

**UNIVERSIDADE PARA O DESENVOLVIMENTO
DO ESTADO E DA REGIÃO DO PANTANAL – UNIDERP**

CÁSSIO GIOVANNI DE AGUIAR COSTA

**ÁGUA DE CHUVA PARA FINS NÃO POTÁVEIS: ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DOS
ATORES SOCIAIS DE RONDONÓPOLIS EM MATO GROSSO**

**CAMPO GRANDE - MS
2007**

Livros Grátis

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

Milhares de livros grátis para download.

CÁSSIO GIOVANNI DE AGUIAR COSTA

**ÁGUA DE CHUVA PARA FINS NÃO POTÁVEIS: ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DOS
ATORES SOCIAIS DE RONDONÓPOLIS EM MATO GROSSO**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em nível de Mestrado Acadêmico em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional da Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional.

Orientação:

Profa. Dra. Regina Sueiro de Figueiredo

Profa. Dra. Albana Xavier Nogueira

Prof. Dr. Silvio Jacks dos Anjos Garnés

**CAMPO GRANDE - MS
2007**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UNIDERP

C837a Costa, Cássio Giovanni de Aguiar Costa.
Água de chuva para fins não potáveis : uma análise da percepção dos atores sociais de Rondonópolis em Mato Grosso / Cássio Giovanni de Aguiar Costa. -- Campo Grande, MS, 2007.
116 f. : il. color.

Dissertação (mestrado)- Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal, 2007.

“Orientação: Profª. Dra. Regina Sueiro de Figueiredo”.

1. Recursos hídricos - Rondonópolis (MG) 2. Escassez de água - Percepção ambiental 3. Água da chuva 4. Desenvolvimento sustentável I. Título.

CDD 21.ed. 333.9116
553.7

FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidato: **Cássio Giovanni de Aguiar Costa**

Dissertação defendida e aprovada em 13 de novembro de 2007 pela Banca Examinadora:

Profa. Doutora **Regina Sueiro de Figueiredo (orientadora)**
Doutora em Educação

Profa. Doutora **Rita de Cássia Santos Goussain (CESUR)**
Doutora em Agronomia

Prof. Doutor **Silvio Favero (UNIDERP)**
Doutor em Entomologia

Prof. Doutor **Silvio Favero**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação
em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional

Prof. Doutor **Raimundo Martins Filho**
Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação da UNIDERP

AGRADECIMENTOS

Primeiro, agradeço a DEUS pela vida, por ter saúde e pela oportunidade de realizar este estudo.

Aos meus pais e irmãos, sempre pelo carinho e incentivo em caminhar cada vez mais longe.

À minha amada esposa, Silvinha, que pela sua força, apoio, dedicação, compreensão, conseguimos concluir mais essa fase de nossas vidas.

Ao meu mais novo amor e filha querida, Ana Beatriz, fonte de vida e esperança de um futuro melhor.

À minha orientadora, Profa. Dra. Regina Sueiro de Figueiredo, pela sabedoria, força, indispensável e insubstituível para o desenvolvimento desse estudo. Principalmente por nunca se furtar com seu apoio e amizade.

Aos Professores Doutores Albana, Sílvio Jacks, Eron Brum e Landara, que contribuíram com valiosas sugestões e que enriqueceram ainda mais esse estudo.

Ao professor, chefe e antes de tudo, amigo, Fábio Cardozo, seu apoio e força foram importantes em todos os momentos.

Ao Sr. Bonjour e D. Ana Maria, que me receberam com amizade e contribuíram com meu desenvolvimento.

Ao CESUR, que na pessoa de D. Mara, contribuiu de maneira inquestionável para meu desempenho.

Aos amigos Admilson e Netto, pelas contribuições valiosas.

Aos colegas do mestrado, pela companhia, amizade e alegria em compartilhar momentos agradáveis.

Aos professores e funcionários da UNIDERP, pela transmissão de conhecimento e estrutura acadêmica.

Aos amigos de Rondonópolis, que de perto acompanharam e torceram para a concretização de mais um sonho.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iii
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELA E QUADROS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 CICLO HIDROLÓGICO E DISTRIBUIÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	13
2.1.1 Situação dos recursos hídricos no Brasil	15
2.2 O USO MÚLTIPLO E CONFLITUOSO DA ÁGUA.....	16
2.3 ÁGUA DA CHUVA.....	18
2.3.1 O uso da água da chuva na história	18
2.3.2 O uso da água de chuva na atualidade.....	20
2.4 O SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA	26
2.4.1 Elementos do sistema de captação e armazenamento da água de chuva	28
2.4.1.1 <i>Área de captação</i>	29
2.4.1.2 <i>Componentes de transporte (Calhas e Condutos)</i>	31
2.4.1.3 <i>Reservatórios</i>	32
2.4.2 Sistema de tratamento de água de chuva 3P Technik	36
2.4.3 Qualidade da água de chuva	41
2.4.4 Viabilidade de sistemas de aproveitamento de água de chuva	44
3 MATERIAL E MÉTODOS	47
3.1 LOCAL DE ESTUDO.....	47
3.2 MÉTODOS	49
3.2.1 Definição da amostra populacional e construção do questionário.	50
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
4.1 ANÁLISE DOS PROBLEMAS E SOLUÇÕES EM RELAÇÃO À FALTA DE ÁGUA	52
4.1.1 Análise dos problemas e soluções em relação à ocorrência de chuvas	55

4.1.1.1 Problemas decorrentes da água da chuva	55
4.1.1.2 Soluções para problemas decorrentes da água da chuva.....	57
4.1.2 Relação da instituição que representa com os recursos hídricos de Rondonópolis	59
4.2 RELAÇÃO DO PODER PÚBLICO COM A ÁGUA.....	61
4.2.1 Interrupções no abastecimento de água em Rondonópolis.....	61
4.2.2 Ações para evitar interrupção no abastecimento de água em Rondonópolis	62
4.3 ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DOS ATORES SOCIAIS QUANTO AO APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA EM RONDONÓPOLIS.....	63
4.3.1 Conhecimento prévio sobre o aproveitamento de água da chuva	64
4.3.2 Aproveitamento de água de chuva em Rondonópolis como alternativa ao uso de água potável	66
4.3.3 Conhecimento sobre projetos de aproveitamento de água da chuva	67
4.3.4 Instalação de sistema de aproveitamento de água da chuva.....	68
4.3.5 Prováveis usos da água da chuva	70
4.4 ESTRATÉGIAS PARA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA	71
4.4.1 Importância da economia ou uso racional da água	71
4.4.2 Educação Ambiental como política de preservação e conservação dos recursos hídricos	77
4.4.3 Importância da busca por novas fontes de recursos hídricos.....	78
4.4.4 Aptidão das instituições para tratar com a economia de água.....	79
4.4.5 Responsáveis pela economia e busca por fontes alternativas de água ...	80
4.4.6 Conflitos pelo uso da água entre setores	81
4.4.7 Aspectos negativos e positivos em relação à implantação de sistemas de aproveitamento de água da chuva em Rondonópolis	83
<i>4.4.7.1 Aspectos positivos do aproveitamento de água de chuva.....</i>	<i>83</i>
<i>4.4.7.2 Aspectos negativos do aproveitamento de água de chuva</i>	<i>85</i>
4.5 RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES	87
5 CONCLUSÃO	90
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
APÊNDICE.....	98
ANEXO	106

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de funcionamento do ciclo hidrológico.	13
Figura 2. Distribuição da água, da superfície e da população do Brasil.....	15
Figura 3. Divisão Hidrográfica do Brasil	16
Figura 4. Empresas que utilizam a água da chuva em suas atividades	22
Figura 5. Empresas que utilizam a água da chuva em suas atividades.....	23
Figura 6. Casa com captação de água da chuva e armazenamento em cisterna, e ao lado comparação entre o estado visual de águas da cisterna e do barreiro.	25
Figura 7. Método arcaico de captação de água de chuva na Índia	26
Figura 8. Captação de água de chuva (componentes) em residência	28
Figura 9. Dois tipos de telhados para captar água, um convencional e o outro invertido.....	30
Figura 10. Instalação da calha de alumínio e em seguida a água da chuva conduzida pela calha	31
Figura 11. Tubos condutores que levam a água da chuva até a cisterna	32
Figura 12. Cisterna no subsolo.....	33
Figura 13. Caixas separadas para receber água potável e da chuva	34
Figura 14. Reservatório enterrável.....	35
Figura 15. Cisterna apoiada	35
Figura 16. Água reservada em um barril	36
Figura 17. 3P Filtro Volumétrico VF 1 e seu dimensionamento.....	37
Figura 18. Freio d'água	38
Figura 19. Etapas de funcionamento do sifão.	38
Figura 20. By Pass, importante para se evitar um transbordamento provocado pelo excesso de chuva.....	39
Figura 21. Sistema integrado (filtro e cisterna) com os demais acessórios.....	39
Figura 22. Funcionamento de um sistema de água da chuva.....	39
Figura 23. Coleta de água de chuva com reservatório de autolimpeza.....	44
Figura 24. Principais problemas existentes relacionados à falta de água	53

Figura 25. Soluções para os problemas da falta d'água	54
Figura 26. Conhecimento de ligações clandestinas de água (Gatos) em Rondonópolis	55
Figura 27. Principais problemas provocados pela água da chuva	56
Figura 28. Remoção da mata ciliar do Rio Vermelho e lixo lançado às margens do Rio Vermelho pela população.	57
Figura 29. Possíveis soluções para os problemas decorrentes da água da chuva ...	58
Figura 30 Ampliação da rede pluvial e galerias, e remoção de lixo e resíduos das ruas	58
Figura 31. Participação na solução de problemas provocados pela água da chuva .	60
Figura 32. Interrupção no fornecimento de água no município de Rondonópolis.....	61
Figura 33. Medidas adotadas pelo poder municipal para evitar a falta de água	62
Figura 34. Conhecimento do sistema de captação de água de chuva	64
Figura 35. Fonte de conhecimento do sistema de captação de água de chuva.....	65
Figura 36. Água de chuva como alternativa em Rondonópolis	66
Figura 37. Local onde já existe o sistema aproveitamento de água de chuva	67
Figura 38. Possibilidade de instalar um sistema de captação de água de chuva.....	69
Figura 39. Usos prováveis da água de chuva	71
Figura 40. Percepção sobre o que representa a água	72
Figura 41. Situação sobre o uso racional da água	73
Figura 42. Problemas que agravam a escassez de água	74
Figura 43. Atividades domésticas com possibilidades de economizar água	75
Figura 44. Aspectos que favorecem o abastecimento de água.....	76
Figura 45. Posição quanto à cobrança pelo uso da água	77
Figura 46. Educação Ambiental na sustentação dos recursos hídricos	77
Figura 47. Participação na busca por fontes alternativas de recursos hídricos.....	80
Figura 48. Atores responsáveis pela implantação das tecnologias para uso racional de água e busca de fontes alternativas de recursos hídricos.....	81
Figura 49. Conflitos pelo uso da água entre os setores econômicos	82
Figura 50 Classificação dos maiores usuários da água	82
Figura 51. Aspectos positivos sobre o sistema de captação de água de chuva.....	83
Figura 52. Aspectos negativos sobre o sistema de captação de água de chuva	85

LISTA DE TABELA E QUADROS

Tabela 1. Distribuição da água na Terra	14
Quadro 1. Vantagens e desvantagens de dois tipos de cisternas.....	34
Quadro 2. Cuidados necessários para a preservação da qualidade das águas.....	42
Quadro 3. Relação das vantagens e desvantagens da água da chuva.	46

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo analisar a percepção dos atores sociais para a implantação de sistemas de captação e aproveitamento de água de chuva no município de Rondonópolis, Estado de Mato Grosso. A pesquisa adotou como critério o método descritivo como objetivo e os procedimentos adotados foram a pesquisa de campo e bibliográfica. A natureza de tratamento dos resultados se configura como qualitativa. Trata-se de um estudo de percepção ambiental direcionado para o aproveitamento de água de chuva no município, com uma amostra composta por segmentos da sociedade (órgãos governamentais e não-governamentais, instituições de ensino, entidades ambientalistas, secretarias regionais, associações de moradores e iniciativa privada). Os dados para a realização do estudo foram coletados através de questionários entregues pessoalmente aos atores. Os questionários foram estruturados de forma a atender aos objetivos da pesquisa considerando o nível dos atores; e montados com questões fechadas após aplicação de um questionário-piloto, com solicitação de justificativas para algumas questões. O estudo demonstrou que a região apresenta potencial para o desenvolvimento de práticas de aproveitamento da água pluvial, com uma boa aceitação por parte da comunidade. De acordo com os resultados, a comunidade reconhece a importância da preservação dos recursos naturais e a necessidade da busca por fontes alternativas destes recursos, dentre estes os recursos hídricos. A maioria dos atores abordados instalaria um sistema em suas propriedades, em que o principal motivo seria a consciência da possibilidade de escassez de água e uma possível economia no gasto com água tratada. A existência de usos múltiplos e conflituosos da água foi percebida por boa parte dos atores, sendo o segmento industrial o maior consumidor, seguido pela agropecuária, residências e comércio por último. Os resultados do estudo também sugerem que, para que seja implantado com sucesso o aproveitamento de água de chuva em Rondonópolis, é necessário incentivo governamental. Conclui-se que há necessidade do desenvolvimento de programas abrangentes para informar a sociedade sobre o funcionamento do sistema, os usos aos quais a água coletada pode ser destinada e a contribuição que esta prática pode oferecer à preservação dos recursos hídricos na região.

Palavras-chave: Escassez de água. Alternativa Hídrica. Sustentabilidade.

ABSTRACT

The following study has as aim to analyze the perception of society members when it comes to the implementation of systems of capture and use of rainfall, in the city of Rondonópolis, state of Mato Grosso. The objective of the research adopted as criteria the descriptive method, and the field and bibliographic researches as procedures. It's a qualitative research that studies the environmental perception directed to the rainfall use in the city, involving society members: government and non-government institutions, educational institutions, environmental organizations, regional offices, residents associations and private initiative. The data were collected through questionnaires, answered by society members. The questionnaires were structured in a way to reach the focus of the research, considering the level of the interviewed members inside the society, and organized with closed questions after a main questionnaire. Some of the questions required explanations. The study portrays that the region presents a potential to develop the practices of rainfall use, besides the great acceptance of the community to the project. According to the results, the society recognizes the importance of natural resources preservation and also the need to seek alternative sources, amongst them hydrologic resources. Most of the interviewed members would set up a system in their properties, with the objective of bringing awareness to the possibility of shortage of water and possible savings of treated water. The existence of multiple and conflicting uses of water were noticed by members of society, following this order: industry sector as the biggest consumer, agriculture sector, residences, and finally, the commerce. The results suggest that in order to successfully implement the rainfall use in the city, it's necessary to have government support. It could be concluded that it's needed to develop comprehensive programs to inform the society about the system functions, the uses of collected water, and the contribution that practice can offer to the preservation of hydrologic sources in the region.

Key-Words: Water Shortage; Hydrologic Alternative; Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

O sucesso ou não da aplicação de uma nova alternativa aos recursos hídricos em uma região, depende muito da conscientização e percepção da população em entender a escassez de água potável como um grave problema ambiental que proporciona impactos negativos de ordem econômica e social. Dessa forma a escassez dos recursos hídricos, origina-se da ação antrópica do ser humano que polui, degrada e contamina os mananciais superficiais e até mesmo as águas subterrâneas.

Problemas comuns que agravam a escassez de água são: a periodicidade e a irregularidade do suprimento, o desmatamento, a poluição das nascentes, a falta de saneamento, a expansão das cidades, a má gestão e o uso irracional e conflituoso entre os diferentes segmentos (TUNDISI, 2005).

Com o passar do tempo, a complexidade do uso e retirada constante da água, levou a um crítico cenário de degradação e poluição, fato que se resume em baixa disponibilidade de água em várias regiões do planeta. Essa situação impõe empecilhos ao desenvolvimento social e econômico das nações e acelera uma explosão de doenças de veiculação hídrica.

Situações que caracterizam um possível risco de escassez de água têm provocado a necessidade de conscientizar a população quanto ao uso adequado e racional de um recurso vital para a sobrevivência humana. Além disso, a importância de se buscar alternativas que diminuam a sobrecarga sobre a água, como o uso da captação da água de chuva, que é um recurso disponível como tantos outros, e que faz parte do ciclo hidrológico e que em certas regiões é abundante. Entretanto, para muitos ela é considerada como esgoto e recurso descartável.

A possibilidade de uma crise na disponibilidade de água em várias regiões do planeta ganha cada vez mais espaço a necessidade em mudar os hábitos quanto ao uso da água pelos usuários. Os recursos hídricos ainda são encarados e usufruídos como um bem livre por todas as classes de consumidores, logo, entre as mudanças, uma deverá ser, certamente, tratar a água como um bem econômico.

Diante do exposto fica estabelecida uma problemática para o estudo: Qual a percepção dos atores sociais do município de Rondonópolis/MT, quanto à captação e aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis?

É objetivo geral desse estudo analisar a percepção dos atores sociais do município de Rondonópolis/MT, quanto à captação e aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis, como uma possível alternativa ao uso da água tratada pela companhia de saneamento do município.

Em relação aos objetivos específicos, pretende-se:

- conhecer o grau de entendimento dos atores sociais do município de Rondonópolis/MT sobre o sistema de captação e aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis, como alternativa aos recursos hídricos tradicionais;
- detectar a existência do uso múltiplo e conflituoso da água entre os setores econômicos no município de Rondonópolis/MT.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CICLO HIDROLÓGICO E DISTRIBUIÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

O ciclo hidrológico, Figura 1, é considerado o princípio unificador de tudo o que se refere à água no planeta. Tundisi (2005), afirma que o ciclo é o modelo pelo qual se representam a interdependência e o movimento contínuo da água nas fases sólidas, líquida e gasosa.

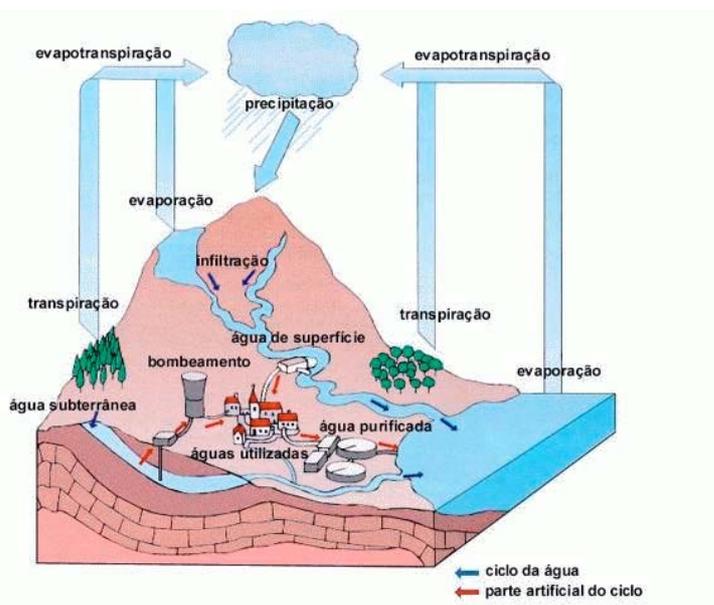


Figura 1. Esquema de funcionamento do ciclo hidrológico.
Fonte: TUNDISI 2005, p.15

Entretanto, a fase de maior interesse é a líquida, de fundamental importância para o uso e para satisfazer as necessidades do homem e de todos os outros organismos, animais e vegetais. De acordo com Tundisi (2005), são componentes do ciclo hidrológico: a precipitação, que é água adicionada à superfície da Terra a partir da atmosfera; a evaporação é o processo de transformação da água líquida em gasosa (vapor d'água); transpiração, processo de perda de vapor d'água pelas plantas; infiltração mecanismo na qual a água é absorvida pelo solo; percolação, neste caso a água entra no solo e nas formações rochosas até o lençol freático;

drenagem é movimento de deslocamento da água nas superfícies, durante a precipitação; e condensação que é a formação de nuvens.

Tundisi (2005), ressalta que o Planeta Terra é constituído em sua maior parte pelas águas, porém somente uma pequena parcela está disponível para o consumo humano. E ainda é preciso ressaltar que, em termos globais, a quantidade de água disponível é superior ao total consumido pela população, no entanto, a distribuição deste recurso é desigual nas diversas regiões do globo e em geral não é diretamente proporcional às necessidades humanas.

Do total de água no Planeta, aproximadamente 97,5% é salgada e apenas 2,5% é considerada doce, propícia ao consumo, porém, parcela considerável da água doce não está disponível facilmente. Na Tabela 1, encontra-se a composição de toda a massa líquida do globo terrestre. Os 96,5% correspondem à água salgada dos mares e oceanos, e, 2%, a água doce congelada. Água doce disponível em rios e lençóis freáticos calcula-se em 0,8% (REBOUÇAS, 2006).

Tabela 1. Distribuição da água na Terra

Reservatório	Área (10 ³ Km ²)	Volume (10 ³ Km ³)	% volume Total	% volume água doce
Oceanos	361.000	1.338.000	96,5379	-
Água Subterrânea:	134.800	23.400	1,6883	-
Água doce		10.530	0,7597	30,1
Água salgada	200	12.870	0,9286	
Umidade do solo		16,5	0,0012	0,0471
Áreas Congeladas:	16.227	24.064	1,7362	68,6971
Antártida	13.980	21.600	1,5585	61,6629
Groenlândia	1.802	2.340	0,1688	6,6802
Ártico	226	83,5	0,0060	0,2384
Montanhas	224	40,6	0,0029	0,1159
Solos congelados	21.000	300	0,0216	0,8564
Lagos:	2.058,7	176,4	0,0127	-
Água doce	1.236,4	91,0	0,0066	0,2598
Água salgada	822,3	85,4	0,0062	-
Pântanos	2.682,6	11,5	0,0008	0,0328
Rios	148.800	2,1	0,0002	0,0061
Água na Biomassa	510.000	1,1	0,0001	0,0032
Vapor d'água na atmosfera	510.000	12,9	0,0009	0,0368
Armazenamento total água salgada	361.200	1.350.955,4	97,4726	-
Armazenamento total água doce	148.800	35.029,1	2,5274	100,0
Armazenamento total de água	510.000	1.385.984,5	100,0	-

Fonte: REBOUÇAS 2006, p. 44

Por meio da distribuição dos volumes da água no planeta, observa-se a pouca disponibilidade ao uso humano. De acordo com Clarke (2005), da água doce tecnicamente disponível para o consumo, apenas uma pequena porção é

encontrada na superfície: em lagos, rios, zonas úmidas, no solo, na umidade do ar e em plantas e animais, o restante está armazenado em aquíferos.

2.1.1 Situação dos recursos hídricos no Brasil

A Figura 2 aponta que o país possui a maior bacia hidrográfica do planeta, a Bacia do Rio Amazonas, que corresponde a 68,5% dos nossos recursos hídricos totais, porém muito mal distribuído, pois isto representa 45,3% do território nacional. Enquanto a Bacia Costeira da Região Nordeste, que representa 18,3% de nosso território, dispõe somente de 3,3%, as regiões Sul e Sudeste detêm juntas 12,5% desses recursos, concentram 57,6 % da população brasileira (REBOUÇAS, 2006).

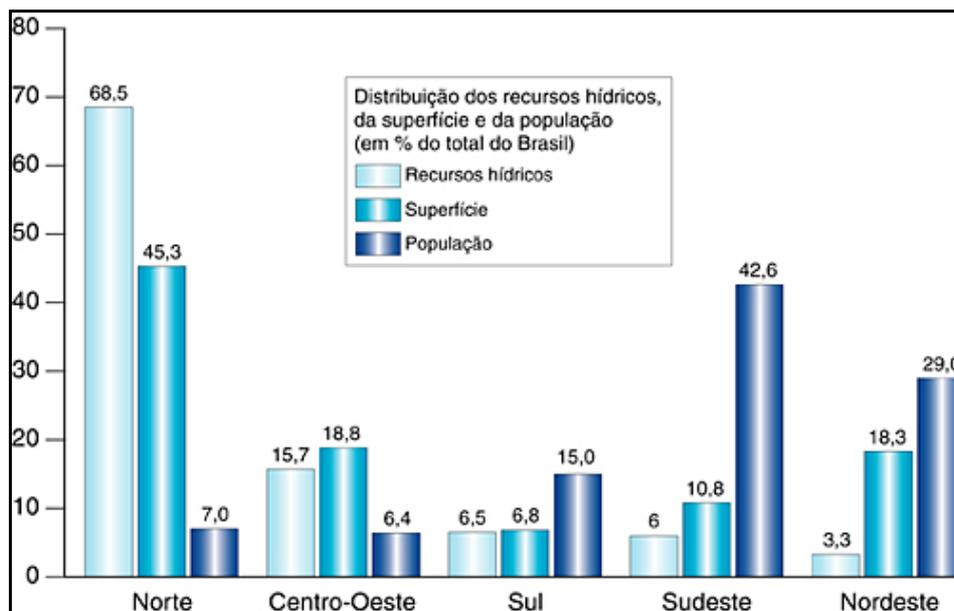


Figura 2. Distribuição da água, da superfície e da população do Brasil
Fonte: REBOUÇAS 2006, p. 47

A Lei nº 9.433/97 instituiu a bacia hidrográfica como a unidade territorial de gestão, a fim de implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (art. 1º, V), dividiu-se o território nacional em doze grandes regiões hídricas compostas por bacias hidrográficas distintas, como mostra a Figura 3.

O país é a maior potência hídrica do planeta, com 12% do total mundial, garantida pela água dos rios, em especial, de três grandes bacias, Amazônica, São Francisco e Paraná; pelo rico volume de chuvas tropicais; e pela maior reserva de

água doce subterrânea do mundo, o aquífero Guarani, cujo tamanho é igual ao território da Inglaterra, França e Espanha juntas e que cruza a fronteira de sete Estados brasileiros, avançando pelos territórios argentino, paraguaio e uruguaio. O aquífero Guarani tem uma área de 1.195.200 Km², dos quais 840.000 Km² que se estendem por oito Estados brasileiros (71%), e também pelo Paraguai (6%), Argentina (19%) e Uruguai (4%) (ANA 2001).



Figura 3. Divisão Hidrográfica do Brasil
Fonte: ANA 2001, p. 104

As reservas brasileiras de água subterrânea desse aquífero são estimadas em 45.000 Km³, nem todos adequados para o consumo ou para as atividades humanas. A crescente exploração do aquífero desde os anos 70 acarreta o aumento dos riscos de contaminação de suas águas, ainda mais na ausência de políticas públicas que visem a sua proteção (GEO BRASIL, 2007).

2.2 O USO MÚTIPLA E CONFLITUOSO DA ÁGUA.

Tucci (2001), observa que aproximadamente 90% dos recursos hídricos do Brasil são utilizados para produção agrícola, produção industrial e consumo humano. O autor relaciona as principais atividades que utilizam recursos hídricos superficiais

e subterrâneos: abastecimento em áreas urbanas (doméstico, público e comercial); abastecimento em áreas rurais; irrigação a partir de águas superficiais e subterrâneas; dessedentação de rebanhos; uso industrial (várias finalidades); navegação para transporte; pesca e piscicultura; aquicultura; hidroeletricidade; turismo; e recreação.

Silva (2006), observa que a diversificação do uso múltiplo dos recursos hídricos no Brasil e em qualquer região do planeta, depende do grau de concentração da população humana, do estágio de desenvolvimento econômico regional e da intensidade das atividades nas bacias hidrográficas.

O termo escassez de água pode ser usado para descrever um ambiente onde os usuários estão competindo pela água, isto é, onde a disponibilidade de água é insuficiente para atender à demanda (TUNDISI, 2001).

O consumo de água nas atividades humanas varia muito entre diversas regiões e países. Os vários usos múltiplos da água e as permanentes necessidades de água para fazer frente ao crescimento populacional, principalmente nos centros urbanos, e às demandas industriais e agrícolas têm gerado permanente pressão sobre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos. No mundo, em média, a agricultura utiliza aproximadamente 70% dos recursos hídricos, seguido pelas indústrias com 22% e o doméstico com 8%. No Brasil a utilização é bem semelhante, 88% da água potável é utilizado pela agricultura, 7% pela indústria e 5% no doméstico (TUNDISI 2005).

Nos últimos 30 anos o aumento do consumo da água em suas múltiplas atividades¹, assim como a aceleração da degradação dos corpos hídricos têm requerido dos países instrumentos de gerenciamento dos recursos hídricos cada vez mais eficazes (THAME, 2000).

O consumo de água aumenta à medida que as atividades econômicas se diversificam e as necessidades de água aumentam para atingir níveis de sustentação compatíveis com as pressões da sociedade de consumo, a produção industrial e agrícola (VILLIERS, 2002).

Tundisi (2005), define assim a relação da humanidade com a água:

¹ “Mundialmente, a agricultura é, de longe, o maior usuário de água, representando em média 69% da demanda, contra 23% da indústria e 8% do abastecimento humano. Em países em desenvolvimento, a parcela utilizada é ainda maior, alcançando os 80%, em parte por causa do alto consumo inerente à atividade, mas também em consequência do emprego predominante de técnicas ineficiente de irrigação (AZEVEDO; BALTAR 2000)”.

A história da água sobre o planeta Terra é complexa e está diretamente relacionada ao crescimento da população humana, ao grau de urbanização e aos usos múltiplos que afetam a quantidade e a qualidade. A história da água, seus usos e contaminações também estão relacionados à saúde, pois muitas doenças que afetam a espécie humana têm veiculação hídrica, organismos que se desenvolvem na água ou que têm parte de seu ciclo de vida em vetores que crescem em sistemas aquáticos. Os usos da água geram conflitos em razão de sua multiplicidade e finalidade diversas, às quais demandam quantidades e qualidades diferentes.

É importante destacar a forma de tratamento da água quanto ao seu uso. Quando há abundância de água, ela pode ser considerada como bem livre, sem valor econômico. Com o crescimento da demanda, começam a surgir conflitos entre usos e usuários da água, que passa a ser escassa e, então precisa ser gerida como bem econômico devendo ser-lhe atribuído um justo valor. Essa escassez também pode decorrer devido a aspectos qualitativos, quando a poluição afeta de tal forma a qualidade da água que os valores excedem os padrões admissíveis para determinados usos, fato que gera uma série de conflitos entre os diversos usuários (HESPANHOL, 2006).

São vários os usos e os benefícios quando se tem um consumo sensato e com responsabilidade. Porém, o aumento e a diversificação dos usos múltiplos da água resultaram em igual multiplicidade de impactos, de diversas magnitudes, que exigem diferentes modalidades de avaliação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos e monitoramento adequado e de longo prazo (SETTI, 2001).

2.3 ÁGUA DA CHUVA

2.3.1 O uso da água da chuva na história

A coleta de água da chuva foi inventada independentemente em diversas partes do mundo e em diferentes continentes. Segundo Gnadlinger (2001) esse sistema tem sido uma técnica muito popular, especialmente em regiões áridas e semi-áridas, onde as chuvas ocorrem somente durante poucos meses e em locais diferentes.

Uma das inscrições mais antigas do mundo, afirma Tomaz (2003), é a conhecida Pedra Moabita, localizada no Oriente Médio, datada de 850 a.C. Nos

seus dizeres, o rei Mesha dos Moabitas, sugere que seja feito um reservatório em cada casa para reaproveitamento da água da chuva.

Apesar de parecer algo novo, a utilização da água de chuva pelo homem para a produção de alimentos, criação de animais e até mesmo consumo humano, é bem antiga. Segundo Tomaz (2003), na ilha de Creta são encontrados diversos reservatórios escavados em rochas anteriores a 3000 a.C. com a finalidade de aproveitamento da água da chuva para o consumo humano.

Há 2.750 a.C, na Mesopotâmia, também se utilizavam águas de chuva. No palácio de Knossos, nessa mesma Ilha, aproximadamente 2000 a.C. era aproveitada a água de chuva para descarga em bacias sanitárias. Na França em 1703, Philippe La Hire desenvolveu equipamentos como um filtro de areia e um reservatório que tratava e armazenava água das chuvas de Paris para uso residencial (TOMAZ, 2003).

O maior tanque do mundo para água de chuva é, provavelmente, o Yerebatam Sarayi, em Istambul, Turquia. Foi construído durante o governo de César Justinian (A.D. 527 - 565), com o tamanho de 140 por 70 m, tendo uma capacidade de 80.000 m³ (FENDRICH; OLIYNIK, 2002).

Oliveira (2004), comenta que, no sul do Brasil, foi possível encontrar o primeiro caso de aproveitamento de água de chuva. Foi em Santa Catarina o primeiro uso comprovado da chuva no século XVIII, por ocasião da construção das Fortalezas de Florianópolis, para consumo das tropas como também para outros usos diversos.

Em todo o mundo existem exemplos de utilização de técnicas de captação de água de chuva como na região semi-árida da China onde o problema de abastecimento de água foi resolvido trazendo resultados positivos fundamentais para o desenvolvimento econômico e social da região (PALMIER 2001 *apud* GNADLINGER 2000). Esta técnica era conhecida no Planalto de Loess, na China, há dois mil anos, quando existiam cacimbas e tanques para a água de chuva.

No mundo árabe, diversos sistemas de captação de água de chuva estão sendo desenvolvidos, onde a grande necessidade de água estimula o máximo uso de cada gota de água. As técnicas de captação de água de chuva são praticadas há milênios em vários países da região, sendo comuns em países como a Arábia Saudita, Catar, Emirados Árabes, Iêmen, Omã e Tunísia (PALMIER, 2001).

No Irã podem ser encontrados os Abanbars, tradicional sistema de captação de água de chuva comunitário. Há 2.000 anos existiu um sistema integrado de manejo de água de chuva e agricultura de escoamento de água de chuva no deserto de Negev (SILVA, 1998).

Nas Américas as práticas pré-colombianas do povo Maya na península de Yucatan, hoje México. O México como um todo é rico em antigas e tradicionais tecnologias de coleta de água da chuva, datadas da época dos Astecas e Mayas. No séc. X existia uma agricultura baseada no aproveitamento da água de chuva. As pessoas viviam nas encostas e sua água potável era fornecida por cisternas com capacidade de 20.000 a 45.000 litros, chamadas Chultuns (LEAL; HERRMANN 1999).

O progresso técnico dos séc. XIX e XX ocorreu principalmente nos países desenvolvidos, em zonas climáticas moderadas e úmidas, sem necessidade de captação de água de chuva.

Gnadlinger (2001) afirma que como consequência da colonização, práticas de agricultura de zonas climáticas moderadas foram implantadas em áreas mais secas. Além disso, houve uma ênfase na construção de grandes barragens, no desenvolvimento do aproveitamento de águas subterrâneas, e em projetos de irrigação encanada, com altos custos. Estas são algumas razões porque as tecnologias de coleta de água de chuva foram deixadas de lado ao longo do tempo ou completamente esquecidas.

2.3.2 O uso da água de chuva na atualidade.

No mundo existe uma percepção por parte de algumas empresas sobre a necessidade de preservar e utilizar fontes alternativas aos recursos naturais, de modo a não exercer pressão sobre os próprios. Além do que, os consumidores mais esclarecidos exigem que os produtos sejam elaborados com um mínimo de impacto sobre o ambiente, mais especificamente sobre os recursos hídricos.

Na Europa, principalmente na Alemanha, são muitos os exemplos de aplicação de novas tecnologias em áreas urbanas. O objetivo da instalação dos sistemas de coleta de águas pluviais teve o seu início com a finalidade principal de combater as enchentes urbanas, decorrentes da impermeabilização do solo, devido à pavimentação asfáltica e as construções, que impedem que a água seja absorvida.

Cerca de cinquenta empresas européias são especializadas na fabricação de equipamentos para coleta, filtragem e armazenamento da água de chuva. Só na Alemanha, cerca de 100 mil sistemas de captação são instalados por ano, sendo que a maioria das novas construções adota o sistema e em alguns municípios existem incentivos por parte dos órgãos municipais (SICKERMANN, 2005).

No Brasil, a Spaipa é uma organização fabricante e distribuidora da Coca-cola que aproveitou as reformas de ampliação da planta industrial de Maringá/PR, para adotar um projeto de uso de água de chuva. Mogami (2007), descreve que a água que cai do telhado do novo galpão de 2.500 m², segue para calhas e de lá para uma cisterna. Nos meses de janeiro e fevereiro de 2007, foram captados e utilizados 390 mil litros de água da chuva. Existe uma estimativa de recolher ainda em 2007 um total de 3,5 milhões de litros de águas pluviais, ampliando para 7.500 m² a área de captação, em que a previsão do investimento se dará em um ano.

Mogami (2007), afirma que a unidade Coca-cola em Maringá/PR consome 30 milhões de litros de água por mês, mas a iniciativa tem servido de exemplo para outras unidades da Coca-Cola no país e também para outros segmentos industriais na região e pelo Brasil.

A água da chuva pode ser utilizada como uma alternativa por todos os usuários: indústria, agricultura e nas residências. Mesmo não sendo o maior consumidor, o uso residencial deve ser estimulado por apresentar algumas destinações de uso que da água não são nobres, como lavar calçadas, regar gramados e jardins, limpar automóveis, dentre outros (BARLOW; CLARKE, 2003).

A construtora Plaenge, em Cuiabá/MT, contratou uma empresa especializada para elaborar um sistema de aproveitamento de água de chuva para a irrigação de jardins e limpeza de piso das edificações. O sistema foi implantado no edifício Clarice Lispector, lançado em 2003. O sistema de captação pode gerar uma economia de 50 mil litros/mês, podendo variar em função dos índices de precipitação (AYUB, 2005).

Em São Paulo/SP, na empresa de transporte coletivo Santa Brígida, a garagem abriga mais de 500 ônibus, toda a água de chuva que cai sobre os 9.000 m² da área coberta é captada por canaletas e direcionada para uma rede de piscinões subterrâneos, com capacidade para 150 mil litros cada um. Essa água é aproveitada para a lavagem de pisos, peças e veículos, sem receber nenhum tratamento. A empresa faz cerca de 700 lavagens de ônibus diariamente e cada

operação usa, em média, 400 litros de água, o que significa um consumo diário de 280 mil litros só para a limpeza dos ônibus. Durante a estação das chuvas, a demanda é suprida quase completamente pela água de chuva captada (ESCARE, 2003). As Figuras 4 e 5 mostram alguns casos de aproveitamento de água da chuva por parte de algumas empresas.

<p>Joinville - SC</p> 	<p>Obra: Angeloni Joinville - Supercenter Dr. João Colin</p> <p>Área construída: 25.160 m²</p> <p>Área de cobertura: 10.500 m²</p> <p>Área de captação: 5.150 m²</p> <p>Equipamentos: 2 filtros VF6</p> <p>Volume da cisterna: 167.330 litros</p> <p>Economia de água potável: 659.000 litros</p>
<p>Camboriú - SC</p> 	<p>Obra: Supermercado Big</p> <p>Área construída: 19.800 m²</p> <p>Área de cobertura: 4.859 m²</p> <p>Área de captação: 4.859 m²</p> <p>Equipamentos: 3 Filtros Industriais e acessórios</p> <p>Volume da cisterna: 162.000 litros</p> <p>Economia de água potável: 583.000 litros</p>
<p>Florianópolis - Santa Catarina</p> 	<p>Obra: Primavera Tennis</p> <p>Área construída: 3.600 m²</p> <p>Área de cobertura: 3.200 m²</p> <p>Área de captação: 3.200 m²</p> <p>Equipamentos: 1 Filtro VF6 e acessórios</p> <p>Volume da cisterna: 60.000 litros</p> <p>Economia de água potável: 358.000 litros</p>
<p>Joinville - Santa Catarina</p> 	<p>Obra: Ginásio de esportes Univille</p> <p>Área construída: 2.941,37m²</p> <p>Área de cobertura: 1.780m²</p> <p>Área de captação: 1.100m²</p> <p>Equipamentos: 1 filtro VF6 e acessórios</p> <p>Volume da cisterna: 45m³</p> <p>Economia de água potável: 149.000 litros</p>

Figura 4. Empresas que utilizam a água da chuva em suas atividades

Fonte: MAY 2004, p. 38

O aproveitamento de água da chuva para empresas proporciona uma relativa economia, uma vez que consomem muito mais água do que em residências, e em

quase todos os processos produtivos seu uso é indispensável, seja em hotéis, postos de combustíveis, floriculturas, fábrica de tecido, entre outros.

Esteio – RS		<p>Obra: Auto Posto Nasato</p> <p>Área construída: 15.080 m²</p> <p>Área de cobertura: 7.300 m²</p> <p>Área de captação: 2.800 m²</p> <p>Equipamentos: 2 filtros VF6 e acessórios</p> <p>Volume da cisterna: 77.000 litros</p> <p>Economia de água potável: 267.000 litros</p>
Timbó - SC		<p>Obra: Auto Posto Nasato</p> <p>Área construída: 2.150 m²</p> <p>Área de cobertura: 1.700 m²</p> <p>Área de captação: 800m²</p> <p>Equipamentos: 1 Filtro VF6 e acessórios</p> <p>Volume da cisterna: 60.000 litros</p> <p>Economia de água potável: 890.000 litros</p>
Joinville - SC		<p>Obra: Edifício Porto das Dunas</p> <p>Área construída:</p> <p>Área de cobertura:</p> <p>Área de captação:</p> <p>Equipamentos: 4 filtros VF1 e acessórios</p> <p>Volume da cisterna: 30.000 litros</p>

Figura 5. Empresas que utilizam a água da chuva em suas atividades.
Fonte: MAY 2004, p. 40

No Hotel Íbis, de Blumenau/SC, foi instalado um sistema de captação e aproveitamento de água da chuva. A área de captação fica localizada praticamente na mesma linha do reservatório, localizado sob o telhado, fazendo com que não haja necessidade de recalcar a água de baixo para cima. A capacidade de armazenagem é de 8.000 litros de água de chuva. Segundo os responsáveis pela obra os gastos com a implantação do sistema poderão ser recuperados no primeiro ano de operação (CAMPOS 2004).

A Biblioteca da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) desenvolveu um projeto de reaproveitamento de água de chuva. O gasto de água no prédio foi reduzido em 30% e o retorno do investimento alcançado em 32 meses, (GONÇALVES 2004).

O Estado de Santa Catarina é um dos que mais pesquisa, desenvolve e aplica o sistema de uso de águas pluviais, sendo compreensível o seu elevado índice de qualidade de vida.

No Nordeste brasileiro existe o Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência no Semi-árido: Um Milhão de Cisternas Rurais – P1MC. O objetivo do programa é fornecer cisternas para armazenamento da água da chuva a 1.000.000 de famílias rurais, o que envolve aproximadamente cinco milhões de pessoas, juntamente com a mobilização social e educação ambiental da população (SCHISTEK, 2001).

Até abril de 2007 foram construídas 190.330 cisternas de 16.000 litros cada uma, capazes de armazenar 1,5 bilhão de litros. As águas das cisternas rurais são empregadas quase que exclusivamente para usos domésticos, inclusive para cozinhar e para beber. Cada cisterna custa em média R\$ 1.500,00 (material, agentes, treinamento etc). O custo final do projeto é calculado em R\$ 1 bilhão (ASA 2007).

De acordo com Gnadlinger (2005), o modelo de cisterna utilizado foi inventado na década de 1960 por um pedreiro da cidade de Simão Dias, em Sergipe, chamado Manoel Apolônio de Carvalho. Ele substituiu os tijolos, por placas de cimento pré-moldadas. A idéia se disseminou, outros também passaram a construir, muitas vezes em mutirões comunitários e, contando até mesmo com o financiamento de bancos.

Segundo Schistek (2001), em uma única comunidade da Bahia, 100% dos habitantes possuíam verminose e, depois da instalação de cisternas o número, de contaminados caiu para 7%. Além disso, cada família economiza, em média, duas horas de caminhada; passa a não depender tanto de caminhões pipa do governo; e pode até criar alguns animais e cultivar alimentos.

Os frutos do aproveitamento de água da chuva no Nordeste vieram rápido, Figura 6. As pessoas passaram a beber água com qualidade muito superior à anterior, de modo a reduzir a grande mortandade, principalmente entre as crianças (MALVEZZI, 2001).



Figura 6. Casa com captação de água da chuva e armazenamento em cisterna, e ao lado comparação entre o estado visual de águas da cisterna e do barreiro.

Fonte: POLLETO ,2001, p. 77

A pressão exercida pelo consumo e a poluição dos recursos hídricos, desperta para o desenvolvimento de novas e velhas técnicas e com isso simpósios, seminários, congressos e a criação de associações evidenciam a relevância em aproveitar a água da chuva.

A rápida disseminação e desenvolvimento da captação e utilização das águas pluviais já possibilitaram, inclusive, a criação da Associação Brasileira de Manejo e Captação da Água de Chuva (ABMAC), que reúne equipamentos, instrumentos, serviços e ainda o desenvolvimento de palestras e congressos. Portanto, o uso racional dos recursos hídricos com procedimentos como reutilização ou reuso da água, assim como a captação das águas de chuva é importante e representa um passo fundamental para evitar o caos hídrico que se anuncia (MAY, 2004).

Em julho de 2007 foi realizado em Belo Horizonte/MG, o 6^o Simpósio Brasileiro sobre Sistemas de Captação de Água de Chuva. A Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva – ABCMAC entende que as sugestões apresentadas nos eventos são de valiosa contribuição para a elaboração do Plano Nacional dos Recursos Hídricos, no qual a captação e o manejo de água de chuva devem ter o seu devido lugar.

2.4 O SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA

A captação da água de chuva, forma milenar de utilização da água pelo homem, vem despontando como uma opção interessante, necessitando, porém, de estudos mais precisos para definir suas utilizações nos diversos usos que o homem faz da água.

Campos (2004), considera que existe uma diversidade de técnicas para a captação e aproveitamento de água pluvial, das mais simples e arcaicas tecnologicamente, em que o objetivo é coletar a água para satisfazer as mais variadas necessidades. Entretanto, com o passar dos anos essas técnicas foram aprimoradas. Em países subdesenvolvidos, os sistemas são basicamente mais simples podendo ser composto até com folhas de certas árvores, vasos de barro, bacias e tecidos, como mostra a Figura 7.



Figura 7. Método arcaico de captação de água de chuva na Índia
Fonte: TOMAZ , 2003, p. 46

Tomaz (2003), descreve que a captação da água de chuva é uma prática muito difundida em países como a Alemanha e a Austrália, onde novos sistemas estão sendo desenvolvidos, permitindo a captação de água de boa qualidade de maneira simples e bastante efetiva em termos de custo/benefício.

As razões pelas quais o aproveitamento da água de chuva se torna uma alternativa atraente para a obtenção de água no Brasil são, principalmente, quatro e devem ser analisadas conhecendo-se o contexto das localidades onde a técnica é

aplicada: a escassez de água em decorrência da multiplicidade de uso por vários setores; o aumento da poluição dos recursos hídricos; o custo da água canalizada e tratada oferecida pelo abastecimento público nas grandes cidades; o abastecimento deficiente por parte das concessionárias públicas.

Tomaz (2003) destaca que a decisão para se utilizar a água da chuva como fonte de recursos hídricos, a ser tomada pelos usuários, em conjunto com os órgãos públicos responsáveis pelo abastecimento de água, deve incluir questões como: Quais são as alternativas para o abastecimento de água da comunidade a qual é destinado o projeto? Quais as vantagens e desvantagens em cada uma das alternativas de abastecimento de água? Como se coloca o sistema de utilização da água da chuva entre outras alternativas, levando em consideração o ponto de vista de todos os envolvidos, desde os usuários, os técnicos e os órgãos públicos? Quais as responsabilidades dos usuários para sua participação no desenvolvimento dos sistemas de utilização da água da chuva?

Após o tratamento destas questões e considerando que há interesse no aproveitamento da água da chuva, um projeto detalhado deverá ser desenvolvido apontando sua viabilidade. É importante destacar a participação do usuário como principal para a tomada de decisões na escolha das técnicas a serem utilizadas no projeto (TOMAZ 2001).

Ao se planejar construir sistemas de aproveitamento de água de chuva, para fins não potáveis em edificações, aspectos qualitativos e quantitativos devem ser considerados, como: a precipitação mensal da localidade em questão; o consumo mensal total da edificação; o consumo dos pontos que serão supridos por água da chuva; e elementos essenciais para captação de água da chuva (CAMPOS, 2004).

O registro histórico das precipitações nos últimos anos é fundamental para o dimensionamento dos reservatórios de águas pluviais. Através dele, observa-se não só a quantidade de água precipitada diariamente e/ou mensalmente, mas também os períodos de dias sem chuva.

Tomaz (2003) argumenta que uma precipitação anual acima de 2000 mm é considerada excelente em se tratando de aproveitamento de água de chuva para abastecimento. A cidade de Rondonópolis não apresenta precipitação como argumenta o autor, mas é considerado suficiente para fazer frente às necessidades de consumo de alguns segmentos, como em residências e em algumas empresas.

É muito importante, também, estimar corretamente o consumo de água a ser utilizado, seja em uma residência, escola, posto de gasolina, propriedade rural ou industrial, para o dimensionamento do sistema.

Uma das dificuldades na captação de água de chuva está justamente em dimensionar estruturas de coleta e armazenamento desta água, de modo a evitar um superdimensionamento no tamanho dos reservatórios ou na área de captação utilizada, de tal forma que não ocorra uma subutilização do sistema.

2.4.1 Elementos do sistema de captação e armazenamento da água de chuva

Há uma grande diversidade de sistemas de aproveitamento de água da chuva, sendo que a escolha do tipo de sistema a ser utilizado dependerá de cada situação apresentada. A decisão correta do sistema utilizado poderá refletir em queda nos custos com água tratada, o que torna o sistema mais atrativo. Para que seja possível, é necessário o conhecimento dos elementos que constituem esse sistema. Existem os elementos essenciais que estão presentes em todos os sistemas de aproveitamento de água da chuva, independentemente do grau de sofisticação do sistema. E os acessórios, que se enquadram como complementares ao sistema, não sendo obrigatória sua utilização (MAY 2004).

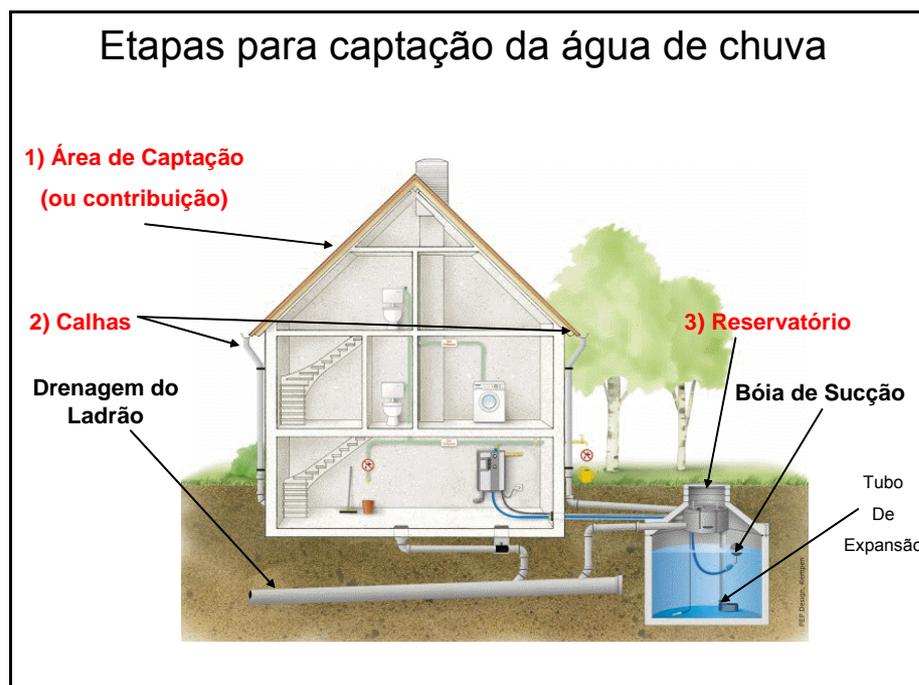


Figura 8. Captação de água de chuva (componentes) em residência
Fonte: TOMAZ, 2003, p. 123

A Figura 8 descreve que o sistema deve ser constituído por três etapas para a utilização de água da chuva nas edificações: área de captação da água da chuva; componentes de transporte (condução) da água da chuva; e armazenamento da água coletada. São considerados como os componentes mais importantes para um adequado e preciso sistema de captação, deles dependem a quantidade de água a ser coletada, uma condução (calhas) de maneira que não ocorra excesso ou transbordamento, e estocagem de água o suficiente para atender a demanda.

2.4.1.1 Área de captação

De acordo com May (2004), a captação da água da chuva ocorre por meio das superfícies coletoras de coberturas e pisos. A água captada nas coberturas das edificações é direcionada através de calhas e condutores até os locais de armazenamento, passando pelos processos de tratamento. Da mesma forma, nos pisos de terraços e varandas, as águas são coletadas através de ralos. Há autores que não recomendam esta água nem mesmo para finalidades não potáveis.

A água captada pelos telhados escorre para seu ponto mais baixo, seja o beiral ou o encontro com outro plano inclinado. Nestes pontos são colocadas as calhas, que conduzem a água para as tubulações coletoras. No ponto onde a calha se conecta a tubulação, geralmente é colocada uma proteção, que pode ser um ralo hemisférico, evitando a entrada de folhas e grandes objetos na tubulação.

São importantes o correto dimensionamento das calhas e tubos e a especificação de um número adequado de coletores verticais para escoar toda a água dos telhados sem que ocorram transbordamentos, que geram transtornos aos usuários em outras partes das edificações.

A Figura 9 alerta para um aspecto muito importante, que é medir corretamente a área do telhado. É um ponto crítico para o dimensionamento adequado do sistema, pois a partir dele é que será determinada a quantidade da água possível de ser captada. O local onde a chuva precipita a fim de ser captada é importante no dimensionamento do volume de armazenamento, pois quanto maior for a área de captação, maior será o volume de água de chuva capturado e armazenado. A área de captação deve suprir a demanda de consumo de água (TOMAZ, 2003).

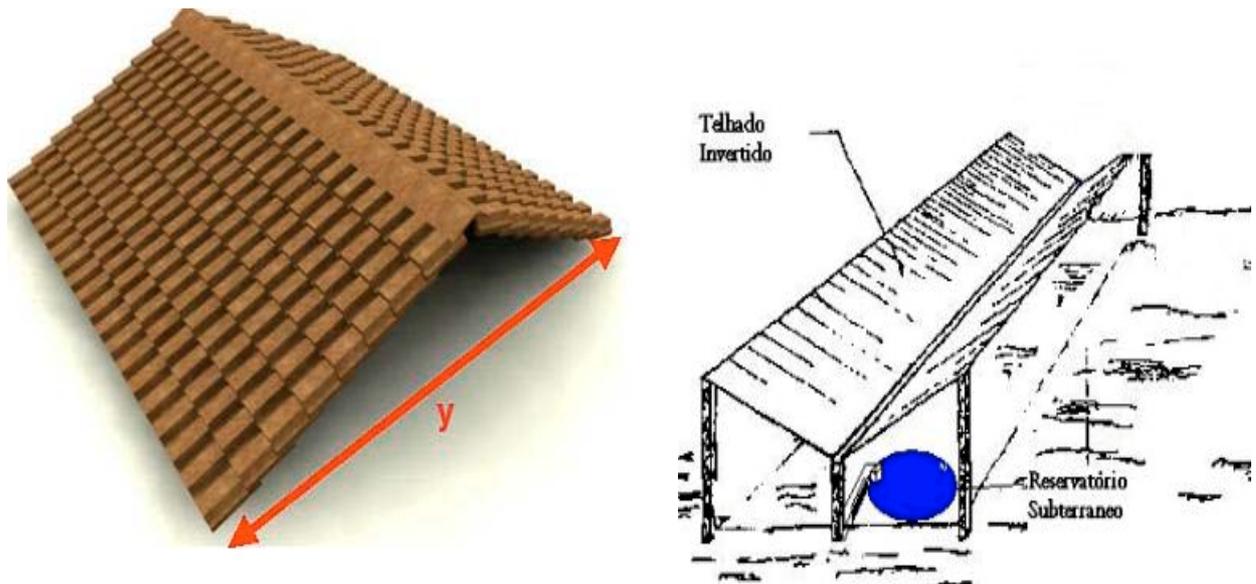


Figura 9. Dois tipos de telhados para captar água, um convencional e o outro invertido.
Fonte: TOMAZ, 2003, p. 128

As áreas de captação de água de chuva podem ser as mais variáveis possíveis como: telhados (prédios, casas, estádios, etc.), solo (encostas), áreas verdes (praças, jardins, etc.), quadras esportivas, toldos em barcos, ruas, estradas, calçadas e estacionamentos.

Segundo May (2004), as superfícies de cobertura mais usadas são de melhor qualidade, pois quase não há trânsito de pessoas e animais, além de ser de fácil captação e armazenamento, pois na maioria dos casos a água chega ao reservatório ou cisterna por gravidade.

Tomaz (2003), alerta que freqüentemente, aparecem poeira, sujeira, fezes de passarinhos, sapos, lagartixas e folhas de árvores. Alguns desses contaminantes podem apresentar riscos à saúde de pessoas que estiverem doentes ou tiverem baixa resistência imunológica. Alguns contaminantes podem provocar cor, gosto e/ou odor desagradáveis.

Os telhados podem ter como sua superfície de cobertura os mais diferentes tipos de materiais: laje de concreto impermeabilizado; azulejos; madeira, palha ou bambu; lona/vinil; telhado com cobertura vegetal; fibra vegetal; aço galvanizado; alumínio; cerâmica; concreto; fibra de vidro; PVC; polipropileno; entre outros (GROUP RAINDROPS 2002).

Outro problema com que se deparam os proprietários de cisternas é o acúmulo de folhas no telhado e nas calhas. Esse é um problema importante,

principalmente para as casas construídas em áreas densamente arborizadas. É também o mais fácil de controlar (MAESTRI, 2003).

Dessa forma, alguns cuidados com a área de captação, neste caso, os telhados, devem ser tomados. Os materiais das superfícies da área de captação não devem ser tóxicos e não devem conter substâncias que prejudiquem a qualidade da água. Devem ser evitados telhados de amiantos; pintura ou cobertura nas superfícies de captação e não são recomendados telhados com pintura metálica ou outras coberturas (GROUP RAINDROPS, 2002).

A área de captação e dispositivos de coleta devem ser limpos regularmente para remover pó, folhas e excrementos de animais para minimizar contaminação bacteriana e manter a qualidade de água coletada. Telhados também devem ser protegidos das árvores para evitar a queda de folhas e galhos, e para que pássaros e animais não defiquem nos telhados (GROUP RAINDROPS, 2002).

2.4.1.2 Componentes de transporte (Calhas e Condutos)

Condutos que levam a água captada até o reservatório. As calhas são dispostas na horizontal e os condutos na vertical. São fundamentais para o funcionamento correto do sistema. As calhas utilizadas para captar a água do telhado podem ser de vários tipos de material, desde os mais específicos até materiais alternativos normalmente usados no semi-árido como canos de PVC cortados ao meio, folhas de zinco dobradas em forma de “L” (GNADLINGER, 2001).



Figura 10. Instalação da calha de alumínio e em seguida a água da chuva conduzida pela calha

Fonte: CAMPOS, 2004, p.56

Em sistemas mais elaborados as calhas podem ser de alumínio Figura 10, metal galvanizado ou PVC, tendo uma tela fina cobrindo a sua abertura para separar as folhas, gravetos e outros materiais depositados no telhado, no período entre chuvas. Alumínio ou metal galvanizado são recomendados por sua resistência à corrosão, sendo as calhas de plástico mais baratas (GONÇALVES, 2004).

O dimensionamento eficiente destes elementos de transporte permitirá reduzir riscos na perda de água por extravasamento, melhorando o desempenho do sistema.



Figura 11. Tubos condutores que levam a água da chuva até a cisterna
Fonte: CAMPOS, 2004, p. 89

É importante também manter uma manutenção constante, pois além de reduzir riscos de contaminação, fará com que se evitem entupimentos, o que aumentará a quantidade de água captada. Os condutos, Figura 11, também são importantes componentes do sistema. Depois de coletada pelas calhas, a água será conduzida para as cisternas por condutos.

2.4.1.3 Reservatórios

O armazenamento da água da chuva, assim como o da água potável, ocorre em reservatórios inferiores, também chamados de cisternas, e em reservatórios superiores, também chamados de caixas d'água. Os reservatórios inferiores podem ser substituídos se o usuário optar por acumular toda a água da chuva nos reservatórios superiores, o que significa aumentar consideravelmente a carga sobre

a estrutura da edificação e, por conseqüência, seu custo. Cada mil litros ou metro cúbico de água pesam uma tonelada (GROUP RAINDROPS 2002).

A melhor forma de armazenamento é a cisterna subterrânea. Sem luz e calor, retarda-se a ação das bactérias. Em geral, qualquer material impermeável e não tóxico pode ser usado: fibra de vidro, tanques de polietileno, aço inox ou concreto. As cisternas maiores são normalmente feitas de concreto (TOMAZ, 2003).



As cisternas podem ser enterradas ou não. Enterrar o reservatório faz com que a água permaneça com temperatura constante, não aquecendo muito durante o verão nem esfriando muito durante o inverno. Deixá-lo sobre o solo, apoiado sobre desníveis ou estruturas, permite um maior controle das condições do reservatório, evitando rachaduras e vazamentos. Boa opção é a construção de ambiente no subsolo da casa, Figura 12.

Figura 12. Cisterna no subsolo
Fonte: TOMAZ, 2003, p.133

Gonçalves (2004), analisa que a escolha da cisterna e da caixa d'água se deve a fatores financeiros e técnicos de sua construção e localização. Os reservatórios são considerados o item de maior custo na implantação dos sistemas de captação e utilização de água da chuva.

De acordo com Maestri (2003), apesar das cisternas enterradas serem consideradas mais adequadas e apresentarem um custo em torno de 50% inferior, 80% dos usuários preferem as cisternas apoiadas.

Quando enterrados estes reservatórios devem ser assentados sobre camada de areia e o espaço entre o solo e o reservatório também deve ser preenchido com areia, para evitar o contato das pedras existentes no solo. Um resumo das vantagens e desvantagens das cisternas enterradas e apoiadas é mostrado no Quadro 1.

Quadro 1. Vantagens e desvantagens de dois tipos de cisternas.

Cisternas apoiadas	
Vantagens	Desvantagens
Facilita a verificação de rachaduras e vazamentos	Necessita de espaço
A retirada da água pode ser feita pela gravidade	Geralmente é mais cara
Pode ser elevada para aumentar a pressão da água	É danificada mais facilmente
	Está sujeita ao ataque de intempéries
Cisternas enterradas	
Vantagens	Desvantagens
As paredes podem ser mais finas, diminuindo os custos	É mais difícil de esvaziar por descuido, deixando a torneira aberta
Não requer muito espaço	A retirada da água é mais difícil requerendo bombas e encanamentos
A água se mantém a uma temperatura mais baixa	Rachaduras e vazamentos são de difícil detecção
Alguns usuários preferem porque se assemelha a um poço	É maior a possibilidade de contaminação pela água proveniente do solo ou de inundações
	A estrutura pode ser danificada por raízes de árvores
	Se o tanque não for devidamente coberto pode apresentar riscos de acidentes com crianças, ou ser contaminada por pequenos animais
	Pode acontecer de veículos pesados danificarem a cisterna
	É mais difícil de ser esvaziada para li

Fonte: DTU, 2003, p. 62

A Figura 13 exhibe o armazenamento em separado da água potável distribuída pela concessionária municipal e a água da chuva, em que os pontos de consumo são aqueles que não exigem potabilidade como, vasos sanitários, área de serviço, nas áreas externas para limpeza de pisos, veículos e para regar gramados.

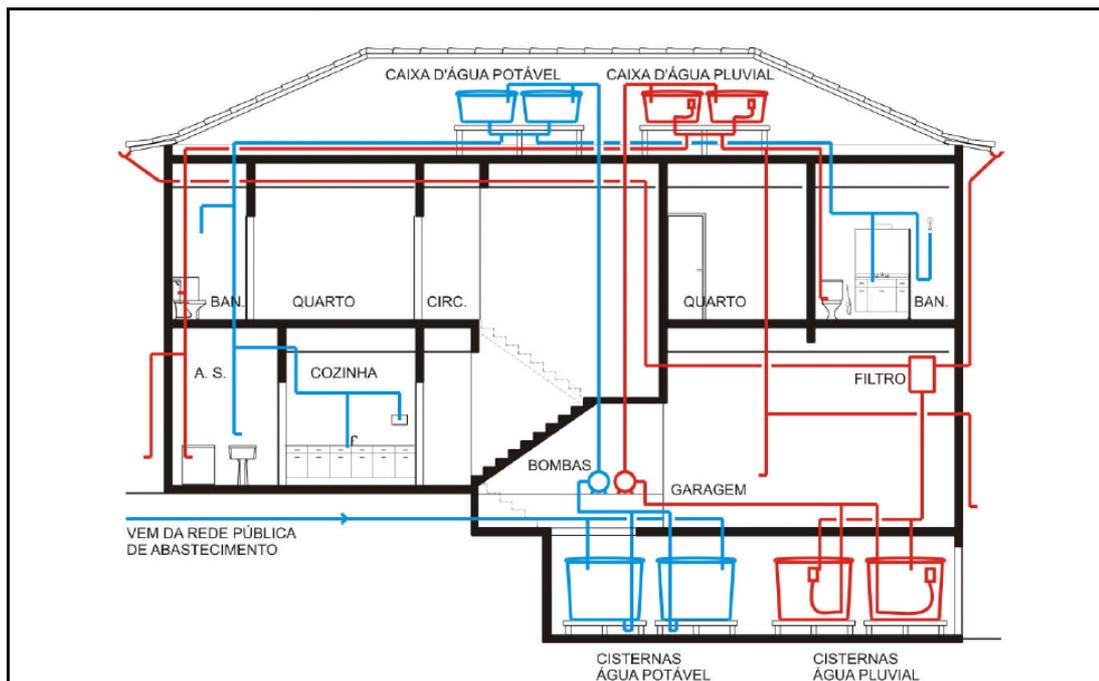


Figura 13. Caixas separadas para receber água potável e da chuva

Fonte: TOMAZ, 2003, p. 139

Pacheco (2003), relata que a água captada deve ser armazenada separadamente da água tratada, proveniente da rede de distribuição. O sistema de aproveitamento de água da chuva deve ser sempre identificado quando for utilizado em complementação a outros sistemas de abastecimento.

A Metalúrgica Cacupé, em Santa Catarina lançou no mercado um novo modelo de reservatório do tipo enterrável, Figura 14. A cisterna é feita em polietileno, com grande resistência e baixo peso (MAY, 2004).

A Figura 15 mostra as cisternas apoiadas que apresentam como vantagem facilidade na verificação de rachaduras e vazamentos, a retirada da água pode ser feita pela gravidade e por último pode ser elevada para aumentar a pressão da água.



Figura 14. Reservatório enterrável
Fonte: MAY, 2004, p. 47



Figura 15. Cisterna apoiada
Fonte: MAY, 2004, p. 49

Existe uma outra técnica de aproveitamento de água de chuva, que é mais simplificada e consiste na colocação de um barril, que pode ser plástico ou metálico, na descida das calhas que coletam a água do telhado.

Tomaz (2003), faz um alerta em que as águas provenientes de telhados e coberturas trazem bactérias nocivas ao seres vivos e elementos químicos prejudiciais às instalações hidráulicas. Para tanto, antes de ser utilizada, a água de chuva coletada deve receber tratamento, que varia de acordo com o grau de contaminação da água e com o uso ao qual esta água se destina.

Para tornar a água potável, é necessário não apenas filtrar a água, mas também provocar fenômenos químicos de oxidação, ações biológicas e ações bioquímicas. O cascalho fino e a areia, dispostos em camadas, segundo granulação

critérios estabelecida, compõe a combinação mais comumente utilizada, pois, além de eficiente, tem custo reduzido (MAY, 2004).



Figura 16. Água reservada em um barril

Fonte: MAY, 2004, p. 52

Na Figura 16 o barril fica apoiado sobre o solo ou um apoio e possui uma torneira por onde é retirada a água.

A decantação ocorre em todos os reservatórios de águas pluviais, devido ao grande período de tempo em que a água fica estagnada e ao fato de a filtragem não conseguir reter todas as impurezas presentes, necessitando manutenção periódica dos reservatórios, quando então se retira do seu fundo uma camada fina de algo parecido com lama ou lodo. Desta forma, é interessante que sejam projetados dois reservatórios inferiores para que se possa esvaziar um deles por completo e se proceder à sua limpeza, enquanto que o outro não sofre interferência. O mesmo é válido para os reservatórios superiores (TOMAZ, 2003).

2.4.2 Sistema de tratamento de água de chuva 3P Technik

São encontrados no mercado alguns equipamentos destinados à filtragem das águas pluviais, desde a simples separação de grandes objetos até a retenção de impurezas mínimas. A seguir será caracterizado um sistema comercializado pela empresa 3P Technik, com a característica comum de que apenas procedem à filtragem física da água proveniente dos telhados, sendo instalados na tubulação entre os telhados e o reservatório (MAY, 2004).

Produzidos pela 3P Technik no Brasil, atendem a telhados com áreas máximas de 200 m² e 1.500 m², respectivamente. Fabricado em polietileno ou aço inox, com peneira em aço inox e tela de 0,26mm, deve ser instalado na tubulação entre o telhado e a cisterna. A sujeira separada não se acumula, mas é eliminada pelo equipamento. Necessita visita para manutenção, que consiste na limpeza do conjunto filtrante. Entrada para dois tubos de 100 mm e saída para um de 100 mm. Permite entrada de água potável como alternativa de suprimento de água. Sua vida útil não é motivo de preocupação (SICKERMANN 2005).

Os tubos que descem das calhas são conectados nas entradas da água bruta do filtro 3P volumétrico VF1 como pode ser observado na Figura 17. Pode-se usar um lado somente, ou fazer a entrada pelos dois lados. A definição de usar um lado ou os dois é em função da disposição dos canos que descem das calhas. Se a área de telhado for superior a 100 m² a conexão deve ser feita pelos dois lados.



Figura 17. 3P Filtro Volumétrico VF 1 e seu dimensionamento.
Fonte: SICKERMANN, 2005, p. 3

O filtro funciona da seguinte maneira: a água bruta entra pelas aberturas superiores e é direcionada, passando entre os vãos da cascata. A sujeira mais grossa, como folhas e gravetos, passa por cima dos vãos e vai direto para a galeria pluvial. A água de chuva, já livre das impurezas maiores, passa então por uma tela de aço-inox com malha de 0,26 mm.

Dois acessórios podem contribuir para um melhor funcionamento do sistema: o freio d'água, que é instalado no fundo da cisterna, conectado ao filtro, através de

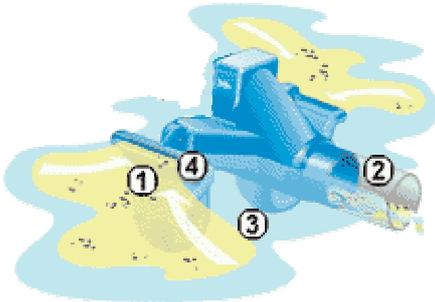
um cano; e o sifão, instalado na parte mais alta da cisterna, com o sifão, na parte de dentro, e o cano para fora, funcionando como ladrão.

Figura 18. Freio d'água
Fonte: SICKERMANN, 2005, p.5



O freio d'água na Figura 18 não deixa a água que entra atingir a camada de sedimentação, impedindo que se misture novamente com a água estocada. Ao mesmo tempo, a parte inferior da água estocada recebe uma injeção de oxigênio. Este oxigênio afasta a possibilidade dum processo anaeróbico na água parada. Assim a água se mantém fresca para um melhor consumo, ao agir desta forma a sujeira irá se depositar no fundo da cisterna.

Figura 19. Etapas de funcionamento do sifão.
Fonte: SICKERMANN, 2005, p. 8



A Figura 19 descreve a função e as etapas de funcionamento do sifão: 1) Quando o nível na cisterna aumenta, a água de chuva passa pelas entradas do sifão e é descartada na galeria pluvial ou no sistema de infiltração, se houver. (Pequenas partículas, como pólen, eventualmente existentes na superfície da água, são, graças ao desenho das aberturas, aspiradas e eliminadas);

- 2) O volume d'água excedente é, junto com o pólen, descartado para fora do reservatório;
- 3) Selo hidráulico pelo efeito da sifonagem;
- 4) Proteção contra a invasão de roedores (sobretudo ratazanas) pelo desenho estreito das saídas aspirantes.

A Figura 20 mostra que é indicada a instalação de um By Pass, ligando a canalização de água de chuva antes do filtro diretamente à canalização da galeria pluvial, pois caso haja um excesso de água de chuva no sistema esse excesso corre direto para a galeria pluvial, evitando um possível colapso.



Figura 20. By Pass, importante para se evitar um transbordamento provocado pelo excesso de chuva.

Fonte: SICKERMANN, 2005, p. 11

A Figura 21 mostra o funcionamento em conjunto de todos os componentes detalhados anteriormente: o filtro, by pass, freio d'água e sifão/ladrão do sistema de aproveitamento de água de chuva onde a água é coletada pela superfície do telhado, armazenada em uma cisterna após passar por todo o processo.

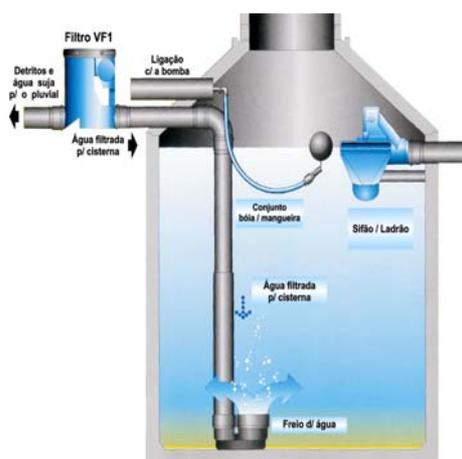


Figura 21. Sistema integrado (filtro e cisterna) com os demais acessórios
Fonte: TOMAZ, 2003, p. 151

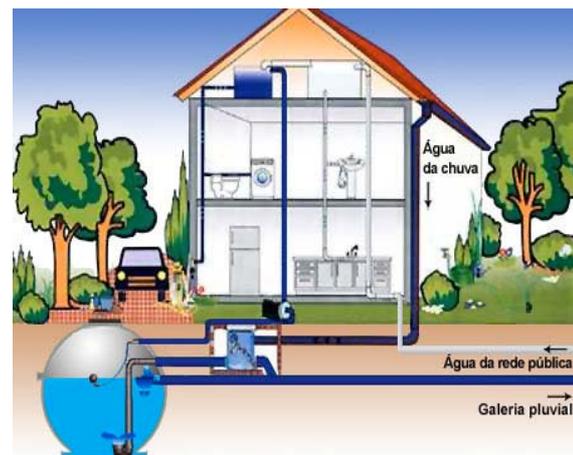


Figura 22. Funcionamento de um sistema de água da chuva
Fonte: TOMAZ, 2003, p. 153

O funcionamento completo de um sistema de captação, tratamento em filtro, armazenamento e uso da água da chuva em um a residência está disposto na

Figura 22. No caso específico, a cisterna é do tipo enterrável e o sistema de tratamento é o recomendável para limpeza mais grosseira como folhas, ramos, galhos e outros que exigem menos intensidade em pureza.

Em todo o país existem estudos e até minutas de Lei que pretendem obrigar condomínios residenciais, industriais e comerciais a reterem a água de chuva, para diminuir as enchentes urbanas. Também estão sendo criadas novas regras sobre a parcela do terreno que deverá ser mantida sem a colocação de pisos, para facilitar a infiltração da água no solo (MAY, 2004).

Em Curitiba-PR a Lei nº 10.785/03 de 18 de setembro de 2003, cria no município o Programa de Conservação e Uso Racional de Água nas Edificações – PURAE.

Este programa tem como objetivo instituir medidas que induzam à conservação, uso racional e utilização de fontes alternativas para captação de água nas novas edificações, bem como a conscientização dos usuários sobre a importância da conservação da água. O Art. 7º determina que a água das chuvas será captada na cobertura das edificações e encaminhada a uma cisterna ou tanque, para ser utilizada em atividades que não requeiram o uso de água tratada, proveniente da rede pública de abastecimento, tais como: a) rega de jardins e hortas; b) lavagem de roupa; c) lavagem de veículos; d) lavagem de vidros, calçadas e pisos.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas tem um projeto de norma para aproveitamento de água de chuva no Brasil. Na Alemanha existe o projeto de norma DIN 1989 destinado à captação de água de chuva (TOMAZ, 2003).

A resistência na aprovação dos projetos de Lei relacionados ao aproveitamento de água de chuva estava na dificuldade de estabelecer parâmetros para a sua regulamentação, uma vez que não existiam normas técnicas específicas para o reuso de água de chuva (GROUP RAINDROPS, 2005).

Em Agosto de 2007, foi aprovado pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) o Projeto 00.001.77 – 001, por meio de uma comissão de estudo especial composta por pesquisadores e representantes de várias entidades que tratam do assunto. No Anexo, se encontram todas as normas, técnicas e pré-requisitos, que constam no referido projeto.

Tomaz (2003) esclarece que alguns pesquisadores defendiam que os parâmetros exigidos para fins não potáveis para os quais a água de chuva seria

utilizada poderiam ser os mesmos utilizados para os testes de balneabilidade. Já outros afirmavam que poderiam ser adotadas as normas estabelecidas para reuso de esgoto. Esta norma determina que o esgoto tratado deve ser reutilizado para fins que exigem qualidade de água não potável, mas sanitariamente segura, tais como irrigação dos jardins, lavagem dos pisos e de veículos automotivos, descarga de vasos sanitários, manutenção paisagística dos lagos e canais com água, irrigação dos campos agrícolas e pastagens.

Atualmente, com o surgimento de Leis Municipais que tratam da captação de água da chuva para a contenção de cheias em várias cidades do Brasil, os sistemas de captação e aproveitamento de água de chuva têm se difundido rapidamente e os exemplos estão aumentando significativamente (REBOUÇAS, 2004).

2.4.3 Qualidade da água de chuva

A qualidade da água da chuva nos sistemas em que ocorra sua captação e utilização, conforme aponta Tomaz (2003), pode ser observada em quatro situações diferentes: durante a precipitação, antes de atingir qualquer superfície; após atingir o telhado ou superfície impermeabilizada e ao escorrer para os coletores; dentro do reservatório, onde a água coletada fica armazenada; e no ponto de consumo. A chuva, ao se precipitar, traz em sua composição elementos absorvidos tanto pelas gotas de chuva no momento da precipitação quanto pelas nuvens.

May (2004) afirma que:

Os poluentes encontrados na atmosfera podem, a partir de sua origem, ser classificados como poluentes primários, emitidos diretamente pelas fontes de emissão, ou poluentes secundários, formados na atmosfera através da reação química entre poluentes primários e constituintes naturais da atmosfera. Dentre os primários encontramos partículas finas e grosseiras, óxidos de carbono e compostos de nitrogênio, de enxofre, halogenados ou orgânicos. Dentre os secundários destacam-se os oxidantes e as névoas ácidas. Como principais fontes de poluentes atmosféricos têm-se os gases e resíduos resultantes da combustão, dos processos industriais, das queimadas, de erupções vulcânicas, de objetos estocados a céu aberto, sal marinho e as reações químicas na atmosfera.

Para os sistemas de captação e utilização da água da chuva, interessa todo tipo de deposição, pois, enquanto a chuva traz elementos presentes em sua

composição, ao lavar os telhados também carrega os elementos que nele foram depositados ao longo dos períodos sem chuva.

Sobre a qualidade da água da chuva Tomaz (2003) considera que:

A composição da água de chuva varia de acordo com a localização geográfica do ponto de amostragem, com as condições meteorológicas (intensidade, duração e tipo de chuva, regime de ventos, estação do ano, etc.), com a presença ou não de vegetação e também com a presença de carga poluidora. Próximo ao oceano, a água de chuva apresenta elementos como sódio, potássio, magnésio, cloro e cálcio em concentrações proporcionais às encontradas na água do mar. Distante da costa, os elementos presentes são de origem terrestre: partículas de solo que podem conter sílica, alumínio e ferro, por exemplo, e elementos cujas emissões são de origem biológica, como o nitrogênio, fósforo e enxofre. Em áreas como centros urbanos e pólos industriais, passam a ser encontradas alterações nas concentrações naturais da água da chuva devido a poluentes do ar, como o dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x) ou ainda chumbo, zinco e outros. A reação de certos gases na atmosfera, como dióxido de carbono (CO₂), dióxido de enxofre (SO₂) e óxidos de nitrogênio (NO_x), com a chuva, forma ácidos que diminuem o pH da água da chuva. Se tivermos água destilada, o pH é de 5,6. Pode-se dizer, portanto, que o pH da chuva é sempre ácido, e o que se verifica é que, mesmo em regiões inalteradas, encontra-se pH ao redor de 5,0. Em regiões poluídas, pode-se chegar a valores como 3,5 quando há o fenômeno da 'chuva ácida'.

Além da qualidade da água da chuva em si, outros fatores podem afetar a qualidade das águas armazenadas, assim como pode ocorrer também em reservatórios de água potável. Com base nas observações de Campos (2004), para a preservação da qualidade das águas, são necessários alguns cuidados diagnosticados no Quadro 2.

Quadro 2. Cuidados necessários para a preservação da qualidade das águas

PRESERVAÇÃO DA QUALIDADE - CUIDADOS
Disponibilizar as cisternas o mais próximo possível dos pontos de uso;
Construir os reservatórios distantes de fossas e esgotos, corretamente impermeabilizados, evitando a contaminação por infiltrações;
Evitar o surgimento de rachaduras nas paredes dos reservatórios;
Evitar a entrada de detritos, poeiras ou águas contaminadas seja por aberturas, frestas ou infiltrações;
Evitar a incidência de luz na água, o que propicia a proliferação de algas;
Em sistemas potáveis, as cisternas nunca deverão ter sido usadas para armazenar materiais tóxicos;
Usar de tampas adequadas para a vedação;
Evitar o uso de cordas, latas e baldes para retirada da água. A água deve ser retirada preferencialmente por tubulação. Caso não seja possível, é necessário ser rigoroso com a higiene na retirada da água;
Evitar contato direto com a água da cisterna;
Ser acessíveis para manutenção e limpeza, feitas com regularidade;

Fonte: Campos, 2004, p. 70

O proprietário dos sistemas de captação e utilização da água da chuva é o responsável pelo suprimento e pela qualidade da água. São de sua responsabilidade o monitoramento dos níveis dos reservatórios, a limpeza dos equipamentos de desvio das primeiras águas, o reparo das rachaduras e vazamentos e a adoção de práticas de uso eficiente da água. No caso dos sistemas potáveis, a mudança regular dos filtros, a manutenção dos equipamentos filtrantes e a verificação regular da qualidade da água também são de sua responsabilidade (AZEVEDO; BRANCO; TUNDISI, 2006).

Segundo Campos (2004), devem-se abandonar as águas das primeiras chuvas, pois lavam os telhados onde se depositam a sujeira proveniente de pássaros animais e poeira. Para evitar que essas águas caiam na cisterna sugere-se que desconectem os tubos condutores de descida, que normalmente devem permanecer desligados para serem religados manualmente, pouco depois de iniciada a chuva.

Deve-se descartar a precipitação de 1 mm, não se utilizando esta água. Para este descarte pode-se dispor de desvios manuais da água ou dispositivos instalados em bóias de tanques intermediários (GROUPS RAINDROPS 2002).

Para a autolimpeza, isto é, a eliminação da água da lavagem do telhado devido a impurezas, é utilizada uma regra em função da precipitação e da área de captação, e os valores adotados também variam de uma região para outra (TOMAZ, 2003). A Figura 23 descreve como é o procedimento de autolimpeza de um determinado sistema.

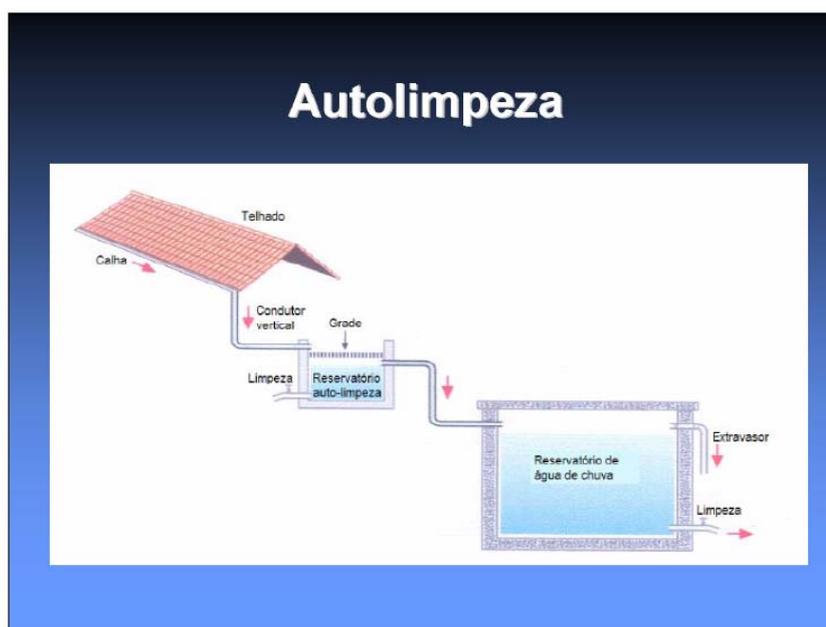


Figura 23. Coleta de água de chuva com reservatório de autolimpeza
 Fonte: TOMAZ, 2003, p. 144

2.4.4 Viabilidade de sistemas de aproveitamento de água de chuva

Os custos de instalação do sistema variam de acordo com cada caso. Dependendo do dimensionamento do sistema, capacidade da cisterna e área de captação, o retorno do investimento pode acontecer em maior ou menor tempo. Também é um fator importante o levantamento dos usos aos quais a água de chuva será destinada e o tipo de tratamento que deverá ser feito para garantir a qualidade mínima necessária. A instalação de filtros e peneiras pode encarecer o projeto, mas permite uma melhor conservação da água e maior possibilidade de usos, desde que não potáveis (TOMAZ 2003).

Montibeller; Schmidt (2004), salientam que o aproveitamento da água da chuva nas edificações implicará em uma alteração dos sistemas hidráulicos prediais convencionais, pela utilização de reservatórios e tubulações destinadas exclusivamente a águas não potáveis além dos já existentes, destinados à água potável. Isto implicará em investimentos financeiros para a aquisição, instalação e construção dos elementos necessários ao bom funcionamento do sistema.

É ainda necessário analisar as diversas combinações possíveis para o fornecimento de água, o que significa observar todas as fontes possíveis de

abastecimento: rede pública, água de chuva, de poços, de reuso, reciclada, etc., considerando a qualidade da água, o tipo, o custo de seu tratamento e a regularidade no seu fornecimento.

Para May (2004), o fator financeiro é o que realmente importa na tomada de decisões. E para as famílias e empresários, não tem grande poder de convencimento a simples alegação de que o investimento em tecnologias sustentáveis será o melhor para o planeta quando não se mostrar financeiramente favorável para as suas próprias contas.

As questões ambientais estão envolvidas no processo de tomada de decisão, os conceitos de custo e benefício adquirem uma outra dimensão por serem considerados custos e benefícios difíceis de se avaliar em termos financeiros, muito embora sejam facilmente verificados que existem.

Maestri (2003), afirma que a economia de água tratada com a complementação com água da chuva pode ultrapassar 30%, dependendo dos usos aos quais esta água for destinada e também das instalações. Como regra geral, as adaptações realizadas em edificações antigas não são tão eficientes quanto àquelas que são projetadas e implantadas durante a construção. Já em relação à companhia de distribuição a principal vantagem estaria na possibilidade de abastecer um maior número de residências em virtude da diminuição do consumo das edificações que adotassem a utilização das águas pluviais.

Para as residências, os ganhos serão, em um primeiro momento, frutos da economia no consumo dos recursos. Uma redução maciça no consumo de água poderá significar também alguma redução no custo de seu fornecimento ou, no mínimo, a manutenção das tarifas atuais (TOMAZ, 2001).

A estimativa de economia no consumo de água é calculada em função da diferença entre o consumo atual e a estimativa de consumo futuro. Para tanto, é necessário conhecer o valor da tarifa praticado pela companhia de abastecimento da localidade em questão. Uma maior precipitação aumenta o volume de água a ser armazenado. Provoca um menor consumo de água tratada e a redução da conta, gerando economia e menor prazo de amortização. Se a precipitação é elevada em determinada localidade, recomenda-se especificar menores reservatórios, o que vem a abaixar o custo do investimento total (TOMAZ 2003). O aproveitamento da água de chuva traz várias vantagens e algumas desvantagens como pode ser observado no Quadro 3.

Quadro 3. Relação das vantagens e desvantagens da água da chuva.

Vantagens	Desvantagens
Redução do consumo de água potável na propriedade e do custo de fornecimento da mesma em épocas de estiagem;	Custo inicial relativamente alto
Ajuda a conter as enchentes e a erosão, represando parte da água que teria de ser drenada para os rios;	Suprimento é limitado
Fácil manutenção	Não é atrativo a políticas públicas
Baixos custos de operação e manutenção	Qualidade da água é variável
Qualidade relativamente boa (principalmente quando captada dos telhados)	Possível rejeição cultural
Baixo impacto ambiental	O tanque de armazenamento pode tomar muito espaço na construção
As tecnologias disponíveis são flexíveis	
Construção simples	
Contribui com a conservação de água	

Fonte: TOMAZ, 2003, p. 150

As técnicas alternativas de captação de água de chuva são socialmente atraentes quando comparadas aos grandes projetos, e podem representar soluções inteiramente adequadas para mitigar escassez de água em um grande número de regiões.

É importante ressaltar, também, que captar água de chuva significa não só economia nas contas, mas combate aos ciclos de escassez e de enchentes de cidades. Ao se armazenar água de chuva, boa parte deixa de escoar para os encanamentos pluviais, diminuindo o impacto das enchentes.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DE ESTUDO

A cidade escolhida como área de estudo foi o município de Rondonópolis/MT, que tem apresentado incremento populacional significativo nos últimos anos, 169.465 habitantes, e alta expansão econômica no Mato Grosso, sendo posicionada como o terceiro município em importância econômica e populacional. A relevância do estudo no município fica ainda mais evidente quando se constata algumas interrupções no fornecimento de água pela concessionária, em função de alguns gargalos que serão devidamente esclarecidos.

O município localiza-se na região Sul do Estado de Mato Grosso, na Mesorregião Sudeste Mato-grossense, com área de 4.258,20 km² (ACIR, 2007) e que representa aproximadamente 0,48% da área total do Estado. É o terceiro município na ordem econômica estadual e um importante entroncamento rodoviário, ligando as regiões Norte e Sul do país, sendo considerado o Portal da Amazônia.

Limita-se ao norte, com os municípios de Juscimeira e Poxoréo; ao sul, com Itiquira e Pedra Preta; a oeste, com Santo Antônio do Leverger e Juscimeira e a leste, com São José do Povo e Pedra Preta. Situado na Mesorregião Sudeste Mato-grossense e na Microrregião de Rondonópolis (MRH 336) a 213 km da capital Cuiabá, está dividido em quatro distritos: Vila Operária, Boa Vista, Anhumas e Nova Galiléia, além da sede. Sua localização está estabelecida pelas seguintes coordenadas geográficas: 15^o 57' 47" e 17^o 18' 00" S e 53^o 32' 00" e 55^o 01' 45" W.

A Lei Municipal 2.777 de 22 de outubro de 1997 oficializa a data de 10 de agosto de 1915 para a fundação do futuro município de Rondonópolis, com base no Decreto nº 395 expedido por Joaquim da Costa Marques, Presidente do Estado de Mato Grosso. Este Decreto doava 2.000 hectares para o "Rocio da Povoação do Rio Vermelho". Para Tesoro (1999), o distrito de Rondonópolis (Município de Poxoréo) foi elevado à categoria de Município em 10 de dezembro de 1953, quando registrava 25 logradouros e 442 prédios.

Rondonópolis /MT, pelas características hídricas, apresenta uma boa situação em relação às suas reservas de água. Contudo, a degradação e poluição ambiental, o aumento da demanda, podem causar uma falsa sensação de recurso inesgotável. A expansão econômica da cidade se retrata por meio da instalação de várias indústrias e da criação de um novo distrito industrial, disposto a receber e atrair novas plantas industriais. Como a água está cada vez mais presente nas etapas de industrialização, seu consumo cresce de maneira significativa.

O uso residencial da água no município também cresceu, principalmente devido às comodidades alcançadas em função da tecnologia e investimento na captação, tratamento e distribuição, a que se ressaltar ainda os novos padrões de consumo que estabelecem novas necessidades, e grande parte delas estão associadas ao uso exacerbado da água.

Em Rondonópolis o uso de água tratada para fins menos nobres, é prática comum como: lavar calçadas e automóveis, regar plantas e gramados, encher piscinas, entre outras finalidades, quando alternativas poderiam ser utilizadas em sua substituição, como é o caso da água da chuva coletada nos telhados das próprias residências.

O perfil consumista do cidadão rondonopolitano, aliado ao crescimento populacional, força a busca de novas alternativas que diminuam a pressão exercida sobre o uso descontrolado da água, as técnicas de captação e armazenamento de águas pluviais se enquadram como boas estratégias de gestão ambiental no combate à escassez dos recursos hídricos.

As técnicas para a implantação do sistema de captação e armazenamento de água de chuva podem ser alternativas diferentes de uso do recurso de região para região, pois depende da distribuição pluviométrica, das características geográficas e até mesmo da formação cultural e sócio-econômica da população relacionada com o projeto. Faz-se necessário, também, associar a finalidade de uso da água pluvial captada, com a qualidade e quantidade dessa água a ser armazenada.

É necessário perceber o uso sustentável dos recursos naturais como alternativa para o caminho adequado para que se alcance o desenvolvimento social e econômico em consonância com a questão ambiental.

3.2 MÉTODOS

Para o alcance dos objetivos propostos e na tentativa de equacionar o problema que envolve o estudo, entender a percepção dos atores sociais de Rondonópolis quanto ao uso da água de chuva para fins menos nobres, é necessária a utilização de um conjunto de métodos e técnicas que atendam aos anseios da pesquisa.

O estudo caracteriza-se, segundo seu objetivo, como uma pesquisa descritiva, com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses, uma vez que não há registros sobre qual é a percepção ambiental da população do município de Rondonópolis, no que tange à escassez de recursos hídricos e seu uso racional. Igualmente, não há aplicabilidade de técnicas de aproveitamento de água de chuva para um uso menos nobre como uma alternativa ao uso da água potável. Também proporciona familiaridade com o problema.

A análise da percepção quanto ao uso de uma nova técnica de aproveitamento de água, foi executada por meio da elaboração e aplicação de um questionário que, além disso, abordou a compreensão dos atores sociais, desta pesquisa que constitui a amostra de 100 atores sociais, a respeito da conscientização de escassez da água bem como do seu uso racional.

Em relação ao objeto, a pesquisa pode ser enquadrada como de campo, pois os dados foram coletados onde acontecem os fatos, e bibliográfica. Já na pesquisa todos os dados, raciocínios e conclusões já publicados tornam-se matéria-prima para raciocínios e conclusões a respeito dos fatos e fenômenos estudados, logo a bibliografia é fonte de informações, com dados já organizados e analisados.

Os instrumentos de pesquisa utilizados para obter os dados do estudo foram a observação direta e o questionário aplicados aos atores sociais. O recurso tem como objetivo identificar e/ou validar, as alternativas mais relevantes para cada pergunta.

A pesquisa é de cunho qualitativo, e para aprimorar o instrumento questionário foi aplicado num primeiro momento o teste piloto constituído de questões do tipo abertas para um total de 25 atores sociais, em que foram identificados alguns outros problemas e a falta de algumas alternativas como opção de resposta. Afinal, em investigações dessa natureza o número de menções a

respeito de determinado item é um indicativo da sua importância, dessa forma, algumas correções e/ou adaptações foram necessárias.

Como segundo momento, o questionário foi adaptado e passou a ter questões semi-estruturadas, o que facilitou o trabalho de pesquisa com os atores sociais. Os dados foram coletados a partir das respostas dos 100 atores sociais que foram organizadas de modo a permitir a discussão dos resultados.

As respostas qualitativas foram organizadas em categorias e interpretadas à luz das teorias estudadas sobre os seguintes assuntos: ciclo hidrológico e distribuição dos recursos hídricos, escassez hídrica, uso múltiplo e conflituoso da água, sistemas de aproveitamento de água da chuva.

3.2.1 Definição da amostra populacional e construção do questionário.

Embasado em uma pesquisa bibliográfica a respeito do tema e nas argumentações e pontos de vista de profissionais envolvidos com a área ambiental e de políticas públicas, e que possuem um comprometimento com o tema, foi definida a amostragem ideal para a aplicação dos questionários. Com isso, foi possível selecionar, dentro da área de estudo, aqueles atores sociais que melhor contribuiriam para o desenvolvimento da pesquisa.

Logo, foram selecionados os principais atores sociais das diversas camadas de poder, tanto de órgãos governamentais como de não-governamentais, representantes de bairros, iniciativa privada, órgãos ambientais e de infra-estrutura urbana, instituições de ensino e pesquisa.

Dessa forma, a composição dos atores sociais segue a seguinte relação: Secretários Municipais (16); Engenheiros Ambientais do SANEAR (5); Professores da Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT (10); UNEMAT - Universidade Estadual do Mato Grosso (5); Corpo de Bombeiros (1); Defesa Civil (5); Ibama (4); Representantes de Bairros (5); CREA-MT (3); Sinduscon (1); Sindicato Rural (5); Professores das Faculdades UNIR e CESUR (15); Comerciantes (15); Cemat – Centrais Elétricas Matogrossense (5); ACIR – Associação Comercial e Industrial de Rondonópolis (5).

Novos atores sociais foram incorporados à pesquisa, no momento em que surgiu a necessidade de envolver e perceber a importância de outros indivíduos que,

a princípio foram excluídos do projeto inicial. Assim, foi entregue e aplicado um total de cem questionários, sendo que todos obtiveram êxito na sua resolução, ou seja, 100% dos questionários foram entregues e devolvidos.

O instrumento de pesquisa foi complementado com uma apresentação em CD Rom de 15 minutos para o ator sobre a temática pesquisada: “sistemas de captação, armazenamento e uso de água da chuva para fins não potáveis”, e que também aborda temas como poluição hídrica, consumo, uso múltiplo da água, entre outros. A finalidade do recurso consistia em esclarecer algumas dúvidas a respeito dos assuntos mencionados acima e de maneira alguma induzir o ator.

Todas as informações referentes à pesquisa, como os objetivos, a área de estudo, a justificativa e a metodologia utilizada, foram fornecidas aos entrevistados como um sistema auto-explicativo.

As questões abordadas foram elaboradas para atender aos objetivos da pesquisa, de forma a realizar um levantamento da percepção dos atores questionados no que se refere ao aproveitamento de águas pluviais em Rondonópolis/MT. Na elaboração do modelo do instrumento de coleta de dados (questionário), houve uma preocupação em não empregar frases longas ou com múltiplas idéias, bem como de expressões técnicas e ambíguas. Tais preocupações permitiram ao ator maior clareza e objetividade quanto à compreensão das expressões utilizadas no instrumento de pesquisa.

O modelo definitivo do questionário encontra-se no Apêndice A. cujo assunto foi devidamente relacionado aos problemas de falta de água, decorrentes do seu uso irracional e conflituoso entre os setores, da poluição dos recursos hídricos e a outros fatores que levam à sua eventual crise.

O período de entrega e aplicação dos questionários ocorreu entre novembro de 2006 e maio de 2007. Sempre com uma prévia-agenda, de maneira que o ator social em questão respondia e devolvia no ato da entrega do questionário, após visualizar um vídeo-clip de aproximadamente 10 minutos. O tempo médio de resposta ao questionário foi de aproximadamente 35 minutos.

As perguntas foram analisadas isoladamente, de tal forma que cada uma obteve o seu resultado descrito graficamente em frequência relativa e sua respectiva descrição.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente estudo analisa os resultados da percepção dos atores sociais de Rondonópolis do Estado de Mato Grosso sobre o recurso natural água. Especificamente, revela e interpreta os dados sobre a dimensão do conhecimento no que se refere à questão da água da chuva como uma alternativa ao uso da água tratada para fins menos nobres.

As questões apresentadas no questionário tiveram por objetivo identificar os problemas listados pelos atores sociais, no que se refere ao abastecimento de água potável e à ocorrência de chuvas no município de Rondonópolis, bem como levantar possíveis soluções para estes problemas, o que vem reforçar o uso da água da chuva como complemento aos recursos hídricos.

4.1 ANÁLISE DOS PROBLEMAS E SOLUÇÕES EM RELAÇÃO À FALTA DE ÁGUA

Atualmente, o sistema de abastecimento de água de Rondonópolis é atendido pela captação superficial (ETA – tratamento convencional) e subterrâneo (34 poços tubulares profundos). Para atender à demanda foi ampliada a atual capacidade de água bruta de 320 L/s para 430 L/s. O propósito da ampliação da captação de água através do Rio Vermelho é diminuir o abastecimento da cidade proveniente de águas subterrâneas utilizando poços já perfurados.

Ao todo, são 23 centros de reservas dispostos na área urbana de Rondonópolis (13 em atividade), com capacidade de armazenamento compreendida entre 15 m³ a 7.500 m³. A rede de água é formada por uma malha de distribuição com extensão aproximada de 471 km (LEÃO, 2007).

Na Figura 24 percebe-se pelos resultados obtidos que, segundo os atores sociais, os maiores problemas relacionados à falta de água potável são: falta de conscientização da população para o uso controlado da água, falta de investimento em infra-estrutura básica; e tubulações antigas.

O problema mais citado nos questionários, em relação à falta de água na cidade, foi a precária conscientização da população para o uso controlado da água. Em Rondonópolis é muito comum encontrar situações de desperdício de água, como o uso da chamada “vassoura hidráulica”, que nada mais é do que a utilização de mangueira para a lavagem de pátios e calçadas que poderiam estar limpos em utilizar métodos cujo consumo de água não fosse tão alto. Estima-se que o consumo de água para lavar a calçada com mangueira por 15 min. fique em torno de 280 L (SABESP, 2004).

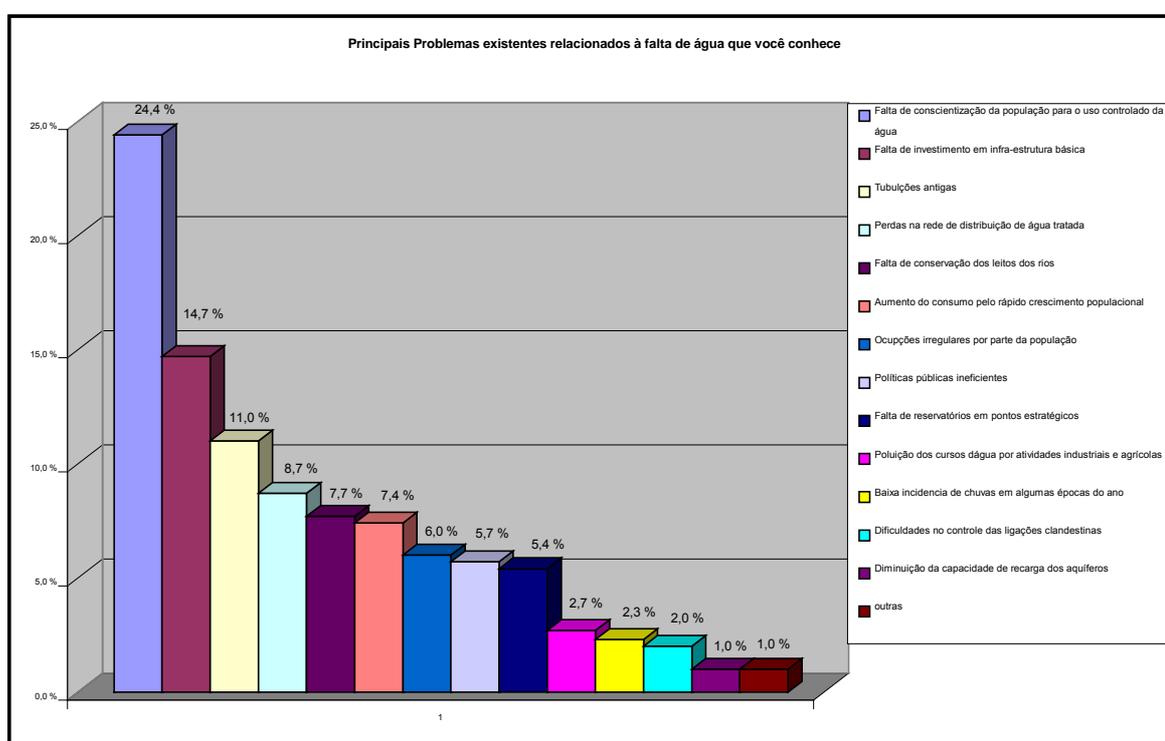


Figura 24. Principais problemas existentes relacionados à falta de água

A existência de perdas na rede de distribuição está diretamente relacionada, segundo os atores, à falta de investimentos em infra-estrutura básica, o que faz com que a tubulação existente na cidade seja muito antiga, dificultando a sua manutenção e favorecendo as perdas no sistema. Outros itens citados que merecem atenção foram: falta de conservação dos leitos dos rios; aumento do consumo pelo rápido crescimento populacional; as ocupações irregulares; e a poluição dos cursos d'água pelas atividades industriais, residenciais e agrícolas.

As perdas com água tratada no município de Rondonópolis superam os 40%. Este alto índice de perda de água tratada justifica a percepção da população em

relação ao problema e o fato deste item ter sido citado nos questionários como um dos responsáveis pela falta de água no município.

Já a Figura 25 identifica as soluções para contornar os problemas relacionados ao item anterior, que trata da falta de água no município de Rondonópolis. As soluções sugeridas pelos atores seriam: em primeiro com 18,2% maior incentivo aos projetos de educação ambiental para o uso racional da água; depois com 14,8% investimentos em programas de redução de perdas; e em terceiro com 11,8% renovação e ampliação da rede de distribuição.

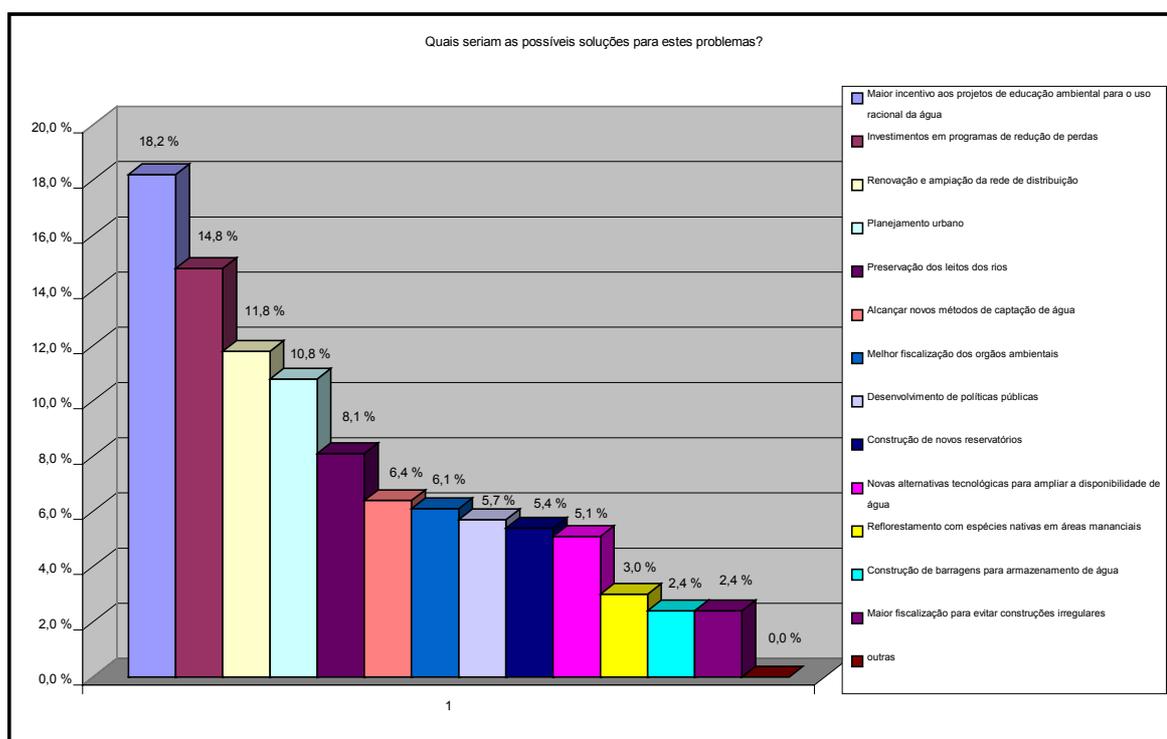


Figura 25. Soluções para os problemas da falta d'água

Outras sugestões não menos importantes para solução desses problemas, seriam: um planejamento urbano mais eficiente; preservação dos leitos dos rios; e alcançar novos métodos de captação de água (principalmente com a perfuração de novos poços).

No entanto, a exploração da água, por meio de poços também está condicionada a certos fatores limitantes e não pode acontecer de forma indiscriminada. Para Rebouças (2006), a captação de água subterrânea excede a reposição natural em 160 bilhões de m³/ano. Isto ocorre porque não há uma fiscalização adequada dos poços que são perfurados e a quantidade de água que é

retirada do subsolo. A criação de cisternas para armazenar água das chuvas, seria a opção de menor impacto ambiental.

Foi possível identificar, outros problemas na visão dos atores sociais como: a destruição da vegetação nas áreas de mananciais e a falta de conservação do leito dos rios. As soluções sugeridas para estes problemas foram o reflorestamento das áreas de mananciais com espécies nativas e a preservação do leito dos rios.

Um dos problemas referente à gestão pública que chamou atenção, Figura 26, citado pelos atores sociais, foi a inexistência ou falta de controle e fiscalização de ligações clandestinas à rede de abastecimento de água tratada. A maioria é ciente do problema, mas preferem não se manifestar formalmente.

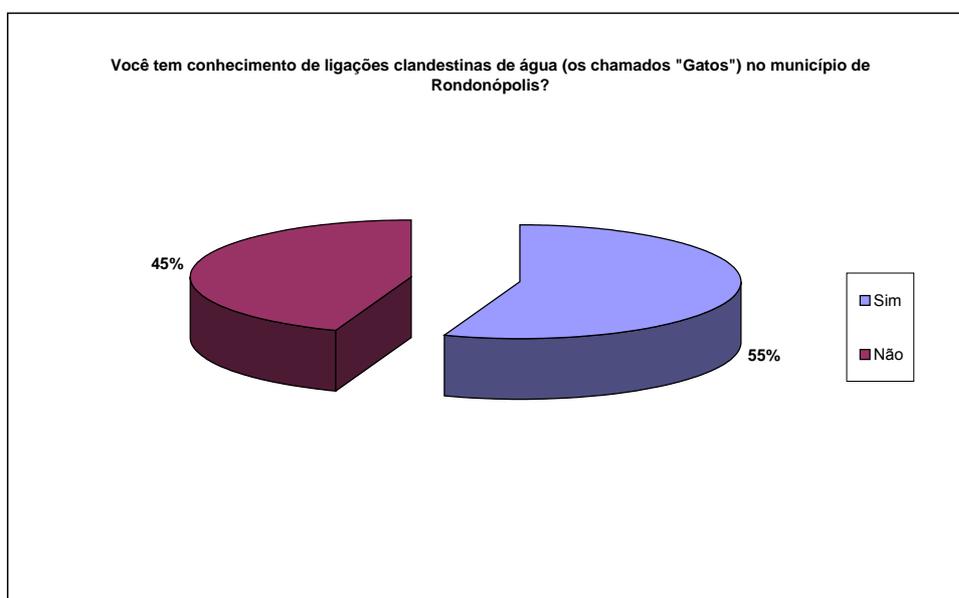


Figura 26. Conhecimento de ligações clandestinas de água (Gatos) em Rondonópolis

4.1.1 Análise dos problemas e soluções em relação à ocorrência de chuvas

4.1.1.1 Problemas decorrentes da água da chuva

Os prejuízos causados por este fenômeno da natureza são: a vida humana deixando pessoas mortas, feridas, contaminadas, desabrigadas, com epidemias; falta de energia, comunicação, água; prejuízos morais e psicológicos, prejuízos

materiais à agricultura; ao sistema viário, além dos prejuízos individuais de cada família, provoca ainda congestionamentos de trânsito e danos ao meio ambiente.

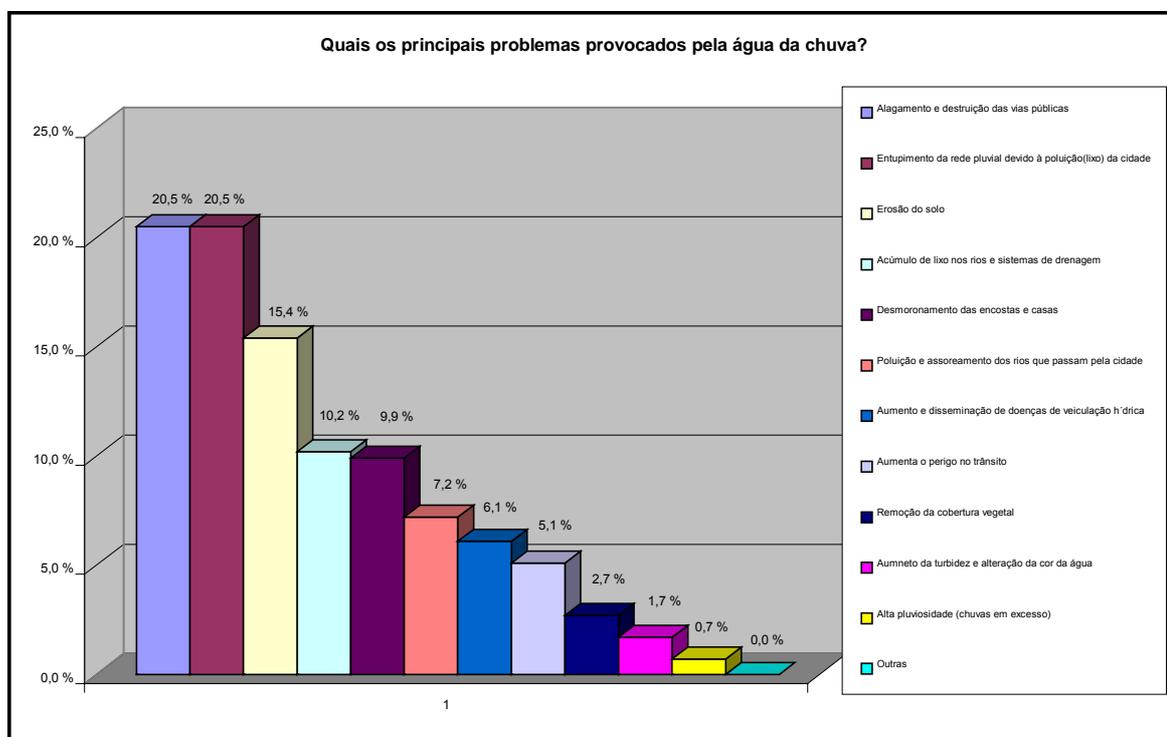


Figura 27. Principais problemas provocados pela água da chuva

Para os atores questionados, os principais problemas provocados pela água da chuva em Rondonópolis, identificados na Figura 27, são: ambos em primeiro com 20,5%, alagamento e destruição das vias públicas, e entupimento da rede pluvial devido à poluição (lixo) da cidade; em seguida com 15,4% está a erosão do solo; com 10,2% ficou o acúmulo de lixo nos rios e sistemas de drenagem; o desmoronamento das encostas e casas alcançou 9,9%; e poluição e assoreamento dos rios que passam pela cidade com 7,2%. São problemas que representam 83% do total. O aumento e disseminação de doenças de veiculação hídrica; remoção da cobertura vegetal; aumento da turbidez e alteração da cor da água; aumento de perigo no trânsito; e alta pluviosidade (chuvas em excesso), totalizam 16,3%.

De acordo com a intensidade da chuva, ocorre em alguns pontos da cidade de Rondonópolis o que se convencionou chamar por alagamentos. Como já foi discutido no trabalho em um tópico sobre a urbanização, esse fenômeno relaciona-se com a redução da infiltração natural nos solos urbanos, a qual é provocada por: compactação e impermeabilização do solo; pavimentação de ruas e construção de calçadas, reduzindo a superfície de infiltração; construção adensada de edificações,

que contribuem para reduzir o solo exposto e concentrar o escoamento das águas; desmatamento de encostas e assoreamento dos rios que se desenvolvem no espaço urbano; acúmulo de detritos em galerias pluviais, canais de drenagem e cursos d'água; e insuficiência da rede de galerias pluviais.

Este processo atinge algumas localidades de Rondonópolis devido ao crescimento desordenado e à falta de preocupação com o meio ambiente durante a expansão da cidade. A Figura 28 identifica que a falta de conscientização ambiental da população pode ser observada pela deposição de lixo nos rios e remoção da mata ciliar, fato que acontece no Rio Vermelho.



Figura 28. Remoção da mata ciliar do Rio Vermelho e lixo lançado às margens do Rio Vermelho pela população.

O adensamento urbano é uma consequência do crescimento populacional desordenado o que provoca um aumento no número de edificações e vias de acesso para suprir a demanda. Como estas edificações localizadas na área central da cidade são principalmente comerciais, acabam por ocupar toda a área do terreno impermeabilizando-o completamente.

4.1.1.2 Soluções para problemas decorrentes da água da chuva

A Figura 29 representa as sugestões de maior impacto para minimizar problemas decorrentes da chuva, propostas pelos atores sociais, foram: (17,1%) investimentos em sistemas de captação; (14,0%) ampliação da rede pluvial e

galerias; (13,4%) preservação das matas ciliares e outras vegetações pela cidade; 13,0% remoção periódica do lixo nos rios e no centro urbano; (12,7%) revitalização dos rios Vermelho e Arareau; (10,6%) desenvolvimento controlado e sustentável das cidades. As seis propostas representam (80,8%) do total.

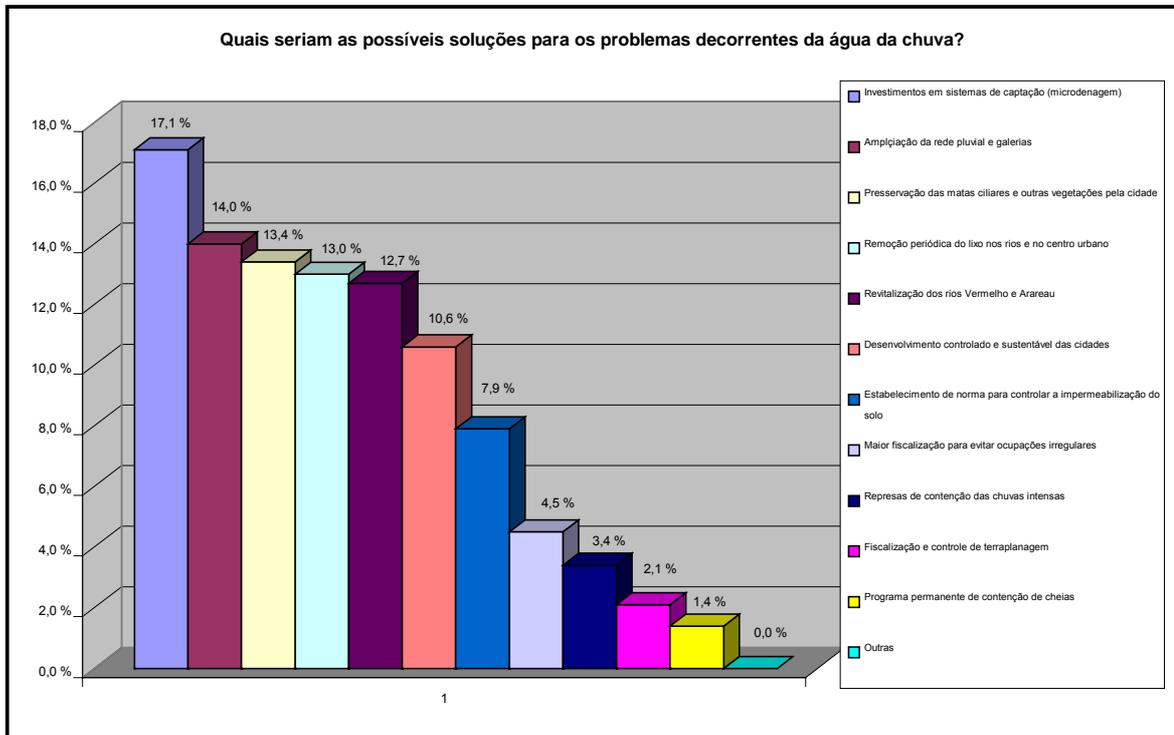


Figura 29. Possíveis soluções para os problemas decorrentes da água da chuva

É possível diagnosticar a dependência da população em ações do poder público para solucionar grande parte dos problemas provocados pela água da chuva, principalmente quanto às obras de infra-estrutura para contenção de cheias e alagamentos.



Figura 30 Ampliação da rede pluvial e galerias, e remoção de lixo e resíduos das ruas

Algumas medidas identificadas na Figura 30 têm sido tomadas pela prefeitura municipal de Rondonópolis para evitar maiores estragos desencadeados pela água da chuva.

Maior fiscalização para evitar ocupações irregulares; estabelecimento de normas para controlar a impermeabilização do solo; represas de contenção das chuvas intensas; fiscalização e controle de terraplanagem; programa permanente de contenção de cheias são outras propostas dadas pelos atores com o objetivo de minimizar o impacto provocado pela chuva, somadas representam 19,2% do total.

Rondonópolis, assim como algumas cidades que crescem devido ao fenômeno da urbanização, desenvolvem, também, de maneira acentuada, a impermeabilização de seu solo. Além de impedir que a água penetre no solo, o asfalto e o cimento colaboram para o aumento de sua velocidade, o que favorece ainda mais a ocorrência de enchentes.

Como o solo está revestido pelo asfalto, cimento ou outras coberturas impermeabilizantes, a água da chuva escorre apenas por alguns poucos locais. As descargas concentradas podem levar à erosão nos pontos para onde a água é levada. Uma das alternativas para minimizar os efeitos da impermeabilização são os sistemas de captação e armazenamento destas águas.

4.1.2 Relação da instituição que representa os recursos hídricos de Rondonópolis

Identificar o papel que cada ator social desempenha na gestão dos recursos hídricos no município é importante porque possibilita estabelecer quais as prioridades de cada setor, de maneira a permitir que sejam traçados planos de ação de acordo com os interesses de maior relevância.

A Figura 31 ressalta que as principais atitudes participativas dos atores ou das instituições que representam, na solução dos problemas foram: 22,1% dos atores afirmaram que sua relação com os recursos hídricos de Rondonópolis está ligada à economia ou racionalização de água; 21,7%, com a educação e capacitação na área de conservação e preservação ambiental; 16,9% com a fiscalização do uso adequado e racional da água; 14,1% se comprometem com o desenvolvimento de políticas públicas relacionadas à gestão dos recursos hídricos; já 13,3% com a pesquisa com manejo e reuso de água; 6,4% se preocupam em

participar e/ou elaborar o plano diretor da cidade; 4,8% têm como proposta realizar obras estruturais; e por último, apenas 0,8% não participam na resolução dos problemas.

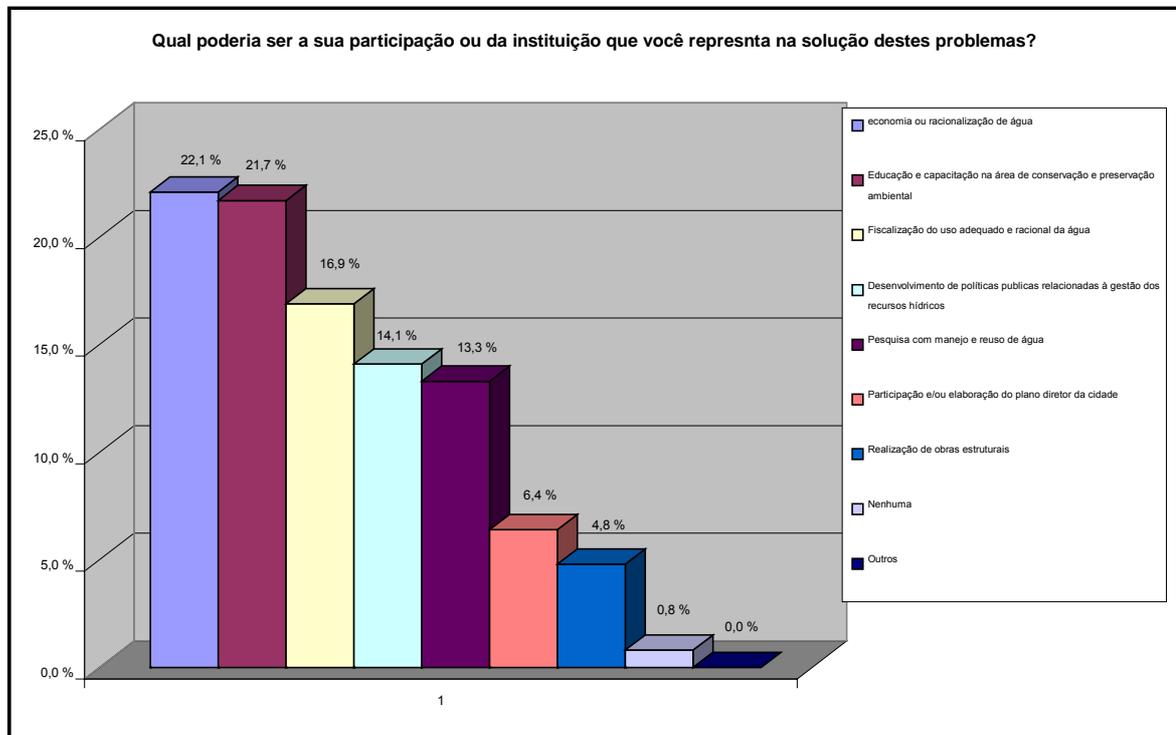


Figura 31. Participação na solução de problemas provocados pela água da chuva

A segunda maior relação dos atores com a água está ligada à atividades de educação ambiental. Isto pode ser explicado pela crescente valorização dos temas ambientais pela população em geral, tendo os recursos hídricos como um de seus principais focos. Em vários setores são realizadas campanhas educativas para a valorização e uso racional da água, seja em instituições públicas ou privadas, fazendo com que a educação ambiental seja praticada nos vários níveis da sociedade.

A maioria dos atores sociais identifica a sua relação com a gestão dos recursos hídricos em Rondonópolis de uma forma ativa e não de maneira omissa, tendo alguma influência na forma como ocorre esta gestão no município e com capacidade para alterar a situação atual por meio da sua participação.

4.2 RELAÇÃO DO PODER PÚBLICO COM A ÁGUA

4.2.1 Interrupções no abastecimento de água em Rondonópolis

Esta questão procurou detectar a existência do uso múltiplo e conflitos da água entre usuários no Município. E ainda, segundo os atores sociais, a ocorrência de casos de interrupção no abastecimento de água no município, os bairros em que estes eventos ocorrem com mais frequência e destacar as medidas que são tomadas pelo poder público para evitar que isto ocorra.

A Figura 32 esclarece que ao serem questionados quanto aos eventos de interrupção no fornecimento de água em Rondonópolis, 60% dos atores declararam ter conhecimento sobre a interrupção no fornecimento de água potável e os 40% desconhecem a falta de fornecimento de água.

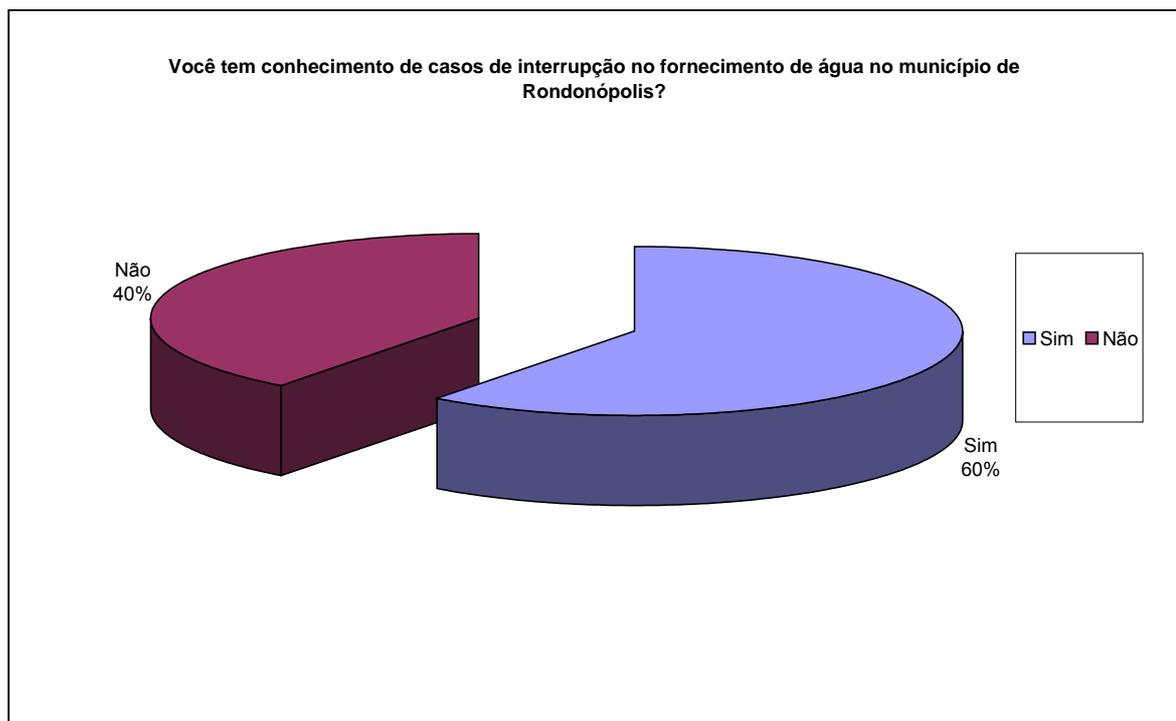


Figura 32. Interrupção no fornecimento de água no município de Rondonópolis

Dentre aqueles que afirmaram ter conhecimento de eventos de interrupção no fornecimento de água, de um modo geral, os bairros mais afastados do centro da cidade foram citados com maior frequência, bem como as regiões da cidade localizadas em áreas elevadas. Os bairros mais citados foram: Parque São Jorge,

Jardim Atlântico, Jardim Europa, Cidade Alta, Jardim Rondônia, Santa Clara, Vila Operária, Monte Líbano, Jardim Primavera, Parque Universitário, Cidade de Deus, Vila Goulart, Jardim das Flores, Jardim Guanabara, Vila Adriana e Jardim Iguaçu.

A falta de água nos bairros mais afastados do centro da cidade pode ser justificada, tanto pelo alto índice de perdas no sistema, como também pelo adensamento populacional na área central da cidade, onde o consumo de água é maior, causando a queda de pressão na tubulação e impedindo que a distribuição seja feita nas regiões mais afastadas.

4.2.2 Ações para evitar interrupção no abastecimento de água em Rondonópolis

A Figura 33 expõe que 4,1% dos atores sociais declararam não ter conhecimento de medidas adotadas pelo poder público para evitar a falta de água.

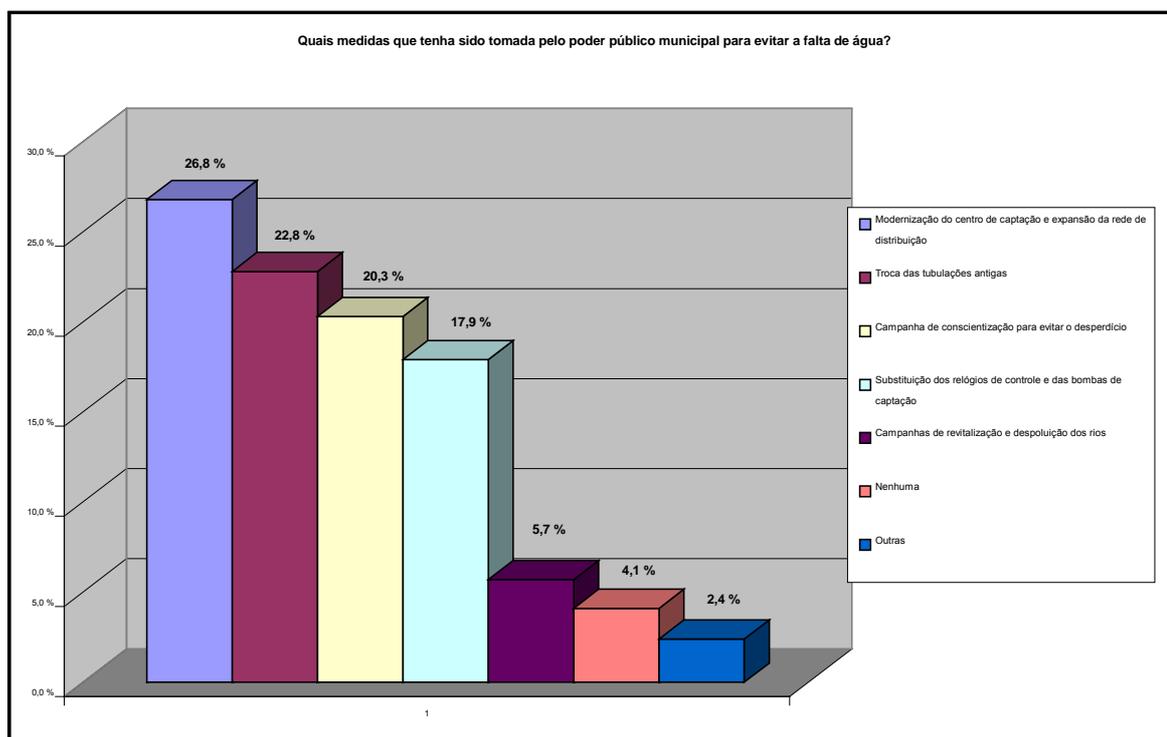


Figura 33. Medidas adotadas pelo poder municipal para evitar a falta de água

Entre os 95,9% que responderam esta questão de forma afirmativa, as medidas mais citadas foram: com 26,8% modernização do centro de captação e expansão da rede de distribuição; 22,8% disseram troca das tubulações antigas; 20,3% responderam campanha de conscientização para evitar o desperdício; já

17,9% indicaram a substituição dos relógios de controle e das bombas de captação, com 5,7% campanhas de revitalização e despoluição dos rios; e 2,4% com outras medidas.

As obras de infra-estrutura realizadas pelo poder público englobam a ampliação da rede de drenagem pluvial, a limpeza periódica das bocas de lobo e galerias. Outras obras estão sendo realizadas pela Prefeitura, no Município.

4.3 ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DOS ATORES SOCIAIS QUANTO AO APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA EM RONDONÓPOLIS

Laranja e Fernandes (2003), consideram que a percepção é a capacidade que cada indivíduo tem de perceber o que está ao seu redor, e assim, responder a isto. A percepção não é estática; é um processo dinâmico que envolve não somente a apreensão dos estímulos sensoriais, mas também a interpretação, por parte do receptor, da realidade observada. Uma característica da percepção consiste no seu caráter individual, fazendo com que cada pessoa capte uma mesma situação de forma única e inteiramente particular. A percepção das situações se processa de acordo com as experiências anteriores, expectativas e necessidades, e também pela influência de fatores circunstanciais.

A percepção ambiental é uma tomada de consciência do ambiente pelo homem. Esta percepção é diferenciada conforme os valores sociais e culturais de cada indivíduo. Nas últimas décadas a valoração do meio passou muito despercebida, pois gerações nasceram e cresceram em um meio totalmente construído, não tendo, assim, oportunidade de perceber o meio natural (LARANJA; FERNANDES 2003).

O objetivo deste tópico foi realizar um levantamento junto aos atores sociais sobre a percepção da comunidade de Rondonópolis em relação ao aproveitamento da água da chuva.

4.3.1 Conhecimento prévio sobre o aproveitamento de água da chuva

Dos cem (100) atores sociais que responderam a esta questão apenas sete (7) declararam não ter conhecimento algum sobre a utilização da água da chuva como alternativa para o abastecimento, o que representa 7% do total. A maioria (93%) declarou ter algum conhecimento sobre o tema, Figura 34.

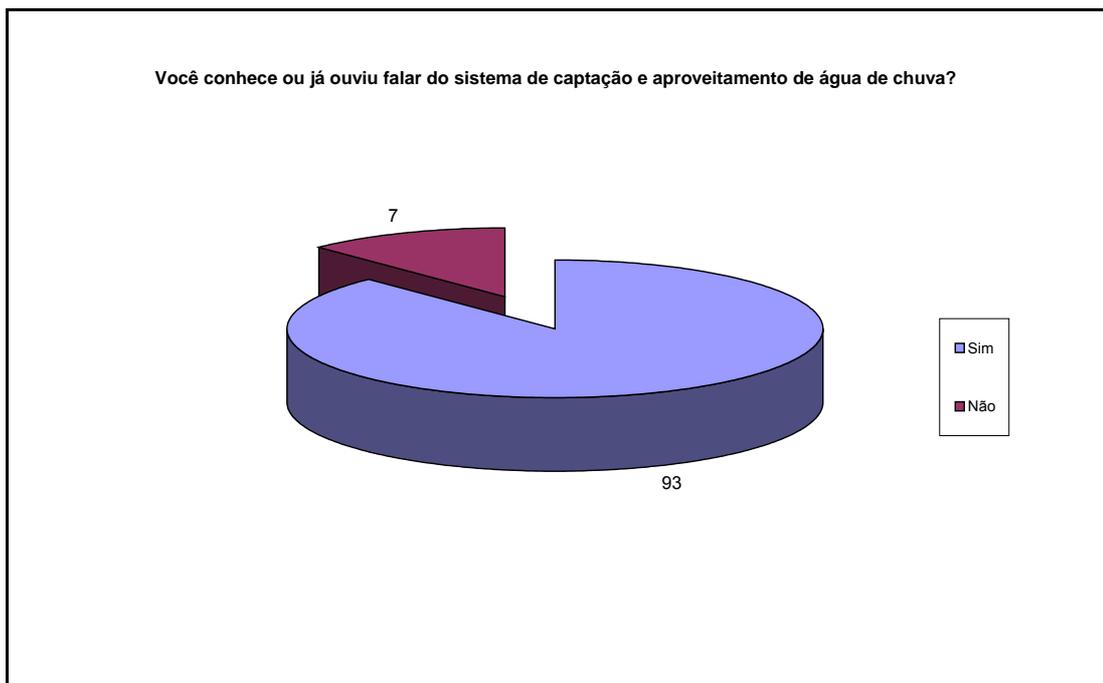


Figura 34. Conhecimento do sistema de captação de água de chuva

Na segunda parte, a Figura 35 identifica o modo como os atores sociais obtiveram conhecimento a respeito do aproveitamento de água da chuva.

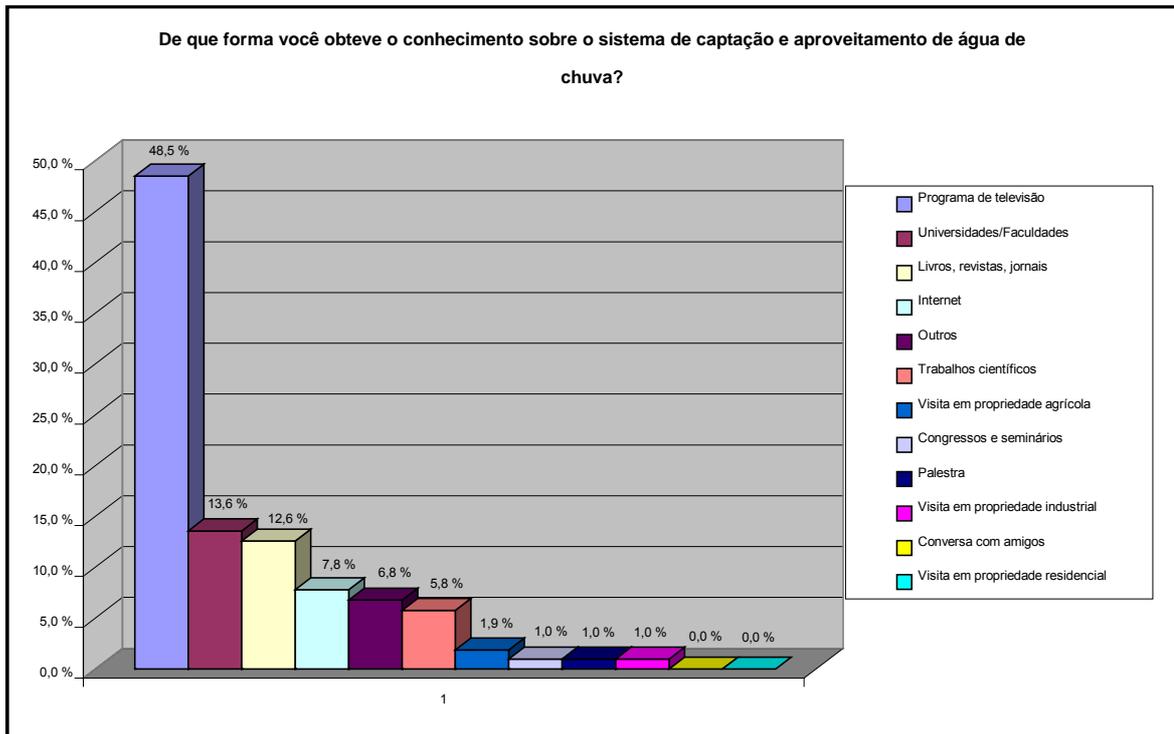


Figura 35. Fonte de conhecimento do sistema de captação de água de chuva

Dos 100 atores que responderam a esta questão 48,5%, quase metade, disseram ter algum conhecimento por meio de programas de televisão; 13,6%, em Universidades/Faculdades; 12,6%, em livros, revistas e jornais.

O P1MC - Programa 1 Milhão de Cisternas - é, em todas as perguntas, o mais citado pelos atores sociais. Isto pode ser devido ao projeto ter sido amplamente divulgado pelos meios de comunicação e também por ser um programa de grandes dimensões, atendendo a várias comunidades da região do semi-árido, historicamente conhecidas por sofrerem privações em virtude da falta de água.

Outros veículos de informação citados, que somados representam 18,5%, foram: internet; trabalhos científicos; congressos e seminários; palestra; visita em propriedade agrícola; e visita em propriedade industrial. O restante, com 6,8%, que representam outros, afirmaram que tiveram conhecimento do assunto pela primeira vez por meio da apresentação deste trabalho.

4.3.2 Aproveitamento de água de chuva em Rondonópolis como alternativa ao uso de água potável

Por meio dessa questão procurou-se levantar o posicionamento dos atores sociais em relação ao aproveitamento de água da chuva no município de Rondonópolis, como outra fonte de água para fins menos nobres.



Figura 36. Água de chuva como alternativa em Rondonópolis

A grande maioria, 95% dos atores, se posicionou favorável ao aproveitamento de água de chuva, 5% foram contrários à questão, Figura 36.

A justificativa para a maioria dos entrevistados ter se posicionado de forma favorável ao aproveitamento de água da chuva pode ser explicada pelo contexto em que a questão foi inserida. Quando foram apresentados os problemas relacionados à falta de água e ao aumento da poluição e degradação dos recursos hídricos no município, pode ter surgido como alternativa viável para os dois problemas simultaneamente, o aproveitamento de águas pluviais.

4.3.3 Conhecimento sobre projetos de aproveitamento de água da chuva

Com esta questão buscou-se levantar de uma forma mais precisa o conhecimento que os atores sociais possuem sobre as localidades que utilizam a água da chuva como fonte alternativa. Dos 100% de atores sociais que responderam a esta questão, a Figura 37 identifica que, aproximadamente, 45% responderam que conhecia o sistema por meio de outros locais, já 55% nunca presenciou o funcionamento do sistema.

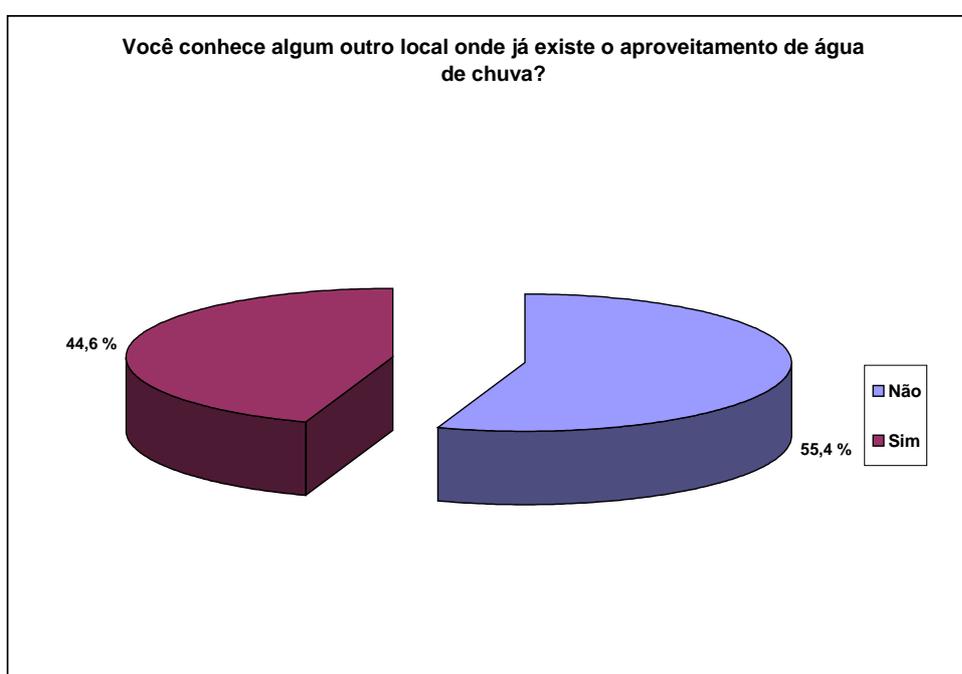


Figura 37. Local onde já existe o sistema aproveitamento de água de chuva

Dos 45 que responderam conhecer o sistema de aproveitamento de água da chuva, 21 tinham conhecimento por meio da construção de cisternas no semi-árido nordestino; nove conheciam na cidade de São Paulo, principalmente nos comércios; sete atores já presenciaram o sistema em propriedades agrícolas da região de Rondonópolis; na região Sul do país três casos são registrados em Santa Catarina e um no Paraná; em Mato Grosso nas cidades de Alto Garças, Campo Verde e Cuiabá.

E em apenas uma situação ocorre o testemunho de um ator em que na casa de um tio, há o aproveitamento das águas pluviais em baldes para lavar áreas da casa e o veículo da família.

De uma forma geral pode-se perceber que a população, representada neste caso pelos atores sociais, tem certo conhecimento das técnicas empregadas para a utilização da água da chuva e também de locais onde esta prática já está sendo utilizada como complementação ao abastecimento comum, ou mesmo como solução para problemas de escassez. Este conhecimento prévio favorece o desenvolvimento de projetos que abordem o tema do aproveitamento de águas pluviais, partindo-se daí para a discussão sobre a forma pela qual este aproveitamento deve ser realizado, os usos aos quais esta água se destinaria e o posicionamento da administração pública, no que se refere à elaboração de regulamentação sobre o tema.

4.3.4 Instalação de sistema de aproveitamento de água da chuva

Esta abordagem teve por finalidade fazer com que o ator se inserisse na questão. Os atores sociais foram questionados se aprovariam a instalação de um sistema de aproveitamento de água da chuva na sua residência, estabelecimentos comercial, rural ou industrial, justificando o seu posicionamento favorável ou não.

De acordo com o posicionamento dos atores, Figura 38, sobre a instalação de um sistema de aproveitamento de água da chuva a maioria foi favorável. Destes, 91% se posicionaram favoráveis à instalação do sistema em sua propriedade e apenas 9 se posicionaram desfavoráveis.

As justificativas apresentadas para aqueles que se posicionaram favoráveis ao aproveitamento de água da chuva foram principalmente a consciência da possibilidade de escassez da água com 34,3%; reduzir os gastos com água tratada (viabilidade econômica) ficou com 31,4%; diminuir ou amenizar a sobrecarga no consumo de água teve 10,8%. O fato de demonstrar ser uma fonte alternativa de recurso hídrico atingiu 9,8% dos atores; 2,9% acham que diminui a pressão por novos investimentos da empresa responsável pela água; e por último, 2,0% percebeu a possibilidade em aumentar a preservação dos mananciais.

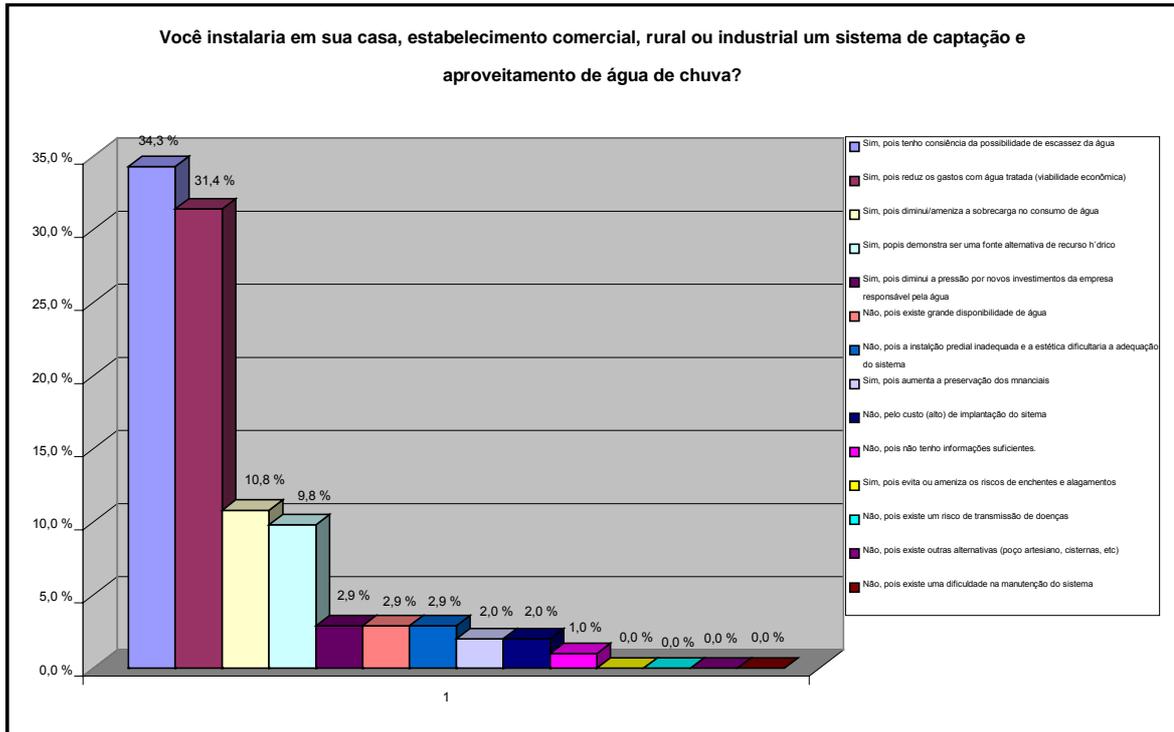


Figura 38. Possibilidade de instalar um sistema de captação de água de chuva

Dos poucos que se posicionaram contrários ao aproveitamento da água da chuva, 9 atores, as justificativas foram: a grande disponibilidade de água na região (2,9%); instalação predial inadequada e a estética que dificultaria a adequação do sistema (2,9%); pelo custo (alto) de implantação (2,0%); e em último não tenho informações suficientes com (1,0%)

A percepção de que a grande quantidade de rios e córregos que existe na região de Rondonópolis causa a falsa sensação de que a água é inesgotável. No entanto, projeções feitas por especialistas para os próximos vinte anos, levando-se em consideração a crescente demanda do consumo e o aumento da população, alertam para a possibilidade dos mananciais da região não serem suficientes para garantir o abastecimento da cidade. A preocupação não é só no que se refere à quantidade, mas também à qualidade da água dos mananciais, que está cada vez mais comprometida pela emissão de efluentes industriais, residenciais, agrotóxicos provenientes das lavouras existentes na região e o assoreamento dos rios, devido às práticas nada conservacionistas de alguns pecuaristas.

Como foi visto nas Figuras 14, 15 e 16, a instalação de sistemas de aproveitamento de água pluvial em edificações já prontas implica em um custo mais elevado e transtornos extras para o proprietário do imóvel. Nem sempre, neste caso,

a instalação do sistema compensa economicamente. Há casos em que não há área disponível no terreno para a instalação de uma cisterna de dimensões adequadas para o consumo previsto, ou a cobertura utilizada nos telhados não é adequada.

Nos casos em que a água da chuva armazenada na cisterna teria que ser bombeada para um outro reservatório localizado sobre a construção, os gastos com o reservatório extra, bomba elétrica e mesmo o consumo elétrico, durante a operação desencorajam a instalação do sistema. O projeto deve ser orientado por técnicos para que possa ser feita a previsão do tempo de retorno do investimento, e conseqüentemente a avaliação da viabilidade de instalação do sistema.

4.3.5 Prováveis usos da água da chuva

Este tópico objetivou conhecer os usos adequados para a água da chuva, Figura 39, de acordo com o posicionamento dos atores sociais. Os usos mais citados foram: a limpeza de pátios e calçadas (22,1%); rega de jardins (18,7%); descarga de vasos sanitários (16,7%); lavação de carros (16,4%); uso agrícola para irrigação e dessedentação de animais (9,4%); uso industrial (4,7%); para encher a piscina (3,7%); para o consumo humano e tomar banho, empataram com (2,3%); lavar louça (2,0%); e, por último, com (1,3%) máquinas de lavar de roupa.

De acordo com a análise dos dados pode-se perceber que a maioria dos usos citados pelos atores sociais entrevistados se restringe aos usos não potáveis, que exigem um tratamento simples de filtração e desinfecção da água para a sua manutenção, o que resultaria em custos menos elevados.

Dentre aqueles que citam que a água da chuva poderia ser utilizada para outros fins mais nobres como o consumo humano ou o banho, podem ser agrupados os que acreditam na vantagem em maiores investimentos com o tratamento da água, e também aqueles que desconhecem os parâmetros de qualidade da água exigidos para determinados usos. Neste último caso deve-se observar a necessidade de fornecer as informações necessárias à população durante a implantação do projeto, para evitar que a água da chuva seja utilizada para fins não adequados.

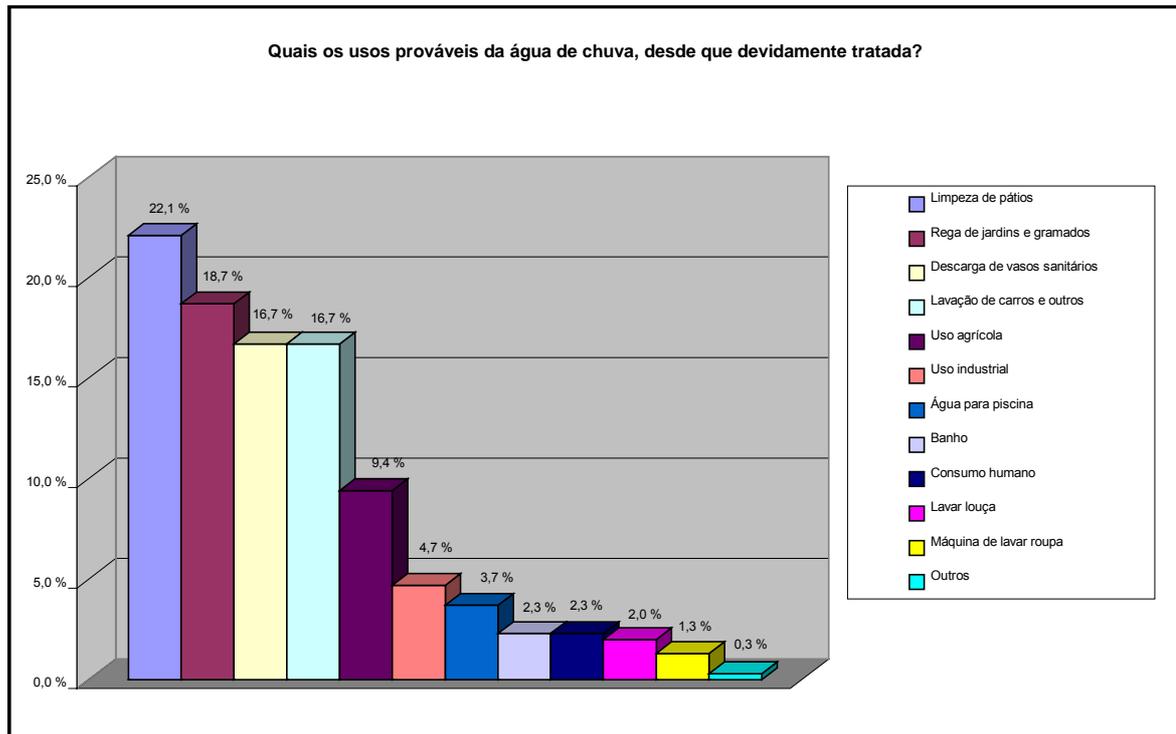


Figura 39. Usos prováveis da água de chuva

4.4 ESTRATÉGIAS PARA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Primeiro, para que a população aceite e aprove um sistema que aproveita um recurso que, para muitos, é concebido como parte do esgoto, é necessário entender o motivo dessa prática. É válido, portanto, entender qual a percepção dos atores sociais, envolvidos, quanto ao uso e disponibilidade dos recursos hídricos. Analisar o envolvimento deles com a água, bem como compreender os aspectos que julgam como favoráveis e desfavoráveis em relação à água da chuva. Já foi mencionado no estudo que o uso múltiplo e conflituoso da água é encarado como empecilho para a sua disponibilidade, é importante saber se os atores estão cientes deste fato.

4.4.1 Importância da economia ou uso racional da água

Todos os atores (100%) entendem ser importante a economia ou o uso racional da água, quanto a esse aspecto é irrefutável essa condição, principalmente por perceber a economia de água como estratégia para a preservação dos recursos

hídricos. Este dado pode ser avaliado como resultado das campanhas de conscientização da população para a valorização da preservação dos recursos hídricos.

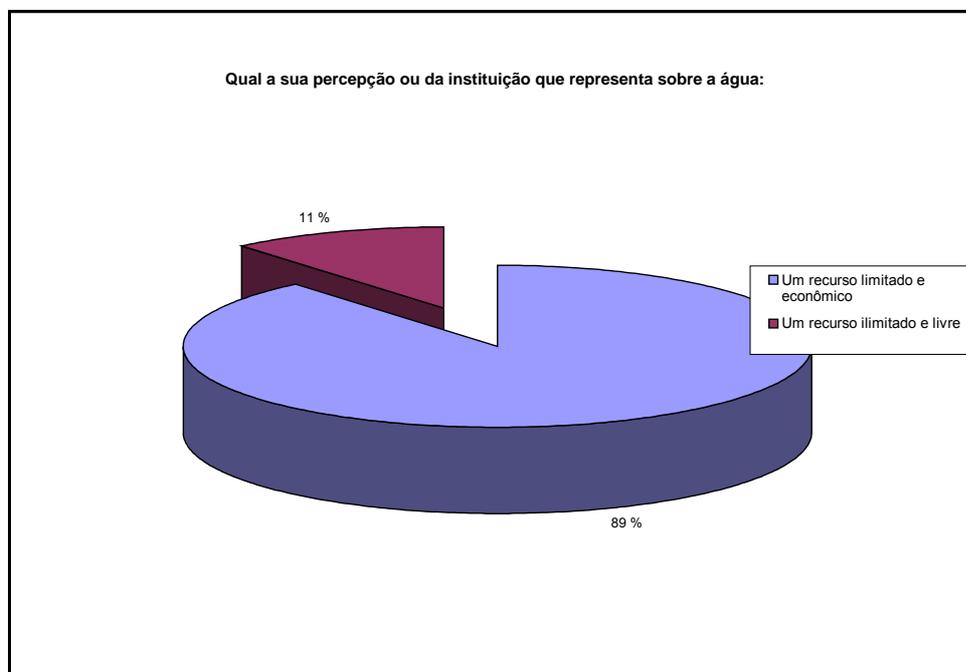


Figura 40. Percepção sobre o que representa a água

A Figura 40 mostra que 89,0% dos atores perceberam a água como recurso limitado e econômico, mas, para 11,0% a água é um bem ilimitado ou livre. Apesar do seu ciclo na natureza, a velocidade de depuração não está sendo suficiente para atender à demanda e os mananciais ficam comprometidos, o que tem dado origem às previsões de escassez dentro das próximas décadas, caso o comportamento atual não seja revisto.

A Figura 41 aponta que, quando questionado se o ator ou a instituição que representa usa adequadamente a água, o resultado é o seguinte: quase sempre (47,5%); raramente (20,8%); sempre (15,8%); não sabem com (11,9%); e nunca usam a água racionalmente (4,0%). Todos os atores sabem da importância em consumir racionalmente a água, mas, na prática, o resultado não é tão satisfatório. E, ainda 89,0%, sabem da limitação da água como recurso natural. É possível analisar certo comodismo e situação de conforto quando o assunto é o uso da água.

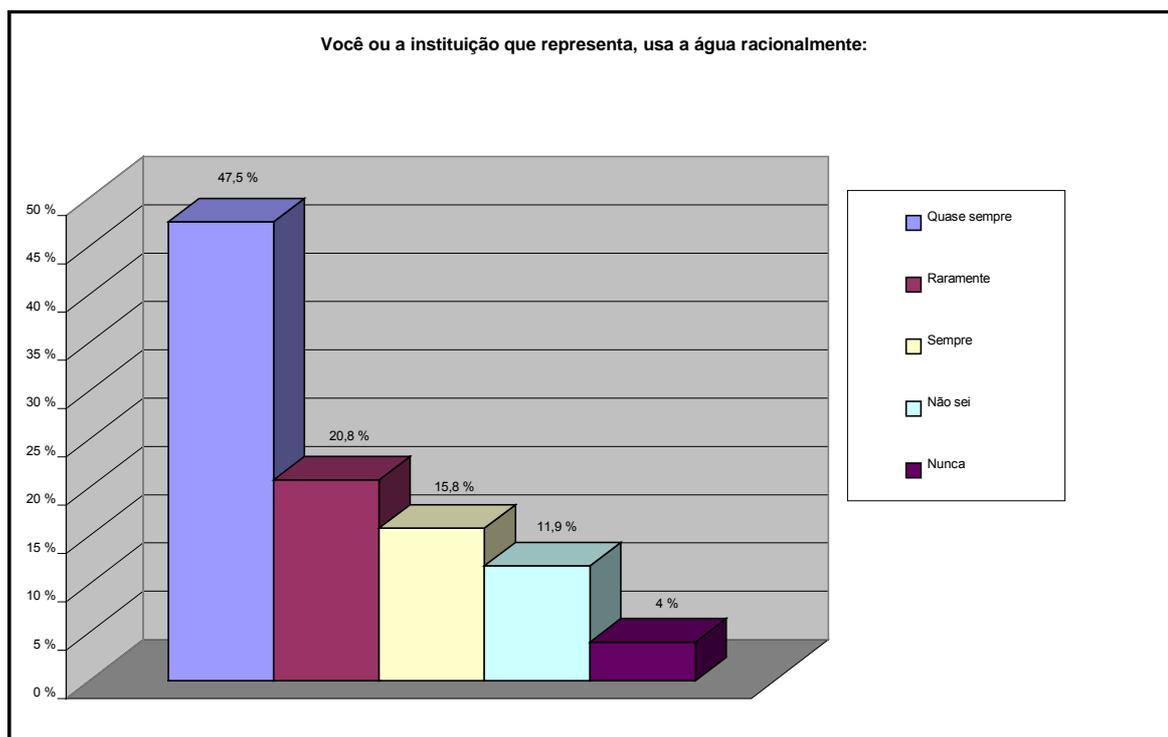


Figura 41. Situação sobre o uso racional da água

A consciência dos fatos que levam a uma situação de escassez é relevante na medida em que torna o ator social responsável pela sua conduta ao tratar da água. Ao mesmo tempo, facilita a aceitação do sistema de aproveitamento de águas pluviais como alternativa para minimizar os efeitos dos acontecimentos que levam a uma possível situação de escassez.

Os problemas que levam à escassez de água, conforme apontamento dos atores sociais são descritos na Figura 42. Os usos residencial, industrial e agropecuário conjuntamente (17,7%); a poluição das nascentes (15,0%); esgoto doméstico não tratado (11,9%); o desmatamento (principalmente da mata ciliar) (11,6%); esgoto industrial não tratado (10,6%); má gestão dos recursos hídricos (10,2%); educação ambiental precária (8,2%); mudanças climáticas (5,5%); Expansão das cidades (3,8%); queimadas (2,4%); Impermeabilização do solo (2,0%); irregularidade do suprimento (0,7%); e periodicidade do suprimento (0,3%).

Os cinco maiores problemas são praticamente todos de natureza antrópica, quer dizer, ações humanas que promovem um ritmo acelerado de escassez da água. São procedimentos que afetam, tanto condições de quantidade como de qualidade dos recursos hídricos.

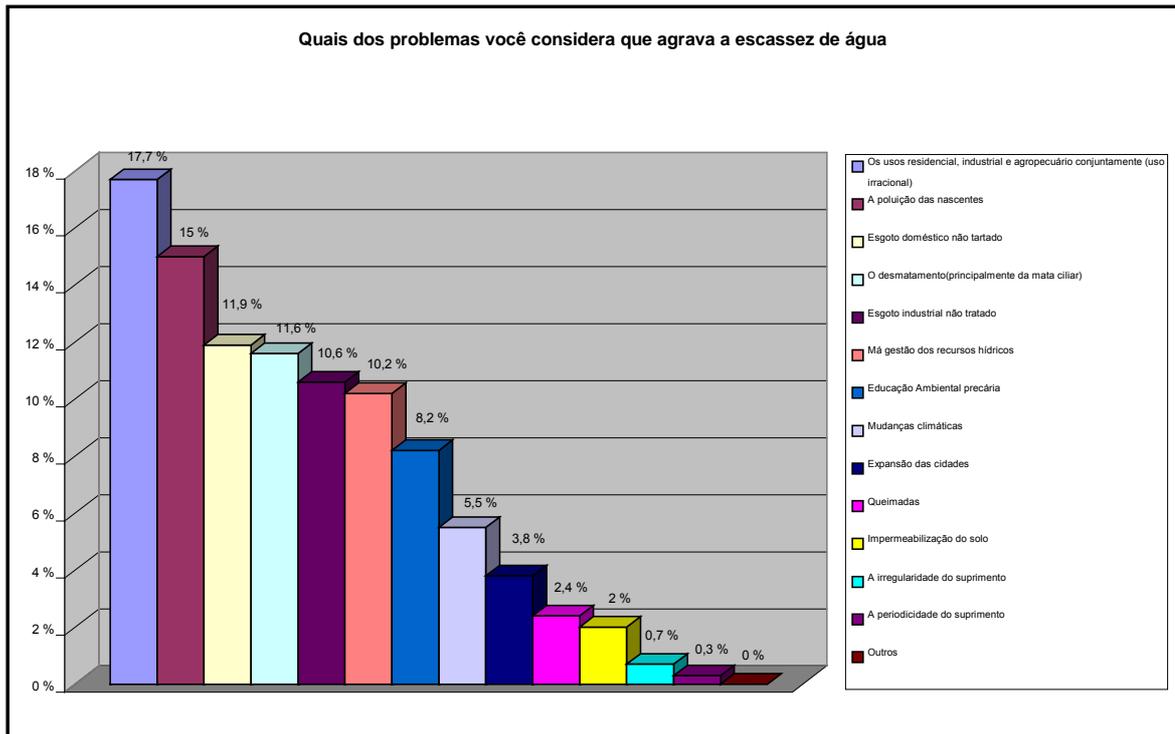


Figura 42. Problemas que agravam a escassez de água

Apesar de não ser o maior consumidor, o uso doméstico é de importante análise, uma vez que reflete diretamente como é o perfil de uma sociedade quando o assunto é água. Os hábitos de consumo e o comportamento educacional, frente aos recursos naturais, são estabelecidos principalmente nas casas em um ambiente familiar.

Na Figura 43 os atores sociais apontam quais atividades domésticas são mais fáceis de estabelecer uma economia no consumo da água, e afirmaram que: lavar a calçada/quintal (25,2%); lavar o carro (19,1%); molhar o gramado/regar as plantas (14,4%); tomar banho (13,1%); encher a piscina (9,4%); dar descarga (5,7%); escovar os dentes (5,0%); lavar a louça (2,3%); lavar roupa e lavar o banheiro/cozinha, cada um com (1,7%); fazer a barba (1,3%); e por último, cozinhar (1,0%).

As três atividades que, segundo os atores sociais, lavar a calçada/quintal; lavar o carro e molhar o gramado/regar as plantas, são mais fáceis estabelecer uma relação de economia, se caracterizam pela ausência de qualidade de água, podem ser executadas perfeitamente com a água da chuva que já não requer um investimento alto para um sistema destinado a fins menos nobres.

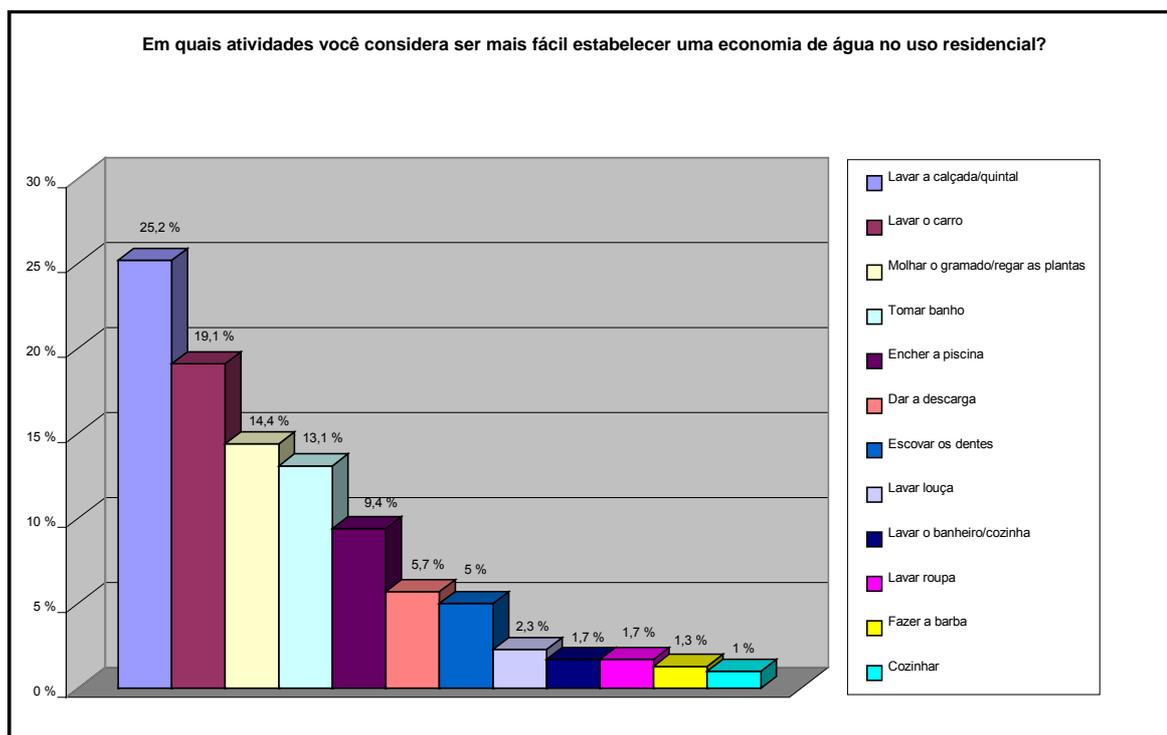


Figura 43. Atividades domésticas com possibilidades de economizar água

Há alguns fatores que favorecem ou estimulam o aumento da disponibilidade hídrica, Figura 44. Em sua grande parte são ações de uma sociedade que pode amenizar conflitos e até mesmo sofrimento, quando a água se torna um problema.

As ações que podem favorecer a disponibilidade dos recursos hídricos para o conjunto da sociedade, são: conscientização da população (15,6%); chover / clima (14,9%); economizar o uso da água (14,6%); proteger as margens dos rios (mata ciliar) (12,5%); tratar o esgoto (doméstico e industrial) (11,5%); educação ambiental (6,1%); desenvolver novas tecnologias (5,4%); construir reservatórios (5,1%); manutenção das redes de distribuição (4,7%); investimentos públicos no setor (4,4%); proteger as florestas (2,7%); maior fiscalização das ligações clandestinas (1,7%); e perfurar poços (0,7%).

Exceto chover, mesmo assim o homem interfere na sua distribuição quando altera direta e indiretamente o clima, todos os outros aspectos são diretamente de responsabilidade humana, e percebe-se que algumas ações são necessárias para corrigir atos e perturbações promovidos pela sociedade, que destrói e polui o ambiente, devido a ações produtivas.

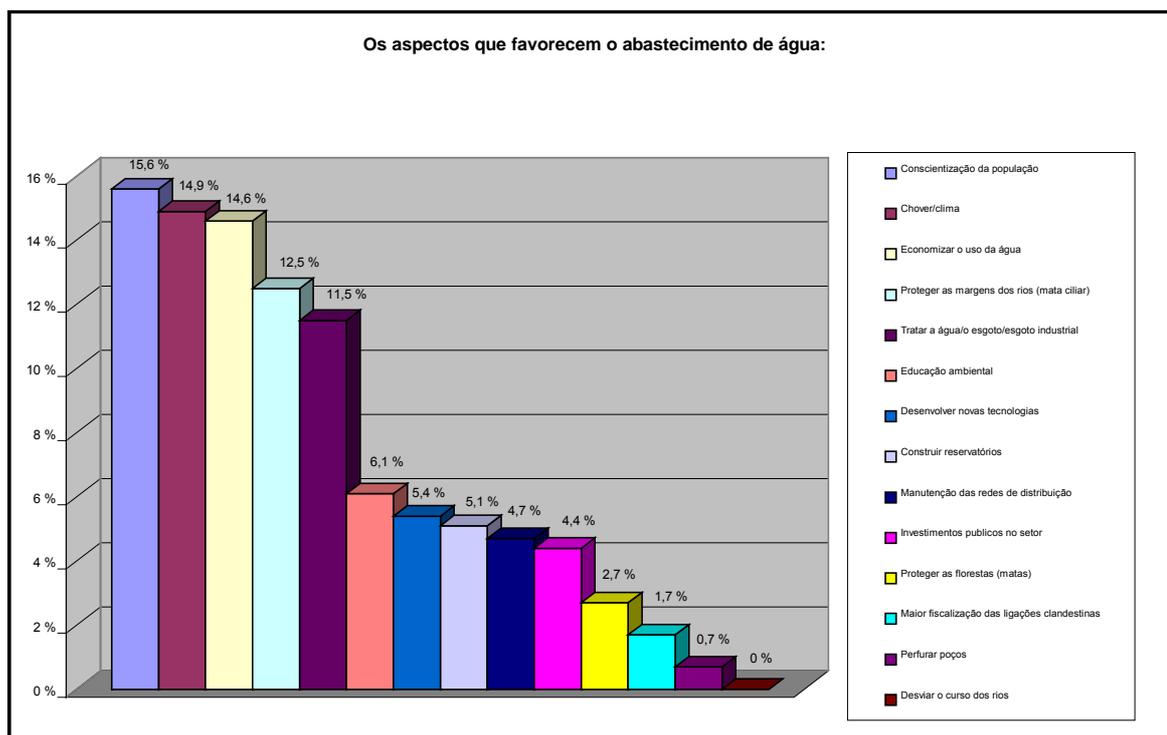


Figura 44. Aspectos que favorecem o abastecimento de água

Na busca de dotar a água de valor econômico, a lei 9.433 introduziu a cobrança pelo uso da água, no Brasil, como um instrumento de gestão e como um instrumento econômico a ser aplicada, tanto para os usos quantitativos quanto para os usos qualitativos. Como instrumento de gestão, a cobrança deve alavancar recursos para dar o suporte financeiro ao sistema de gestão de recursos hídricos e às ações definidas pelos planos de bacia hidrográfica, ou seja, deve ser um instrumento arrecadador.

Como instrumento econômico, a cobrança deve sinalizar corretamente para a sociedade o uso dos recursos hídricos de forma racional e que atenda aos princípios do desenvolvimento sustentável. Neste sentido, a cobrança deve, idealmente, apresentar efetividade e eficiência econômico-financeira, ter impacto ambiental, e ser ainda um instrumento prático e com bom nível de aceitação pela sociedade.

A Figura 45 demonstra que a maioria concorda com a cobrança pelo uso da água, 80,2% dos atores, enquanto para 19,8% não é considerada a melhor solução como instrumento de disciplina no uso da água.

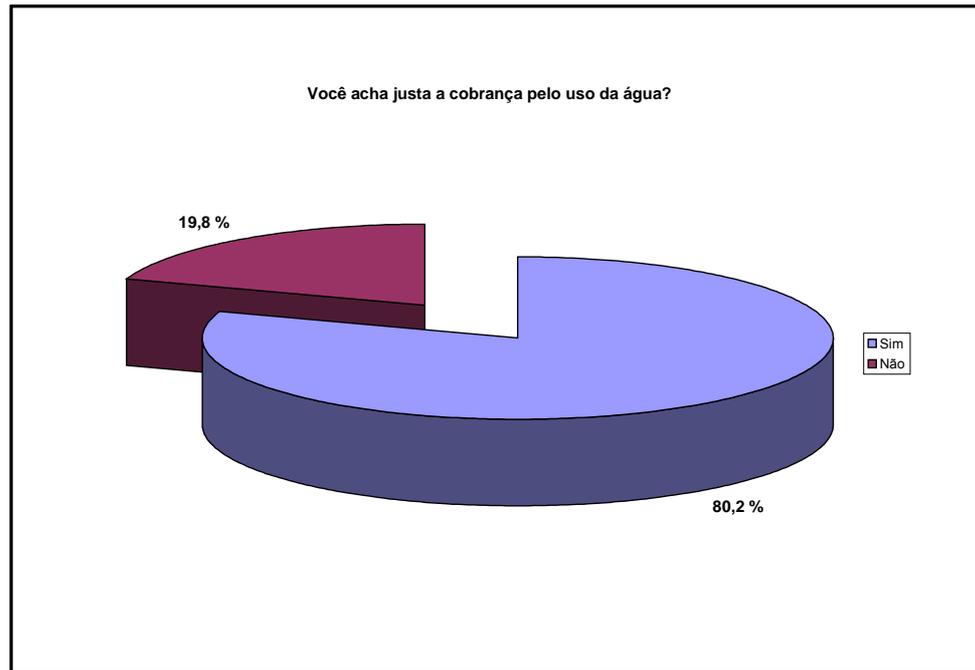


Figura 45. Posição quanto à cobrança pelo uso da água

4.4.2 Educação Ambiental como política de preservação e conservação dos recursos hídricos



Figura 46. Educação Ambiental na sustentação dos recursos hídricos

A ferramenta mais eficiente e considerada como ideal para preservação, conservação dos recursos hídricos é, sem dúvida, o mecanismo da educação.

Quando se torna possível disponibilizar a água em quantidade e qualidade suficientes para todos os setores com consciência e disciplina, quer dizer que a sociedade entende e compreende a importância desse recurso para a vida do planeta na forma mais ampla. A Figura 46 comprova que 98,0% dos atores concordam que a Educação Ambiental pode ser utilizada para a preservação e conservação dos recursos hídricos. E, apenas 2,0% acha ineficiente seu emprego como ferramenta de sustentabilidade dos recursos hídricos.

4.4.3 Importância da busca por novas fontes de recursos hídricos

Sendo consenso entre os atores sociais a importância da preservação dos recursos hídricos, procurou-se, através desta questão, determinar se a busca por fontes alternativas de água poderia ser um dos mecanismos utilizados para esta preservação. Neste item foi inicialmente questionada a importância da busca por novas fontes de recursos hídricos, seguida de uma justificativa para o posicionamento do entrevistado.

Todos os atores (100,0%) consideraram como importante novas fontes alternativas de recursos hídricos, principalmente com o objetivo em manter as já existentes.

As justificativas à busca por novas fontes de recursos hídricos as mais citadas foram a preservação dos recursos hídricos; suprir o aumento do consumo; reverter quadros de escassez de água em certas regiões; promover a sustentabilidade socioeconômica e a minimização dos efeitos da poluição sobre as fontes de água utilizadas atualmente. Os atores sociais enfatizaram a necessidade de controlar o uso e a manutenção das fontes já existentes.

Surpreendente foi perceber que a utilização de novas fontes de recursos hídricos para suprir o consumo não implicaria em uma redução do uso e conseqüente valorização da água. Com uma maior disponibilidade de água as medidas para o uso controlado poderiam ser consideradas desnecessárias, o que não é desejável. Outro problema da falta de controle sobre o uso da água é a necessidade de tratamento para que esta retorne aos cursos d'água em condições adequadas. Quanto maior o consumo, maior o volume de água a ser tratado e maior o custo. Desta forma, a redução no consumo deve ser visto como um fator

indispensável, mesmo que a busca por novas fontes acabe tornando o recurso mais disponível.

A escassez de água que ocorre em certas regiões do globo também serviu como justificativa para a busca por fontes alternativas de água, promovendo também, dessa forma, a sustentabilidade socioeconômica de regiões que sofrem longos períodos de seca com o comprometimento da sua qualidade de vida e até mesmo da sua sobrevivência. Esta realidade não se aplica a Rondonópolis, mas exerce um grande impacto na opinião da população, em virtude da implantação do programa de construção de cisternas no nordeste semi-árido do Brasil.

A poluição dos cursos de água utilizados como fonte de abastecimento também foi citado como fator decisivo para a busca por novas fontes. Deve-se, no entanto, tomar o cuidado para que isto não sirva como justificativa para que não se mantenham as campanhas de manutenção da qualidade da água e preservação dos mananciais. A utilização de fontes alternativas não significa descuido com as já existentes.

4.4.4 Aptidão das instituições para tratar com a economia de água

Este item teve por objetivo inserir a instituição da qual o ator faz parte na questão da gestão dos recursos hídricos na região de Rondonópolis, por meio do levantamento da aptidão da instituição para tratar de assuntos relacionados à economia de água e à busca por fontes alternativas.

Na Figura 47, 87,1% declarou possuir alguma aptidão para tratar dos assuntos referentes à economia de água e à busca por fontes alternativas, e o restante, 12,9% declarou não ter condições de tratar destes assuntos.

As contribuições que as instituições poderiam oferecer na gestão dos recursos hídricos em Rondonópolis e região, segundo os atores sociais seriam o desenvolvimento de projetos; desenvolvimento de projetos para a conscientização da população no que se refere à preservação dos recursos hídricos; disponibilidade de corpo técnico capacitado para desenvolver projetos relativos ao tema; desenvolvimento de produtos; atividades de fiscalização, monitoramento e planejamento urbano; e práticas de economia de água dentro da instituição.

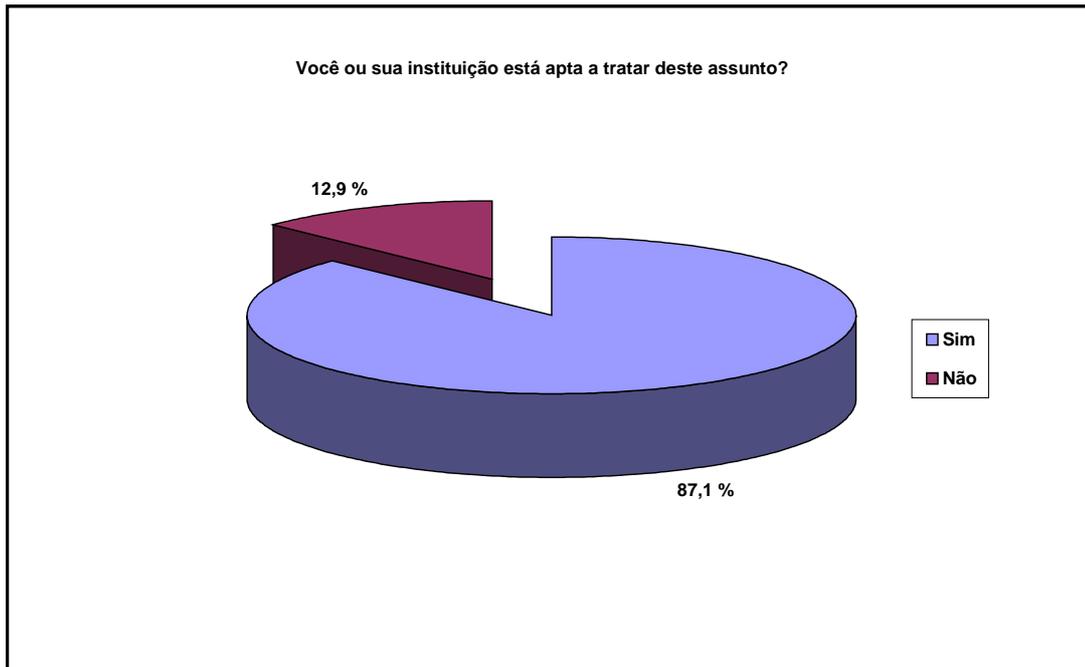


Figura 47. Participação na busca por fontes alternativas de recursos hídricos

Com a análise das respostas fornecidas pelos atores, as instituições responsáveis pelas atividades de fiscalização, monitoramento e planejamento urbano, são praticamente desenvolvidas por órgãos públicos, o desenvolvimento de produtos e formação de corpo técnico são características das instituições privadas.

4.4.5 Responsáveis pela economia e busca por fontes alternativas de água

O objetivo deste tópico foi realizar um levantamento dos responsáveis pela implantação de tecnologias para uso racional da água e pela busca por fontes alternativas de recursos hídricos, na opinião dos atores sociais entrevistados.

Esta questão foi respondida por várias instituições responsáveis pela gestão dos recursos hídricos em Rondonópolis, principalmente no que se refere ao uso racional e desenvolvimento de fontes alternativas, como identifica a Figura 48.

As instituições mais citadas pelos atores sociais foram: sociedade em geral (20,2%); o SANEAR (19,1%); o poder público nas suas várias esferas (Federal, Estadual e Municipal) (14,3%); o Ministério do Meio Ambiente (10,3%); a ANA (7,4%); os institutos de pesquisa (7,0%); a SEMA (Secretaria Estadual de Meio Ambiente) (6,3%); as Universidades (5,1%); cada uma com (3,3%), a iniciativa

privada e as ONG's; os comitês de bacia hidrográfica (2,2%), e por último, outros com (1,5%).

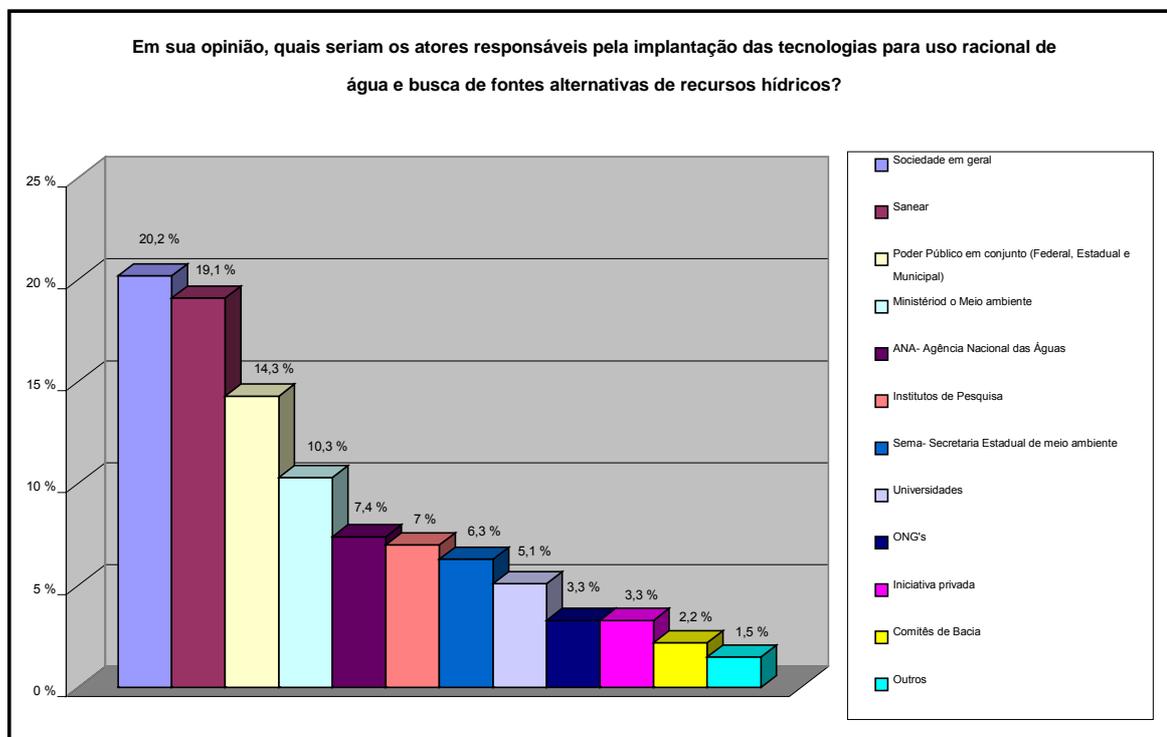


Figura 48. Atores responsáveis pela implantação das tecnologias para uso racional de água e busca de fontes alternativas de recursos hídricos

As instituições públicas como sempre, são consideradas como as mais apropriadas a tratar do assunto, nos comitês de bacia em que há um envolvimento direto da sociedade com certo poder de decisão sobre várias questões, obteve pequena indicação. Talvez por estar incutida na população a idéia de que todos, ou quase todos os problemas são de cunho público.

4.4.6 Conflitos pelo uso da água entre setores

A Figura 49 demonstra que a existência de conflito pelo uso da água é dada como certa para 68,3% dos atores, para o restante 31,7%, não existe conflito algum no uso da água. Uma parcela considerável dos atores ainda acredita que, na região de Rondonópolis, a multiplicidade de consumo pelos segmentos residencial, industrial e agropecuário se dá em perfeita harmonia. Outros setores como o de navegação, hidroeletricidade, mineração, turismo (recreação e lazer), entre outros,

não foram considerados pelos atores no questionário. Porém, existe conflito em todas as bacias hidrográficas, inclusive na região de Rondonópolis que é a do Paraguai (CARVALHO, 2006).

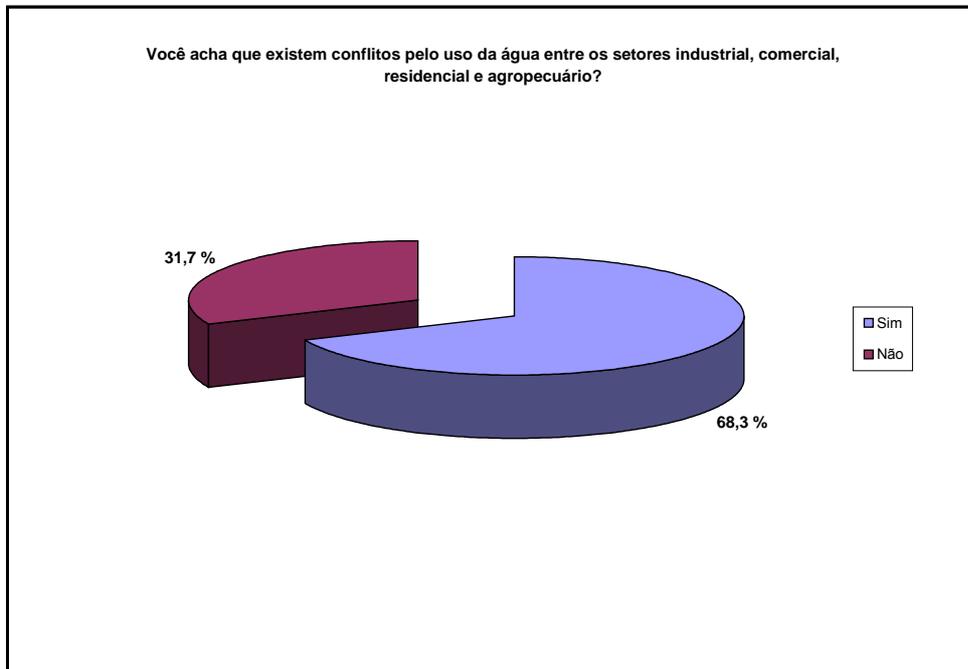


Figura 49. Conflitos pelo uso da água entre os setores econômicos

Quando questionados os segmentos que demandam o maior volume de água, a Figura 50 visualiza os seguintes resultados:

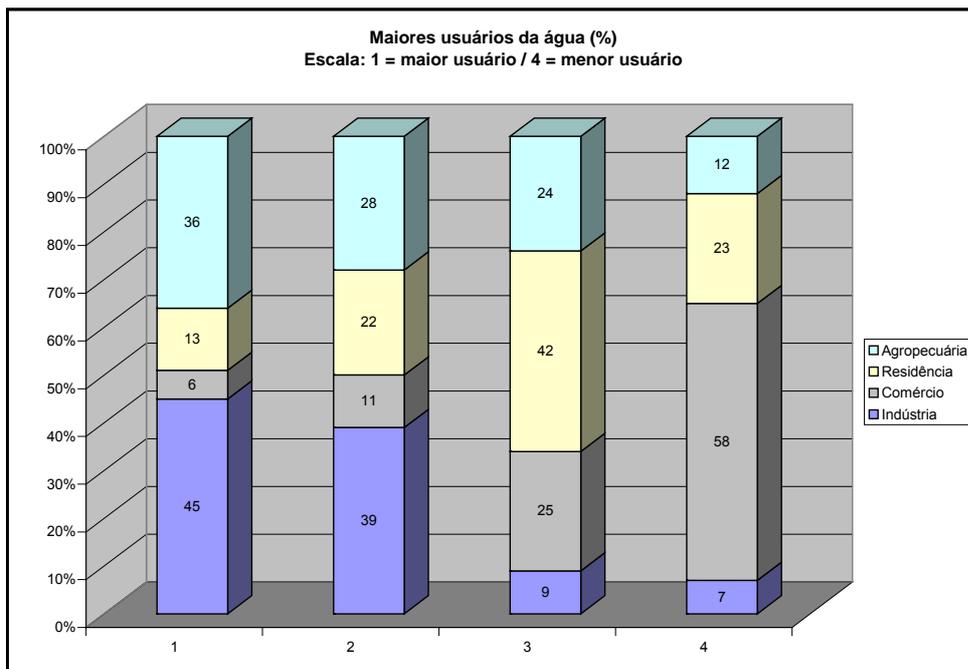


Figura 50 Classificação dos maiores usuários da água

Quanto ao maior usuário dos recursos hídricos (1), 45% dos atores sociais definiu o setor industrial como o grande consumidor, em seguida com 36% a agropecuária, com 13% o segmento residencial e por fim, com 6% o comércio se coloca como o menor consumidor. Quando se trata do usuário que utiliza em menor escala a água (4), com 58%, o segmento comercial é considerado o que menos demanda o recurso hídrico, logo após o segmento residencial com 23% é observado como o segundo a consumir água, o setor agropecuário ficou na terceira posição como o menor usuário da água com 12%, e a indústria com 7%, é observada como a última em economia de utilização da água.

4.4.7 Aspectos negativos e positivos em relação à implantação de sistemas de aproveitamento de água da chuva em Rondonópolis

Este item, que trata diretamente do aproveitamento de água de chuva em Rondonópolis, teve como objetivo fechar o tema, realizado junto aos atores sociais com a intenção em levantar aspectos negativos e positivos da prática do aproveitamento da água de chuva na cidade e região.

4.4.7.1 Aspectos positivos do aproveitamento de água de chuva

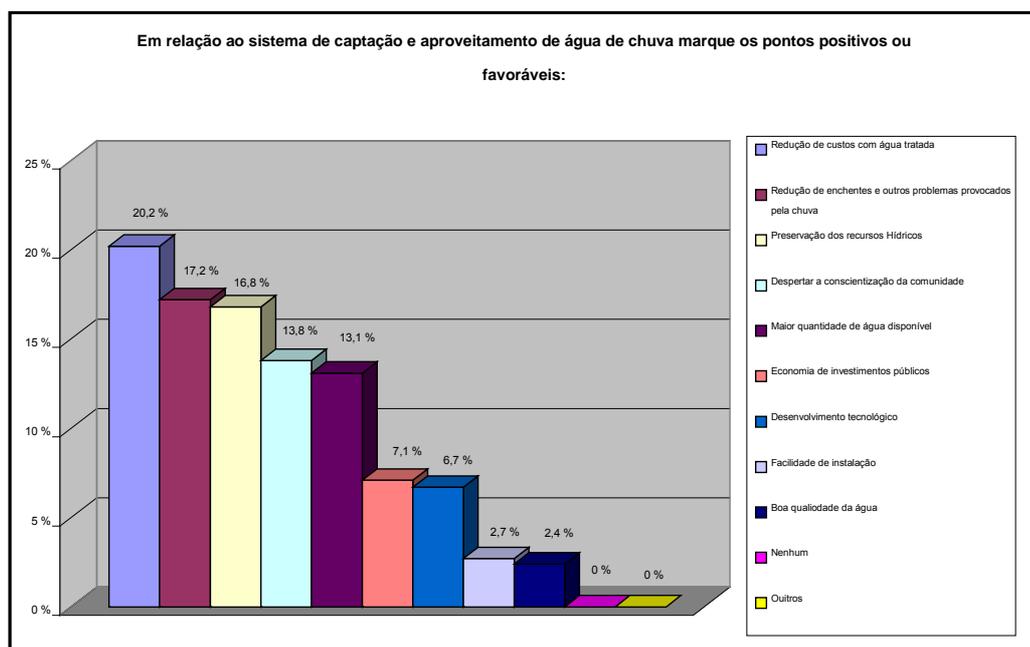


Figura 51. Aspectos positivos sobre o sistema de captação de água de chuva

A Figura 51 identifica que os aspectos positivos citados foram: redução dos custos com água tratada (20,2%); redução das enchentes e outros problemas provocados pela chuva (17,2%); preservação dos recursos hídricos (16,8%); conscientização da comunidade (13,8%); maior quantidade de água disponível (13,1%); economia de investimentos públicos (7,1%); desenvolvimento tecnológico (6,7%); facilidade de instalação (2,7%); e boa qualidade da água (2,4%).

A redução de custos com a água tratada, fornecida pela companhia prestadora de serviços de água e esgoto ocorre principalmente nas épocas do ano em que a incidência de chuvas na região é maior, sendo possível a manutenção do nível da cisterna. Com a utilização da água da chuva para finalidades onde não há necessidade de se utilizar a água tratada, fornecida pela prestadora de serviços, o consumo de água tratada diminui e os custos também. Pode-se considerar também a utilização da água da chuva como contribuição para minimizar a superexploração dos mananciais, contribuindo para a preservação dos recursos hídricos disponíveis na região, pelo aumento da disponibilidade de água.

Outro aspecto positivo citado foi a contribuição para evitar a ocorrência de enchentes, uma vez que a água captada e acumulada nas propriedades não escoaria para as galerias pluviais, evitando sobrecarregar o sistema de drenagem pluvial nos eventos de chuvas intensas.

A utilização da água da chuva como fonte alternativa desse recurso também poderia contribuir, segundo os atores sociais, para a conscientização da comunidade no que se refere à valorização dos recursos hídricos, salientando a importância do uso controlado.

A economia de investimentos públicos, segundo os atores, refere-se basicamente a possibilidade de suprir a demanda de água de bairros afastados e regiões elevadas onde há dificuldade de abastecimento pela rede convencional devido à baixa pressão do sistema. Com a utilização dessa tecnologia, diminuiriam os custos com a ampliação da rede.

Outros aspectos positivos menos citados foram o desenvolvimento tecnológico resultante da implantação dessa tecnologia, a facilidade de instalação e a boa qualidade da água da chuva.

A qualidade da água da chuva na região é considerada boa, não existindo relatos de ocorrência de episódios de chuva ácida. No entanto, a qualidade da água

captada varia de acordo com o tipo de material utilizado na área de captação, condições de manutenção das calhas e da cisterna e material utilizado nesta.

O desenvolvimento tecnológico pela busca de novas alternativas, citado pelos atores sociais, é sempre um ponto positivo. O estudo e o desenvolvimento de novas tecnologias para que os recursos naturais disponíveis sejam utilizados de modo sustentável é fundamental para o desenvolvimento da comunidade.

4.4.7.2 Aspectos negativos do aproveitamento de água de chuva

A Figura 52 mostra que os aspectos negativos citados pelos atores sociais foram: custo de implantação elevado (21,6%); falta de aceitação da população (16,8%); falta de água durante período de estiagem (sistema ocioso) (15,7%); espaço para armazenamento da água coletada (13,4%); manutenção da qualidade da água (10,1%); pegar alguma doença com a água da chuva (7,1%); alto consumo de energia para o funcionamento das bombas de água (4,9%); alteração estética da residência (3,4%); redução no faturamento das empresas distribuidoras (3,0%); e a existência de água o suficiente (2,2%).

Dos atores sociais que responderam a este item, 1,1% acredita que a implantação de sistemas de aproveitamento de água de chuva não apresenta nenhum aspecto negativo.

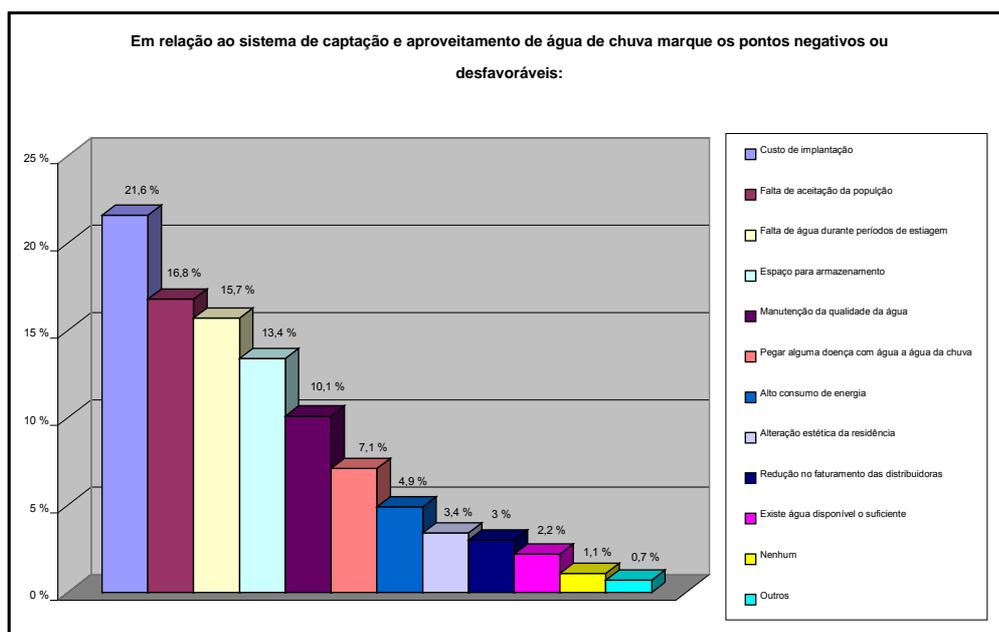


Figura 52. Aspectos negativos sobre o sistema de captação de água de chuva

De acordo com a análise dos dados, pode-se perceber que os aspectos negativos do aproveitamento da água de chuva mais relevantes são, a dificuldade da manutenção da qualidade da água para o consumo e os custos de implantação do sistema. Os cuidados para a manutenção da qualidade adequada da água dependem de vários fatores como o tipo do material da área de captação e também o tipo e dimensionamento da cisterna utilizada para o armazenamento da água. Estes fatores, assim como o tempo de retorno do investimento na implantação do sistema, são partes fundamentais do projeto do sistema, que deve ser feito com a orientação de um profissional com embasamento técnico na área.

A aceitação da população, de acordo com este estudo, não seria um problema relevante visto que a maior parte dos atores se posicionou favorável à alternativa do aproveitamento de água da chuva, desde que devidamente orientados e esclarecidos sobre o seu funcionamento.

A preocupação com a ociosidade do sistema e a conseqüente falta de água durante os períodos de estiagem é justificada devido à irregularidade na incidência de chuvas na região ao longo do ano. Este problema pode ser minimizado por meio do cálculo para o dimensionamento da cisterna em função dos dias sem chuva, mas, lavando-se em consideração que a utilização da água de chuva é apenas uma complementação do abastecimento pela rede pública, durante os períodos de estiagem a água utilizada seria exclusivamente da rede de abastecimento público e não implicaria em falta de água.

O consumo de energia pela bomba, para elevar a água da cisterna até o reservatório responsável pelo abastecimento, só ocorre nos casos em que a cisterna não pode ser elevada, localizada abaixo da área de captação, mas acima dos pontos de consumo fazendo com que a água escoe por gravidade. Nestes casos, em que é necessário o bombeamento, o consumo de água de chuva deve ser suficiente para compensar o gasto com energia elétrica (TOMAZ, 2003).

A necessidade de espaço para armazenamento da água de chuva coletada é uma condição para a implantação do sistema. Em edificações já construídas esta condição é mais difícil de ser alcançada, mas em casos em que o projeto do aproveitamento de água pluvial é feito durante a construção ou mesmo antes desta, projetado juntamente com a obra, há várias alternativas para o posicionamento da cisterna de forma a não interferir no aproveitamento dos espaços disponíveis.

Outro ponto negativo apresentado pelos atores sociais é a alteração na estética das residências em função da necessidade de instalação de calhas para conduzir a água coletada até o reservatório. No entanto, a maioria das casas já possui sistema de calhas instalado e estas podem ser embutidas de forma a não ficarem aparentes, não alterando em nada a parte estética da edificação.

De modo geral, os pontos negativos citados acima podem ser minimizados pela elaboração de projetos que sejam adequados a cada caso, respeitando as suas particularidades.

Vale a pena salientar a preocupação citada por apenas 3,0% dos atores sociais no que se refere à redução no faturamento recolhido pelas distribuidoras de água tratada caso o aproveitamento de água de chuva seja adotado como fonte alternativa.

Neste caso, a implantação desses sistemas teria que acontecer em uma parcela muito grande da comunidade para que fosse significativa a redução no consumo de água tratada, fornecida pela distribuidora. Poderiam ser adotadas estimativas de consumo de água pluvial para efetuar a cobrança. Os poços artesianos também poderiam ser incluídos nessa situação. A necessidade de se medir o consumo das fontes alternativas de água se faz imprescindível principalmente para efetuar o cálculo do valor a ser cobrado pela coleta de esgoto, e não somente pela cobrança da água.

No caso da utilização de uma fonte alternativa de água, caso o volume consumido não seja estimado pela companhia prestadora de serviços, o volume calculado de esgoto coletado será inferior ao realmente lançado na rede coletora. Neste caso pode considerar-se que a utilização de fontes alternativas de água impliquem em uma diminuição de arrecadação da companhia prestadora de serviços de água e esgoto, apesar da rede coletora de esgotos em Rondonópolis atingir somente cerca de 25% da comunidade (ARGOLO, 2004).

4.5 RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES

Logo, com base na utilização da água de chuva como fonte alternativa de abastecimento de água que é bem vista pela maior parte da população, sugere-se a elaboração e execução de um projeto integrado com outras áreas como a educação

ambiental, segmentos da comunidade interessada envolvida com a temática e a participação e atuação dos órgãos públicos, para que possa ser aplicada com sucesso. Ressalta-se que não apenas via criação de legislação específica, com a imposição por parte do poder público para que a coleta e o aproveitamento da água de chuva, mas como ação coletiva que gere qualidade de vida para o cidadão e reduza o consumo de água potável para fins não nobres. Assim, recomenda-se a título de sugestão para fins de incentivar o uso do sistema, deve-se:

- Fortalecer por meio de uma rede de informação, a interação entre as entidades envolvidas com este tema, visando estabelecer uma base de dados sobre o armazenamento, processamento e análise dos dados sobre a captação e uso da água de chuva;

- Incentivar o uso de técnicas de captação de água de chuva em áreas urbanas, inclusive por meio de leis e facilidades de financiamento, considerando, por exemplo, a redução de impostos (IPTU) de propriedades que aumentam a sua área permeável e/ou aproveitam a água de chuva;

- Implementar os projetos de captação de água de chuva de forma participativa, garantindo que os aspectos técnicos, sociais, econômicos, educacionais e ambientais sejam considerados de forma adequada;

- Incentivar a pesquisa sobre o uso de técnicas de captação de água de chuva visando o desenvolvimento de metodologias de avaliação da eficiência dessas técnicas para auxiliar na escolha daquelas mais adequadas para aplicação em uma dada área;

- Estabelecer que a promoção do uso em larga escala de uma determinada técnica só deve ser feita após a comprovação de sua eficiência em projetos em escala experimental e operacional, com monitoramento e análise dos seus impactos sócio-econômicos e ambientais;

- Planejar e utilizar os sistemas de captação de água de chuva como parte de um plano integrado de gestão de recursos hídricos e de uso do solo em uma dada região ou bacia hidrográfica, tomando como base para a sua implementação as experiências comprovadas;

- Discutir o uso de técnicas de captação de água de chuva no âmbito das famílias, comunidades e dos Comitês de Bacias;

- Abordar o uso das técnicas de captação e manejo de água de chuva no Plano Nacional de Recursos Hídricos;

Enfim, destaca-se que recursos hídricos, em todo o mundo, são contaminados pela poluição doméstica, industrial e agrícola e por desequilíbrios ambientais resultante do desmatamento e do mau uso do solo. Em vista da degradação dos recursos hídricos e da conseqüente escassez de água em várias partes do mundo, é importante o seu racionamento e gerenciamento eficaz, e uma das formas de se obter água é justamente o aproveitamento da água de chuva. A água pluvial pode ser designada para uso doméstico, industrial e agrícola, entre outros.

5 CONCLUSÃO

Percebe-se que as questões ambientais são de interesse dos atores sociais estudados que reconhecem a importância da preservação dos recursos naturais e a necessidade de se desenvolver projetos que abordem estas questões. É importante destacar que este interesse não parte exclusivamente das instituições ligadas à área ambiental, mas da comunidade como um todo.

A existência de problemas relacionados à falta de água potável é uma realidade conforme a exposição dos atores sociais, principalmente em função da falta de conscientização da população para o uso controlado da água, e por falta de investimento em infra-estrutura básica.

Os atores a seguir diagnosticaram quais seriam as soluções para contornar os problemas relacionados à falta de água. Ressaltaram a importância em incentivar projetos de educação ambiental e de preservação dos leitos dos rios, bem como promover investimentos em programas de redução de perdas, renovação e ampliação da rede de distribuição, planejamento urbano mais eficiente, e alcançar novos métodos de captação de água.

Outro resultado evidenciado por parte dos atores foi a confirmação de problemas decorrentes da água da chuva. Uma das alternativas de solução seria a captação e uso moderado da água da chuva pelos usuários, pois reduziria boa parte de seus impactos como: alagamento e destruição das vias públicas; entupimento da rede pluvial devido à poluição (lixo) da cidade; erosão do solo; acúmulo de lixo nos rios; desmoronamento das encostas e casas; e poluição e assoreamento dos rios que passam pela cidade.

Foi possível constatar que o grau de conhecimento sobre o aproveitamento de águas pluviais em Rondonópolis é grande por parte dos atores, principalmente por meio da vinculação via televisão. Para 95% dos atores esse sistema seria uma alternativa de boa viabilidade para amenizar a pressão em relação aos recursos hídricos da região.

Um ponto importante do estudo foi comprovar que a maioria instalaria um sistema de captação de água da chuva em sua propriedade, e que o motivo essencial é a consciência da possibilidade de escassez hídrica.

Mas sua aplicabilidade, praticamente inexistente. Uma orientação por parte dos órgãos públicos e privados seria uma política mais acertada para incentivar seu uso.

A importância em alcançar novas alternativas ou tecnologias, capazes de substituir o uso dos recursos hídricos tradicionais, ou pelo menos diminuir seu uso com o propósito de preservá-los, é unanimidade entre os atores, o que reforça a ideia em pesquisar e investir nos sistemas que utilizam a água da chuva.

A percepção dos atores retrata os principais argumentos favoráveis ao uso da água da chuva, essa parcela da sociedade considerou: a redução dos gastos com água tratada; redução de enchentes e outros problemas provocados pela chuva; e a preservação dos recursos hídricos. Já aquilo que consideraram como desfavoráveis, foi possível conhecer que: o custo de implantação seria a principal barreira; em seguida a falta de aceitação da população; e por último, a falta de água durante o período de estiagem.

Outro fator interessante que pode ser observado por meio da análise dos resultados desta pesquisa é o fato de que as várias instituições que atuam na área ambiental não desenvolverem as suas atividades de forma integrada, buscando um sinergismo que alavanque as suas ações.

A parceria entre o poder público e as universidades também poderia ser melhor trabalhada, para que a elaboração das Leis e sua regulamentação fossem embasadas em pesquisas concretas e adequadas à realidade local.

Quanto ao objetivo que procurou verificar a existência do uso múltiplo e conflituoso da água entre os setores econômicos no município, pode-se concluir que pelos atores sociais questionados, que o problema existe para a maioria, e que o maior usuário é o segmento industrial seguido pelo agropecuário em segundo, e a posteriormente os setores residencial e comercial.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACIR – Associação Comercial e Industrial de Rondonópolis. Dossiê Rondonópolis 2006: geografia, demografia e economia. 2ª ed. Rondonópolis, 2007.

ANA - Agência Nacional de Águas – Série - Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos. Brasília: CD 1 N.7D/7E, HIDROGEO - Base Cartográfica Regiões e Estados do Brasil, 2001.

ALBUQUERQUE; J. L. F. **Educação ambiental para a sustentabilidade dos recursos hídricos.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Curso de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, UFSC, 2003.

ASA – ARTICULAÇÃO NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO Disponível em: <http://www.asabrasil.org.br/body_clipping13.htm>. Acessado em: 15 jul. 2007.

AYUB, O. **Aproveitamento de água de chuva em edificações: reflexões e necessidades.** In: Simpósio Brasileiro sobre Sistemas de Captação de Água de Chuva, 5., 2005, Teresina. Anais. Teresina: ABCMAC, 2005.

AZEVEDO, L. G. T; BALTAR, A. M. F. P. **A experiência internacional. A cobrança pelo uso da água.** São Paulo: IQUAL, Instituto de Qualificação LTDA, p. 19-27, 2000.

AZEVEDO, S.M.E; BRANCO, S.M; TUNDISI, J.G. **Água e saúde humana.** in “Água Doce no Brasil: capital ecológico, uso e conservação”, CUNHA, A. et alii. (orgs), 3ª ed. São Paulo, Escrituras Editora, 2006.

BARLOW, M; CLARKE, T. **Ouro azul: como as grandes corporações estão se apoderando da água doce do nosso planeta,** São Paulo: M. Books, 2003.

BARTH, F. T, **Quadro Institucional da Gestão dos Recursos Hídricos no Centro-Oeste: Histórico, situação atual e perspectivas.** in I Simpósio de Recursos Hídricos do Centro-Oeste, Brasília, 2000.

BRANCO, S. M. **Água: origem, uso e preservação.** 2ª ed. São Paulo: Moderna, 2003.

CAMDESSUS, M. **Água: oito milhões de mortos por ano, um escândalo mundial.** (Tradução: Maria Ângela Villela). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

CAMPOS, M. A. S. **Aproveitamento de água pluvial em edificações residenciais multifamiliares na cidade de São Carlos.** 2004. 131p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

CARVALHO, R. S. **Caderno Regional da Região Hidrográfica do Paraguai**. Programa de Estruturação Institucional para a consolidação da Política Nacional de Recursos Hídricos. Curitiba: 2006.

CHRISTOFIDIS, D. **Olhares sobre a Política de Recursos Hídricos do Brasil: o caso da Bacia do São Francisco**. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável). Brasília: UnB, 2001.

CHRISTOFIDIS, D. Recursos Hídricos, Irrigação e Segurança Alimentar. In: FREITAS, Marcos Aurélio Vasconcelos de (Org). **O estado das águas no Brasil 2001-2002**. Brasília: Agência Nacional de Águas, 2003.

CLARKE, R. T. **O Atlas da água: o mapeamento completo do recurso mais precioso do Planeta**. [tradução: Anna Maria Quirino]. São Paulo: Publifolha, 2005.

DOWBOR, L. **Administrando a água como se fosse importante: gestão ambiental e sustentabilidade**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2005.

ELY, D. F. **A compartimentação e estruturação da paisagem do município de Rondonópolis/MT**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 1998.

ESCARE, R. **Escassez de água e mudança institucional: Análise da Regularização dos Recursos Hídricos no Brasil**. 2003. 187 p. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 2003.

FENDRICH, R; OLIYNIK, R. **Manual de utilização das águas pluviais: 100 maneiras práticas**. 1ª ed. Curitiba: Livraria do Chain Editora, 2002.

FENDRICH, R. **Coleta, armazenamento, utilização e infiltração das águas pluviais na drenagem urbana**. 2002. 263p. Tese (Doutorado Setor de Ciências da Terra) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

FERNANDES, R. S., PELISSARI, V. B., et al. **Como os jovens percebem as questões ambientais**. Revista Aprender, Ed. 13, Ano 3, 2003.

GEO Brasil: recursos hídricos: componente da série de relatórios sobre o estado e perspectivas do meio ambiente no Brasil. / Ministério do Meio Ambiente; Agência Nacional de Águas; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Brasília: MMA; ANA, 2007.

GIL, A. C. **Técnica de pesquisa em economia e elaboração de monografia**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

GNADLINGER, J. **Apresentação técnica de diferentes tipos de cisternas, construídas em comunidades rurais do semi-árido brasileiro**. In: Simpósio Brasileiro sobre Sistemas de Captação de Água de Chuva, 2., 2001, Petrolina. Anais. Petrolina: ABCMAC, 2001.

GNADLINGER, J. **Estratégia para uma legalização favorável à captação e ao manejo de água de chuva no Brasil**. In: Simpósio Brasileiro sobre Sistemas de Captação de Água de Chuva, 5., 2005, Teresina. Anais. Teresina: ABCMAC, 2005.

GONÇALVES, V. B., **Estudo de Viabilidade para Implantação de um Sistema de Captação e Aproveitamento de Água de Chuva do Prédio de Salas de Aula do Centro Tecnológico**. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, 2004.

GROUP RAINDROPS. **Aproveitamento da água da chuva**. Org. de tradução: Masato Kobiyama; Cláudio Tsuyoshi Ushiwata; Manoela dos Anjos Afonso. Curitiba: Editora Organic Trading, 2002.

GROUP RAINDROPS. **Políticas Públicas, Governamentais e dispositivos legais relativos à água pluvial**. In: Simpósio Brasileiro sobre Sistemas de Captação de Água de Chuva, 2., 2005, Teresina. Anais. Teresina: ABCMAC, 2005.

HESPANHOL, I. **Água e saneamento básico**. in “Água Doce no Brasil: capital ecológico, uso e conservação”, CUNHA, A. et alii. (orgs), 3ª ed. São Paulo, Escrituras Editora, 2006.

JALFIM, F. T. **Considerações sobre a viabilidade técnica e social da captação e armazenamento da água da chuva em cisternas rurais na região semi-árida brasileira**. In: 3º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO, Paraíba, 2001. Anais. Paraíba: ABRH, 2001. p. 6. 1 CD – ROM.

LANNA, A.E. **Hidroeconomia**. Em Rebouças, A., Braga, B. e Tundisi, J. (org.). Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. São Paulo: Escrituras Editora, 2006.

LARANJA, A.C; FERNANDES, R. S., et al. **Percepção ambiental como instrumento de aprimoramento pedagógico em instituições de ensino superior. Encontro Nacional de Educadores**, 13. Livro de Resumos. Prefeitura Municipal de Paulínia, 2003.

LEAL, A. C; HERRMANN, H. **Gestão dos recursos hídricos e a construção das cidades construtoras para o próximo milênio**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 13, Belo Horizonte, 1999. Anais. Belo Horizonte: ABRH, 1999. p. 12. 1 CD-ROM.

LEÃO, N.F; **Sanear: Relatório de Gestão**. 1ª ed. Brasília: GESPÚBLICA – Programa Nacional de Gestão Pública e Desburocratização. 2007.

MAESTRI, R. S., **Análise Custo-Benefício para o Aproveitamento de Água de Chuva em Florianópolis**. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, 2003.

MACHADO, C.J.S. **Gestão de águas doces**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2004. 372 p.

MALVEZZI, R. **Fazer Água**. In: **Água da Chuva: o segredo da convivência com o Semi-Árido brasileiro**. Cáritas Brasileira, Comissão Pastoral da Terra, Fian / Brasil; São Paulo: Paulinas, 2001.

MARCONI, M. A; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisa, amostragem e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

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

MIRANDA, E.E. **A água na natureza e na vida dos homens**. Aparecida/SP: Editora Idéias & Letras, 2004.

MOGAMI, S. Água, motor para a economia: Coca-cola aproveita água de chuva. **Hydro**. São Paulo, nº 7. p. 04-06, maio 2007.

MONTEIRO, M. P. **Recursos Hídricos no Centro-Oeste**. in I Simpósio de Recursos Hídricos do Centro-Oeste, Brasília, 2000.

MONTIBELLER, A; SCHMIDT, R. W. **Análise do potencial de economia de água tratada através da utilização de água pluvial em Santa Catarina**. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

NARDES, A. M. M - **Rondonópolis/MT: sua espacialidade reconstruída**. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional). FAU/UnB, Brasília, 1997.

OLIVEIRA, Y.V. **Balanço Hídrico Seriado como base para o Planejamento de Captação de Água de Chuva para Utilização em Propriedades Rurais na Região de Chapecó - SC**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental. Curso de Pós Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.

PACHECO, L. B., **Aproveitamento de Água de Chuva: Estudos de Casos em Florianópolis**. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, 2003.

PALMIER, L. R. **A necessidade das bacias experimentais para a avaliação da eficiência de técnicas alternativas de captação de água na região semi-árida do Brasil**. III Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no Semi-árido. Paraíba, 2001. Anais. Paraíba: ABRH, 2001. CD-ROM.

POLETTI, I. **Da indústria da seca para a convivência com o Semi-Árido Brasileiro**. In: **Água da Chuva: o segredo da convivência com o Semi-Árido brasileiro**. Cáritas Brasileira, Comissão Pastoral da Terra, Fian / Brasil; São Paulo: Paulinas, 2001.

REBOUÇAS, A.C. **Água Doce no Mundo e no Brasil**. in “Água Doce no Brasil: capital ecológico, uso e conservação”, CUNHA, A. et alii. (orgs), 3ª ed. São Paulo, Escrituras Editora, 2006.

_____. **Uso inteligente da água**. São Paulo: Escrituras Editora, 2004.

SALATI, E; LEMOS, H. M; SALATI, E. **Água e o Desenvolvimento Sustentável**. REBOUÇAS, Aldo da Cunha; BRAGA, Benedito; TUNDISI, José Galiza. (Orgs.) **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3 ed. rev. e ampl. São Paulo: Escrituras, 2006.

SCHISTEK, H. **Como conviver com o Semi-Árido**. In: **Água da Chuva: o segredo da convivência com o Semi-Árido brasileiro**. Cáritas Brasileira, Comissão Pastoral da Terra, Fian / Brasil; São Paulo: Paulinas, 2001.

SETTI, A. A. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica Agência Nacional de Águas, 2001.

SICKERMANN, J.M. **Gerenciamento sustentável das águas de chuva: imprescindível para o futuro das grandes cidades do Brasil**. In: Simpósio Brasileiro sobre Sistemas de Captação de Água de Chuva, 5., 2005, Teresina. Anais. Teresina: ABCMAC, 2005.

SILVA, E. **O curso da água na história: simbologia, moralidade e a gestão de recursos hídricos**. Rio de Janeiro, 1998. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, 1998.

SILVA, G.A. **Água na indústria**. in “Água Doce no Brasil: capital ecológico, uso e conservação”, CUNHA, A. et alii. (orgs), 3ª ed. São Paulo, Escrituras Editora, 2006.

SOUZA, L. C. **Águas e sua proteção**. 1ª ed. Curitiba: Juruá, 2005.

STURZA, J. A. I. **Lugar e não-lugar em Rondonópolis - MT: um estudo de cognição ambiental**. 2005. 163 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

THAME, A. C. M. **A cobrança pelo uso da água (et al.)**. São Paulo: IQUAL, Instituto de Qualificação e Editoração LTDA, 2000.

TOMAZ, P. **Economia de água para empresas e residências: um estudo atualizado sobre o uso racional da água**. 3ª ed. São Paulo: Navegar Editora, 2001.

_____. **Água de chuva: aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. 2ª ed. São Paulo: Navegar Editora, 2003.

TUCCI, C.E.M. **Gestão da água no Brasil**. Brasília: UNESCO: Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e a Cultura, 2001.

TUNDISI, J.G. **Usos múltiplos conflitantes da água: integração entre pesquisa e gerenciamento.** 2ª ed. São Paulo: IEA/USP, 2001.

_____. **Água no século XXI: enfrentando a escassez.** 2ª ed. São Paulo: Rima, 2005.

TUNDISI, J.G; BRAGA, B; REBOUÇAS, A.C. **Os recursos hídricos e o futuro: síntese.** in “Água Doce no Brasil: capital ecológico, uso e conservação”, CUNHA, A. et alii. (orgs), 3ª ed. São Paulo, Escrituras Editora, 2006.

VILLIERS, M. **Água: como o uso deste precioso recurso natural poderá acarretar a mais séria crise do século XXI.** Rio de Janeiro: Ediouro, 2002.

APÊNDICE



UNIVERSIDADE PARA O DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO DO PANTANAL
Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional

Mestrando: Economista - Cássio Giovanni de Aguiar Costa

Orientadora: Prof^ª. Dra. Regina Sueiro de Figueiredo

Prezados Atores,

Rondonópolis é considerada a terceira maior cidade do Mato Grosso. A estimativa de uma expansão industrial aliado ao aumento do consumo doméstico colabora para um cenário onde o risco de desabastecimento de água deve ser considerado.

Este questionário (Roteiro de Entrevista) faz parte de uma pesquisa acadêmica do mestrando acima mencionado que procura conhecer a percepção e o posicionamento de alguns atores sociais do município de Rondonópolis/MT, quanto ao desenvolvimento de um sistema de captação e uso da água de chuva para fins não potáveis, como uma opção provável para alguns bairros como fonte alternativa de recursos hídricos.

É importante salientar que a água da chuva é um recurso disponível e que pode ser utilizado para fins menos nobres. Além disso, tal sistema pode colaborar para minimizar o impacto destrutivo que a água da chuva provoca em algumas localidades da cidade. Portanto, a aplicação desse sistema em áreas como bairros/centro, além de expandir a disponibilidade de um recurso (água) cada vez mais escasso, reduz os estragos urbanos ocasionados pela chuva.

Você ao participar desta pesquisa tem papel relevante porque estará fornecendo dados que subsidiará uma proposta de políticas públicas para implementar ações concretas e despertar a consciência e a percepção dos demais atores sociais quanto ao uso racional dos recursos hídricos que são limitados e indispensáveis à sobrevivência humana.

Antecipadamente agradeço pela sua colaboração e disposição em contribuir como ator social. Esta é uma proposta para subsidiar idéias e posteriormente projetos que possibilitem melhorar o uso racional dos recursos hídricos (água), bem como propor alternativas ao seu uso, de maneira a melhorar a qualidade de vida da população.

Cássio Giovanni de Aguiar Costa

Mestrando: Economista - (66)8112-0413

APÊNDICE - A

Perfil do Entrevistado

1. Nome: _____

2. Idade: _____ 3. () Feminino () Masculino.

4. Escolaridade:		Situação:
() Ensino Fundamental	() Ensino Superior	() Completo
() Ensino Médio	() Pós-Graduação	() Incompleto

5. Profissão: _____

6. Estado Civil: _____

7. Possui filhos: () não () sim Quantos? _____

Perfil da Instituição

1. Nome da Instituição: _____

2. Endereço: _____ CEP _____

3. Telefone(s): _____

4. E-mail: _____

5. Qual o cargo que você ocupa na sua instituição? _____

6. Quanto tempo sua instituição está em funcionamento na região? _____

Identificando os Grupos de Atores

“Ator é um indivíduo ou grupo que tem uma parte, interesse ou reivindicação sobre o uso de um recurso ou ecossistema, e é capaz de identificar a chance de perda deste, em função de alguma tomada de decisão no tocante a sua utilização.” (Polette, 1997)

Os atores podem ser classificados como:

- Governamentais: instituições que dizem respeito ao poder público municipal, estadual e federal, neste caso as instituições que têm poder e função de implantar programas de políticas públicas e que são de suma importância na resolução de problemas apontados.
- Não-Governamentais: pessoas ou instituições que não tenham vínculo direto com o governo, como associações de moradores, organizações ambientais.

Identificando os problemas

1. Como representante do seu bairro/centro, indique os principais problemas existentes relacionados à falta de água potável que você conhece: (Marque no máximo três (3) alternativas)

1. () Perdas na rede de distribuição de água tratada.
2. () Tubulações antigas.
3. () Falta de investimento em infra-estrutura básica.
4. () Falta de reservatórios em pontos estratégicos.
5. () Ocupações irregulares por parte da população.
6. () Poluição dos cursos d'água por atividades industriais e agrícolas.
7. () Aumento do consumo pelo rápido crescimento populacional.
8. () Diminuição da capacidade de recarga dos aquíferos.
9. () Falta de conscientização da população para o uso controlado da água.
10. () Falta de conservação dos leitos dos rios.
11. () Políticas públicas ineficientes.
12. () Dificuldade no controle das ligações clandestinas.
13. () Baixa incidência de chuvas em algumas épocas do ano.
14. () Outros: _____

2. Quais seriam as possíveis soluções para estes problemas? (Marque no máximo três (3) alternativas)

1. () Renovação e ampliação da rede de distribuição.
2. () Investimentos em programas de redução de perdas.
3. () Construção de barragens para armazenamento de água.
4. () Construção de novos reservatórios.
5. () Maior fiscalização para evitar construções irregulares.
6. () Planejamento urbano.
7. () Maior incentivo aos projetos de educação ambiental para o uso racional da água.
8. () Reflorestamento com espécies nativas em áreas de mananciais.
9. () Preservação dos leitos dos rios.
10. () Desenvolvimento de políticas públicas.
11. () Melhor fiscalização dos órgãos ambientais.
12. () Alcançar novos métodos de captação de água.
13. () Novas alternativas tecnológicas para ampliar a disponibilidade de água.
14. () Outros: _____

3. Selecione os principais problemas provocados pela água da chuva? (Marque no máximo três (3) alternativas)

1. () Alagamento e destruição das vias públicas.
2. () Poluição e assoreamento dos rios que passam pela cidade.
3. () Entupimento da rede pluvial devido à poluição (lixo) da cidade.
4. () Erosão do solo.
5. () Desmoronamento das encostas e casas.
6. () Aumento e disseminação de doenças de veiculação hídrica.
7. () Acúmulo de lixo nos rios e sistemas de drenagem.
8. () Remoção da cobertura vegetal.
9. () Aumento da turbidez e alteração da cor da água.
10. () Aumenta o perigo no trânsito.
11. () Alta pluviosidade (chuvas em excesso).
12. () Outros: _____

4. Quais seriam as possíveis soluções para os problemas decorrentes da água da chuva? (Marque no máximo três (3) alternativas)

1. () Maior fiscalização para evitar ocupações irregulares.
2. () Estabelecimento de normas para controlar a impermeabilização do solo.
3. () Investimentos em sistemas de captação (microdrenagem).
4. () Preservação das matas ciliares e outras vegetações pela cidade.
5. () Ampliação da rede pluvial e galerias.
6. () Remoção periódica do lixo nos rios e no centro urbano.
7. () Represas de contenção das chuvas intensas.
8. () Fiscalização e controle de terraplanagem.
9. () Programa permanente de contenção de cheias.
10. () Desenvolvimento controlado e sustentável das cidades.
11. () Revitalização dos rios Vermelho e Arareau.
12. () Outros: _____

5. Qual poderia ser a sua participação ou da instituição que você representa na solução destes problemas? (Marque no máximo três (3) alternativas)

1. () Participação e/ou elaboração do plano diretor da cidade.
2. () Educação e capacitação na área de conservação e preservação ambiental.
3. () Pesquisa com manejo e reuso de água.
4. () Fiscalização do uso adequado e racional da água.
5. () Desenvolvimento de políticas públicas relacionadas à gestão dos recursos hídricos
6. () Realização de obras estruturais.
7. () Economia ou racionalização de água.
8. () Nenhuma.
9. () Outros: _____

Relação do Poder Público com a Água

6. Você tem conhecimento de casos de interrupção no fornecimento de água no município de Rondonópolis?

() Não. () Sim.

7. Você tem conhecimento de ligações clandestinas de água (os chamados “Gatos”) no município de Rondonópolis?

() Não. () Sim.

8. Você tem conhecimento de alguma medida que tenha sido tomada pelo poder público municipal para evitar a falta de água? () Não () Sim. Quais:

1. () Modernização do centro de captação e expansão da rede de distribuição.
2. () Troca das tubulações antigas.
3. () Substituição dos relógios de controle e das bombas de captação.
4. () Campanha de conscientização para evitar o desperdício.
5. () Campanhas de revitalização e despoluição dos rios.
6. () Outras: _____

Percepção sobre o sistema de aproveitamento da água da chuva

9. Você conhece ou já ouviu falar do sistema de captação e aproveitamento de água de chuva?
 Não. Sim.

10. De que forma você obteve o conhecimento sobre o sistema de captação e aproveitamento de água de chuva? (Marque apenas uma (1) alternativa.)

1. <input type="checkbox"/> Trabalhos científicos	7. <input type="checkbox"/> Em Universidades / Faculdades
2. <input type="checkbox"/> Internet	8. <input type="checkbox"/> Programa de televisão.
3. <input type="checkbox"/> Livros, revistas, jornais.	9. <input type="checkbox"/> Visita em propriedade agrícola
4. <input type="checkbox"/> Congressos e seminários	10. <input type="checkbox"/> Visita em propriedade residencial
5. <input type="checkbox"/> Conversa com amigos	11. <input type="checkbox"/> Visita em propriedade industrial
6. <input type="checkbox"/> Palestra	12. <input type="checkbox"/> Outros: _____

11. Você considera que o aproveitamento de água de chuva pode ser uma alternativa viável para amenizar a sobrecarga no consumo de água em Rondonópolis/MT?
 Não. Sim.

12. Você conhece algum outro local onde já existe o aproveitamento de água de chuva?
 Não Sim. Onde?

13. Você instalaria em sua casa, estabelecimento comercial, rural ou industrial um sistema de captação e aproveitamento de água de chuva? (Marque apenas uma (1) alternativa)

1. Sim, pois reduz os gastos com água tratada (viabilidade econômica).
2. Sim, pois demonstra ser uma fonte alternativa de recurso hídrico.
3. Sim, pois aumenta a preservação dos mananciais.
4. Sim, pois diminui a pressão por novos investimentos da empresa responsável pela água.
5. Sim, pois diminui / ameniza a sobrecarga no consumo de água.
6. Sim, pois evita ou ameniza os riscos de enchentes e alagamentos.
7. Sim, pois tenho consciência da possibilidade de escassez da água.
8. Não, pois existe grande disponibilidade de água.
9. Não, pelo custo (alto) de implantação do sistema.
10. Não, pois existe um risco de transmissão de doenças.
11. Não, pois existe outras alternativas (poço artesiano, cisternas, etc.).
12. Não, pois a instalação predial inadequada e a estética dificultaria a adequação do sistema.
13. Não, pois existe uma dificuldade na manutenção do sistema.
14. Não, pois não tenho informações suficientes.

14. Das alternativas abaixo, quais os usos prováveis da água de chuva, desde que devidamente tratada? (Marque no máximo três (3) alternativas)

1. <input type="checkbox"/> Limpeza de pátios	7. <input type="checkbox"/> Banho
2. <input type="checkbox"/> Rega de jardins e gramados	8. <input type="checkbox"/> Consumo humano
3. <input type="checkbox"/> Descarga de vasos sanitários	9. <input type="checkbox"/> Máquina de lavar roupa
4. <input type="checkbox"/> Lavação de carros e outros	10. <input type="checkbox"/> Lavar louça
5. <input type="checkbox"/> Uso agrícola	11. <input type="checkbox"/> Água para piscina
6. <input type="checkbox"/> Uso industrial	12. <input type="checkbox"/> Outros. Citar: _____

Estratégias para implantação de um sistema de captação e aproveitamento de água da chuva

15. Você considera importante a economia ou uso racional da água? (Uso racional da água = Utilização consciente do recurso evitando assim seu desperdício de forma a não comprometer seu abastecimento.).

() Não. () Sim.

16. Você ou a instituição que representa, usa a água racionalmente:

1. () Sempre.
2. () Quase sempre.
3. () Raramente.
4. () Nunca.
5. () Não sei.

17. Qual a sua percepção ou da instituição que representa sobre a água:

- () Um recurso ilimitado e livre.
() Um recurso limitado e econômico.

18. Em se tratando dos problemas que agravam a escassez de água, quais você considera os mais sérios: (Marque no máximo três (3) alternativas)

1. () Os usos residencial, industrial e agropecuário conjuntamente (uso irracional)	8. () O desmatamento (principalmente da mata ciliar)
2. () A periodicidade do suprimento	9. () A irregularidade do suprimento
3. () A poluição das nascentes	10. () Expansão das cidades
4. () Esgoto doméstico não tratado	11. () Esgoto industrial não tratado
5. () Má gestão dos recursos hídricos	12. () Educação Ambiental precária
6. () Mudanças climáticas	13. () Impermeabilização do solo
7. () Queimadas	14. () Outros. Citar:

19. Em quais atividades você considera ser mais fácil estabelecer uma economia de água no uso residencial? (Marque no máximo três (3) alternativas)

1. () Tomar banho	7. () Lavar roupa
2. () Lavar o banheiro / cozinha	8. () Lavar a louça
3. () Lavar a calçada / quintal	9. () Escovar os dentes
4. () Fazer a barba	10. () Dar a descarga
5. () Cozinhar	11. () Lavar o carro
6. () Molhar o gramado / regar as plantas	12. () Encher a piscina

20. Indique os aspectos que favorecem o abastecimento de água? (Marque no máximo três (3) alternativas)

1. () Chover / clima	8. () Economizar o uso da água
2. () Conscientização da população	9. () Investimentos públicos no setor
3. () Manutenção das redes de distribuição	10. () Construir reservatórios
4. () Proteger as margens dos rios (mata ciliar)	11. () Proteger as florestas (matas)
5. () Desenvolver novas tecnologias	12. () Perfurar poços
6. () Maior fiscalização das ligações clandestinas	13. () Tratar a água / o esgoto / esgoto industrial
7. () Educação Ambiental	14. () Desviar o curso dos rios

21. Você acha justa a cobrança pelo uso da água?

() Não. () Sim.

22. Você considera que a Educação Ambiental (conscientização/informação) em se tratando da situação em que se encontram recursos hídricos bem como seu uso, ajudaria na sua conservação?
 Não. Sim.

23. Você considera importante a busca por fontes alternativas de recursos hídricos?
 Não. Sim.

24. Você ou sua instituição está apta a tratar deste assunto?
 Não. Sim.

25. Em sua opinião, quais seriam os atores responsáveis pela implantação das tecnologias para uso racional de água e busca de fontes alternativas de recursos hídricos? (Marque no máximo três (3) alternativas)

1. <input type="checkbox"/> Sanear	7. <input type="checkbox"/> ONG's
2. <input type="checkbox"/> Sema - Secretaria Estadual de Meio Ambiente.	8. <input type="checkbox"/> Poder público em conjunto (Federal, Estadual e Municipal.)
3. <input type="checkbox"/> ANA - Agência Nacional das Águas	9. <input type="checkbox"/> Sociedade em geral.
4. <input type="checkbox"/> Ministério do Meio Ambiente	10. <input type="checkbox"/> Iniciativa privada.
5. <input type="checkbox"/> Universidades	11. <input type="checkbox"/> Comitês de Bacia.
6. <input type="checkbox"/> Institutos de Pesquisa	12. <input type="checkbox"/> Outros:

26. Você acha que existem conflitos pelo uso da água entre os setores industrial, comercial, residencial e agropecuário?
 Não. Sim.

27. Enumere de 1 a 4 qual o setor que você considera ser o maior usuário da água?
 Escala de 1 a 4. (1 = maior usuário / 4 = menor usuário)
 Indústria Comércio Residência Agropecuária

28. Em relação ao sistema de captação e aproveitamento de água de chuva marque os pontos positivos ou favoráveis: (Marque no máximo três (3) alternativas)

1. <input type="checkbox"/> Redução de custos com água tratada	6. <input type="checkbox"/> Economia de investimentos públicos
2. <input type="checkbox"/> Preservação dos Recursos Hídricos	7. <input type="checkbox"/> Facilidade de instalação
3. <input type="checkbox"/> Maior quantidade de água disponível	8. <input type="checkbox"/> Boa qualidade da água
4. <input type="checkbox"/> Redução de enchentes e outros problemas Provocados pela chuva	9. <input type="checkbox"/> Desenvolvimento tecnológico
5. <input type="checkbox"/> Despertar a conscientização da comunidade	10. <input type="checkbox"/> Nenhum
	11. <input type="checkbox"/> Outros. Citar:

29. Em relação ao sistema de captação e aproveitamento de água de chuva marque os pontos negativos ou desfavoráveis: (Marque no máximo três (3) alternativas)

1. <input type="checkbox"/> Manutenção da qualidade da água	7. <input type="checkbox"/> Espaço para armazenamento
2. <input type="checkbox"/> Custo de implantação	8. <input type="checkbox"/> Alteração estética da residência
3. <input type="checkbox"/> Falta de aceitação da população	9. <input type="checkbox"/> Redução no faturamento das distribuidoras
4. <input type="checkbox"/> Falta de água durante períodos de estiagem	10. <input type="checkbox"/> Existe água disponível o suficiente
5. <input type="checkbox"/> Pegar alguma doença com a água da chuva	11. <input type="checkbox"/> Nenhum
6. <input type="checkbox"/> Alto consumo de energia	12. <input type="checkbox"/> Outros. Citar:

ANEXO

ANEXO - A

ABNT/CEET 00.001.77 PROJETO 00.001.77-001 JANEIRO:2007 NÃO TEM VALOR NORMATIVO Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos

APRESENTAÇÃO

1) Este 1º Projeto foi elaborado pela ABNT/CEET-00.001.77 - Comissão de Estudo Especial Temporária de Aproveitamento de Água de Chuva, nas reuniões de:

28/06/2006	16/08/2006	20/09/2006
18/10/2006	22/11/2006	13/12/2006
22/01/2007		

2) Não tem valor normativo;

3) Tomaram parte na elaboração deste Projeto:

Participante	Representante
3M do Brasil	Roberto Fernandes
3P Technik do Brasil Ltda	Jack Sickermann
Abrasip	Milton Henriques Gomes
Acquastock	Marcos de Barros
Amanco	Jorge Neves Moll
Câmara Municipal / SP	Eduardo Narimatsu
Cirra / USP	Simone May
Cirra / USP	José Carlos Mierzwa
Cirra / USP	Rodrigo Monteiro
CREA / SP	Plínio Tomaz
CTH / USP	Paulo Romera
Ecohouse	Alexandra Lichtenberg
Sabesp	Reinaldo Putvinskis
Sabesp	Ricardo Reis Chahin
Secovi / SP	Ronaldo Sá
Sharewater	Fernando Mortara

Sharewater	Diogo Carbonari
Sinduscon / SP	Lilian Sarrouf
Tesis Engenharia	Francisco Landi
UFSCar / USP	Simar Vieira de Amorim
Unesp / Rio Claro	Rodrigo Moruzzi
UNICAMP	Marcus Siqueira
Universidade Federal de Campina Grande	Rodolfo Luiz Nóbrega
Zimelman Engenharia	Isaac Moysés Zimelman

Sumário

Prefácio

1 Escopo

1.1 Objetivo

1.2 Campo de aplicação

2 Referências normativas

3 Termos e definições

4 Condições gerais

4.1 Concepção do sistema de aproveitamento de água de chuva

4.1.1 A concepção do projeto do sistema de coleta de água de chuva deve atender a ABNT NBR 5626 e a ABNT NBR 10844.

4.1.2 No estudo deve constar o alcance do projeto, a população que utiliza a água de chuva e a determinação da demanda a ser definida pelo projetista do sistema.

4.1.3 Inclui-se na concepção os estudos das séries históricas e sintéticas das precipitações da região onde será feito o projeto de aproveitamento de água de chuva.

4.2 Calhas e condutores

4.3 Reservatórios

4.3.1 Os reservatórios devem atender a ABNT NBR 12217.

4.4 Instalações prediais

4.5 Qualidade da água

4.5.1 O tratamento da água de chuva deve atender a ABNT NBR 12216.

4.6 Bombeamento

5 Manutenção

Anexo A (informativo) Métodos de cálculos para dimensionamento dos reservatórios

- A.1 Método de Rippl
- A.2 Método da simulação
- A.3 Método prático brasileiro
- A.4 Método prático alemão
- A.5 Método prático inglês
- A.6 Método prático australiano

Prefácio

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Fórum Nacional de Normalização. As normas brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais Temporárias (ABNT/CEET), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros).

Os Projetos de Norma Brasileira, elaborados no âmbito dos ABNT/CB e ABNT/ONS, circulam para Consulta Nacional entre os associados da ABNT e demais interessados.

1 Escopo

1.1 Objetivo

Esta Norma fornece os requisitos para o aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis.

1.2 Campo de aplicação

Esta Norma se aplica a usos não potáveis em que as águas de chuva podem ser utilizadas após tratamento adequado como, por exemplo: descargas em bacias sanitárias, irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, limpeza de pátios, espelhos d'água e usos industriais.

2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde (norma de qualidade de água para consumo humano)

ABNT NBR 5626, Instalação predial de água fria

ABNT NBR 10844, Instalações prediais de águas pluviais

ABNT NBR 12213, Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público.

ABNT NBR 12214, Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público.

ABNT NBR 12217, Projetos de reservatório de distribuição de água para abastecimento público.

3 Termos e definições

Para o propósito deste documento, os termos e definições abaixo se aplicam

3.1 água de chuva: água coletada em coberturas e pisos

3.2 água não potável: entende-se por não potável a água que não atende a Portaria nº. 518 do Ministério da Saúde

3.3 área de captação: área em metros quadrados projetada na horizontal da superfície impermeável da cobertura onde a água é captada

3.4 coeficiente de escoamento superficial (C): coeficiente que representa a relação entre o volume total de escoamento superficial e o volume total precipitado variando conforme a superfície

3.5 conexão cruzada: qualquer ligação física através de peça, dispositivo ou outro arranjo que conecte duas tubulações das quais uma conduz água potável e a outra água de qualidade desconhecida ou não potável

3.6 demanda: consumo médio a ser utilizado para fins não potáveis num determinado tempo (mensal ou diário)

3.7 escoamento inicial: água proveniente da área de captação suficiente para carregar a poeira, fuligem, folhas, galhos e detritos

3.8 suprimento: fonte alternativa de água para complementar o reservatório de água de chuva

3.9 reservatório intermediário: local onde será depositada a água de chuva após tratamento para ser utilizada

4 Condições gerais

4.1 Concepção do sistema de aproveitamento de água de chuva

4.1.1 A concepção do projeto do sistema de coleta de água de chuva deve atender a ABNT NBR 5626 e a ABNT NBR 10844.

4.1.2 No estudo deve constar o alcance do projeto, a população que utiliza a água de chuva e a determinação da demanda a ser definida pelo projetista do sistema.

4.1.3 Inclui-se na concepção os estudos das séries históricas e sintéticas das precipitações da região onde será feito o projeto de aproveitamento de água de chuva.

4.1.4 Dentro da concepção do sistema de coleta de água de chuva devem ser levadas em conta a viabilidade técnica e econômica de cada situação.

4.1.5 A área de captação das coberturas e pisos deve ser compatível com a demanda assumida.

4.1.6 O sistema deve ser concebido para atingir os parâmetros de qualidade constantes em 4.5.

4.2 Calhas e condutores

4.2.1 As calhas e condutores horizontais e verticais devem atender a ABNT NBR 10844.

4.2.2 Devem ser observados o período de retorno escolhido, a vazão de projeto e a intensidade pluviométrica.

4.2.3 Deve ser instalado no sistema de coleta e aproveitamento de água de chuva, um dispositivo para o descarte da água de escoamento inicial. É recomendado que tal dispositivo seja automático.

recomenda-se no mínimo 2 mm.

4.2.4 O dispositivo de descarte de água deve ser dimensionado pelo projetista. Na falta de dados recomenda-se no mínimo 2 mm.

4.2.5 Devem ser instalados dispositivos para remoção de detritos como, por exemplo, grades e telas atendendo a ABNT NBR 12213.

4.3 Reservatórios

4.3.1 Os reservatórios devem atender a ABNT NBR 12217.

4.3.2 Devem ser considerados no projeto: extravasor, descarga de fundo, cobertura, inspeção, ventilação e segurança.

4.3.3 O reservatório quando alimentado com água de outra fonte de suprimento de água potável, deve possuir dispositivos que impeçam a conexão cruzada.

4.3.4 O volume de água de chuva aproveitável depende do coeficiente de escoamento superficial da cobertura bem como da eficiência do sistema de descarte do escoamento inicial, sendo calculado pela seguinte equação:

$$V = P \times A \times C \times \eta_{\text{fator de captação}}$$

Onde:

V é o volume anual, mensal ou diário de água de chuva aproveitável, em litros;

P é a precipitação média anual, mensal ou diária, em milímetros;

A é a área de coleta, em metros quadrados;

C é o coeficiente de escoamento superficial da cobertura, adimensional;

$\eta_{\text{fator de captação}}$ é a eficiência do sistema de captação, levando em conta o descarte do escoamento inicial, variando de 0,50 a 0,90.

4.3.5 O volume dos reservatórios devem ser dimensionados com base em critérios técnicos e econômicos, levando em conta as boas práticas da engenharia, podendo

a critério do projetista serem utilizados os métodos contidos no Anexo A ou outro desde que devidamente justificado.

4.3.6 Os reservatórios devem ser limpos e desinfetados com solução de hipoclorito de sódio, no mínimo uma vez por ano de acordo com a ABNT NBR 5626.

4.3.7 O volume não aproveitável da água de chuva, pode ser lançado na rede de galerias de águas pluviais, na via pública ou ser infiltrado total ou parcialmente, desde que não haja perigo de contaminação do lençol freático, a critério da autoridade local competente.

4.3.8 A descarga de fundo pode ser feita por gravidade ou por bombeamento.

4.3.9 A água de chuva reservada deve ser protegida contra a incidência direta da luz solar e do calor, bem como, de animais que possam adentrar o reservatório através da tubulação de extravasão.

4.4 Instalações prediais

4.4.1 As instalações prediais devem atender a ABNT NBR 5626, quanto às recomendações de separação atmosférica, dos materiais de construção das instalações, da retrossifonagem, dos dispositivos de prevenção de refluxo, proteção contra interligação entre água potável e não potável, do dimensionamento das tubulações, limpeza e desinfecção dos reservatórios, controle de ruídos e vibrações.

4.4.2 As tubulações e demais componentes devem ser claramente diferenciadas das tubulações de água potável.

4.4.3 Diferentes sistemas de distribuição de água fria, sendo um para água potável e outro para água não potável devem existir em qualquer tipo de edificação, evitando a conexão cruzada e obedecendo a ABNT NBR 5626.

4.4.4 Os pontos de consumo, como por exemplo uma torneira de jardim, devem ser identificados com placa de advertência com a seguinte inscrição “água não potável”.

4.4.5 Os reservatórios de água de distribuição de água potável e de água de chuva devem ser separados.

4.5 Qualidade da água

4.5.1 O tratamento da água de chuva deve atender a ABNT NBR 12216.

4.5.2 Os padrões de qualidade do sistema de água de chuva para água não potável no ponto de uso, independente do tipo de uso devem atender aos parâmetros da Tabela 1.

Tabela 1 — Parâmetros de qualidade de água para uso não potável

Parâmetro	Análise	Valor
Coliformes totais	Semestral	Ausência em 100 mL
Coliformes termotolerantes	Semestral	Ausência em 100 mL
Cloro residual	Mensal	0,5 a 3,0 mg/L
Turbidez	Mensal	< 2,0 UT, para usos menos restritivos < 5,0 UT
Cor aparente (caso não seja utilizado nenhum corante, ou antes, da sua utilização)	Mensal	< 15 UH
Deve prever ajuste de pH para proteção das redes de distribuição, caso necessário	mensal	pH de 6,0 a 8,0 no caso de tubulação de aço carbono ou galvanizado

NOTA 1 Para lavagem de roupas deve ser feita a análise de *Cryptosporidium parvum* anualmente.

NOTA 2 UT é a unidade de turbidez.

NOTA 3 UH é a unidade Hazen.

4.5.3 A água de chuva pode ter utilização para fins potáveis desde que seja usado o tratamento adequado para que a mesma atenda à Portaria n° 518 do Ministério da Saúde.

4.5.4 Para desinfecção, a critério do projetista, pode-se utilizar hipoclorito de sódio, raios ultravioleta, ozônio e outros. Em aplicações onde é necessário um residual desinfetante deve ser usado hipoclorito de sodio.

4.5.5 O residual de cloro deve estar entre 0,5 mg/l e 3,0 mg/l.

4.5.6 No caso de água de chuva ser utilizada para lavagem de roupas, tratamentos específicos adequados que permitam a remoção de parasitas, como por exemplo o *Cryptosporidium parvum*.

4.5.7 A aplicação de raio ultravioleta deve atender as seguintes características: comprimento de onda de 254 nm, dose mínima de 16 mJ/cm² e quantidade máxima de sólidos totais em suspensão (TSS) de 20 mg/l.

4.5.8 A aplicação do ozônio deve estar na faixa de 0,4 mg/l a 2,25 mg/l e duração de 4 min a 8 min.

4.6 Bombeamento

4.6.1 Quando necessário o bombeamento, o mesmo deve atender a ABNT NBR 12214.

4.6.2 Devem ser observadas as recomendações das tubulações de sucção e recalque, velocidades mínimas de sucção e seleção do conjunto motor-bomba.

4.6.3 Pode ser instalado junto à bomba centrífuga, dosador automático de cloro o qual convém ser enviado a um reservatório intermediário para que haja tempo de contato de no mínimo 30 min.

5 Manutenção

Recomenda-se realizar manutenção em todo o sistema de coleta e aproveitamento de água de chuva conforme Tabela 2.

Tabela 2 — Sugestão de freqüência de manutenção

Componente	Freqüência de manutenção
Dispositivo de descarte do escoamento inicial automático	Limpeza mensal ou após chuva de grande intensidade
Calhas, condutores verticais e horizontais	2 ou 3 vezes por ano
Desinfecção com cloro, ozônio, raios ultravioleta ou outros	Manutenção mensal
Bombas	Manutenção mensal
Reservatório	Limpeza e desinfecção anual

Métodos de cálculos para dimensionamento dos reservatórios

Para o cálculo do dimensionamento do reservatório de água de chuva, pode-se usar um dos seguintes métodos:

A.1 Método de Rippl

Neste método pode-se usar as séries históricas mensais ou diárias.

$$S_{(t)} = D_{(t)} - Q_{(t)}$$

$$Q_{(t)} = C \times \text{precipitação da chuva}_{(t)} \times \text{área de captação}$$

$$V = \sum S_{(t)}, \text{ somente para valores } S_{(t)} > 0$$

$$\text{Sendo que : } \sum D_{(t)} < \sum Q_{(t)}$$

Onde:

$S_{(t)}$ é o volume de água no reservatório no tempo t ;

$Q_{(t)}$ é o volume de chuva aproveitável no tempo t ;

$D_{(t)}$ é a demanda ou consumo no tempo t ;

V é o volume do reservatório, em metros cúbicos;

C é o coeficiente de escoamento superficial.

A.2 Método da simulação

Neste método a evaporação da água não deve ser levada em conta. Para um determinado mês aplica-se a equação da continuidade a um reservatório finito:

$$S_{(t)} = Q_{(t)} + S_{(t-1)} - D_{(t)}$$

$$Q_{(t)} = C \times \text{precipitação da chuva}_{(t)} \times \text{área de captação}$$

$$\text{Sendo que: } 0 \leq S_{(t)} \leq V$$

Onde:

$S_{(t)}$ é o volume de água no reservatório no tempo t ;

$S_{(t-1)}$ é o volume de água no reservatório no tempo $t - 1$;

$Q_{(t)}$ é o volume de chuva no tempo t ;

$D_{(t)}$ é o consumo ou demanda no tempo t ;

V é o volume do reservatório fixado;

C é o coeficiente de escoamento superficial.

NOTA Para este método duas hipóteses devem ser feitas, o reservatório está cheio no início da contagem do tempo “ t ”, os dados históricos são representativos para as condições futuras.

A.3 Método prático brasileiro

$$V = 0,042 \times P \times A \times T$$

Onde:

P é a precipitação média anual, em milímetros;

T é o número de meses de pouca chuva ou seca;

A é a área de coleta em projeção, em metros quadrados;

V é o volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, em litros.

A.4 Método prático alemão

Trata-se de um método empírico onde se toma o menor valor do volume do reservatório; 6% do volume anual de consumo ou 6% do volume anual de precipitação aproveitável.

V_{adotado} = mínimo de (volume anual precipitado aproveitável e volume anual de consumo) x 0,06 (6%)

$$V_{\text{adotado}} = \text{mín} (V; D) \times 0,06$$

Onde:

V é o volume aproveitável de água de chuva anual, em litros;

D é a demanda anual da água não potável, em litros;

V_{adotado} é o volume de água do reservatório, em litros.

A.5 Método prático inglês

$$V = 0,05 \times P \times A$$

Onde:

P é a precipitação média anual, em milímetros;

A é a área de coleta em projeção, em metros quadrados;

V é o volume de água aproveitável e o volume de água da cisterna, em litros.

A.6 Método prático australiano

O volume de chuva é obtido pela seguinte equação:

$$Q = A \times C \times (P - I)$$

Onde:

C é o coeficiente de escoamento superficial, geralmente 0,80;

P é a precipitação média mensal, em milímetros;

I é a interceptação da água que molha as superfícies e perdas por evaporação, geralmente 2mm;

A é a área de coleta, em metros quadrados;

Q é o volume mensal produzido pela chuva, em metros cúbicos.

O cálculo do volume do reservatório é realizado por tentativas, até que sejam utilizados valores otimizados de confiança e volume do reservatório.

$$V_t = V_{t-1} + Q_t - D_t$$

Onde:

Q_t é o volume mensal produzido pela chuva no mês t;

V_t é o volume de água que está no tanque no fim do mês t, em metros cúbicos;

V_{t-1} é o volume de água que está no tanque no início do mês t , em metros cúbicos;

D_t é a demanda mensal, em metros cúbicos;

NOTA Para o primeiro mês consideramos o reservatório vazio.

Quando $(V_{t-1} + Q_t - D) < 0$, então o $V_t = 0$

O volume do tanque escolhido será T , em metros cúbicos.

Confiança:

$$P_r = N_r / N$$

Onde:

P_r é a falha

N_r é o número de meses em que o reservatório não atendeu a demanda, isto é, quando $V_t = 0$;

N é o número de meses considerado, geralmente 12 meses;

$$\text{Confiança} = (1 - P_r)$$

Recomenda-se que os valores de confiança estejam entre 90 % e 99 %.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)