e esgoto” e média nacional no valor de 0,53% ao mês.

A expectativa de vida do SCAP considerada é de 10 anos e o valor percentual de manutenção considerado é de 1% ao ano.

3.9.2 Entradas de Caixa

As entradas de caixa consideradas correspondem à possível economia de água e, conseqüentemente, a redução na tarifa. O item 9.4 da especificação apresenta as economias de água e financeira para o estudo de 4 pessoas.

3.9.3 Taxa de Mínima Atratividade

TMA ou taxa mínima de atratividade é a taxa na qual considera-se a obtenção de ganho financeiro e associada a um baixo risco (CASAROTTO FILHO e KOPITTKKE, 2000).

Nesta pesquisa consideram-se os fluxos anuais e uma taxa de juros (TMA) da poupança, equivalente ao período de 4 de maio de 2012 a 30 de setembro de 2012, resultando na média de 0,49% ao mês (FINANCEONE, 2012).

3.9.4 VPL e Tempo de Retorno do Investimento

Para a análise de viabilidade de investimentos, realiza-se o cálculo do VPL conforme a Equação (3) de Ghisi *et al.* (2009).

$$I_0 \leq \sum_{i=1}^m \left[\frac{B_i - C_i}{(1+r)^i} \right] \quad (3)$$

Onde:

I_0	Custo do sistema SCAP
m	Tempo de vida considerado do sistema
B_i	Economia monetária mensal, devido à economia de água potável (R\$)
C_i	Custo mensal para manutenção (R\$)
r	Juro mensal (taxa adimensional)
i	Cada mês considerado na análise

Fonte: adaptado de Ghisi *et al.* (2009)

Quanto às especificações apresentadas, o item 9.1 define o valor total do investimento em reais (R\$), dado pelo investimento fixo nas instalações SCAP necessárias e ainda, se necessário, destaca-se os custos mensais, referentes ao uso de eletricidade, como por exemplo, o bombeamento.

O item 9.2 estabelece informações como o ano, demanda de água por mês e o valor da tarifa referente ao consumo do período, seguido da demanda não potável (PWD não potável = 30% da demanda total).

A média do volume possível de captação é representado por VR (m^3) \bar{x} . Para analisar as entradas de caixa, inicialmente, torna-se necessário observar se VR (m^3) \bar{x} atende ao consumo não potável (PWD). Utiliza-se o menor valor entre PWD e VR (m^3) \bar{x} , diminuindo do consumo mensal de água (item 9.2).

No item 9.3 apresentam-se variáveis em valores quanto ao consumo, à tarifa estimada e reajustada pela nova demanda, onde a “Tarifa (R\$)” utiliza os valores praticados pela CASAN e conforme a Tabela 17 – página 64. A tarifa BR (custo do m^3) é o resultado, quando aplicada a tarifa conforme o consumo e o custo do metro cúbico. Finaliza-se este item com as economias (volume de água m^3 - e valor financeiro) propostas pelo SCAP.

O item 9.4 evidencia a economia de água (m^3) anual e a média mensal, bem como a economia financeira (R\$) anual e a média mensal, considerando cada uma das tarifas, caracterizando as entradas de caixa.

O item 9.5 apresenta as variáveis utilizadas para o cálculo do VPL, resultando e evidenciando no item 9.6 a viabilidade econômica e o período de retorno do investimento. O item 9.7 apresenta a possibilidade do apoio governamental através de um subsídio financeiro, no qual,

impacta um valor percentual em relação ao valor total do investimento SCAP, viabilidade econômica e o período de retorno do investimento.

9. Viabilidade Econômica e o Período de Retorno do Investimento

9.1	Valor total do Investimento (R\$)						
	2.382,00						
	Valor fixo ●			Valor dinâmico ○			
	Acréscimo mensal: não se aplica						
9.2	Consumo (m ³), valores e tarifas						
	Ano: 2009						
		Consumo sem SCAP		PWD não potável (30%)	VR (m ³) \bar{x}		
		Água CASAN	Tarifa (R\$)				
	Janeiro	24,8	99,83	7,44	7,61		
	Fevereiro	23,2	94,70	6,96	4,7		
	Março	24,8	99,83	7,44	6,16		
	Abril	24	99,83	7,2	3,97		
	Mai	24,8	99,83	7,44	5,26		
	Junho	24	99,83	7,2	2,38		
	Julho	24,8	99,83	7,44	3,42		
	Agosto	24,8	99,83	7,44	4,36		
	Setembro	24	99,83	7,2	4,87		
	Outubro	24,8	99,83	7,44	2,91		
	Novembro	24	99,83	7,2	3,38		
Dezembro	24,8	99,83	7,44	4,25			
Σ	292,8	1192,83	87,84	53,27			
Informações descritivas: <i>Inserir descrição</i>							
9.3	Consumo, valores e tarifas SCAP						
	Ano: 2009						
		Consumo com SCAP			Economia		
		Água CASAN	Tarifa (R\$)	Tarifa BR (m ³)	(m ³)	Tarifa (R\$)	Tarifa BR (R\$)
	Jan	17,36	63,95	42,50	7,44	35,88	57,33
	Fev	18,5	69,00	45,00	4,7	25,70	49,70
	Mar	18,64	69,00	45,00	6,16	30,83	54,83
	Abr	20,03	79,25	50,00	3,97	20,58	49,83
	Mai	19,54	74,10	47,50	5,26	25,73	52,33
	Jun	21,62	84,40	52,50	2,38	15,43	47,33
	Jul	21,38	84,40	52,50	3,42	15,43	47,33

	Ago	20,44	79,25	50,00	4,36	20,58	49,83
	Set	19,13	74,10	47,50	4,87	25,73	52,33
	Out	21,89	84,40	52,50	2,91	15,43	47,33
	Nov	20,62	79,25	50,00	3,38	20,58	49,83
	Dez	20,55	79,25	50,00	4,25	20,58	49,83
	Σ	239,7	920,35	585,00	53,1	272,48	585,00
	Informações descritivas: <i>Inserir descrição</i>						
9.4	Economia de água (m³) e economia financeira (R\$)						
	Economia de água (m ³):		Anual: 53,1		Mensal: 4,42		
	Tarifa CASAN (R\$):		Anual: 272,48		Mensal: 22,7		
	Tarifa BR (custo m ³):		Anual: 585,00		Mensal: 48,75		
9.5	Valor Presente Líquido (VPL) e taxas consideradas						
		Correção da tarifa de água (% / mês)				0,53	
	TMA	Taxa de atratividade (% / mês)				0,49	
	Bi	Economia monetária mensal (R\$)				22,70	
	Ci	Custo mensal para manutenção (R\$)				1,98	
	i	Mês considerado na análise				1	
9.6	Viabilidade econômica e Período de Retorno do Investimento (PRI)						
	Tempo de vida considerado do SCAP (anos)					10	
	PRI – Tarifa CASAN (anos):					14	
	PRI – Tarifa BR (anos):					3 anos e 7 meses	
9.7	Subsídio e apoio governamental						
	SIM <input checked="" type="radio"/>	NÃO <input type="radio"/>	Percentual do valor do investimento SCAP (%): 50				
	Informações descritivas adicionais			<i>Inserir descrição</i>			
	PRI – Tarifa CASAN (anos):			7			
	PRI – Tarifa BR (anos):			1 ano e 10 meses			

De forma geral, para avaliações quanto a esta especificação, define-se o investimento inicial nos equipamentos e instalações, os possíveis custos mensais, e relaciona-se com a possibilidade de redução da tarifa utilizando um SCAP através da economia financeira (R\$). A partir disto, calculam-se as entradas e saídas de cada fluxo de caixa mensal para a data atual do investimento. O somatório do valor presente do fluxo de caixa projetado fornece o VPL. Quando o valor for maior que 0 dentro do tempo de vida considerado, significa que o SCAP é

viável e possibilita a implementação, proporcionando, principalmente as economias do recurso hídrico e financeira.

3.10 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

O modelo SCAPHIS apresenta a sistematização do conhecimento proposto com o objetivo avaliação e análise quanto ao aproveitamento de água de chuva em habitações de interesse social. Cada uma das 9 especificações possibilita estudos e resultados para tomada de decisões quanto às práticas SCAP, bem como para a gestão do recurso.

Foram destacadas as nove especificações como: Região; Índice Pluviométrico, Área de captação; Pessoas e habitações; Demanda de água; Empresa fornecedora de água; Tecnologias SCAP; Monitoramento; e Viabilidade econômica e período de retorno do investimento.

Mesmo que a apresentação do modelo SCAPHIS siga uma sequência referente as nove especificações (Figura 14), o preenchimento das informações as tornam passíveis de configurações conforme a escolha do usuário, evidenciando especificações e resultados pontuais.

Vale ressaltar que cada especificação do modelo SCAPHIS evidencia informações e dados de entrada que impactam, sinergicamente, a outras especificações.

A informação inserida pode também estar disponível em variadas especificações. Isto acontece porque a informação é necessária para destacar os resultados e possibilitar o conhecimento ao usuário.

Todas as especificações disponibilizam espaço para a adição de informações do usuário, relevante e necessário para a melhoria contínua e evolução do modelo de avaliação proposto.

A sistematização do modelo SCAPHIS direciona ao trabalho conjunto com empresas nas áreas da tecnologia da informação e desenvolvimento de software, possibilitando a evolução e a efetividade quanto à disseminação do conhecimento e uso do modelo. A meta é um diagnóstico mais ágil quanto ao aproveitamento de água de chuva, em HIS, podendo também ter aplicações em habitações em geral.

É de relevância quanto à melhoria do modelo SCAPHIS, a preocupação e a necessidade de não delimitar o modelo proposto, obrigatoriamente, com as especificações apresentadas e descritas. Isto possibilita evidenciar outros aspectos e abordagens que resultem em uma confiabilidade quanto às aplicações e simulações em estudos futuros.

A seguir, apresentam-se as aplicações e simulações do modelo SCAPHIS nos seis estudos definidos.

4 APLICAÇÕES E SIMULAÇÕES SCAPHIS

A aplicação do modelo SCAPHIS tem o objetivo de trazer evidências quanto ao aproveitamento da água de chuva em habitações de interesse social (HIS). Para isto, a sistematização do modelo SCAPHIS é aplicada no projeto arquitetônico da COHAB/SC apresentado na seção 2.3.1, página 45, deste trabalho.

As definições quanto à identificação e avaliação do modelo SCAPHIS, evidenciadas com as aplicações das simulações, têm o objetivo de definir as possíveis variações e a dinâmica de um determinado fenômeno, previamente analisado e estudado para a tomada de decisão ágil e adequada. Ressalta-se que a nomenclatura técnica quanto às aplicações e simulações, pode também ser chamada de perfil de risco, gestão de riscos ou criação de cenários.

Para efeitos de simulação, análise e avaliações, altera-se o número de pessoas por habitação, caracterizando entre 1 a 6 habitantes e resulta na aplicação do modelo SCAPHIS em seis aplicações. É importante ressaltar que, utilizando características e informações quantitativas encontradas na literatura e as mais próximas da realidade quanto às HIS no Brasil, se estabelece as médias de quatro habitantes por habitação (COHAB, 2012), com uma demanda de 200 litros por pessoa por dia (CASAN, 2012).

Entretanto, os seis estudos evidenciam características quantitativas específicas, como:

- a demanda de água por habitação;
- a demanda de água com o uso do SCAP;
- a economia de água com o uso do SCAP;
- o percentual de economia de água potável;
- o percentual possível quanto à demanda de água não potável e previamente estabelecido em 30% do consumo total;
- a economia financeira evidenciada nas categorias “Social A” e “Residencial B”;
- a economia financeira utilizando a “tarifa BR” quanto ao custo do m³ aplicada às categorias “Social A” e “Residencial B”;
- a viabilidade econômica e o período de retorno do investimento (PRI) quanto às categorias “Social A” e “Residencial B” em relação às tarifas, bem como ao custo do m³ (tarifa BR) para a empresa fornecedora de água.
- a tecnologia SCAP selecionada e as principais variações do sistema, visando adequação ao uso.

Os resultados são apresentados através de variáveis quantitativas, descritas e relacionadas com aspectos sinérgicos complementares quanto ao desenvolvimento sustentável do recurso com vistas à educação ambiental, relevância tecnológica, receptividade social e compromisso institucional.

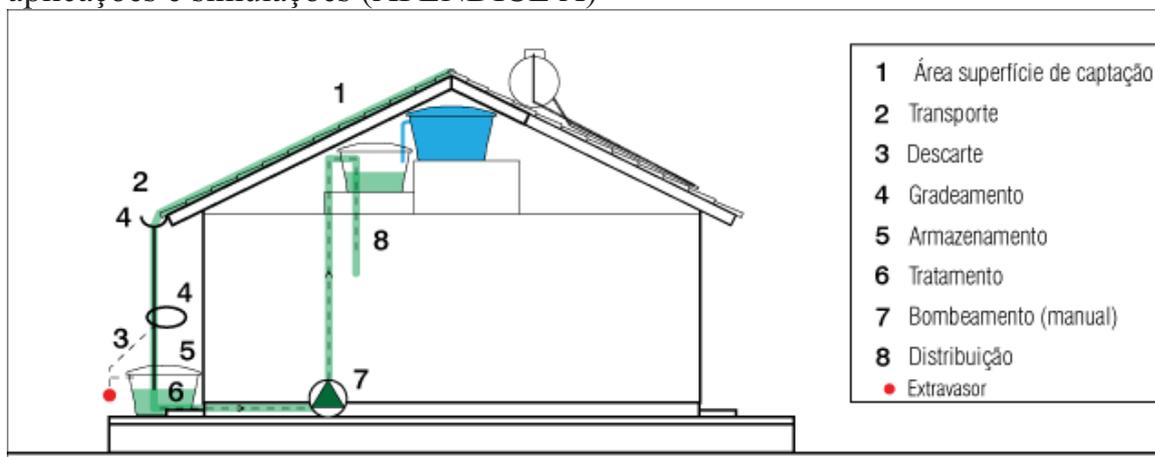
4.1 TECNOLOGIA SCAP SELECIONADA

As tecnologias estudadas e evidenciadas necessitam estar de acordo com o objetivo proposto, utilizando a área e o espaço físico disponível de forma adequada. Para isto, teve-se o acesso à planta baixa do projeto arquitetônico da COHAB/SC (ANEXO A - PLANTA BAIXA COHAB/SC) com as dimensões necessárias para a relação com os tipos e tamanhos das tecnologias. De acordo com a edificação da COHAB/SC (Figura 16), apresenta-se o fluxo e as tecnologias selecionadas (Tabela 18), que, de maneira geral, atendem a configuração do espaço físico disponível quanto à proposição das simulações apresentadas.

Para maiores informações, apresenta-se uma matriz (APÊNDICE A) destacando as características e descrições básicas, bem como o custo de investimento de cada tecnologia, o total do investimento e o número de componentes quanto ao SCAP selecionado para as simulações.

A partir da definição tecnológica, as avaliações finais dos estudos e simulações possibilitam propor variações conforme cada caso envolvendo demandas e número de pessoas por habitação, entre outros.

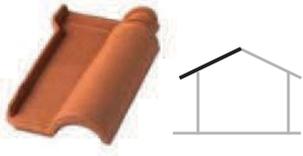
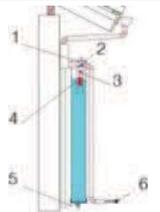
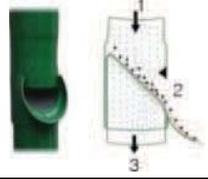
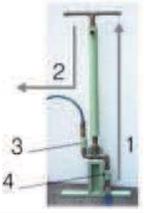
Figura 16: Esquemática e elementos do SCAP selecionado para as aplicações e simulações (APÊNDICE A)



Fonte: adaptado de Oliveira *et al.*. (2007); Lamberts *et al.*. (2010); Fewkes, (2012); e COHAB/SC, 2012.

Apresenta-se a proposição quanto à concepção do SCAP, evidenciando os sistemas e componentes envolvidos, os quais foram abordados na seção 2.2 deste trabalho (Tabela 18).

Tabela 18: Esquemática e elementos básicos do SCAP selecionado

Nº	Imagem	Descrição
1		Área de superfície de captação (Uma água = 35 m ²). Representa um dos caimentos da edificação. Telhas cerâmicas.
2		Calhas Aquapluv Tigre beiral (3 metros unidade) <ul style="list-style-type: none"> Componentes: cabeceiras; suportes de calha (sustentação); bocal “T”; grelha do bocal “T”; emenda de calha; cano vertical de descida e de subida; “T”; luva de redução; curva longa 900; joelho 900;
3		Produzido in loco com material hidráulico (canos, redutores, luvas, etc.)
4		Produzido in loco com material hidráulico (cano, redução, luva, etc.)
5		Caixa d’água armazenamento inferior (800 litros); Caixa d’água armazenamento superior (500 litros) <ul style="list-style-type: none"> Componentes: freio d’água; sifão extravasor; suprimento e alimentação; válvula de boia de nível.
6	Imagem não disponível	Cloração em pastilhas (1 pastilha semanalmente)
7		Bomba Manual (puxa-empurra)
8	Imagem não disponível	Distribuição: descarga em bacia sanitária e torneira ambiente externa

Fonte do autor

Visando maior compreensão quanto à Figura 16 e à Tabela 18, descreve-se a seguir, o fluxo do recurso e as tecnologias envolvidas.

O aproveitamento da água de chuva inicia através da superfície de captação através de um dos caimentos do telhado, classificado como uma água, caracterizado pela área de 35 m² e coberto por telhas cerâmicas (1). Utilizando a gravidade, a água é direcionada ao beiral do telhado e faz interface às calhas de coleta (2) e componentes, que utiliza os 8,70 metros de beiral, e apresenta um ponto de vazão direcionada ao bocal “T”. Este possibilita o componente modular de grelha para o gradeamento de sujeiras maiores e direciona a água para o cano vertical de descida até o sistema de descarte (3). Após o descarte das primeiras águas de chuva, outro sistema de gradeamento (4) elimina partículas menores e direciona a água para o armazenamento (5). Para a desinfecção da água armazenada, a cloração (6) é indicada conforme um cronograma previamente estabelecido (ações do usuário). O bombeamento manual (7) é proposto como a alternativa mais sustentável e indicada para maximizar a educação ambiental, entretanto requer ações efetivas do usuário. Este bombeamento é direcionado ao armazenamento superior responsável pela distribuição ao ponto de utilização definido (8), e neste caso, para o uso em bacia sanitária e torneira externa, que representa cerca de 30% do consumo de água.

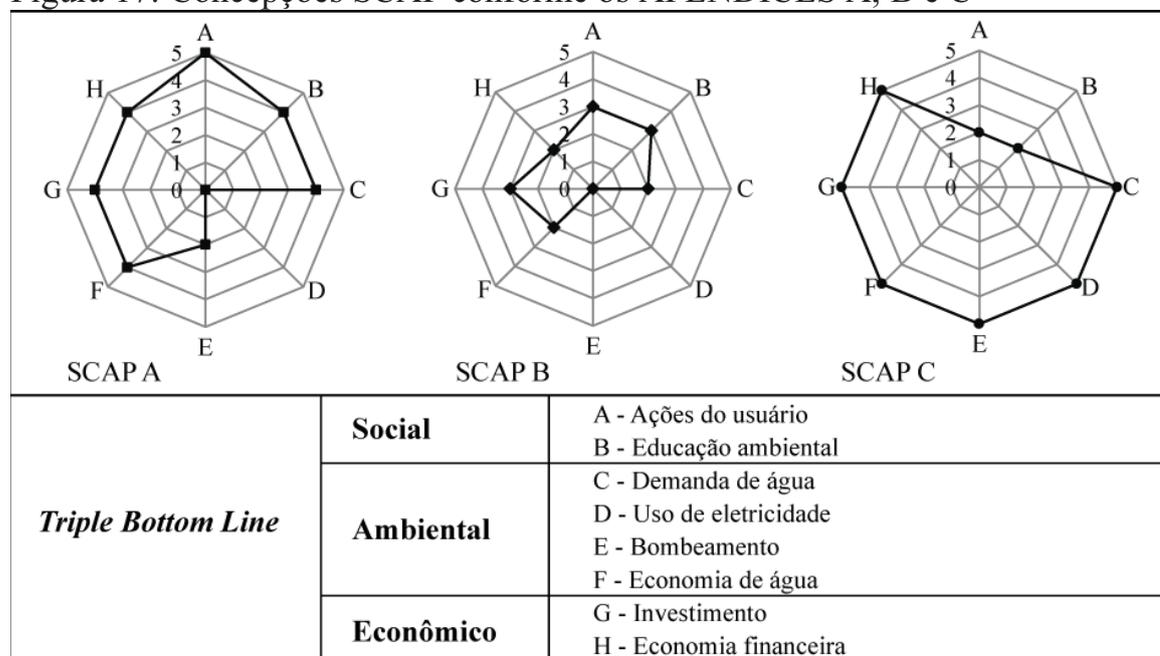
A Figura 17 mostra indicadores e aspectos relacionados a fatores impactantes quanto à concepção SCAP selecionada (SCAP A – APÊNDICE A) e as outras duas concepções SCAP consideradas (SCAP B e C – APÊNDICES B e C). São considerados os indicadores quanto às ações do usuário, educação ambiental, demanda de água, uso da eletricidade, bombeamento, economia de água, investimento e economia financeira, relacionados com o triple bottom line da sustentabilidade segundo Elkington (2012). O autor evidencia que o triple bottom line ou “tripé da sustentabilidade” corresponde a resultados medidos em termos sociais (justiça social), ambientais (qualidade ambiental) e econômicos (prosperidade econômica).

Estes indicadores possibilitam evidenciar características dos SCAP envolvidos, trazendo ações potenciais com vistas ao desenvolvimento sustentável do recurso hídrico, além de proporcionar insights a estudos futuros.

Para avaliação quanto às abordagens aos indicadores da Figura 17, classificam-se, através da escala definida e descrita como segue: cada um dos vértices mostra em sua linha correspondente os valores entre 0 e 5, onde o valor 0 é igual a “não se aplica” (baixo), e o valor 5 resulta em “considerada aplicação” (alto). A partir desta escala definida,

pode-se direcionar a concepção SCAP e suas características em relação às avaliações e análise aos aspectos característicos da unidade residencial.

Figura 17: Concepções SCAP conforme os APÊNDICES A, B e C



Fonte do autor

Apesar do SCAP A (APÊNDICE A) ser o sistema selecionado para os estudos e simulações, é importante apresentar e destacar as características entre as concepções e configurações dos SCAPs evidenciadas (APÊNDICES A, B e C), abordando diferenciais relevantes para a escolha do sistema mais adequado e alinhado às características de uma determinada unidade familiar residencial.

4.2 RESULTADOS

Os resultados quantitativos referentes às seis aplicações e simulações são apresentados na Tabela 19.

Os seis casos aplicam-se à mesma região e compreendem a mesma série cronológica quanto ao índice pluviométrico disponibilizado pelo INMET – Instituto Nacional de Meteorologia.

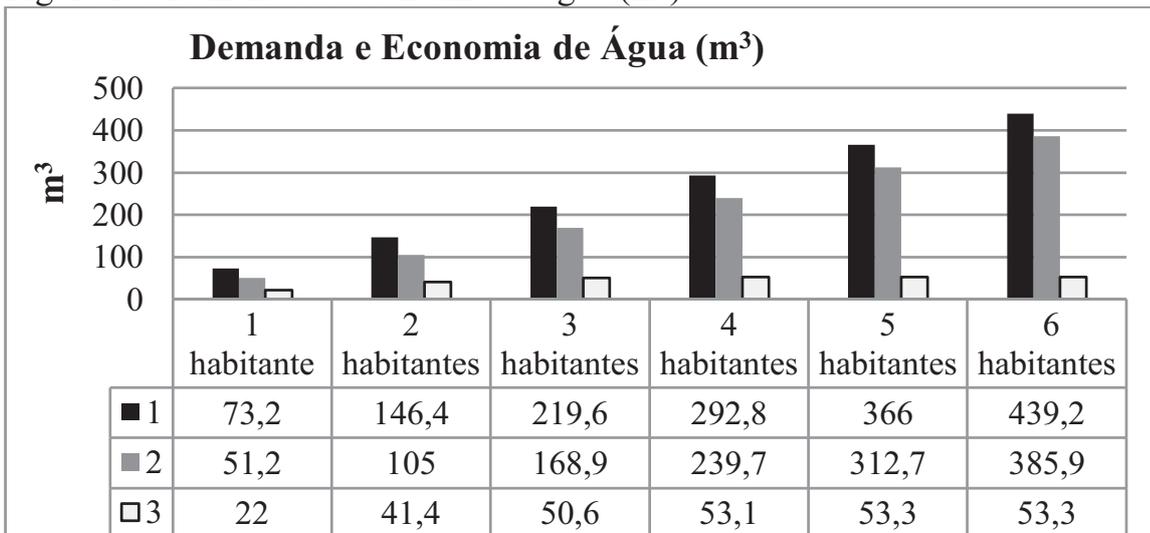
Os estudos utilizam a mesma área de captação da habitação da COHAB/SC, representando um dos dois caimentos do telhado, classificado como uma água, caracterizado pela área de 35 m². A

demanda diária por pessoa é estabelecida em 200 litros para todos os casos, bem como o custo do investimento do SCAP de R\$ 2.382,00.

A partir destas informações, os resultados quanto às demandas e economia (m^3), percentual de economia (%), economia financeira (R\$), viabilidade econômica e período de retorno do investimento, apresentam variações relevantes.

Com a variação no número de habitantes, apresentam-se as demandas para cada caso (Figura 18), resultando em consumos diários entre 200 e 1.200 litros por habitação. Destaca-se a demanda anual entre $73,2 m^3$ e $439,2 m^3$, a redução desta mesma demanda com o uso de um SCAP entre $51,2 m^3$ e $385,9 m^3$. Com o uso do SCAP é possível uma economia de água potável anual nas seis simulações, apresentando valores entre $22 m^3$ e $53,3 m^3$. Com o uso de um SCAP é possível reduzir a demanda de água potável, apresentando uma economia entre 22.000 e 53.300 litros por ano.

Figura 18: Demandas e economia de água (m^3)



Fonte do autor

Legenda:

- 1 Demanda de água por ano (m^3)
- 2 Demanda de água por ano com SCAP (m^3)
- 3 Economia de água por ano (m^3)

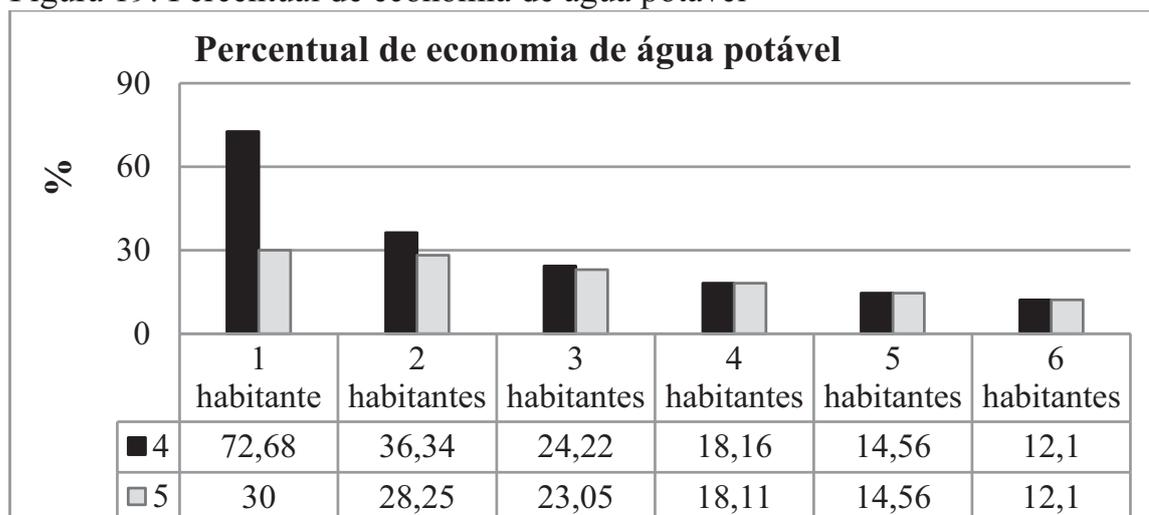
A Figura 19 apresenta o percentual de economia de água potável, utilizando o volume mensal de água de chuva possível de captação (VR) em relação à demanda de água para cada habitação. Resulta em uma variação considerando o aproveitamento de toda água captada em relação à demanda total, bem como o percentual em relação à demanda não potável, que é de 30%.

Tabela 19: Resultados SCAPHIS

1	Região		Florianópolis/SC	Florianópolis/SC	Florianópolis/SC	Florianópolis/SC	Florianópolis/SC	Florianópolis/SC	
2	Índice pluviométrico		INMET	INMET	INMET	INMET	INMET	INMET	
3	Área de captação (m ²)		35	35	35	35	35	35	
4	Habitantes		1	2	3	4	5	6	
5	Tecnologias SCAP (R\$) - Investimento		2.382,00	2.382,00	2.382,00	2.382,00	2.382,00	2.382,00	
6	Demanda de água (m ³)	Litros por dia	habitante \bar{x}	200	200	200	200	200	200
			habitação Σ	200	400	600	800	1000	1200
		Demanda	m ³ /ano Σ	73,2	146,4	219,6	292,8	366	439,2
			m ³ /mês \bar{x}	6,1	12,2	18,3	24,4	30,5	36,6
		Demanda com SCAP	m ³ /ano Σ	51,24	105,03	168,94	245,16	312,73	385,93
m ³ /mês \bar{x}	4,27		8,75	14,07	20,43	26,06	32,16		
7	Economia de água (m ³)		litros/ano \bar{x}	21.960	41.370	50.660	53.100	53.270	53.270
			m ³ /ano Σ	21,96	41,37	50,66	53,1	53,27	53,27
			m ³ /mês \bar{x}	1,83	3,44	4,22	4,42	4,43	4,43
8	Percentual de economia de água potável (%)		PPWS	72,68	36,34	24,22	18,16	14,56	12,1
			Não potável	30	28,25	23,05	18,11	14,56	12,1
9	Economia financeira (R\$)	Social "A"	R\$ / ano Σ	-	33,81	73,50	78,04	86,73	83,79
			R\$ / mês \bar{x}	-	2,81	6,12	6,50	7,22	6,98
			tarifa BR/ano Σ	-	-	-	-	-	-
			tarifa BR/mês	-	-	-	-	-	-
		Residencial "B"	R\$ / ano Σ	-	118,00	256,63	272,51	302,67	292,41
			R\$ / mês \bar{x}	-	9,83	21,38	22,71	25,22	24,36
			tarifa BR/ano Σ	216,12	209,00	411,20	607,83	830,60	1.012,33
tarifa BR/mês	18,01	17,42	34,26	50,65	69,21	84,36			
10	Período de retorno do investimento (anos)		Social "A"	-	-	-	-	-	-
			Residencial "B"	-	-	14 anos 11	14 anos	11 anos e 7	11 anos e 3
			Tarifa BR "A"	-	-	-	-	-	-
			Tarifa BR "B"	20 anos e 11	20 anos e 9	7 anos e 7	3 anos e 7	2 anos e 9	1 ano e 6

Fonte do autor

Figura 19: Percentual de economia de água potável



Fonte do autor

Legenda:

- 4 Percentual de economia de água potável
- 5 Percentual de economia de água potável (% não potável)

A Figura 19 apresenta um percentual entre 12,1% e 72,68%. O percentual definido para fins não potáveis é de 30% em relação à demanda e apresenta resultados variando entre 12,1% e 30%.

Percebe-se na Figura 19 que, as habitações que ficam abaixo dos 30% possibilitam direcionar esforços a fim de maximizar a captação e o aproveitamento da água de chuva, seja através do aumento da área de captação, tecnologias envolvidas e o conseqüentemente aumento do investimento no SCAP.

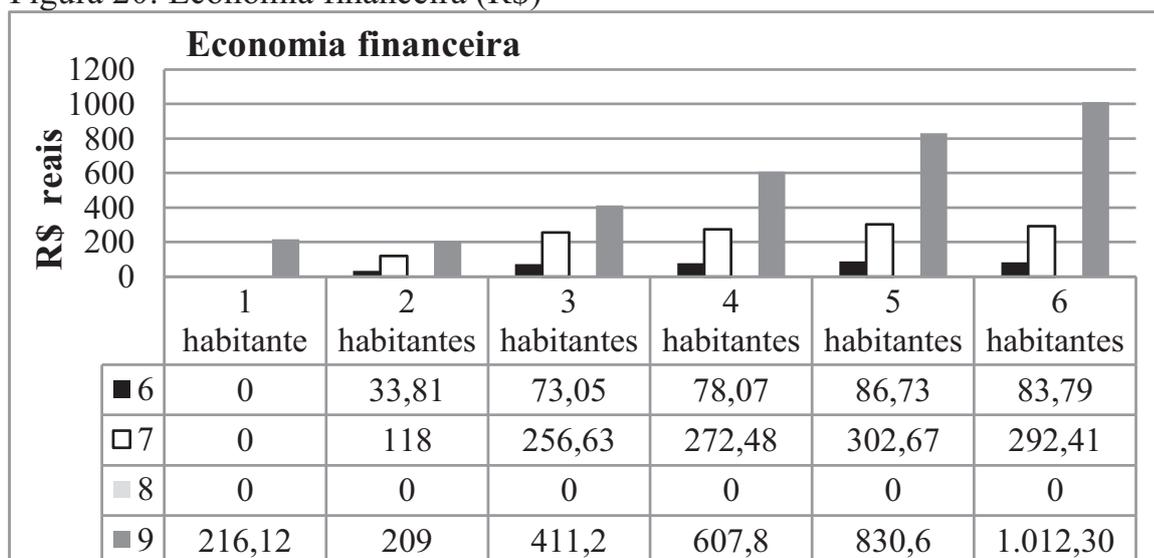
Para avaliações quanto à economia financeira anual (Figura 20), aplicam-se as tradicionais tarifas utilizadas pela CASAN, “social A” e “residencial B”, e que, através da economia de água, possibilitam reduzir a fatura mensal. A categoria “social A” é a que apresenta menor potencial quanto à economia financeira, pelo motivo da aplicação do custo do metro cúbico ser inferior ao custo de produção da CASAN, o que toma boa parte do volume e do custo subsidiado pelo governo. O primeiro caso, no que se refere a um habitante, não resulta em valores que possibilite economia financeira, e somente a partir de dois habitantes, se evidencia uma economia financeira anual entre R\$ 33,81 e R\$ 86,73. A categoria “residencial B”, igualmente à anterior, só apresenta economia financeira a partir de dois habitantes, resultando em uma variação entre R\$ 118 e R\$ 292,41 anuais.

Os casos que não possibilitam economia financeira, nos quais contemplam 1 habitante nas duas categorias (Social A e Residencial B), a demanda sem o uso do SCAP fica em torno de 6,1 m³ por mês. Com o

uso do SCAP a demanda reduz para 4,27. Isto se deve ao fato da tarifa ter valor fixo entre o volume de consumo de 0 e 10 m³ mensais. Portanto, toda demanda mensal de uma residência, abaixo de 10 m³, não possibilita economia financeira, somente economia de água.

Considerando cenários atuais quanto à aplicação da tarifa, a pesquisa evidencia a possibilidade de economia financeira a partir de dois habitantes, com considerada diferença entre as categorias e conforme a Figura 20.

Figura 20: Economia financeira (R\$)



Fonte do autor

Legenda:

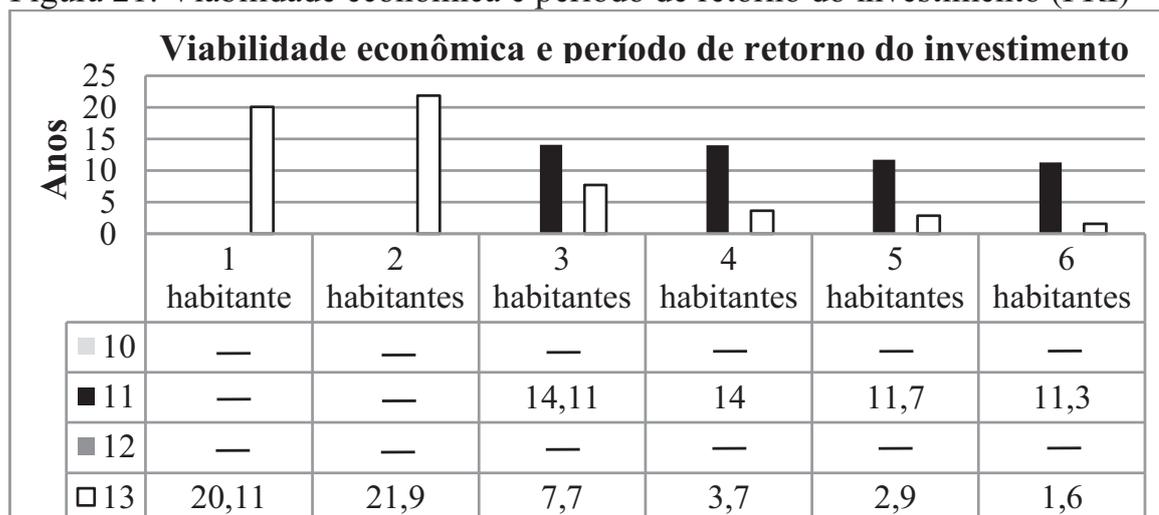
- 6 Economia financeira por ano (Social A)
- 7 Economia financeira por ano (Residencial B)
- 8 Economia financeira por ano (Social A) - tarifa custo m³
- 9 Economia financeira por ano (Residencial B) - tarifa custo m³

Visando maior abrangência e analisando os valores quanto à economia financeira, torna-se relevante a intervenção governamental através de alternativas inovadoras de gestão. A proposição e aplicação de uma tarifa alternativa (tarifa BR) quanto ao custo do metro cúbico (m³), a pesquisa mostra economia mais significativa, entretanto, somente para a categoria “Residencial B” e com variações entre R\$ 209,00 e R\$ 1.012,30 (Figura 20), demonstrando maiores possibilidades quanto à viabilidade e efetividade de um SCAPHIS.

O Período de Retorno do Investimento (PRI) (Figura 21) está relacionado e resulta da economia financeira através da economia de água, em relação ao investimento no SCAP, evidenciado através do método VPL (Valor Presente Líquido). O PRI proposto para a categoria

“Social A” não é considerado em função do elevado período de retorno (acima de 70 anos), tornando-se inviável. Igualmente, torna-se inviável a aplicação da “tarifa BR” para esta categoria, pelo elevado período de retorno do investimento. Percebe-se a necessidade de apoio governamental com vistas à educação ambiental, a captação e o aproveitamento direcionado a pequenos volumes.

Figura 21: Viabilidade econômica e período de retorno do investimento (PRI)



Fonte do autor

Legenda (14,11 = 14 anos e 11 meses):

- 10 PRI - Período de retorno do investimento (Social A)
- 11 PRI - Período de retorno do investimento (Residencial B)
- 12 PRI - Tarifa diferenciada – custo do m³ (Social A)
- 13 PRI - Tarifa diferenciada – custo do m³ (Residencial B)

A Figura 21 apresenta valores como por exemplo 11,3, que significa que o período de retorno do investimento é de 11 anos e 3 meses. Com esta lógica, apresentam-se os resultados para todos os casos que contenham vírgula.

Considerando as tarifas e faturas da CASAN, a categoria “Residencial B” apresenta um período de retorno do investimento entre 11 anos e 3 meses e 14 anos e 11 meses, considerado acima do tempo de vida estipulado para o SCAP e inviável. A aplicação da “tarifa BR” (custo do m³) é a única que apresenta viabilidades, com período de retorno do investimento entre 1 ano e 6 meses e 7 anos e 7 meses, a partir de 3 habitantes por habitação (Figura 21). Para os casos de 1 e 2 habitantes o cenário se torna inviável economicamente e em relação ao tempo do retorno do investimento.

Os períodos de retorno de investimento evidenciados na Figura 21 mostram características financeiras, entretanto, o retorno e benefício

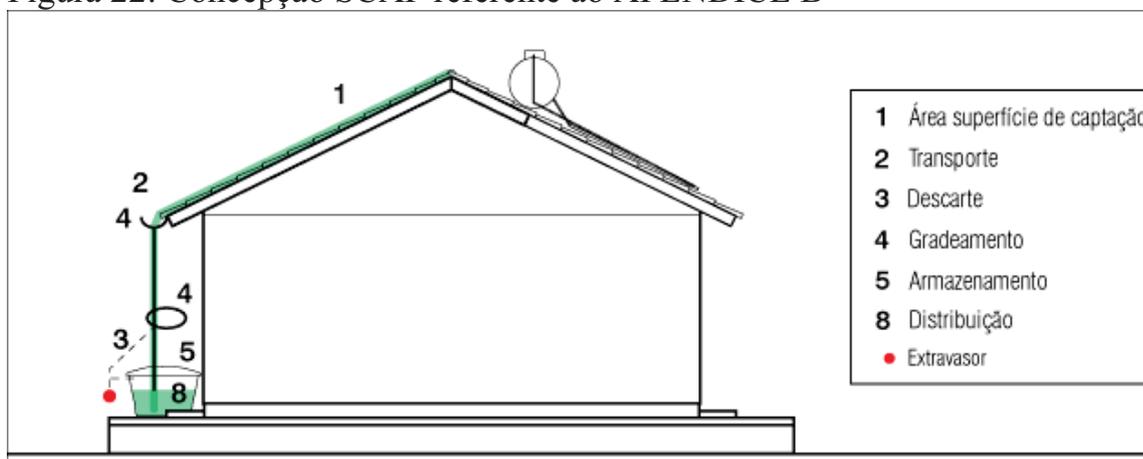
perceptíveis quanto à economia do recurso hídrico têm início nos primeiros dias de chuva, e após a implementação do SCAP.

Além de abordar a realidade em relação ao consumo e às tarifas, estudou-se brevemente a possibilidade de aplicação de uma tarifa diferenciada em relação ao metro cúbico consumido (tarifa BR - custo do m^3) para consumidores que estejam dispostos ao uso de um SCAP. Utiliza-se esta abordagem visando maiores possibilidades e viabilidades para a efetividade de um SCAP, bem como para destacar alternativas quanto à governança da água e dos recursos hídricos. É importante ressaltar que com a possibilidade de um subsídio e apoio financeiro quanto ao SCAP, os períodos de retorno do investimento se reduzem significativamente às apresentadas na Figura 21 e são relativas à porcentagem subsidiada.

Nas avaliações estudadas, os casos que evidenciam maiores potencialidades quanto à viabilidade, compreendem as habitações compostas por três, quatro, cinco e seis habitantes, e as que apresentam maiores demandas de água, na categoria classificada como “Residencial B” da Tarifa BR. Os resultados mostram que o foco principal de estudos SCAPHIS deve direcionar a esta categoria, bem como da necessidade de uma gestão diferenciada. Diante da evolução e efetividade deste sistema, estudos complementares visando à simplificação do SCAP, tomam diretrizes e importância quanto à categoria “Social A”.

Para o caso que resulta em demanda de água $<10 m^3$ (1 habitante), é possível e se faz necessário a redução e otimização do sistema, direcionado à concepção SCAP mais simples, utilizando a gravidade e o armazenamento externo (APÊNDICE B), bem como a possibilidade de redução da área de superfície/captação (Figura 22).

Figura 22: Concepção SCAP referente ao APÊNDICE B



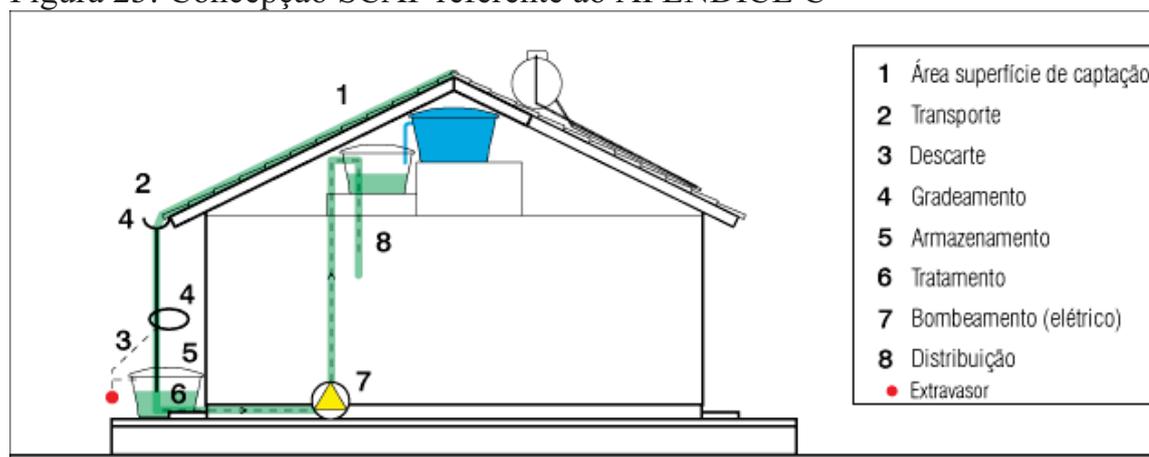
Fonte do autor

Para estes casos, o fator determinante é a redução de componentes estruturais, sistemas e subsistemas, reduzindo o número de tecnologias SCAP envolvidas. O uso do fluxo por gravidade para a distribuição e abastecimento de água e o ajuste do tanque de armazenamento abaixo do telhado visam às melhorias ambientais de um SCAP, o que possibilita maior eficiência se considerado desde a concepção projetual das habitações.

Quando o uso da gravidade não é utilizado em sua totalidade, o sistema de bombeamento é uma das tecnologias mais impactantes nas variações dos resultados. O bombeamento *manual* (APÊNDICE A) é proposto como a alternativa visando atender o percentual definido de água não potável, e possibilita maximizar a educação ambiental e o desenvolvimento sustentável, consideradas pelas ações do usuário e contato efetivo quanto ao fluxo e funcionamento do sistema como um todo. Um aspecto relevante ainda a ser estudado de forma detalhada é quanto à ação de bombeamento manual em relação à alimentação de água potável no tanque superior de armazenamento, também conforme prioridades e intercalação entre estas ações.

O bombeamento *elétrico* (APÊNDICE C – Figura 23), com o uso de eletricidade, requer um acréscimo financeiro mensal, o que torna o custo do SCAP maior e aparentemente diminui a viabilidade econômica, entretanto não compromete a eficiência quanto à captação e o aproveitamento da água de chuva visando atender o percentual definido de água não potável.

Figura 23: Concepção SCAP referente ao APÊNDICE C



Fonte do autor

Estes aspectos impactam na viabilidade, na classificação e na hierarquia sustentável do sistema como um todo.

Os resultados qualitativos, bem como quantitativos (Tabela 19), apresentam simulações e estudos em uma das concepções SCAP (APÊNDICE A), adequada quanto ao espaço físico disponível e às tecnologias disponíveis no mercado, possibilitando variações pontuais conforme as características de cada caso e uso específico (bombeamento manual ou elétrico). Igualmente para este caso, o apoio governamental é necessário, seja através do subsídio para a implantação destas tecnologias, bem como para a gestão e governança quanto as alternativas nas tarifas aplicadas quanto aos recursos hídricos e serviços de apoio, visando atender as necessidades desta unidade habitacional.

Quanto aos casos que apresentam maior consumo de água, como nas habitações que compõem cinco e seis habitantes, podem-se utilizar as características técnicas do SCAP evidenciado no APÊNDICE A, entretanto, é indicada a ampliação do sistema, utilizando a área de captação através das duas águas de caimentos do telhado. Estas variações buscam atender maiores demandas de água, conforme as características das famílias que compõem estas unidades habitacionais.

As aplicações e simulações apresentadas mostram características em relação à realidade dos recursos hídricos na cidade de Florianópolis, com relativa equidade quanto à aplicação em outras regiões do Estado de Santa Catarina, seja pela região e índice pluviométrico, demandas de água, empresa fornecedora de água e tarifas, tecnologias, entre outros.

O modelo SCAPHIS proposto estabelece parâmetros, orientações, e consegue evidenciar informações relevantes para análise e avaliação na implementação de um sistema de captação de água pluvial – SCAP, conforme características de determinadas unidades habitacionais, equivalente às apresentadas nos estudos e simulações.

Estas variáveis buscam uma abordagem sistêmica e dinâmica entre as especificações do modelo SCAPHIS, bem como características quanto à sustentabilidade do recurso, aspectos de mercado e sociais, tecnologias e organizações envolvidas.

5 CONCLUSÕES

Inicialmente, neste último capítulo estão descritas as conclusões do trabalho desenvolvido. Complementam-se com evidências quanto as recomendações para o desenvolvimento de futuros trabalhos nesta linha de pesquisa.

A integração dos recursos hídricos de forma sistêmica é prioridade e foi busca incessante quanto ao modelo de avaliação proposto – SCAPHIS. Este é apresentado através de nove etapas (Figura 14 – página 50). Um dos fatores que envolvem a confiabilidade dos resultados do modelo SCAPHIS, é fazer com que todas as especificações descritas no modelo tenham as informações necessárias através de fácil e rápido acesso. Em contrapartida, caso as especificações não estejam disponíveis ou configuradas de forma adequada, percebe-se que o diagnóstico resultante para tomada de decisão não consiga evidenciar respostas ágeis e confiáveis.

Para tal a pesquisa mostra a necessidade da inserção da tecnologia da informação, visando unir e disponibilizar as informações de cada especificação evidenciada no modelo SCAPHIS, diagnosticando potencialidades imediatas e em tempo real. Da mesma maneira, são consideradas iniciativas e propostas inovadoras os aplicativos quanto a informações e monitoramento do consumo de água em uma unidade habitacional uma vez que visam o desenvolvimento sustentável, através de uma gestão transparente para o usuário. Destacam-se também as possibilidades dinâmicas na formulação e organização das especificações do modelo SCAPHIS conforme critérios e ações do usuário. Estes aspectos possibilitam transcender ações direcionadas exclusivamente à COHAB/SC, buscando maior abrangência quanto à usabilidade do SCAP, bem como maximizando apoio efetivo à sociedade quanto a sistemas de captação de água pluvial e aos recursos hídricos.

Quanto ao resultado da pesquisa, conclui-se que as habitações a partir de três habitantes ou que apresentam maior consumo de água, possibilitam maximizar a captação e o aproveitamento da água de chuva, através da ampliação do SCAP, com o aumento da área de captação, visando atender o percentual de demanda não potável.

Nos resultados das avaliações estudadas, os casos com maiores viabilidades, compreendem as habitações compostas por três, quatro, cinco e seis habitantes, na categoria classificada como “Residencial B” da Tarifa BR. Os resultados mostram que o foco principal de estudos SCAPHIS direcionam a esta categoria, apresentando maiores

possibilidades e viabilidades para a efetividade de um SCAP, reforçando assim a necessidade de uma gestão diferenciada quanto à governança da água e dos recursos hídricos para práticas SCAP.

Alternativas inovadoras quanto à gestão, como por exemplo, a proposição da Tarifa BR, possibilitam maior abrangência quanto à viabilidade e economia financeira, justificando a intervenção governamental.

Para resultados que apresentam baixa demanda de água, faz-se necessário a redução do SCAP, bem como a possibilidade das reduções da área de superfície de captação e das tecnologias SCAP envolvidas.

O modelo SCAPHIS, o qual possibilitou apresentar resultados quantitativos, evidencia a existência de três vertentes qualitativas, sinérgicas, complementares e fundamentais para a viabilidade e efetividade de sistemas de captação de água pluvial.

A primeira é quanto à gestão governamental (compromisso institucional), a segunda direciona-se à sociedade e ao usuário (receptividade de mercado) e a terceira converge às tecnologias envolvidas (relevância tecnológica). Estas possibilitam estudos e evidências significativas, que podem potencializar a educação social e ambiental bem como o desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos.

Percebe-se que tanto o incentivo quanto às dificuldades centralizam-se no governo, como no caso do decreto nº 099, de 1º de março de 2007, o qual obriga todas as construções novas e reformas de prédios públicos financiadas ou incentivadas pelo Governo do Estado de Santa Catarina, prever e implementar sistema para captação ou retenção de águas pluviais. Medidas equivalentes para o setor residencial e industrial deveriam acompanhar estas práticas, unidas a uma gestão flexível visando o desenvolvimento sustentável entre governo, empresa fornecedora de água e *stakeholders*.

Uma transição considerando a gestão sustentável dos recursos hídricos, como suporte e apoio ao abastecimento convencional é possível e fundamental para potencializar as mais variadas possibilidades e cenários, como no caso de tarifas alternativas (Tarifa BR – custo do m³) para o usuário que esteja disposto a utilizar o SCAP. O apoio governamental é relevante e fundamental, seja ele financeiro, suporte, manutenção, *PSS (product service-system* ou *sistema produto-serviço*), potencializando viabilidades, bem como aspectos de educação ambiental através do retorno e benefícios perceptíveis da economia imediata à implantação do SCAP.

Com foco na sociedade e receptividade de mercado, percebe-se que sistemas de captação e aproveitamento de água de chuva convergem à participação do usuário de forma efetiva, seja pela decisão de adquirir este serviço e tecnologias, seja para a manutenção, monitoramento e uso do SCAP. O usuário é a variável participativa e fundamental no processo como um todo quando adquire a cultura do desenvolvimento sustentável de forma efetiva, e para isso, são necessários atrativos e incentivos, sejam tecnológicos e financeiros, além do interesse ambiental quanto à preservação dos recursos hídricos. O SCAP requer um esforço sazonal e disciplinado do usuário para as ações de tarefa, da devida manutenção preventiva, do acompanhamento e monitoramento quanto ao funcionamento adequado do sistema. Percebe-se, portanto, que as ações estratégicas para implantação destas práticas ainda proporcionam extensos mercados e estudos visando à cultura sustentável por parte do governo.

Esta lacuna de mercado depende também de uma hierarquia e classificação de onde existe a necessidade de implementação do SCAP, conforme a disponibilidade de água, demandas, entre outros.

Quanto a questões técnicas do SCAP, é relevante abordar que no caso de HIS, tecnologias e SCAP são as que encontram mais dificuldades para efetividade e viabilidade, pois, geralmente, possuem uma concepção arquitetônica térrea, a qual prevê o uso de sistemas de bombeamento. Além disso, as características do usuário em relação ao critério sócio-econômico, bem como ao uso da água é o mais baixo das demandas evidenciadas. Complementam-se estes aspectos com o baixo poder aquisitivo destas pessoas e famílias.

Ainda referente à relevância tecnológica, um dos primeiros requisitos a ser definido é quanto ao uso da água pluvial captada e à quantidade necessária em relação à demanda. Tratando-se de HIS, a quantia necessária direcionada ao uso não potável evidencia em torno de 30% da demanda total diária. A partir da classificação quanto ao uso, pode-se determinar as possíveis concepções do SCAP e as mais eficientes quanto à unidade residencial bem como as características da família a usar o sistema (APÊNDICES A, B e C).

Percebe-se grande potencial quanto à P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) de produto, onde se destacam extremos entre tecnologias produzidas in loco e outras mais complexas ou importadas. Esta lacuna de mercado e tecnologias possibilita inferir decisões e possibilidades na concepção de um SCAP. Nesta pesquisa, percebe-se também a necessidade e objetivo de considerar as práticas de captação e aproveitamento de água de chuva desde a concepção projetual das

unidades residenciais. Destaca-se que um sistema de aproveitamento de água pluvial deve ser pensado desde a concepção projetual de uma edificação, possibilitando maximizar aspectos fundamentais quanto ao usuário, tecnologias e gestão necessária

Aspectos tecnológicos mostram sistemas principais, inferindo possível P&D de produto, inicialmente quanto ao sistema de captação ou telhado, pensado como telha, como placa modular de captação, ou até mesmo como área de captação e distribuição. Recomenda-se classificar o ciclo de todos os processos utilizados em um SCAP nas habitações em geral. Os sistemas evidenciados foram: captação; transporte; gradeamento ou filtragem; armazenamento; tratamento ou desinfecção; distribuição e sinalização. Além de complementares precisam ser projetados e instalados de forma otimizada em relação a distâncias e espaço físico, bem como adequada à oferta e demanda. A partir disto, empresas privadas e estatais (apoio governamental), com foco na gestão sustentável e na educação ambiental, podem priorizar inovação, bem como a P&D de produtos para a captação e aproveitamento de água de chuva, direcionando o foco também para sistemas de baixo volume de captação para um uso específico (demanda não potável). Caracteriza-se também, a usabilidade de um SCAP como uma atividade que não esteja relacionada com retorno ou economia financeira.

Para isto, torna-se relevante que o mesmo seja de baixo custo quanto ao investimento, de fácil acesso que evidencie o ciclo e o aproveitamento da água de forma aparente e simbólica visando maximizar aspectos da sustentabilidade e educação ambiental.

É importante ressaltar a dificuldade encontrada quanto à unicidade referente às tecnologias envolvidas e aos sistemas complementares e sequenciais que compõe o SCAP. Diversas empresas se limitam a uma única tecnologia ou componente, não apresentando os produtos de todo o ciclo do recurso hídrico em um SCAP.

Torna-se importante salientar que é fundamental o apoio e incentivo governamental através de políticas públicas com foco em HIS, e diante da aplicação do custo do m³ para a empresa fornecedora de água, em relação ao consumo de cada habitação. Estas ações possibilitam maior viabilidade para implementações quanto ao SCAP, bem como um período menor de retorno do investimento.

Um importante destaque diz respeito às ações e práticas que foram focalizadas no estudo, quais sejam: o compartilhamento do conhecimento da realidade e da gestão utilizada quanto aos recursos hídricos, os sistemas e tecnologias disponíveis, as edificações HIS, a possibilidade de maximização da importantíssima conscientização e

educação ambiental e desenvolvimento sustentável, o acompanhamento destas práticas através de monitoramento técnico, entre outros.

Conclui-se que há um potencial ainda pouco explorado, através de uma abordagem sistêmica quanto ao SCAP e a sinergia necessária dos aspectos abordados nesta seção, no qual possibilitam maior efetividade através de proposição governamental, tecnologias e sociedade.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Visando a extensão e evolução desta pesquisa, as recomendações para o desenvolvimento de futuros trabalhos nesta linha de pesquisa, iniciam através da inserção da tecnologia da informação com a aplicação do modelo proposto através de desenvolvimento de software de forma efetiva, transcendendo aos estudos e aplicações direcionados à HIS, atendendo além de qualquer tipologia de edificação, a qualquer usuário e à sociedade em geral.

Através do modelo SCAPHIS proposto a hierarquia e classificação dos dados de entrada mais importantes e necessários para a criação de uma ferramenta virtual com acesso gratuito (website) com o objetivo de um diagnóstico ágil e em tempo real, proporcionando o conhecimento necessário para o usuário de aspectos potenciais quanto à economia de água, economia financeira, educação ambiental, bem como de dados técnicos referentes a uma edificação específica.

Outro desafio refere-se à sistematização em nível comercial e industrial visando características para projetos de economia e priorizando processos que consomem grande quantidade de água. Com o estudo feito ampliam-se os potenciais de pesquisa visando a criação de cenários variados com foco em HIS, uma vez que traz evidências de como pode ser um SCAP, quem o utiliza e com qual finalidade. A pesquisa-ação em um conjunto habitacional com uma mesma amostra (unidade familiar) e diferentes tipos de SCAP operando, podem trazer maiores evidências para uma análise mais adequada e viável seja ela social, ambiental e econômica.

REFERÊNCIAS

3P Technik. Filtersystem – Sistemas de Filtragem. Disponível em: <<http://www.agua-de-chuva.com/16-2-Sistemas-de-Filtragem.html>> Acesso em 24 de janeiro de 2012.

ABDULLA, F. A.; AL-SHAREEF A.W. Roof rainwater harvesting systems for household water supply in Jordan. **Desalination**. Jordânia. Vol. 243, pp. 195-207, 2009.

AGUIAR, J. ÁGUA PARA TODOS 2011. Disponível em: <http://jorcyaguiar.blogspot.com.br/2011_07_01_archive.html> Acesso em 02 de maio de 2012.

ANA. Agência Nacional de Águas. Disponível em: <<http://200.140.135.139/Usuario/DadoPesquisar.aspx?est=270648550>> Acesso em 13 de junho de 2012.

ANGRILL, S.; FARRENY, R.; GASOL, C. M.; GABARRELL, X.; VIÑOLAS, B.; JOSA, A.; RIERADEVALL, J. Environmental analysis of rainwater harvesting infrastructures in diffuse and compact urban models of Mediterranean climate. **International Journal Life Cycle Assessment**. Vol. 17, pp.25-42, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10.844: Instalações prediais de águas pluviais**. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15.527: Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos**. ISBN 978-85-07-00668-8. Rio de Janeiro, 2007.

BOELEEE, E.; YOHANNES, M.; PODA, J.-N.; MCCARTNEY, M.; CECCHI, P.; KIBRET, S.; HAGOS, F.; LAAMRANI, H. Options for water storage and rainwater harvesting to improve health and resilience against climate change in Africa. **Regional Environmental Change**. Springer-Verlag, 2012.

BRANCO, A. M.; SUASSUNA, J.; VAINSENER, S. A. Improving access to water resources through rainwater harvesting as a mitigation measure: the case of the brazilian semi-arid region. **Mitigation and**

Adaptation Strategies for Global Change. Recife, Pernambuco, Brasil. Vol. 10, pp. 393-409, 2005.

CAMPISANO, A.; MODICA, C. Optimal sizing of storage tanks for domestic rainwater harvesting in Sicily. **Resources, Conservation and Recycling.** University of Catania, Italy. Vol. 63 pp. 9–16, 2012.

CASAN – Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. 2012. Manual de Serviços de Instalação Predial de Água e Esgotos Sanitários. Disponível em: <http://www.casan.com.br/menu-conteudo/index/url/documentos-para-download#0>. Acesso em 20 de setembro de 2012.

CASAN – Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. 2012a. Disponível em: <http://novo.casan.com.br/menu-conteudo/index/url/tarifas#200>. Acesso em 2 de outubro de 2012.

CASAROTTO FILHO, N., KOPITTKKE, B. H. **Análise de Investimentos.** 9ª edição. ISBN: 9788522457892. São Paulo, Atlas, 2000.

CHOVE CHUVA. Captador de água de chuva. Disponível em: <http://www.chovechuva.com.br/> Acesso em 19 de abril de 2012.

CLAYPAM. Water technology. Módulo solar fotovoltaico. Disponível em: <http://bombasdeaguasolar.cl/modulo-solar-fotovoltaico/> Acesso em 28 de março de 2012.

COHAB/SC. Companhia de Habitação do Estado de Santa Catarina, 2012. **Plano Catarinense de Habitação de Interesse Social.** Disponível em: http://intranet.cohab.sc.gov.br/cohab/plano_pchis/principal.htm Acesso em 24 de janeiro de 2012.

COHAB/SC. Companhia de Habitação do Estado de Santa Catarina. Levantamentos de informações sobre a realidade habitacional do Estado, que subsidiará a elaboração dos diagnósticos regionais. **Plano Catarinense de Habitação de Interesse Social.** Brasil, 2010

CUNHA, E. M. P.; ARRUDA, A. M. V.; MEDEIROS, Y. **Experiências em habitações de interesse social no Brasil.** Ministério das Cidades,

Secretaria Nacional de Habitação. ISBN 978-85-60133-42-0. Brasil, 2007.

D'AVILA, M. R.; DILIGENTI, M. P.; MULLER, P. T. S.; REGAL, P. H. **Sustentabilidade e Habitação de Interesse Social – CHIS 2010**. Brasil. Porto Alegre: EDIPUCRS, 205 p., 2010.

DOWBOR, Ladislau; TAGNIN, Renato Arnaldo. **Administrando a água como se fosse importante: Gestão ambiental e Sustentabilidade**. 1ª edição. São Paulo: SENAC, 2005.

ECO & TAO. Eco construção. Disponível em: <<http://ecoetao.wordpress.com/ecoconstrucao/>> Acesso em 19 de abril de 2012.

EGODAWATTA, P.; THOMAS, E.; GOONETILLEKE, A. Understanding the physical processes of pollutant build-up and wash-off on roof surfaces. Brisbane, Australia. **Science of the Total Environment**. Vol. 407, pp. 1834–1841, 2009.

EISENHARDT, K. M. Building Theories from Case Study Research. *The Academy of Management Review*. v.14, n.4, p.532-550, 1989.

ELKINGTON, J. **Sustentabilidade: Canibais de garfo e faca**. I.S.B.N.: 9788576801238. São Paulo: Makron Books, 2012.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Recursos hídricos no Brasil e no mundo**. ISSN 1517-5111, 2001.

EROKSUZ, E.; RAHMAN, A. Rainwater tanks in multi-unit buildings: A case study for three Australian cities. Penrith South, Australia. **Resources, Conservation and Recycling**. Vol. 54, pp. 1449–1452, 2010.

FARRENY, R.; MORALES-PINZÓN, T.; GUIASOLA, A.; TAYÀ, C.; RIERADEVALL, J.; GABARRELL, X. Roof selection for rainwater harvesting: Quantity and quality Assessments in Spain. Barcelona, Spain. **Water research**. Vol. 45, pp. 3245-3254, 2011.

- FARRENY, R.; GABARRELL, X.; RIERADEVALL, C. J. Cost-efficiency of rainwater harvesting strategies in dense Mediterranean neighbourhoods. Barcelona, Spain. **Resources, Conservation and Recycling**. Vol. 55, pp. 686-694, 2011a.
- FEWKES, A. The use of rainwater for WC flushing: the field testing of a collection system. Nottingham, U.K.. **Building and Environment**. Vol. 34, pp. 765-772, 1999.
- FEWKES, A. A review of rainwater harvesting in the UK. Nottingham, U.K.. **Structural Survey**. Vol. 30, n^o 2, pp. 174-194, 2012.
- FIESC. Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina. **Santa Catarina em Dados / Unidade de Política Econômica e Industrial**. Florianópolis: FIESC, 2011.
- FINANCEONE. Rendimento e histórico da poupança, 2012. Disponível em: <<http://www.financeone.com.br/investimentos/rendimento-e-historico-da-poupanca>> . Acesso em 02 de março de 2013.
- FLETCHER, T. D.; DELETIC, A.; MITCHELL, V. G.; HATT, B. E. Reuse of urban runoff in Australia: a review of recent advances and remaining challenges. **Journal of environmental quality**. Victoria, Australia. Vol. 37, pp. 116-127, 2008.
- FORTLEV. Nossos produtos. Disponível em: <<http://www.fortlev.com.br/produtos/?i=produtos>> Acesso em: 20 de março de 2012.
- FORZA, C. Survey research in operations management: a process-based perspective. **International Journal of Operations & Production Management**. Vol. 22,n.2, pp.152-194, 2002.
- GABE, J.; TROWSDALE, S. Mandatory urban rainwater harvesting: learning from experience. Auckland, New Zealand. **Water Science and Technology**. 12th International Conference on Urban Drainage. 2012.
- GDU – Grupo de Desenvolvimento Urbano. COHAB/SC - Companhia de Habitação do Estado de Santa Catarina. PMCMV – Programa Minha Casa Minha Vida. PNHU - Programa Nacional de Habitação Urbana. Plantas Baixas Projeto Arquitetônico. Brasil, 2012.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª edição. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2002.

GHISI, E.; OLIVEIRA, S. M. Potential for potable water savings by combining the use of rainwater and greywater in houses in southern Brazil. **Building and Environment**. Florianópolis/ Santa Catarina/ Brasil. Vol. 42, pp 1731–1742, 2007.

GHISI, E. Potential for potable water savings by using rainwater in the residential sector of Brazil. **Building and Environment**. Florianópolis/ Santa Catarina/ Brasil. Vol. 41, pp 1544–1550, 2006.

GHISI, E.; MONTIBELLER, A.; SCHMIDT, R. W. Potential for potable water savings by using rainwater: An analysis over 62 cities in southern Brazil. **Building and Environment**. Florianópolis/ Santa Catarina/ Brasil. Vol. 41, pp. 204–210, 2006.

GHISI, E.; BRESSAN, D. L.; MAURICIO MARTINI, M. Rainwater tank capacity and potential for potable water savings by using rainwater in the residential sector of southeastern Brazil. **Building and Environment**. Florianópolis/ Santa Catarina/ Brasil. Vol. 42 pp. 1654–1666, 2007.

GHISI, E.; FERREIRA, D. F. Potential for potable water savings by using rainwater and greywater in a multi-storey residential building in southern Brazil. **Building and Environment**. Florianópolis/ Santa Catarina/ Brasil. Vol. 42, pp. 2512–2522, 2007.

GHISI, E.; TAVARES, D. F.; ROCHA, V. L. Rainwater harvesting in petrol stations in Brasília: Potential for potable water savings and investment feasibility analysis. **Resources, Conservation and Recycling**. Florianópolis/ Santa Catarina/ Brasil. Vol. 54, pp. 79–85, 2009.

GHISI, E. Parameters Influencing the Sizing of Rainwater Tanks for Use in Houses. **Water Resour Management**. Florianópolis/ Santa Catarina/ Brasil. Vol. 24, pp 2381–2403, 2010.

GHISI, E.; CARDOSO, K. A.; RUPP R. F. Short-term versus long-term rainfall time series in the assessment of potable water savings by using

rainwater in houses. **Journal of Environmental Management**. Florianópolis/ Santa Catarina/ Brasil. Vol. 100, pp. 109-119, 2012.

GMEG. Eletroplas. Motobombas submersas vibratórias. Disponível em: <http://www.grupogmeg.com.br/website/pt_br/segmentos.php?cat=2&seg=43> Acesso em 14 de maio de 2012.

GMEG. Eletroplas. Motobombas submersas vibratórias. Disponível em: <http://www.grupogmeg.com.br/website/pt_br/segmentos.php?cat=2&seg=47> Acesso em 14 de maio de 2012a.

HATT, B. E., DELETIC A., FLETCHER, T. D. Integrated treatment and recycling of stormwater: a review of Australian practice. Victoria, Australia. **Journal of Environmental Management**. Vol. 79, pp. 102–113, 2006.

HARDIE, M. Rainwater Storage Gutters for Houses. Penrith South, Australia. **Sustainability**. Vol. 2, pp. 266-279; doi:10.3390/su2010266, 2010.

HERRMANN, T.; SCHMIDA, U. Rainwater utilisation in Germany: efficiency, dimensioning, hydraulic and environmental aspects. Hannover, Germany. **Urban Water**. Vol. 1, pp. 307-316, 1999.

HOEKSTRA, A.Y.; MEKONNEN, M.M. Global Water Scarcity: Monthly Blue Water Footprint Compared to Blue Water Availability for the World's Major River Basins. Value of Water Research Report Series. N° 53. UNESCO-IHE, Delft, 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Projeção da População do Brasil IBGE: população brasileira envelhece em ritmo acelerado. 2008. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_impressao.php?id_noticia=1272
Acesso em: 09 agosto de 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010: população do Brasil é de 190.732.694 pessoas. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1766>
Acesso em: 08 agosto 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: Habitação; Adequação de moradia.** ISSN 1517-1450. Brasil, 2010a.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia.** Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>> Acesso em 12 de outubro de 2012.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Sistema nacional de índices de preços ao consumidor: variações mensais por grupos, itens e subitens, 2013. Disponível em: < <http://www.ipeadata.gov.br/> > Acesso em: 08 fevereiro de 2014.

ISHAKU, H. T.; MAJID, M. R.; JOHAR, F. Rainwater Harvesting: An Alternative to Safe Water Supply in Nigerian Rural Communities. **Water Resources Management.** Johor Bahru/Malásia. Vol. 26, pp. 295–305, 2012.

JOHN, V. M.; CSILLAG, D.; TAKAOKA, M. V.; BESSA, V. M. T.; SUZUKI, E. H. Avaliação das tecnologias existentes no mercado e soluções para melhorar a eficiência energética e o uso racional da água em Habitação de Interesse Social no Brasil. SUSHI – Sustainable Social Housing Initiative. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), 2010. Disponível em: <http://www.cbcs.org.br/sushi/images/relatorios/Final_Brazil_reports_160511/3_Avaliacao_120511.pdf>. Acesso em: 7 de novembro de 2012.

JOHN, V. M.; CSILLAG, D.; TAKAOKA, M. V.; BESSA, V. M. T.; SUZUKI, E. H. Soluções para sustentabilidade em Habitação de Interesse Social com a Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (CDHU). SUSHI – Sustainable Social Housing Initiative. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), 2010a. Disponível em: <http://www.cbcs.org.br/sushi/images/relatorios/Final_Brazil_reports_160511/2_Licoes_Aprendidas_100511.pdf>. Acesso em: 7 de novembro de 2012.

JONES, M. P.; HUNT, W. F. Performance of rainwater harvesting systems in the southeastern United States. *Resources, Conservation and Recycling.* Raleigh/ Estados Unidos. Vol. 54, pp. 623–629, 2010.

LabEEE. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações.
Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br/>> Acesso em: 01 de março de 2013.

LAMBERTS, R.; GHISI, E.; PEREIRA, C. D.; BATISTA, J. O. **Casa Eficiente: Uso racional da Água**. Florianópolis: UFSC/LabEEE; 2010.

LARCHER, J. V. M. **Diretrizes visando a melhoria de projetos e soluções construtivas na expansão de habitações de interesse social**. 2005. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, do Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

LIBRELOTTO, L. I.; FERROLI, P. C. M.; MUTTI, C. N.; ARRIGONE, G. M. **A Teoria do Equilíbrio: Alternativas para a sustentabilidade na construção civil**. Florianópolis: DIOESC, 2012.

LORENZETTI, 2012 . Filtro Loren Acqua 10''. Disponível em: http://www.lorenzetti.com.br/admin/upload/pdf/FA0008_arq1.pdf
Acesso em: 27 de maio de 2012.

MARINOSKI, A. K.; GHISI, E. **Assessment of the environmental impact and investment feasibility analysis of rainwater use in houses**. Federal University of Santa Catarina, Department of Civil Engineering, Florianópolis/SC, Brazil, 2012.

MARTINEZ, S. E.; ESCOLERO, O.; WOLF, L. Total urban water cycle models in semiarid environments - quantitative scenario analysis at the area of San Luis Potosi, Mexico. **Water Resources Management**. Coyoacan, México. Vol. 25, pp. 239–263, 2011.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. **Portaria de Potabilidade da Água para Consumo Humano**. Portaria 2914, 2012. Disponível em: http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria_518.pdf. Acesso em: 02 de fevereiro de 2013.

MIGUEL, P. A. C.; FLEURY, A.; MELLO, C. H. P.; NAKANO, D. N.; LIMA, E. P.; TURRIONI, J. B.; HO, L. L.; MORABITO, R.;

MARTINS, R. A.; SOUSA, R.; COSTA, S. E. G.; PUREZA, V..
Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações. 2º edição. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.

OJIMA, A. L. R. O.; OJIMA, R.; NASCIMENTO, T. T.; CARMO, R. L. A (nova) riqueza das nações: exportação e importação brasileira da água virtual e os desafios frente às mudanças climáticas. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**. APTA, pp. 64-73, 2008.

OLIVEIRA, L. H.; ILHA, M. S. O.; GONÇALVES, O. M.; YWASHIMA, L.; REIS, R. P. A. **Tecnologias para construção habitacional mais sustentável: Levantamento do estado da arte: Água**. Projeto FINEP 2386/04. São Paulo, 2007.

OLYMPUS. Calhas e esquadrias em alumínio e vidros. Disponível em : <<http://calhasesquadriasolympus.com.br/servicos/index.php?grupoID=2>> Acesso em: 1 de maio de 2012.

OWEIS, T., HACHUM, A. Optimizing supplemental irrigation: Tradeoffs between profitability and sustainability. Aleppo, Syria. **Agricultural water management**. Vol. 96, pp. 511–516, 2009.

PALLA, A.; GNECCO, I.; LANZA, L. G.; LA BARBERA, P. Performance analysis of domestic rainwater harvesting systems under various European climate zones. Genoa, Italy. **Resources, Conservation and Recycling**. Vol. 62, pp. 71– 80, 2012.

PEREIRA, J. S.; TAVARES, V. E. Instrumentos de gestão ambiental: uma análise para o setor de recursos hídricos. **Análise Econômica**, ano 17 n° 31, pp. 112-140. universidade Federal do Rio Grande do Sul/ Brasil, 1999.

PROENÇA, L. C.; GHISI, E. Water end-uses in Brazilian office buildings. **Resources, Conservation and Recycling**. Florianópolis/ Santa Catarina/ Brasil. Vol. 54, pp. 489–500, 2010.

PROENÇA, L. C.; GHISI, E.; TAVARES, D. F.; COELHO, G. M. Potential for electricity savings by reducing potable water consumption in a city scale. **Resources, Conservation and Recycling**. Florianópolis/ Santa Catarina/ Brasil. Vol. 55, pp. 960–965, 2011.

REBOUÇAS, A. C. **Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez**. Bahia Análise & Dados. Salvador, vol. 13, pp. 341-345, Salvador, 2003.

REBOUÇAS, A. **Uso inteligente da água**. ISBN: 85-7531-113-1. São Paulo: Escrituras Editora, 2004.

ROZOS, E.; MAKROPOULOS, C. Assessing the combined benefits of water recycling technologies by modelling the total urban water cycle. Athens, Greece. **Urban Water Journal**. Vol. 9, N° 1, pp. 1–10, 2012.

ROZENFELDT, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE, R. K. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma referência para a melhoria do Processo**. São Paulo: Editora Saraiva, 2006.

SAFE RAIN. First flush diversion valve. Disponível em:
<<http://www.saferain.com.au/>> Acesso em: 2 de fevereiro de 2012.

SANT'ANA, D. Rainwater harvesting in Brazil: investigating the viability of rainwater harvesting for a household in Brasília. **WIT Transactions on The Built Environment**. Oxford/UK. Vol. 86, pp. 381-390, 2006.

SATTLER, M. A. Habitação de interesse social: Sustentabilidade e ética. **Congresso Internacional: Sustentabilidade e Habitação de Interesse Social – CHIS 2010**. PUC/RS. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2010. ISBN 978-85-7430-993-4

SEMPRE SUSTENTÁVEL. Separador de água de chuva. Disponível em:
<<http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/minicisterna/separador-de-agua-de-chuva.htm>> Acesso em 27 de abril de 2012.

SEMPRE SUSTENTÁVEL. Filtro de Água de Chuva de baixo custo. Disponível em:
<<http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/minicisterna/filtro-de-agua-de-chuva.htm>> Acesso em 27 de abril de 2012a.

SEMPRE SUSTENTÁVEL. Minicisterna para residência urbana. Disponível em:

<http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/minicisterna/minicisterna.htm>> Acesso em 29 de abril de 2012b.

SEMPRE SUSTENTÁVEL. Projeto experimental da bomba de água manual modelo bomba de corda

Disponível

em:<<http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/bombasdeagua/bomba-de-agua-model2.htm>> Acesso em 29 de abril de 2012c.

SILVA, E. L.; MENEZES E. M.; **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Disponível em:

<<http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=95>> Acesso em: 20 de setembro de 2012.

SOCIEDADE DO SOL. Bomba de água manual (puxa-empurra).

Disponível em: <

<http://www.sociedadedosol.org.br/site/agua/bmanu/bmanuss.htm>>

Acesso em: 17 de abril de 2012

SUSHI – Sustainable Social Housing Initiative. JOHN, V. M.; CSILLAG, D.; TAKAOKA, M. V.; BESSA, V. M. T.; SUZUKI, E. H. Mapeamento dos principais interessados e dos processos que afetam a seleção de soluções (tecnologias e materiais) para projetos de habitação social – São Paulo, Brasil. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), 2010. Disponível em:

<http://www.cbcs.org.br/sushi/images/relatorios/Final_Brazil_reports_160511/1_Mapeamento_090511.pdf>. Acesso em: 7 de novembro de 2012.

TIGRE. Linha Aquapluv Style. Disponível em:

<<http://www.tigre.com.br/enciclopedia/api.php/artigo/79/Linha+Aquapluv+Style+TIGRE>> Acesso em : 1 de maio de 2012

TOMAZ, P. **Água: pague menos**. Livro eletrônico. ISBN 978-85-905933-7-9. 135p, 2010.

TUNDISI, José Galizia. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez**. 2ª edição. São Carlos: RiMa artes e textos, 2005.

TUNDISI, José Galizia. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos Avançados**. Vol.22, nº 63, pp. 7-16. ISSN 0103-4014, 2008

UNEP - United Nations Environment Programme. Annual Report 2011. ISBN: 978-92-807-3244-3. Disponível em: <<http://www.unep.org/annualreport/2011/>> Acesso em: 03 de março de 2012.

UNEP - United Nations Environment Programme. 2012. Healthy waters for sustainable development: Operational strategy for freshwater (2012–2016). Disponível em: <http://www.unep.org/themes/Freshwater/Policy_And_Strategy/index.asp> Acesso em: 10 de maio de 2012.

UNEP - United Nations Environment Programme. 2012b. Disponível em: <<http://www.unep.org/Themes/Freshwater/About/index.asp>> Acesso em: 13 de julho de 2012.

UNEP - United Nations Environment Programme. GEO4 - Global Environment Outlook 4, 2007. Disponível em: <http://www.unep.org/geo/GEO4/report/GEO-4_Report_Full_en.pdf> Acesso em: 07 de julho de 2012.

UNEP - United Nations Environment Programme. GEO5 - Global Environment Outlook 5, 2012c. Disponível em: <http://www.unep.org/geo/pdfs/geo5/GEO5_report_full_en.pdf> Acesso em: 05 de julho de 2012.

VILLARREAL, E. L.; DIXON, A. Analysis of a rainwater collection system for domestic water supply in Ringdansen, Norrköping, Sweden. Lund, Sweden. **Building and Environment**. Vol. 40, pp. 1174–1184, 2005.

YWASHIMA, L. A.; CAMPOS, M. A. S.; PIAIA, E.; LUCA, D. M. P.; ILHA, M. S. O. Caracterização do uso de água em residenciais de interesse social em Paulínia. **XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído**. Florianópolis, agosto 2006.

WALLBAUM H.; OSTERMEYER, Y.; SALZER, C.; ESCAMILLA, E. Z. Indicator based sustainability assessment tool for affordable housing construction technologies. **Ecological Indicators**. Vol. 18, pp. 353-364, 2012.

WARD, S.; BARR, S.; BUTLER, D.; MEMON, F. A. Rainwater harvesting in the UK: Socio-technical theory and practice. Exeter, UK. **Technological Forecasting & Social Change**. Vol. 79, pp. 1354–1361, 2012.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Tecnologia SCAP Seleccionada para os estudos de caso

APÊNDICE A - Matriz de sistemas e componentes selecionados para o SCAP nos estudos de caso

Item	Sistema	Descrição	Tecnologias SCAP							Investimento (custo) R\$			Pontuação					
			Número	Área usada	Tipo de telhado	Área total	Unidade variável	Unidade	Total	Sistema								
2.3.1	Captação	Telhas de Cerâmica	6.1	35 m ²	meia água	67 m ²		isento	0		0							
				Quantidade (unidade)														
2.3.2	Transporte	Calha Aquapluv	7.4	1	2	③	4	5	6	7	8	9	10	3 metros	35,00	105,00	427,00	3
		Componente Bucal "T"	7.5	①	2	3	4	5	6	7	8	9	10		20,00	20,00		1
		Grelha bucal "T"	7.6	①	2	3	4	5	6	7	8	9	10		8,00	8,00		1
		Cabeceira	7.6	1	②	3	4	5	6	7	8	9	10		5,00	10,00		2
		Suporte de calha	7.6	1	2	3	4	5	6	⑦	8	9	10		3,00	21,00		7
		Emenda de calha	7.6	①	2	3	4	5	6	7	8	9	10		10,00	10,00		1
		Cano vertical (descida)	7.7	①	2	3	4	5	6	7	8	9	10	3 metros	50,00	50,00		1
		Luva de redução	7.8	①	2	3	4	5	6	7	8	9	10		5,00	5,00		1
		Curva longa 90 ^o	7.8	1	②	3	4	5	6	7	8	9	10		2,50	5,00		2
		Joelho 90 ^o	7.8	1	②	3	4	5	6	7	8	9	10		3,00	6,00		2
		Cano vertical (subida)	7.7	①	2	3	4	5	6	7	8	9	10	3 metros	15,00	15,00		1
		Componentes DIVERSOS	7.8	1	2	3	4	5	⑥	7	8	9	10		28,66	172,00		6
2.3.3	Descarte	Separador de água de chuva	8.1	①	2	3	4	5						80,00	80,00	80,00	1	
2.3.4	Gradeamento ou filtragem	Filtro de água de chuva	9.1	①	2	3	4	5						80,00	80,00	80,00	1	
2.3.5	Armazenamento	PEAD	10.1	1	②	3	4	5					800 e 500 litros	200,00	400,00	1.075,00	2	
		Freio d'água	10.9	①	2	3	4	5						100,00	100,00		1	
		Conjunto flutuante de sucção	10.10	①	2	3	4	5						215,00	215,00		1	
		Sifão extravasor	10.2	①	2	3	4	5						100,00	100,00		1	
		Válvula de boia de nível	10.11	1	②	3	4	5						30,00	60,00		2	
		Sistema de suprimento e alimentação	10.11	①	2	3	4	5						200,00	200,00		1	
2.3.6	Tratamento e desinfecção	Cloração											30 pastilhas	20,00	20,00	20,00		
2.3.7	Bombeamento ou recalque	Bomba manual	11.1	①	2	3	4	5						100,00	100,00	100,00	1	
2.3.8	Distribuição	Descarga		①	2	3	4	5						isento	isento	isento	1	
2.3.9	Sinalização	Placas		1	2	3	4	⑤	6	7	8	9	10		24,00	120,00	200,00	5
		Pintura		1	②	3	4	5	6	7	8	9	10		40,00	80,00		2
Instalação e mão-de-obra especializada (4 dias)													100,00	400,00	400,00			
Investimento Tecnologia SCAP														2.382,00	2.382,00	47		

Observação: Tecnologias implementadas visando a segurança adequada, o fluxo e utilização para distribuição interna

Fonte: desenvolvido pelo autor

APÊNDICE B - Tecnologia SCAP para menor volume e aproveitamento de água pluvial e mais sustentável

APÊNDICE B - Matriz de sistemas e componentes selecionados para o SCAP de menor volume de captação e de concepção e uso mais sustentável

Tecnologias SCAP selecionada											Investimento (custo) R\$			
Item	Sistema	Descrição	Número	Área usada	Tipo de telhado	Área total	Unidade variável	Unidade	Total	Sistema	Pontuação			
2.3.1	Captação	Telhas de Cerâmica	6.1	35 m ²	meia água	67 m ²		isento	0		0			
Quantidade (unidade)														
2.3.2	Transporte	Calha Aquapluv	7.4	1 2 ③ 4 5 6 7 8 9 10			3 metros	35,00	105,00	372,84	3			
		Componente Bucal "T"	7.5	① 2 3 4 5 6 7 8 9 10				20,00	20,00		1			
		Grelha bucal "T"	7.6	① 2 3 4 5 6 7 8 9 10				8,00	8,00		1			
		Cabeceira	7.6	① 2 3 4 5 6 7 8 9 10				5,00	5,00		1			
		Suporte de calha	7.6	1 2 3 4 5 6 ⑦ 8 9 10				3,00	21,00		7			
		Emenda de calha	7.6	① 2 3 4 5 6 7 8 9 10				10,00	10,00		1			
		Cano vertical (descida)	7.7	① 2 3 4 5 6 7 8 9 10			3 metros	50,00	50,00		1			
		Luva de redução	7.8	① 2 3 4 5 6 7 8 9 10				5,00	5,00		1			
		Curva longa 90 ^o	7.8	① 2 3 4 5 6 7 8 9 10				2,50	2,50		1			
		Joelho 90 ^o	7.8	① 2 3 4 5 6 7 8 9 10				3,00	3,00		1			
		Componentes DIVERSOS	7.8	1 2 3 4 ⑤ 6 7 8 9 10			28,66	143,34		5				
2.3.3	Descarte	Separador de água de chuva	8.1	① 2 3 4 5				80,00	80,00	80,00	1			
2.3.4	Gradeamento ou filtragem	Filtro de água de chuva	9.1	① 2 3 4 5				80,00	80,00	80,00	1			
2.3.5	Armazenamento	PEAD	10.1	① 2 3 4 5			500 litros	200,00	200,00	630,00	1			
		Freio d'água	10.9	① 2 3 4 5				100,00	100,00		1			
		Sifão extravasor	10.2	① 2 3 4 5				100,00	100,00		1			
		Válvula de boia de nível	10.11	1 ② 3 4 5				30,00	30,00		2			
		Sistema de suprimento e alimentação	10.11	① 2 3 4 5				200,00	200,00		1			
2.3.6	Tratamento e desinfecção	Cloração					não utilizado							
2.3.7	Bombeamento ou recalque	Bomba manual					não utilizado							
2.3.8	Distribuição	Torneira		① 2 3 4 5				isento	isento	isento	1			
2.3.9	Sinalização	Placas		1 ② 3 4 5 6 7 8 9 10				24,00	48,00	88,00	2			
		Pintura		① 2 3 4 5 6 7 8 9 10				40,00	40,00		1			
Instalação e mão-de-obra especializada (3 dias)								100,00	300,00	300,00				
Investimento Tecnologia SCAP									1.550,84	1.550,84	35			

Observação: Concepção mais simples, utilizando a gravidade e armazenamento externo

Fonte: desenvolvido pelo autor

APÊNDICE C - Tecnologia SCAP selecionada com bombeamento elétrico

APÊNDICE C - Matriz de sistemas e componentes selecionados para o SCAP com uso de bomba elétrica

Tecnologias SCAP										Investimento (custo) R\$			Pontuação					
Item	Sistema	Descrição	Número	Área usada	Tipo de telhado	Área total	Unidade variável	Unidade	Total	Sistema								
2.3.1	Captação	Telhas de Cerâmica	6.1	35 m ²	meia água	67 m ²		isento	0		0							
Quantidade (unidade)																		
2.3.2	Transporte	Calha Aquapluv	7.4	1	2	③	4	5	6	7	8	9	10	3 metros	35,00	105,00	427,00	3
		Componente Boca! "T"	7.5	①	2	3	4	5	6	7	8	9	10		20,00	20,00		1
		Grelha boca! "T"	7.6	①	2	3	4	5	6	7	8	9	10		8,00	8,00		1
		Cabeceira	7.6	1	②	3	4	5	6	7	8	9	10		5,00	10,00		2
		Suporte de calha	7.6	1	2	3	4	5	6	⑦	8	9	10		3,00	21,00		7
		Emenda de calha	7.6	①	2	3	4	5	6	7	8	9	10		10,00	10,00		1
		Cano vertical (descida)	7.7	①	2	3	4	5	6	7	8	9	10	3 metros	50,00	50,00		1
		Luva de redução	7.8	①	2	3	4	5	6	7	8	9	10		5,00	5,00		1
		Curva longa 90 ^o	7.8	1	②	3	4	5	6	7	8	9	10		2,50	5,00		2
		Joelho 90 ^o	7.8	1	②	3	4	5	6	7	8	9	10		3,00	6,00		2
		Cano vertical (subida)	7.7	①	2	3	4	5	6	7	8	9	10	3 metros	15,00	15,00		1
		Componentes DIVERSOS	7.8	1	2	3	4	5	⑥	7	8	9	10		28,66	172,00		6
2.3.3	Descarte	Separador de água de chuva	8.1	①	2	3	4	5						80,00	80,00	80,00	1	
2.3.4	Gradeamento ou filtragem	Filtro de água de chuva	9.1	①	2	3	4	5						80,00	80,00	80,00	1	
2.3.5	Armazenamento	PEAD	10.1	1	②	3	4	5					800 e 500 litros	200,00	400,00	1.075,00	2	
		Freio d'água	10.9	①	2	3	4	5						100,00	100,00		1	
		Conjunto flutuante de sucção	10.10	①	2	3	4	5						215,00	215,00		1	
		Sifão extravasor	10.2	①	2	3	4	5						100,00	100,00		1	
		Válvula de boia de nível	10.11	1	②	3	4	5						30,00	60,00		2	
		Sistema de suprimento e alimentação	10.11	①	2	3	4	5						200,00	200,00		1	
2.3.6	Tratamento e desinfecção	Cloração											30 pastilhas	20,00	20,00	20,00		
2.3.7	Bombeamento ou recalque	Bomba elétrica	11.3	①	2	3	4	5						170,00	170,00	170,00	1	
2.3.8	Distribuição	Descarga		①	2	3	4	5						isento	isento	isento	1	
2.3.9	Sinalização	Placas		1	2	3	4	⑤	6	7	8	9	10		24,00	120,00	200,00	5
		Pintura		1	②	3	4	5	6	7	8	9	10		40,00	80,00		2
Instalação e mão-de-obra especializada (4 dias)									100,00	400,00	400,00							
Investimento Tecnologia SCAP								➤		2.452,00	2.452,00	47						

Observação: Tecnologias implementadas visando a segurança adequada, o fluxo e utilização para distribuição interna (bombeamento elétrico e acréscimo mensal na fatura de conta de luz)

Fonte: desenvolvido pelo autor

APÊNDICE D – Formulário / Questionário COHAB/SC



Universidade Federal de Santa Catarina
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção
PPGEP

Formulário / Questionário Projeto captação de águas pluviais em habitações de interesse social

Prezado participante!
Este estudo busca coletar informações direcionado às habitações de interesse social, bem como avaliações quanto ao potencial para o aproveitamento de água pluvial.

Estas informações objetiva destacar vantagens e potenciais, bem como dificuldades quanto aos recursos hídricos no estado de Santa Catarina

Procedimentos

O questionário consiste de 12 perguntas e levará aproximadamente 20 minutos.

Você pode responder o questionário por etapas, e salvar para continuar quando achar melhor.

As questões estão projetadas para determinar características e potenciais para o aproveitamento de águas pluviais com foco em edificações residenciais bem como de interesse social.

Este questionário foi realizado em conjunto com o PPGEP-UFSC, com apoio da Qualtrics pesquisas.

Riscos / desconfortos

Riscos são mínimos para a participação neste estudo, pois você pode sentir-se desconfortável quanto as perguntas e julgamentos. Ressalta-se o comprometimento dos pesquisadores quanto a responsabilidade das informações, com caráter e respeito ao participante e a empresa de estudo.

Benefícios

Não há benefícios diretos para o participante. No entanto, espera-se que através de sua participação, os pesquisadores possam refletir quanto ao potencial aproveitamento de águas de chuva em habitações de interesse social, bem como possibilidades quanto aos recursos hídricos.

Confidencialidade

Todos os dados obtidos dos participantes serão mantidos em sigilo e só serão relatados por aceitação e conformidade de todas as partes envolvidas. O questionário terá acesso restrito, de responsabilidade do pesquisador primário e dos investigadores orientadores de pesquisa, listados abaixo.

Participação

Participação neste estudo é completamente voluntária.

Questões sobre a Pesquisa

Se você tem dúvidas sobre este estudo, você pode entrar em contato com Cristiano Franco Alice (pesquisador primário), em (48) 3232-9309 / 3721-7101, ou pelo e-mail cristiano.francoalice@gmail.com. Contato também com os professores Marcelo Gitirana Gomes Ferreira (investigador orientador) pelo e-mail marcelo.gitirana@gmail.com e Fernando Antônio Forcellini (investigador co-orientador) pelo e-mail forcellini@deps.ufsc.br.

Muito Obrigado por sua atenção e ficamos a disposição.

Observação: Se achar importante fazer alguma observação, utilize o espaço abaixo:

1. Quais os tipos de habitações abordadas nos projetos da COHAB/SC?

habitações térreas

habitações de 2 pavimentos ou +

edifícios habitacionais

propriedade rural

outros

2. A COHAB/SC utiliza alguns dos produtos economizadores de água listados abaixo?

torneiras

descarga única

descarga dupla

outros

3. A COHAB/SC considera em seus projetos a captação de água da chuva?

Sim

Não

4. Quanto à abrangência do Escritório Regional Grande Florianópolis, qual o nome do projeto que considera mais importante em relação a aspectos da sustentabilidade (econômico - social - ambiental).

4a. Este projeto é de que tipo de habitação?

habitações térreas

habitações de 2 pavimentos ou +

edifícios habitacionais

propriedade rural

outros

5. Que projeto habitacional no estado de Santa Catarina você considera o mais importante e porque.

5a. Este projeto é de que tipo de habitação?

habitações térreas

habitações de 2 pavimentos ou +

edifícios habitacionais

propriedade rural

outros

Observação: Se achar importante fazer alguma observação referente às questões acima, utilize o espaço abaixo:

6. Marque as opções quanto as características das cidades que abrangem o Escritório Regional Grande Florianópolis.

	Escritório Regional Grande Florianópolis	Projetos implementados pela COHAB/SC	Projetos futuros ou em desenvolvimento:	CASAN
1. Águas Momas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Angelina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Anitápolis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Antônio Carlos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Balneário Camboriú	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Balneário Piçarras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Biguaçu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Bombinhas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Botuverá	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Brusque	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Camboriú	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Canelinha	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Florianópolis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Governador Celso Ramos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Guabiruba	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Ilhota	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Itajaí	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. Itapema	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. Luis Alves	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20. Major Gercino	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21. Navegantes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22. Nova Trento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23. Palhoça	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24. Penha	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25. Porto Belo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26. Rancho Queimado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27. Santo Amaro da Imperatriz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28. São Pedro de Alcântara	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29. São Bonifácio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30. São José	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31. São João Batista	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32. Tijucas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
outras cidades: <input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
outras cidades: <input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. Quais as regiões no estado de SC, por critérios de importância geral como, inovação, sustentabilidade, quanto as ações da COHAB/SC?

Clique em cima de cada área de texto e arraste conforme a classificação.

Escritório Regional Meio-oeste

Escritório Regional Norte

Escritório Regional Oeste

Escritório Regional Planalto Serrano

Escritório Regional Sul

Escritório Regional Vale do Itajaí

Escritório Regional Grande Florianópolis

Observação: Se achar importante fazer alguma observação, utilize o espaço abaixo:

Lembre-se que você pode salvar o questionário para continuar em outro momento.
Desde já agradecemos sua atenção!!

8. Quanto ao escritório regional Grande Florianópolis. Por ordem de importância, preencha nas lacunas o nome do projeto e o ano, a cidade, o tamanho do telhado (m²), o número de habitações, e se possível a média de habitantes por habitação?

Para projetos concluídos.

Ex.:

Nome do Projeto: Minha casa minha vida / 2012

Cidade: São José

Tamanho do telhado (m²): 50

Número de habitações: 30

Média de habitantes por habitação: 3 pessoas

	Nome do Projeto e Ano	Cidade	Tamanho do telhado (m ²)	Número de habitações	Média de habitantes/habitação
Projeto 1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Projeto 2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Projeto 3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Projeto 4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Projeto 5	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Projeto 6	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Projeto 7	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

9. Quanto ao escritório regional Grande Florianópolis. Por ordem de importância, preencha nas lacunas o nome do projeto e o ano, a cidade, o tamanho do telhado (m²), o número de habitações, e se possível a média de habitantes por habitação?

Para projetos em desenvolvimento.

Ex.:

Nome do Projeto: Minha casa minha vida / 2012

Cidade: São José

Tamanho do telhado (m²): 50 Número de habitações: 30

Média de habitantes por habitação: 3 pessoas

	Nome do Projeto e Ano	Cidade	Tamanho do telhado (m ²)	Número de habitações	Média de habitantes/habitação
Projeto 1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Projeto 2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Projeto 3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Projeto 4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Projeto 5	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Projeto 6	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Projeto 7	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

10. Quanto a categoria nas tarifas de água estipuladas pela CASAN.

Em que categoria encontram-se cada projeto descrito nas questões 8 e 9?

Categoria	Até 10 m ³	de 11 a 25 m ³	de 26 a 50 m ³	< 50 m ³	sazonal
Social "A"	4,83/mês	1,3544/m ³	6,5113/m ³	7,9471/m ³	
Residencial "B"	25,79/mês	4,7270/m ³	6,6919/m ³	7,9471/m ³	9,9338/m ³
	Até 10 m ³	de 11 a 50 m ³	< 50 m ³		
Comercial	38,07/mês	6,3177/m ³	7,9471/m ³		
	Até 10 m ³	< 10 m ³			
Industrial	38,07/mês	6,3177/m ³			
Setor público	38,07/mês	6,3177/m ³			

	Social "A"	Residencial "B"	Comercial	Industrial	Setor Público
Projeto 1	<input type="radio"/>				
Projeto 2	<input type="radio"/>				
Projeto 3	<input type="radio"/>				
Projeto 4	<input type="radio"/>				
Projeto 5	<input type="radio"/>				
Projeto 6	<input type="radio"/>				
Projeto 7	<input type="radio"/>				

	Social "A"	Residencial "B"	Comercial	Industrial	Setor Público
Projeto 1	<input type="radio"/>				
Projeto 2	<input type="radio"/>				
Projeto 3	<input type="radio"/>				
Projeto 4	<input type="radio"/>				
Projeto 5	<input type="radio"/>				
Projeto 6	<input type="radio"/>				
Projeto 7	<input type="radio"/>				

11. A CASAN/SC é parceira de projeto da COHAB/SC?

- Sim
 Não

11a. Se SIM, a CASAN/SC infere quais aspectos nos projetos da COHAB/SC?

12. Qual característica no projeto da COHAB/SC considerado o mais inovador quanto aos recursos hídricos? Descreva este processo mais detalhadamente.

Observação: Se achar importante fazer alguma observação referente às questões acima, utilize o espaço abaixo:

Prezado participante!!!

É com imensa consideração que agradecemos o tempo dispensado no questionário.

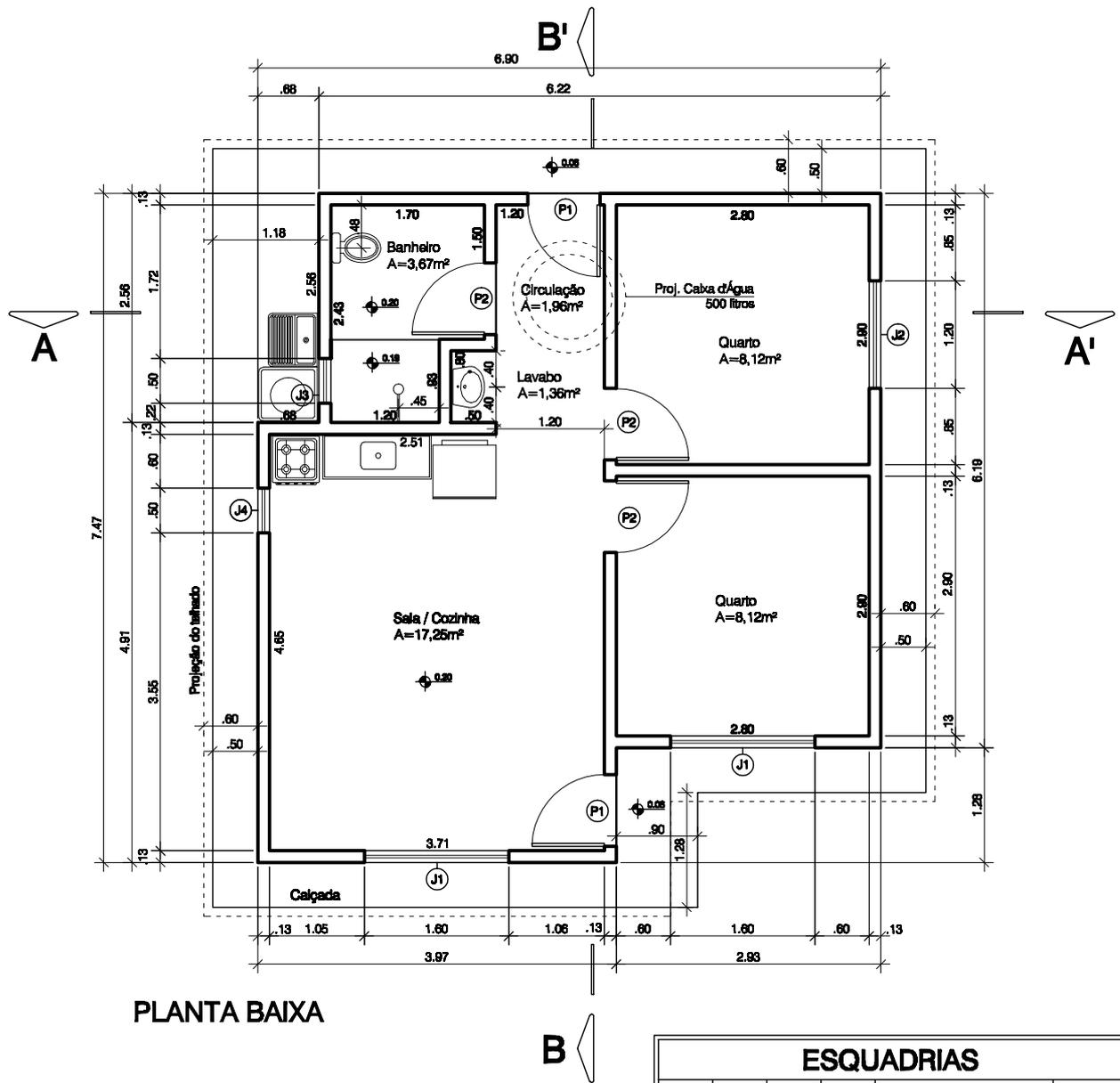
A equipe do PPGE (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção) agradece pela importância e possibilidade de evolução da pesquisa com o objetivo de maior aprendizado e reflexão em relação aos projetos direcionados a habitações de interesse social e a COHAB/SC.

E, finalmente, para a conclusão e o envio da pesquisa, clicar na seta abaixo >>

PPGEP - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

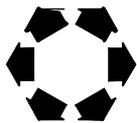
Cristiano Franco Alice
Mestrando em Engenharia de Produção
cristiano.francoalice@gmail.com

ANEXO A - PLANTA BAIXA COHAB/SC



PLANTA BAIXA

ESQUADRIAS					
	LARG.	ALT.	PEIT.	TIPO	QUANT.
P1	0.80	2.10	-	ABRIR / EXTERNA	2
P2	0.80	2.10	-	ABRIR / INTERNA	3
J1	1.60	1.20	1.00	CORRER	2
J2	1.20	1.20	1.00	CORRER	1
J3	0.50	0.50	1.20	BASCULANTE	1
J4	0.50	1.00	1.70	BASCULANTE	1



COHAB/SC

COMPANHIA DE HABITAÇÃO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

AUTOR: _____
Arquiteta Ana Lúcia Vieira Fontanella
Registro CREA/SC 037047-0

RESPONSÁVEL: _____

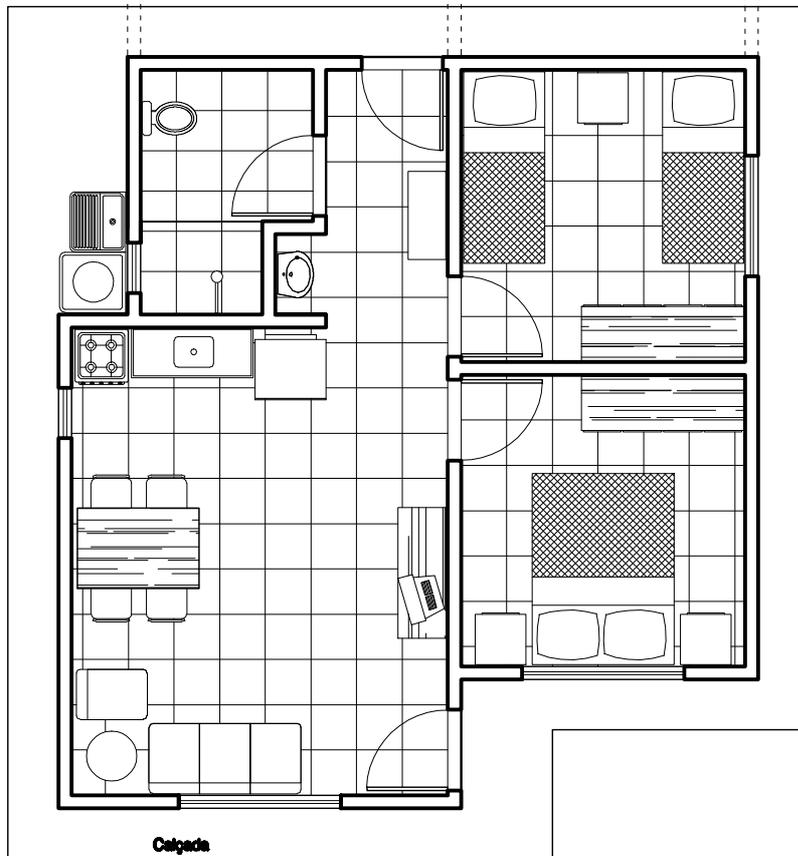
ESCALA: 1 : 75 MUNICÍPIO: Florianópolis DATA: FEV/2012

PMCMV - PNHU - FAR

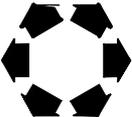
PROJETO ARQUITETÔNICO
Casa alvenaria, 02 quartos, telhas cerâmicas

Planta Baixa
Quadro de Esquadrias

ÁREA: 46,05m²
ÁREA ÚTIL: 40,48m²
FRANCHA: **AR1/5**



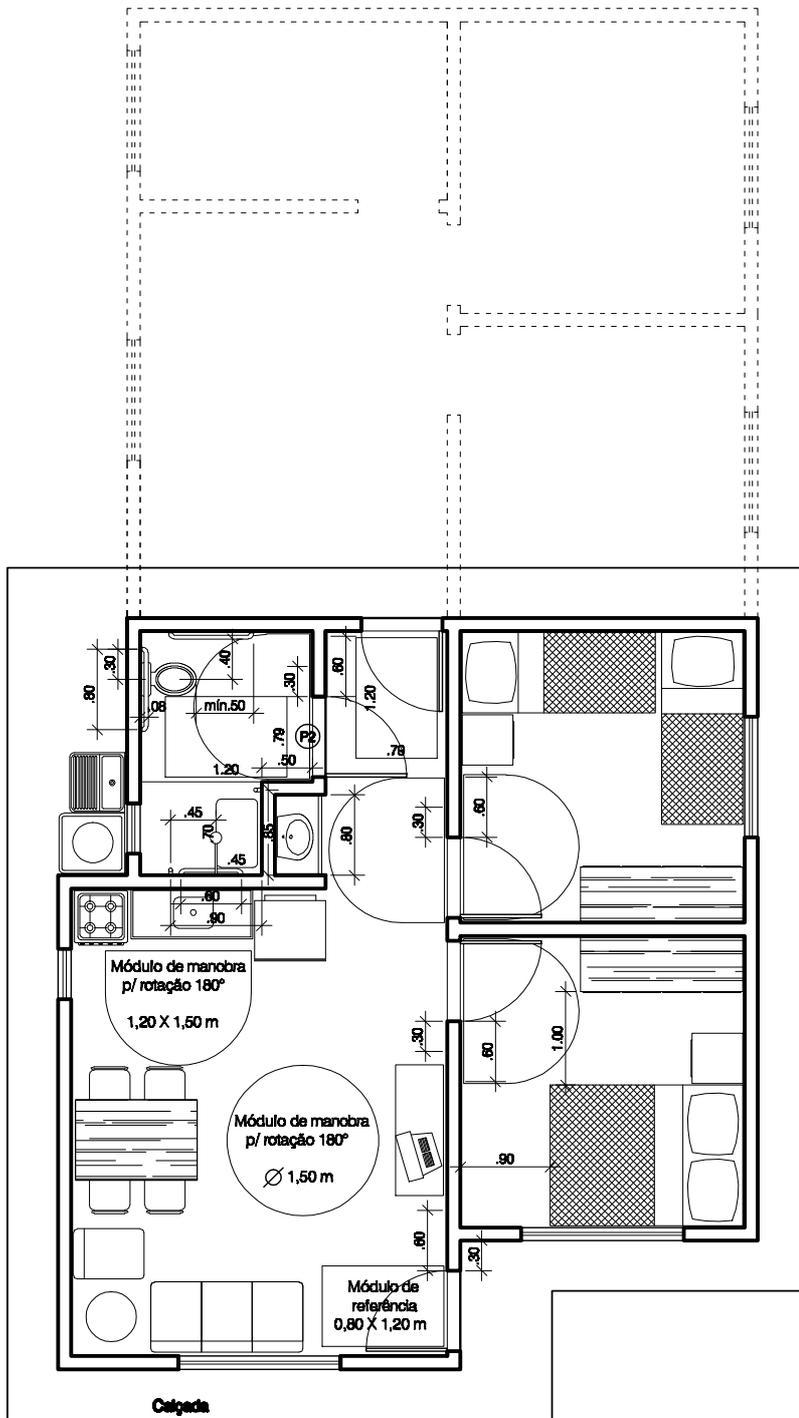
PLANTA BAXA
(com sugestão de mobiliário e ampliação c/ suite)

	<h1 style="margin: 0;">COHAB/SC</h1> <p style="margin: 0;">COMPANHIA DE HABITAÇÃO DO ESTADO DE SANTA CATARINA</p>
---	---

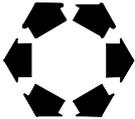
AUTOR: _____ Arquiteta Ana Lúcia Vieira Fontanella Registro CREA/SC 037047-0		
RESPONSÁVEL: _____		
ESCALA: 1 : 75	MUNICÍPIO: Florianópolis	DATA: FEB/2012

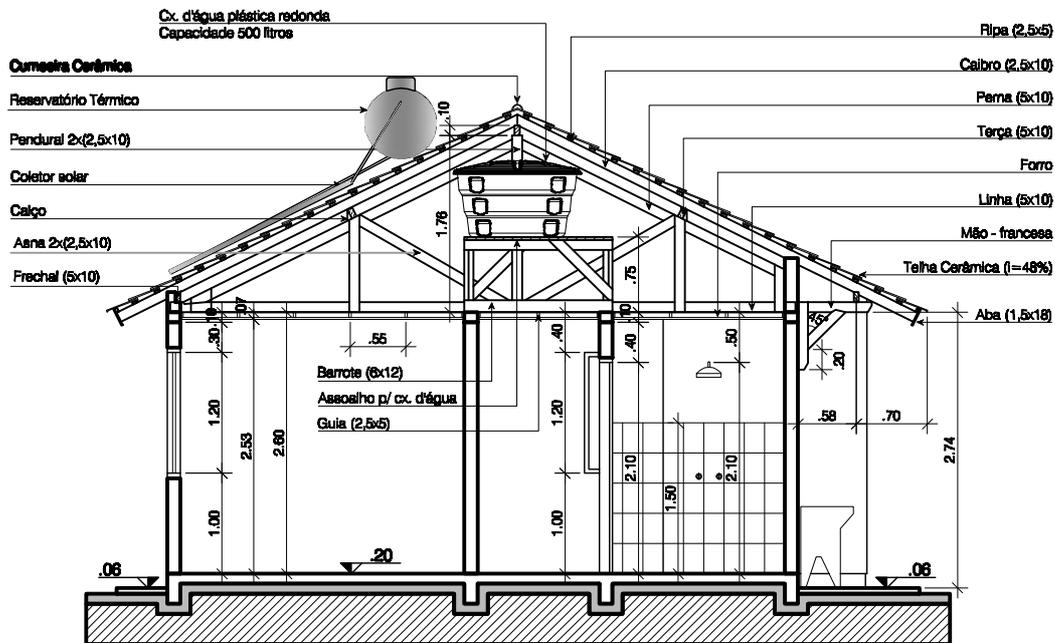
PMCMV - PNHU - FAR
PROJETO ARQUITETÔNICO Casa alvenaria, 02 quartos, telhas cerâmicas
Planta Baixa humanizada

ÁREA: 48,90m²
ÁREA ÚTIL: 48,40m²
FRANCHA: AR2/5

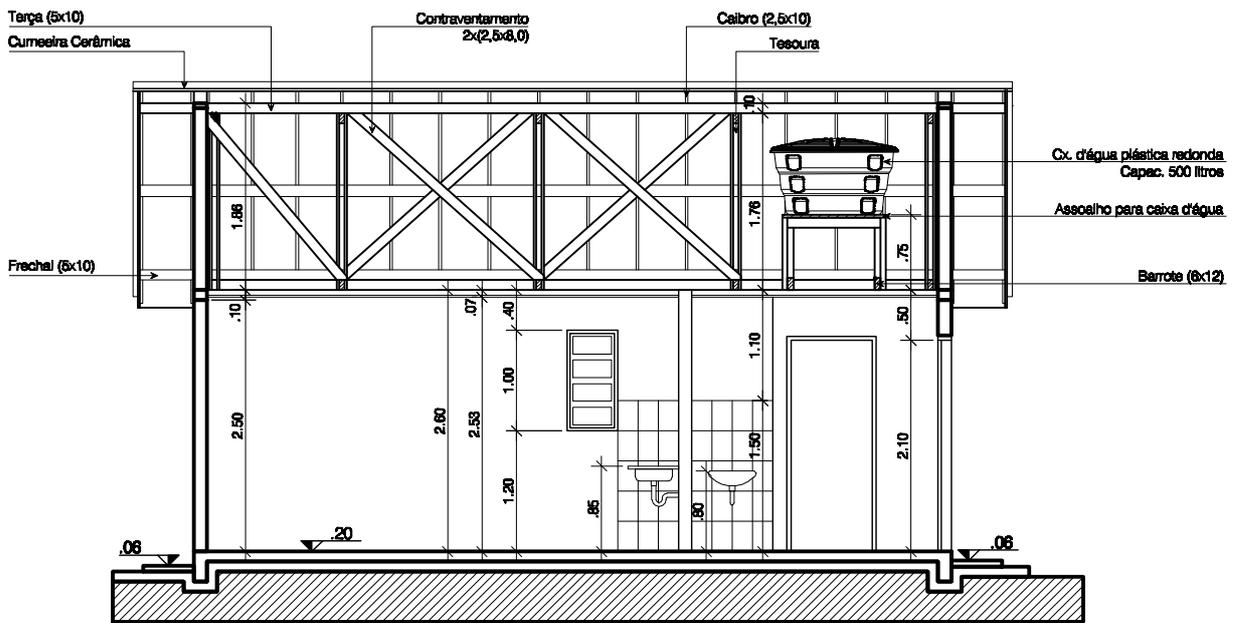


PLANTA BAIXA
(com sugestão de ampliação sem suite e mobiliário)
Layout adaptado p/ P.N.E.

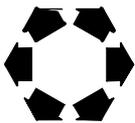
 <h1 style="margin: 0;">COHAB/SC</h1> <p style="margin: 0;">COMPANHIA DE HABITAÇÃO DO ESTADO DE SANTA CATARINA</p>			
AUTOR: _____ Arquiteta Ana Lúcia Vieira Fontanella Registro CREA/SC 037047-0		<h2 style="margin: 0;">PMCMV - PNHU - FAR</h2> <p style="margin: 0;">PROJETO ARQUITETÔNICO</p> <p style="margin: 0;">Casa alvenaria, 02 quartos, telhas cerâmicas</p>	ÁREA: 42,92m²
RESPONSÁVEL: _____			ÁREA ÚTIL: 40,42m²
ESCALA: 1 : 75	MUNICÍPIO: Florianópolis	DATA: FEB/2012	FRANCHA: <h1 style="margin: 0;">AR3/5</h1>
Planta Baixa humanizada			



CORTE TRANSVERSAL AA'



CORTE LONGITUDINAL BB'



COHAB/SC

COMPANHIA DE HABITAÇÃO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

AUTOR:

Arquiteta Ana Lúcia Vieira Fontanella
Registro CREA/SC 037047-0

RESPONSÁVEL:

ESCALA:

1 : 75

MUNICÍPIO:

Florianópolis

DATA:

FEB/2012

PMCMV - PNHU - FAR

PROJETO ARQUITETÔNICO
Casa alvenaria, 02 quartos, telhas cerâmicas

Cortes

ÁREA:

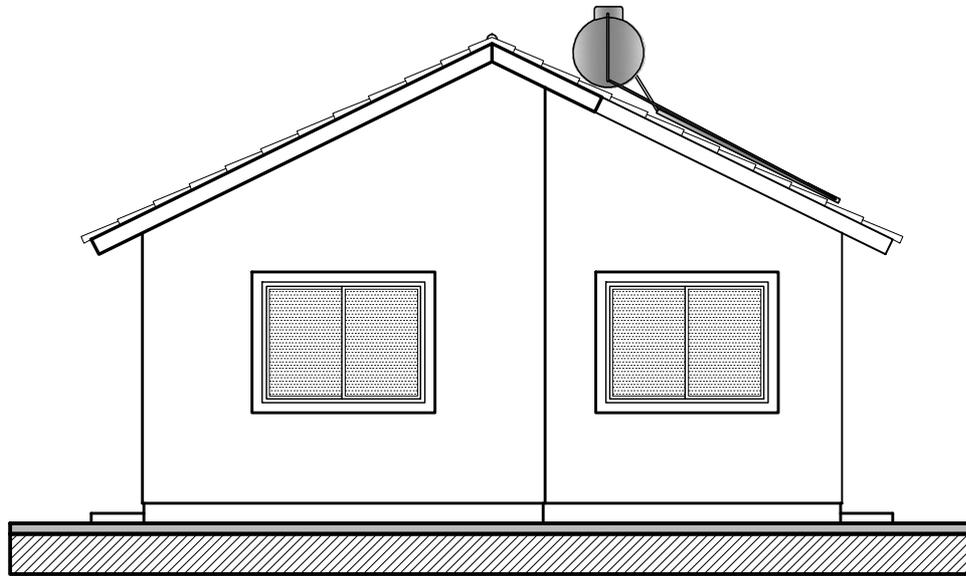
48,92m²

ÁREA ÚTIL:

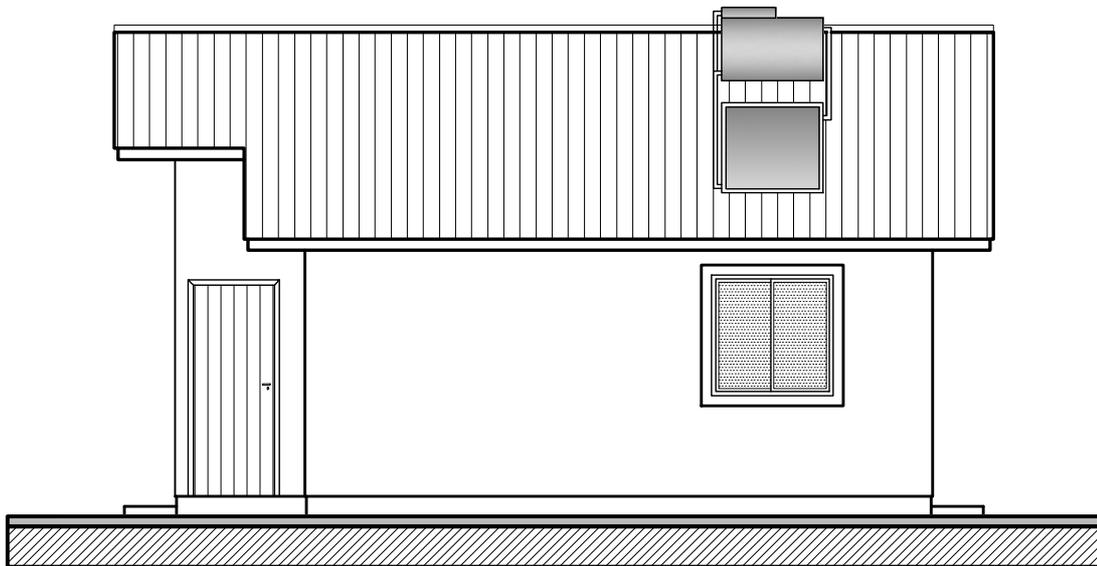
48,42m²

FRANCHA:

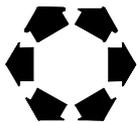
AR4/5



ELEVAÇÃO FRONTAL



ELEVAÇÃO LATERAL



COHAB/SC

COMPANHIA DE HABITAÇÃO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

AUTOR:

Arquiteta Ana Lúcia Vieira Fontanella
Registro CREA/SC 037047-0

RESPONSÁVEL:

ESCALA:

1 : 75

MUNICÍPIO:

Florianópolis

DATA:

FEB/2012

PMCMV - PNHU - FAR

PROJETO ARQUITETÔNICO

Casa alvenaria, 02 quartos, telhas cerâmicas

Fachadas (modelo padrão - sem varanda)

ÁREA:

42,92m²

ÁREA ÚTIL:

40,42m²

FRANCHA:

AR5/5