

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DE SUL**  
**ESCOLA DE ENGENHARIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE MINAS,**  
**METALÚRGICA E DE MATERIAIS**  
**PPGE3M**

**MARILENE DE FÁTIMA DO AMARAL MORAES**

**DIAGNÓSTICO SOBRE O APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA**  
**E O REÚSO DE ÁGUAS CINZAS NA**  
**REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE**

**Porto Alegre**

**2018**

**MARILENE DE FÁTIMA DO AMARAL MORAES**

**DIAGNÓSTICO SOBRE O APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA  
E O REÚSO DE ÁGUAS CINZAS NA  
REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE**

**Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia, modalidade Acadêmica.**

**Área de Concentração: Ciência e Tecnologia dos Materiais**

**Orientador: Prof. Dr. Álvaro Meneguzzi**

**Porto Alegre**

**MARILENE DE FÁTIMA DO AMARAL MORAES**

**DIAGNÓSTICO SOBRE O APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA  
E O REÚSO DE ÁGUAS CINZAS NA  
REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE**

Esta dissertação foi analisada e julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia em Ciência e Tecnologia dos Materiais e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

---

Orientador: Prof. Dr. Álvaro Meneguzzi

---

Coordenador: Prof. Dr. Carlos Pérez Bergmann

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA:**

Prof. Dr Alexandre Giacobbo - Instituição: UFRGS \_\_\_\_\_

Prof<sup>a</sup>. Dra. Andréa Moura Bernardes - Instituição: UFRGS \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Rodrigo Sanchotene Silva - Instituição: UERGS \_\_\_\_\_

Dedico aos meus filhos, Luís e Lucas, que sempre me apoiaram e me incentivaram para a conclusão deste trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais – PPGE3M pela oportunidade de realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Álvaro Meneguzzi, pela orientação, apoio e por acreditar em mim e confiar no meu esforço e trabalho.

Aos colegas que conheci no PPGE3M pelo carinho e coleguismo durante os trabalhos realizados em conjunto para os seminários de disciplinas.

Aos funcionários do PPGE3M de uma forma sempre prestativa.

## RESUMO

Este estudo apresenta um diagnóstico de empresas da modalidade da engenharia civil situadas na Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA) que trabalham com a implantação de projetos que viabilizam o aproveitamento da água de chuva e também o reúso de águas cinzas de fontes como lavatórios, chuveiros e máquinas de lavar roupas, em condomínios residenciais ou comerciais. Aplicou-se um questionário on-line com 13 perguntas, 11 objetivas e 2 discursivas, utilizando como ferramenta o método quantitativo *Google forms*. O total de empresas que recebeu o questionário foi de 985, pertencentes aos 34 municípios da RMPA e registradas no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul (CREA-RS). Destas, 23 responderam, representando um percentual total de retorno de 2,34%. Entretanto, mesmo com um percentual baixo de retorno, 10 empresas informaram que trabalham com projetos de aproveitamento de água de chuva ou reúso de águas cinzas, sendo estas do ramo construtoras. São empresas pertencentes aos municípios de Gravataí, Guaíba, Porto Alegre, São Leopoldo e Viamão, e representam 43,48% das 23 empresas. Concluiu-se que na RMPA ainda é tímido o número de empresas que desenvolvem projetos de captação e aproveitamento pluvial ou de reúso de águas cinzas. As dificuldades mais relatadas pelas empresas foram: a falta de investimento e incentivos públicos ou privados; armazenamento da água; equipamentos mais adequados e convencer o cliente sobre obras de sustentabilidade. Tais dificuldades provavelmente incidem na questão cultural da população gaúcha que não possui o hábito de armazenar água de chuva proveniente dos períodos chuvosos. Na RMPA também é comum, nos meses de verão, ocorrer estiagem em alguns de seus municípios e não somente no restante da metade sul do Estado, onde a escassa precipitação assola dezenas de municípios como consequência de padrões climáticos naturais aos quais o Estado está sujeito. Especialistas da área de climatologia apontam que períodos de escassez estão relacionados às mudanças climáticas globais. No entanto, nos outros meses em que ocorrem chuvas com maior intensidade, nos mesmos municípios, não há armazenamento suficiente ou interesse por parte da população, nem mesmo planejamento e investimento pelo poder público.

Palavras-Chave: Aproveitamento pluvial; Reúso.

## ABSTRACT

This study presents a diagnosis of companies of the civil engineering modality located in Metropolitan Region of Porto Alegre (RMPA) that work with the implantation of projects that make feasible the use of rainwater and also the reuse of gray water from sources such as wash basins, showers and washing machines , in residential or commercial condominiums. An online questionnaire was applied with 13 questions, 11 objective and 2 discursive, using as a tool the quantitative method Google forms. The total number of companies that received the questionnaire was 985, belonging to the 34 municipalities of the RMPA and registered in the Regional Council of Engineering and Agronomy of Rio Grande do Sul (CREA-RS). Of these, 23 responded, representing a total return percentage of 2.34%. However, even with a low percentage of return, 10 companies reported working on rainwater harvesting or gray water reuse projects, which are construction companies. They are companies belonging to the municipalities of Gravataí, Guaíba, Porto Alegre, São Leopoldo and Viamão, and represent 43.48% of the 23 companies. It was concluded that the RMPA is still timid the number of companies that develop projects to capture and use rainwater or reuse of gray water. The difficulties most reported by the companies were: lack of investment and public or private incentives; water storage; equipment and persuade the client about sustainability works. These difficulties are probably related to the cultural issue of the population of Rio Grande do Sul that is not in the habit of storing rainwater from the rainy season. In the RMPA it is also common, in the summer months, to drought in some of its municipalities and not only in the rest of the southern half of the State, where the scarce precipitation plagues dozens of municipalities as a consequence of natural climatic patterns to which the State is subject. Specialists in the area of climatology point out that periods of scarcity are related to global climate change. However, in the other months in which rainfall occurs with greater intensity, in the same municipalities, there is not sufficient storage or interest on the part of the population, nor even planning and investment by the public sector.

Keywords: Rainfall; Reused.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Porcentagem por uso de água consumida no Brasil em 2016.....	21
Figura 2 – Distribuição regional dos recursos hídricos no Brasil.....	21
Figura 3 – Consumo médio regional de água per capita 2015.....	22
Figura 4 – Consumo médio de água per capita por estado brasileiro em 2015.....	22
Figura 5– Disponibilidade Hídrica (em m <sup>3</sup> /s) nas 12 Regiões Hidrográficas Brasileiras.....	23
Figura 6 – Precipitação média anual (em mm) nas 12 Regiões Hidrográficas.....	24
Figura 7 – RMPA com os 34 municípios.....	26
Figura 8 – Consumo médio per capita de água (L/hab/dia) na RMPA em 2015.....	29
Figura 9 – Municípios da RMPA que possuem somente tratamento de água.....	30
Figura 10 – Municípios da RMPA que possuem tratamento de água e de esgoto.....	30
Figura 11 – Precipitação acumulada nos municípios da RMPA, de fev-dez/2017.....	31
Figura 12 – Quantidade de residências que armazenam água pluvial na Região Norte.....	38
Figura 13 – Quantidade de residências que armazenam água pluvial na Região Nordeste.....	38
Figura 14 – Quantidade de residências que armazenam água pluvial na Região Centro-Oeste.....	38
Figura 15 – Quantidade de residências que armazenam água pluvial na Região Sudeste.....	39
Figura 16 – Quantidade de residências que armazenam água pluvial na Região Sul.....	39
Figura 17 – Quantidade de residências que armazenam água pluvial na RMPA.....	40
Figura 18 – Filtro Tipo VF1 e Filtro de fluxo descendente.....	45
Figura 19 – Esquema de um sistema de captação e tratamento de água de chuva.....	46
Figura 20 – Usos não potáveis da água de chuva em uma residência.....	47
Figura 21 – Esquema simplificado de reúso de água cinza em edificação.....	56
Figura 22 – Esquema simplificado de tratamento de águas cinzas.....	56
Figura 23 – Número de empresas da RMPA que possuem conhecimento da Lei 10.506/08...	73
Figura 24 – Número de empresas que seguem as recomendações das Normas ABNT.....	74
Figura 25 – Mostra por município e empresa onde os projetos estão implantados.....	75
Figura 26 – Tipos de consumo não potável implantados pelas empresas (múltipla escolha)...	75
Figura 27 – Número de empresas que solicitam análises físico-químicas e microbiológicas...	76
Figura 28 – Etapas dos sistemas de aproveitamento da água de chuva que as empresas utilizam.....	77
Figura 29 – Etapas dos sistemas de reúso de águas cinzas que as empresas utilizam.....	78
Figura 30 – Quantidade média de água de chuva recolhida nos projetos implantados.....	80
Figura 31 – Percentual substituído de água potável nos projetos.....	80
Figura 32 – Mostra quantas empresas têm interesse que seus dados sejam divulgados.....	81

Figura 33 – Vista frontal do Condomínio Comercial visitado em Porto Alegre.....	86
Figura 34 – Caixa de 3.000L que armazena água de chuva no Condomínio.....	87
Figura 35 – Floreiras das janelas do Condomínio: (a) frente e (b) fundos do prédio.....	88
Figura 36 – Telhado verde na cobertura do Condomínio Comercial visitado.....	88

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição da água doce superficial no mundo.....	20
Tabela 2 – RMPA com os 34 municípios. Atualizada em 2013.....	27
Tabela 3 – Sub-bacias da RMPA, manancial e prestador serviços da ETA.....	28
Tabela 4 – Qualidade de água de chuva para usos restritivos não potáveis segundo ABNT 15.527/2007.....	33
Tabela 5 – Classificação e qualidade de água para reúso não potável segundo ABNT 13.969/1973.....	34
Tabela 6 – Qualidade da água por classe de uso não potável segundo ANA;FIESP;SindusConSP (2005) .....	35
Tabela 7 – Parâmetros de qualidade da água para o uso em descarga sanitária no Brasil e em alguns países.....	36
Tabela 8 – Características físico-químicas e bacteriológicas da água de chuva.....	42
Tabela 9 – Coeficiente de Runoff médio para alguns materiais de telhado.....	44
Tabela 10 – Distribuição de consumo de água em edificações domiciliares brasileiras.....	49
Tabela 11 – Comparação dos resultados qualitativos observados para água cinza bruta.....	51
Tabela 12 – Características das águas cinzas antes e depois de tratamento.....	54
Tabela 13 – Totais de empresas por município e por ramo de atividade na RMPA.....	63
Tabela 14 – Faixas de capital social de pessoa jurídica no CREA-RS.....	64
Tabela 15 – Municípios da RMPA com números de empresas que responderam o questionário .....	68
Tabela 16 – Número de construtoras dos municípios da RMPA em relação ao total geral de empresas.....	69
Tabela 17 – Porcentagem de construtoras do total geral de empresas e do número que recebeu e-mail.....	69
Tabela 18 – Total de empresas que trabalham com aproveitamento da água de chuva e/ou reúso de águas cinzas.....	70
Tabela 19 – Ramo de atividades da empresa que respondeu o questionário e sua faixa de capital social.....	71
Tabela 20 – Número de construtoras que respondeu ao questionário relativo ao número que recebeu.....	72
Tabela 21 – Síntese das respostas das empresas de Porto Alegre.....	83

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Legislação por estado e municípios para uso de águas.....	32
Quadro 2 – Sistemas de tratamento recomendados em função dos usos e fontes alternativas de água.....	53
Quadro 3 – Exemplos de graduações da modalidade da engenharia e agronomia do Sistema CONFEA/CREA, exceto tecnólogos.....	61

## LISTA DE SIGLAS

ABCMAC	Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas
CEBDS	Caderno da Região Hidrográfica Atlântico Sul da SRH-MMA (2006)
COMUSA	Companhia Municipal de Saneamento de Novo Hamburgo
CORSAN	Companhia Riograndense de Saneamento
CREA-RS	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul
CSAO	Caixa Separadora de Água e Óleo
CT	Coliformes Totais
CxE	Caixa de Entrada
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
DECs	Decantador Secundário
DMAE	Departamento Municipal de Água e Esgoto de Porto Alegre
EACB	Elevatório de Água Cinza Bruta
EQ	Equalização (tanque)
ETAC	Estação de Tratamento de Águas Cinzas
FA	Filtro Anaeróbio
FBAS	Filtro Biológico Aerado Submerso
FEPAM	Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
FIL	Filtro de areia ou carvão ativado
FT	Filtro Terciário
INMET	Instituto Nacional de Metrologia
IRGA	Instituto Riograndense do Arroz
OD	Oxigênio Dissolvido
O&G	Óleos e Graxas
PCI	Prevenção Contra Incêndio
PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos
PROSAB	Programa de Pesquisa em Saneamento Básico

RAC	Reator Anaeróbio Compartimentado
RES	Reservatório para água de chuva
RMPA	Região Metropolitana de Porto Alegre
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SEMAE	Serviço Municipal de São Leopoldo
SINDUSCON-SP	Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SMASA	Serviço Municipal de Água e Saneamento de Aaricá
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SDT	Sólidos Dissolvidos Totais
SST	Sólidos Suspensos Totais
ST	Sólidos Totais
UNESCO	Organização das Nações Unidas para Educação, a Ciência e a Cultura.
VF1	Filtro separador de sólidos para água de chuva

## Trabalhos Publicados

- **Diagnóstico sobre o aproveitamento da água de chuva e o reúso de águas cinzas na região metropolitana de porto alegre.**

Artigo apresentado, no XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos da ABRH, de 26 de novembro a 01 de dezembro de 2017, em Florianópolis/SC.

**Disponível em:** [http://evolvedoc.com.br/xxiisbrh/detalhes-1015\\_diagnostico-sobre-o-aproveitamento-da-agua-de-chuva-e-o-reuso-de-aguas-cinzas-na-regiao-metropolitana-de-porto-alegre](http://evolvedoc.com.br/xxiisbrh/detalhes-1015_diagnostico-sobre-o-aproveitamento-da-agua-de-chuva-e-o-reuso-de-aguas-cinzas-na-regiao-metropolitana-de-porto-alegre)

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>17</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>19</b>
<b>3.</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>20</b>
3.1.	DISPONIBILIDADE HÍDRICA E USOS DA ÁGUA NO BRASIL.....	20
3.2.	REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO BRASIL.....	23
3.3.	REGIÕES E BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIO GRANDE DO SUL.....	24
3.4.	REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE.....	25
3.5.	LEGISLAÇÃO BRASILEIRA SOBRE O USO DE ÁGUAS.....	31
3.6.	QUALIDADE DE ÁGUA PARA USOS NÃO POTÁVEIS.....	33
3.7.	APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA.....	37
3.7.1	<b>Características da água de chuva.....</b>	<b>41</b>
3.7.2	<b>Sistema de coleta e aproveitamento da água de chuva.....</b>	<b>43</b>
3.7.2.1	Área de captação.....	43
3.7.2.2	Rede Coletora.....	44
3.7.2.3	Telas ou Grades e Filtros Retentores.....	44
3.7.2.4	Reservatório de Descarte.....	45
3.7.3	<b>Tratamento da água de chuva.....</b>	<b>45</b>
3.8.	REÚSO DE ÁGUAS CINZAS.....	47
3.8.1	<b>Caracterização da água cinza.....</b>	<b>50</b>
3.8.2	<b>Tratamentos de águas cinzas.....</b>	<b>51</b>
3.9.	APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA E REÚSO DE ÁGUA CINZA NO MUNDO.....	57
<b>4.</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>61</b>
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>67</b>
5.1	RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO APLICADO.....	67
5.2	ANÁLISE DAS RESPOSTAS DAS EMPRESAS.....	70
5.3	VISITA A UM EMPREENDIMENTO.....	86

<b>6.</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>89</b>
<b>7.</b>	<b>SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>92</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>93</b>
	<b>APÊNDICE – Questionário Aplicado às Empresas da RMPA.....</b>	<b>101</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A preocupação com a escassez de água doce é uma pauta crescente não somente no Brasil, mas ao nível mundial, motivada principalmente em regiões onde há déficit hídrico que aflige todos os anos boa parte da população destes países.

É de conhecimento de todos que o semiárido do Nordeste Brasileiro e o Norte de Minas Gerais, com o mesmo clima, enfrentam frequentes e longos períodos de estiagem anual. É uma área que apresenta reservas insuficientes de água em seus mananciais, temperaturas elevadas durante todo o ano, baixas amplitudes térmicas e altas taxas de evapotranspiração. Os totais pluviométricos são irregulares e inferiores a 900mm por ano (ANA, 2010).

Além do semiárido do Nordeste, outros estados do Brasil também têm enfrentado longos períodos de estiagem, assim como ocorreu em 2014 e se refletiu até 2016, ocasionando uma grande crise hídrica que atingiu a Região Metropolitana de São Paulo. Foi preocupante, uma vez que o nível do Sistema Cantareira chegou a operar com menos de 30% de sua capacidade, segundo noticiário nacional.

Do mesmo modo, o estado do Rio Grande do Sul, mesmo inserido em duas grandes Regiões Hidrográficas: do Uruguai e do Atlântico Sul, têm municípios que enfrentam períodos de estiagem nos meses do verão. Por exemplo: em 2015, em que 14 municípios da metade Sul do Estado decretaram situação de emergência em função da seca (G1.GLOBO.COM, 2015). Igualmente, no verão de 2018 houve diversos municípios, das regiões Sul e Campanha do Estado, que foram afetados pela estiagem (G1.GLOBO.COM, 2018).

Neste contexto de escassez de água, dentre as diferentes soluções, com foco na sustentabilidade, têm destaque o aproveitamento da água de chuva e o reúso de águas cinzas. Os sistemas de aproveitamento da água de chuva apresentam vantagens econômicas e ambientais, e também simplicidade da sua implementação (BERTOLO, 2006). A implantação dos sistemas de reúso de águas cinzas que são oriundas de chuveiros, lavatórios, banheiras, tanques e máquinas de lavar roupa resultam também em economia de água potável, economia de energia elétrica e menor produção de esgoto sanitário na escala das edificações (PROSAB, 2006).

Cabe ressaltar que a captação da água pluvial com utilização de cisternas tem sido uma das principais formas de armazenamento que ocorrem no semiárido do Nordeste Brasileiro. Esta tecnologia tem sido incentivada por políticas públicas, o chamado Programa Cisterna,

desde 2003. Mesmo assim, o semiárido nordestino está longe de ter resolvido seus problemas hídricos, a quantidade de água armazenada nas cisternas não tem sido suficiente para atender as necessidades das famílias rurais para os longos períodos de estiagem que ocorrem na região (CAVALCANTI et al., 2005).

Ainda nesta conjuntura, no estado do Rio Grande do Sul, ainda é incipiente o uso de cisternas ou por outros meios para captação e armazenamento da água de chuva. Existem 1.706 domicílios, conforme dados do IBGE (2010), mas, o ponto positivo é que a maior quantidade apontada está dentre os municípios que passaram ou ainda passam por longos períodos de estiagem e temperaturas elevadas no verão como os municípios da metade Sul do Estado.

A RPMA, composta atualmente por 34 municípios, do mesmo modo não possui quantidade expressiva de domicílios que captam e armazenam água de chuva. Segundo dados do IBGE (2010), são 196 domicílios, sendo que os municípios que mais possuem cisternas são Porto Alegre com 35 domicílios, seguido de Viamão com 22 domicílios.

Nesse sentido, diagnóstico partiu do princípio em realizar o levantamento das empresas da modalidade civil que desenvolvem soluções alternativas com a implantação de projetos que viabilizem o aproveitamento da água de chuva e/ou o reúso de águas cinzas. Priorizando o uso não potável, em residências, em condomínios, em shoppings, em escolas e entre outros, como na lavagem de pisos e calçadas, nas descargas de sanitários e na rega de floreiras e jardins.

## **2. OBJETIVOS**

Seguindo a linha do aproveitamento da água de chuva e reúso de águas cinzas, como fontes alternativas de águas para utilização não potável, este trabalho tem como objetivo fazer um diagnóstico do número de empresas da área da engenharia civil, sanitária e ambiental situadas na Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA) com registro no Conselho de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul (CREA-RS) que implementam projetos que viabilizam o aproveitamento da água de chuva e/ou reúso de águas cinzas em condomínios residenciais ou comerciais, como em quaisquer outros estabelecimentos.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 DISPONIBILIDADE HÍDRICA E USOS DA ÁGUA NO BRASIL

Segundo o GEO Brasil - Recursos Hídricos (2007) e relatório da ANA e CEBDS (2009), o Brasil tem posição privilegiada no mundo, em relação à disponibilidade de recursos hídricos. A vazão média anual dos rios em território brasileiro é cerca de 180 m<sup>3</sup>/s. Este valor corresponde a aproximadamente 12% da disponibilidade mundial de recursos hídricos, que é de 1,5 milhões de m<sup>3</sup>/s. No que concerne às Américas, o Brasil possui 34,9% em disponibilidade de recursos hídricos. Em relação à América do Sul, o Brasil possui 56,9% em disponibilidade de recursos hídricos, conforme a distribuição de água doce superficial no mundo e no Brasil mostrada na Tabela 1.

**Tabela 1** – Distribuição da água doce superficial no mundo.

CONTINENTE	AMÉRICAS		BRASIL			
<b>Américas:</b>	39,6%	América do Sul	61,3%	56,9%		
		América do Norte	32,2%		34,9%	
		América Central	6,5%			
<b>Ásia:</b>	31,8%					12%
<b>Europa:</b>	15%					
<b>África:</b>	9,7%					
<b>Oceania:</b>	3,9%					
<b>Total:</b>	100%	--	100%	--	--	--

Fonte: Adaptado de ANA e CEBDS, 2009.

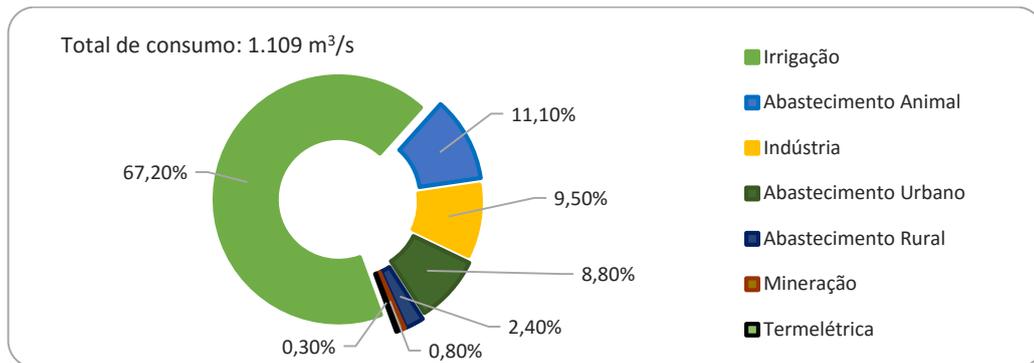
O Relatório GEO Brasil destaca que em relação à distribuição per capita, a vazão média de água superficial no Brasil é de aproximadamente 33 m<sup>3</sup>/hab/ano. Este volume é 19 vezes superior ao piso estabelecido pela ONU, de 1.700 m<sup>3</sup>/hab/ano, abaixo do qual um país é considerado em situação de estresse hídrico. Segundo a classificação da ONU, a situação de escassez se configura nos casos em que a vazão é inferior a 1.000 m<sup>3</sup>/hab/ano. Este valor foi estabelecido em função das demandas médias mundiais para todos os usos: agricultura, indústria e doméstico. Em algumas bacias da região Atlântico Nordeste Oriental do Brasil são registradas disponibilidades menores que 500 m<sup>3</sup>/hab/ano, o que indica um quadro de escassez. (GEO Brasil - Recursos Hídricos, 2007).

De acordo com o Relatório Pleno (ANA, 2017), os principais usos da água no Brasil são para irrigação, abastecimento humano e animal, industrial, geração de energia, mineração, aquicultura, navegação, turismo e lazer. As parcelas de utilização de água podem ser classificadas em: *Retirada*, que se refere à água total captada para um uso. *Consumo*, que se

refere à água retirada que não retorna diretamente aos corpos hídricos. *Retorno*, que se refere à parte da água retirada para um determinado uso que retorna para os corpos hídricos.

As porcentagens de água, por utilização, para a parcela de consumo, para o ano de 2016 estão apresentadas na Figura 1.

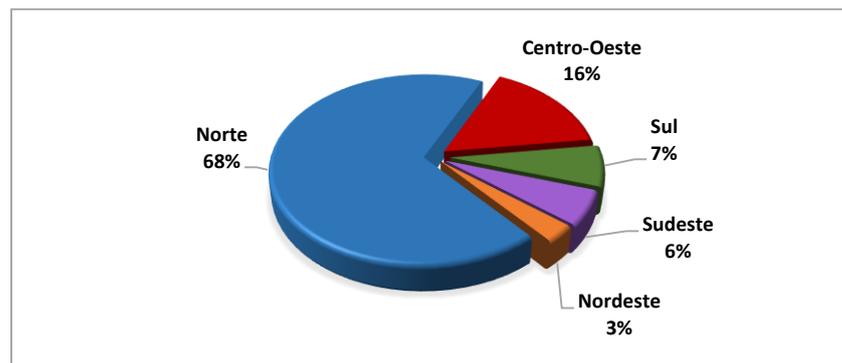
**Figura 1** - Porcentagem por uso de água consumida no Brasil em 2016.



Fonte: Adaptado ANA, 2017.

A distribuição regional de água no Brasil é apresentada na Figura 2. A região Norte detém 68%, a Centro-Oeste 16%, a Sul 7%, a Sudeste 6% e a Nordeste com apenas 3%. Cinco dos sete estados da região Norte: Acre, Amazonas, Amapá, Roraima e Rondônia, e mais uma parte do estado do Pará pertencem à maior Região Hidrográfica do Brasil que é a RH Amazônica, que ocupa 45% do território nacional.

**Figura 2** – Distribuição regional dos recursos hídricos no Brasil.

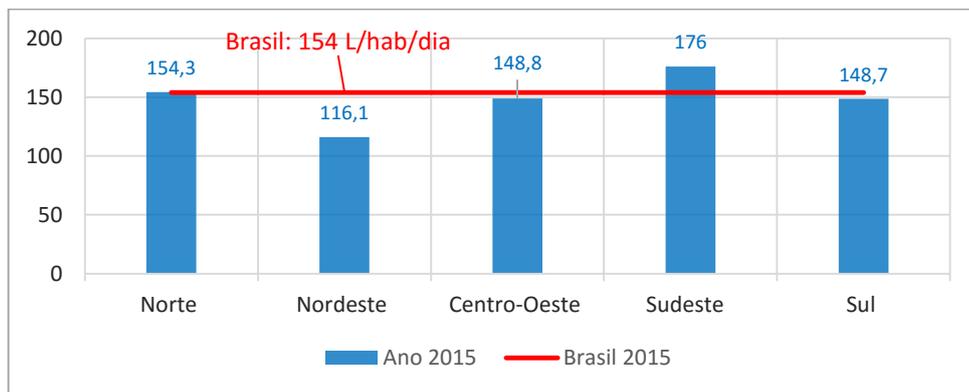


Fonte: Adaptado de ANA e CEBDS, 2009.

O consumo médio de água per capita para cada uma das regiões brasileiras no ano de 2015 é apresentado na Figura 3, sendo que a média nacional para este ano foi de 154 L/hab/dia. O maior consumo ocorreu na Região Sudeste, com média de 176 L/hab/dia. O menor consumo ocorreu na Região Nordeste, com 116,1 L/hab/dia. A região Norte ficou na média nacional, e as regiões Centro-Oeste e Sul com médias de 148,8 e 148,7 L/hab/dia, respectivamente. Os

dados foram retirados do SNIS, que é a base nacional de dados sobre o setor de saneamento, mantida pela Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades. O SNIS contém informações relativas a uma série histórica de 20 anos e sua última atualização foi em 2017, para dados referentes ao ano-base 2015.

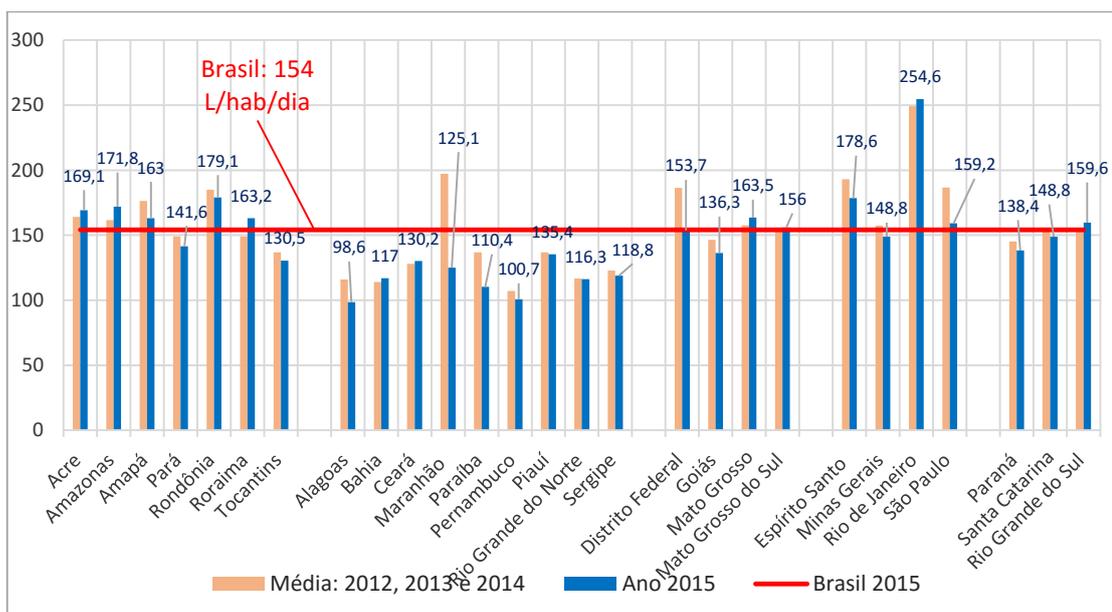
**Figura 3** – Consumo médio regional de água per capita 2015.



Fonte: Adaptado, SNIS 2017.

Conforme mostrado na Figura 4, o consumo médio por estado brasileiro em 2015 está comparado com a média por estado dos três anos anteriores e com a média nacional de 154 L/hab/dia. O maior consumo per capita aparece no estado do Rio de Janeiro, com 254,6 L/hab/dia. O menor consumo foi no estado de Alagoas, com 98,6 L/hab/dia. O baixo consumo neste estado é o reflexo da baixa disponibilidade hídrica da região Nordeste, que é de 3%. O gráfico foi gerado usando a base de dados nacional SNIS (2017).

**Figura 4** – Consumo médio de água per capita por estado brasileiro em 2015.



Fonte: Adaptado, SNIS 2017

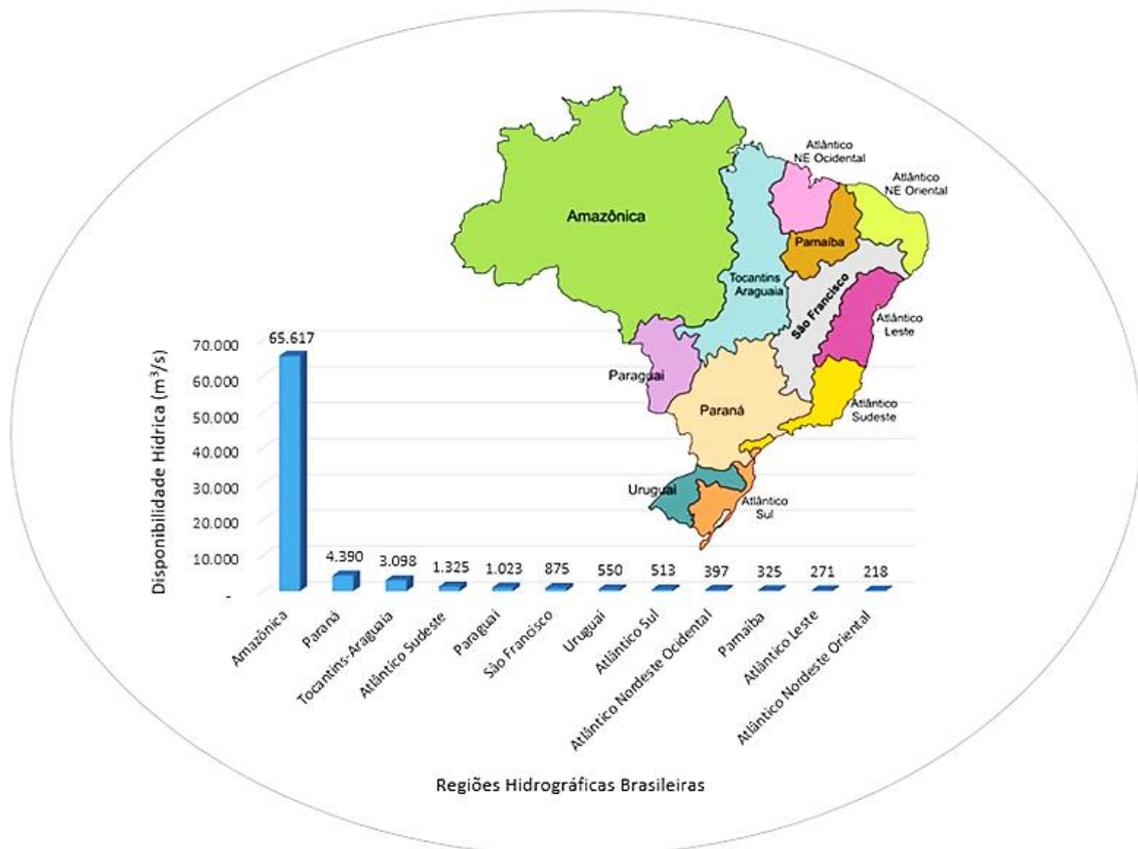
### 3.2 REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO BRASIL

A Resolução nº 32, de 15 de outubro de 2003, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) institui a Divisão Hidrográfica Nacional em 12 regiões, com a finalidade de orientar, fundamentar e implementar o Plano Nacional de Recursos Hídricos.

De acordo com a Resolução, uma região hidrográfica é o espaço territorial brasileiro compreendido por uma bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares.

Segundo dados do Relatório de Conjuntura do Brasil (ANA, 2017), cerca de 260.000 m<sup>3</sup>/s de água escoam pelo território brasileiro. Apesar da abundância, cerca de 80% desse total encontra-se na região Amazônica, onde vive a menor parte da população e a demanda de água é menor. Estima-se que a disponibilidade hídrica superficial no Brasil seja em torno de 78.600 m<sup>3</sup>/s, sendo que 65.617 m<sup>3</sup>/s correspondem à contribuição da bacia amazônica. A bacia do Atlântico Nordeste Oriental tem uma contribuição de apenas 218 m<sup>3</sup>/s. A disponibilidade hídrica nas 12 regiões hidrográficas pode ser visualizada em ordem decrescente na Figura 5.

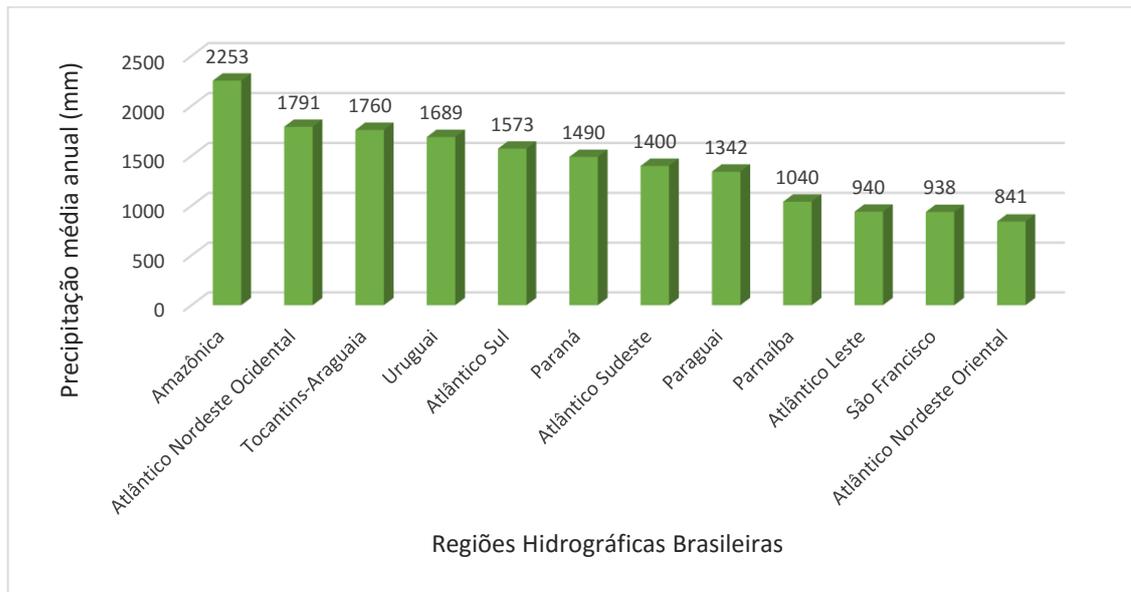
**Figura 5** – Disponibilidade Hídrica (em m<sup>3</sup>/s) nas 12 Regiões Hidrográficas Brasileiras.



Fonte: Adaptado ANA, 2017

De acordo com os dados do Instituto Nacional de Metrologia (Inmet, 2016), a média de precipitação por região hidrográfica em ordem decrescente está representada na Figura 6. A bacia Amazônica possui a maior precipitação anual com 2.253mm. E a menor precipitação anual é da bacia do Atlântico Nordeste Oriental com 841mm, a qual também apresenta a menor disponibilidade hídrica do país.

**Figura 6**– Precipitação média anual (em mm) nas 12 Regiões Hidrográficas.



Fonte: Adaptado ANA, 2017 (dados do Inmet 2016).

### 3.3 REGIÕES E BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIO GRANDE DO SUL

O estado do Rio Grande do Sul possui uma das redes hidrográficas com maior disponibilidade hídrica no País, com densa malha hidrográfica superficial. Está inserido em duas grandes Regiões Hidrográficas Nacional, uma é a RH do Uruguai e outra é a RH Atlântico Sul (SRH-MMA, 2006).

Conforme o caderno da SRH-MMA (2006), a RH do Atlântico do Sul corresponde à porção mais meridional do Brasil, no que diz respeito à encosta litorânea, abrangendo 2,2% do território nacional e 6,8 % da população, detendo 2,6 % da disponibilidade hídrica do país e exercendo 14,6 % da demanda total por recursos hídricos. A sua precipitação média anual é de 1.573mm.

De acordo com a Lei Estadual Nº 10.350, de 30 de dezembro de 1994, a disponibilidade hídrica do Estado é dividida em três grandes regiões hidrográficas: a RH da Bacia do Rio

Uruguai que abrange cerca de 57% da área total do Estado; a RH da Bacia do Guaíba que drena cerca de 30% da área do Estado e a RH das Bacias Litorâneas que abrange 13 % do total.

Além da densa rede hidrográfica superficial, o Estado possui grandes reservas de água subterrânea, dentre eles o aquífero Guarani, uma das maiores reservas de água subsuperficial do mundo, e que possui cerca de 18% do total de sua área no RS (Atlas Socioeconômico do RS, 2016).

De acordo com o Atlas Socioeconômico do RS (2016), o Rio Grande do Sul apresenta uma faixa de distribuição de chuvas desde 1.100mm até 2.300mm anual, mas o volume de chuvas é diferenciado. Ao sul, a precipitação média situa-se entre 1.299 e 1.500mm e, ao norte a média é maior, está entre 1.500 e 1.800mm.

No estudo realizado por Sotério et al. (2005) foi apresentado um mapa de isoietas para o estado do Rio Grande do Sul, compreendendo o período de 1976 a 2002. A variação das precipitações foi de 1.137 a 2.130mm, sendo que as regiões de menores precipitações ocorreram no litoral sul e na fronteira com o Uruguai e as maiores na região do Planalto. A média da precipitação total anual apresentada foi de aproximadamente 1700mm.

Embora o estado do Rio Grande do Sul esteja inserido em uma densa rede hidrográfica superficial, muitos municípios sofrem com a falta de água em tempos de seca, como exemplo a que ocorreu no verão de 2015, em que 14 municípios do sul do Estado decretaram situação de emergência em função da estiagem, dentre eles, Herval, Canguçu, Jaguarão, Pedras Altas, Cerrito, Turuçu, Arroio do Padre, Cristal, Pinheiro Machado, Pedro Osório, Arroio Grande, Piratini, Morro Redondo e Santa Vitória do Palmar (G1.GLOBO.COM, 2015).

Do mesmo modo, no verão de 2018 houve restrição ao acesso à água em diversos municípios do Rio Grande do Sul que foram afetados pela estiagem. Na Região Sul do Estado, o município Cristal decretou situação de emergência. Na Região da Campanha, os municípios de Bagé, Hulha Negra e Candiota enfrentaram racionamento de água e na área rural o abastecimento foi por meio de caminhão pipa (G1.GLOBO.COM, 2018).

### 3.4 REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE

De acordo como o Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul (2016), a RMPA é a área mais densamente povoada do Rio Grande do Sul, concentrando mais de 4 milhões de habitantes, 37,7% da população total do Estado, e atualmente é formada por 34 municípios. Dentro da RMPA fazem parte 9 dos 18 municípios do RS com mais de 100 mil habitantes. A



**Tabela 2** – RMPA com os 34 municípios. Atualizada em 2013.

Municípios	Ano de inclusão na RMPA	2010						
		População (hab)			Taxa de Urbanização	Área	Densidade	Taxa de Crescimento
		Urbana	Rural	Total	(%)	(km <sup>2</sup> )	(hab/km <sup>2</sup> )	(% aa)
<b>Total RMPA</b>		<b>3.908.133</b>	<b>123.929</b>	<b>4.032.062</b>	<b>96,93</b>	<b>10.346,00</b>	<b>389,70</b>	—
Alvorada	1973	195.673	0	195.673	100,00	71,31	2.743,94	0,62
Araricá	1998	3.996	868	4.864	82,15	35,29	137,83	1,89
Arroio dos Ratos	2000	12.956	650	13.606	95,22	425,93	31,94	0,20
Cachoeirinha	1973	118.278	0	118.278	100,00	44,02	2.687,04	0,95
Campo Bom	1973	57.338	2.736	60.074	95,45	60,51	992,79	1,07
Canoas	1973	323.827	0	323.827	100,00	131,10	2.470,15	0,56
Capela de Santana	2001	6.915	4.697	11.612	59,55	183,76	63,19	1,47
Charqueadas	1994	34.490	830	35.320	97,65	216,51	163,13	1,66
Dois Irmãos	1989	27.276	296	27.572	98,93	65,16	423,17	2,08
Eldorado do Sul	1989	30.800	3.543	34.343	89,68	509,73	67,38	2,33
Estância Velha	1973	41.484	1.090	42.574	97,44	52,15	816,42	1,94
Esteio	1973	80.643	112	80.755	99,86	27,68	2.917,87	0,09
Glorinha	1989	2.067	4.824	6.891	30,00	323,64	21,29	1,94
Gravataí	1973	243.497	12.163	255.660	95,24	463,50	551,59	0,95
Guaíba	1973	93.064	2.140	95.204	97,75	376,95	252,57	0,09
Igrejinha	2011	30.190	1.470	31.660	95,36	135,86	233,03	1,69
Ivoti	1989	18.062	1.812	19.874	90,88	63,15	314,71	2,64
Montenegro	1999	53.629	5.786	59.415	90,26	424,01	140,13	0,91
Nova Hartz	1989	15.269	3.077	18.346	83,23	62,56	293,26	1,99
Nova Santa Rita	1998	19.475	3.241	22.716	85,73	217,87	104,26	3,73
Novo Hamburgo	1973	234.798	4.142	238.940	98,27	223,82	1.067,55	0,12
Parobé	1989	48.633	2.869	51.502	94,43	108,65	474,03	1,41
Portão	1989	25.276	5.644	30.920	81,75	159,89	193,38	2,29
Porto Alegre	1973	1.409.351	0	1.409.351	100,00	496,68	2.837,53	0,35
Rolante	2010	15.310	4.175	19.485	78,57	295,64	65,91	0,88
Santo Antônio da Patrulha	2000	28.114	11.571	39.685	70,84	1.049,81	37,80	0,69
São Jerônimo	1999	17.055	5.079	22.134	77,05	936,38	23,64	0,88
São Leopoldo	1973	213.238	849	214.087	99,60	102,74	2.083,82	1,01
São Sebastião do Caí	2012	17.608	4.324	21.932	80,28	111,44	196,81	1,08
Sapiranga	1973	72.286	2.699	74.985	96,40	138,31	542,14	0,81
Sapucaia do Sul	1973	130.469	488	130.957	99,63	58,31	2.245,91	0,65
Taquara	1999	45.266	9.377	54.643	82,84	457,86	119,35	0,34
Triunfo	1989	16.857	8.936	25.793	65,35	818,80	31,50	1,53
Viamão	1973	224.943	14.441	239.384	93,97	1.497,02	159,91	0,51

Fonte: Atlas Socioeconômico do RS, 2016.

Na Tabela 3 são mostradas as sub-bacias de cada um dos 34 municípios da RMPA, o manancial de captação de água e o prestador de serviço que realiza o tratamento da água para o abastecimento urbano. Todos os 34 municípios pertencem à Região Hidrográfica da Bacia do Guaíba. Conforme pode ser visualizado na Tabela 3, 28 dos 34 municípios da RMPA são abastecidos através do serviço de tratamento de água da Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN). Os outros municípios como Araricá, o abastecimento é realizado através do Serviço Municipal de Água e Saneamento de Araricá (SMASA), utilizando poços tubulares subterrâneos como fonte de captação de água.

Ainda na Tabela 3, o abastecimento de água no município de Ivoti é realizado através da autarquia municipal ÁGUA DE IVOTI. A fonte de água é oriunda de 27 poços tubulares

profundos, os quais produzem em média 6 milhões de litros/dia, atendendo 100% da população urbana. O município de Nova Hartz, da mesma forma, faz captação de água de poços tubulares, através da autarquia ÁGUAS DA NASCENTE - Serviço Municipal de Saneamento. A autarquia COMUSA - Serviços de Água e Esgoto realiza o tratamento de água e esgoto no município de Novo Hamburgo. No município de São Leopoldo o abastecimento de água e tratamento de esgoto é realizado pelo Serviço Municipal de São Leopoldo (SEMAE). O Rio dos Sinos é a fonte de água para o abastecimento público nestas duas cidades que são das cinco cidades com mais de 200 mil habitantes, sem contar com a capital. E, no município de Porto Alegre, o tratamento de água e esgoto é realizado pelo Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE). A principal fonte de abastecimento vem do Lago Guaíba.

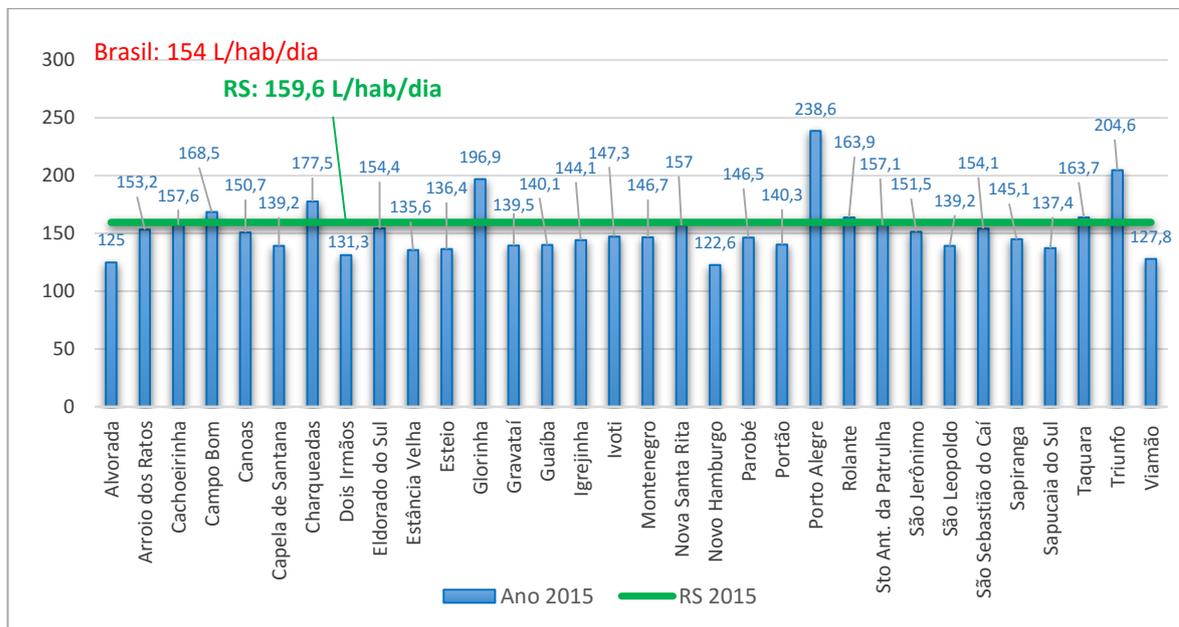
**Tabela 3** – Sub-bacias da RMPA, manancial e prestador serviços da ETA.

<b>Municípios</b>	<b>Sub-Bacia Hidrográfica</b>	<b>Manancial</b>	<b>Prestador de serviço</b>
Alvorada	G010-Gravataí	Rio Gravataí/Arroio das Garças	CORSAN
Araricá	G020-Sinos	Poço Araricá	SMASA
Arroio dos Ratos	G070-Baixo Jacuí	Arroio do Ratos	CORSAN
Cachoeirinha	G010-Gravataí	Arroio das Garças	CORSAN
Campo Bom	G020-Sinos	Rio dos Sinos	CORSAN
Canoas	G080-Lago Guaíba	Rio dos Sinos/Arroio das Garças	CORSAN
Capela de Santana	G030-Caí	2 Poços Capela de Santana	CORSAN
Charqueadas	G070-Baixo Jacuí	Rio Jacuí	CORSAN
Dois Irmãos	G030-Caí	Poço 2/Arroio Feitoria	CORSAN
Eldorado do Sul	G080-Lago Guaíba	Lago Guaíba	CORSAN
Estância Velha	G020-Sinos	Rio dos Sinos	CORSAN
Esteio	G020-Sinos	Rio dos Sinos	CORSAN
Glorinha	G010-Gravataí	Arroio do Tigre	CORSAN
Gravataí	G010-Gravataí	Rio Gravataí	CORSAN
Guaíba	G080-Lago Guaíba	Lago Guaíba	CORSAN
Igrejinha	G020-Sinos	Rio Paranhana	CORSAN
Ivoti	G030-Caí	Poço Ivoti	ÁGUA DE IVOTI
Montenegro	G030-Caí	Rio Caí	CORSAN
Nova Hartz	G020-Sinos	6 Poços Nova Hartz	ÁGUAS DA NASCENTE
Nova Santa Rita	G020-Sinos	Rio dos Sinos	CORSAN
Novo Hamburgo	G020-Sinos	Rio dos Sinos	COMUSA
Parobé	G020-Sinos	Rio Paranhana	CORSAN
Portão	G020-Sinos	Rio dos Sinos	CORSAN
Porto Alegre	G080-Lago Guaíba	Lago Guaíba/Represa Lomba do Sabão	DMAE
Rolante	G020-Sinos	Rio Rolantinho da Areia	CORSAN
Sto Ant. da Patrulha	G010-Gravataí	Conj. de Poços	CORSAN
São Jerônimo	G070-Baixo Jacuí	Rio Jacuí	CORSAN
São Leopoldo	G020-Sinos	Rio dos Sinos	SEMAE
São Sebastião do Caí	G030-Caí	Rio Caí	CORSAN
Sapiranga	G020-Sinos	Rio dos Sinos	CORSAN
Sapuçaia do Sul	G020-Sinos	Rio dos Sinos	CORSAN
Taquara	G020-Sinos	Rio dos Sinos	CORSAN
Triunfo	G070-Baixo Jacuí	Rio Taquari	CORSAN
Viamão	G010-Gravataí	Rio Gravataí/ Fiúza/Arroio das Garças/Represa Lomba do Sabão/Poços	CORSAN

Fonte: Atlas Socioeconômico do RS, 2016; ANA, 2010; SNIS, 2017 e CORSAN, 2017.

Na Figura 8 pode ser visualizado o consumo médio per capita de água para 32 municípios da RMPA, comparados com a média do mesmo ano para o estado do RS, de 159,6 L/hab/dia. O gráfico foi gerado a partir dos dados extraídos do ano-base 2015, tabela geral do SNIS (2017). No gráfico não aparecem as informações para os municípios de Araricá e Nova Hartz, uma vez que não constam na base de dados do SNIS. O maior consumo aparece para a Capital gaúcha com 238,6 L/hab/dia. O menor consumo foi para o do município de Novo Hamburgo com 122,6 L/hab/dia. A média nacional, conforme os gráficos das Figuras 3 e 4 foi de 154 L/hab/dia.

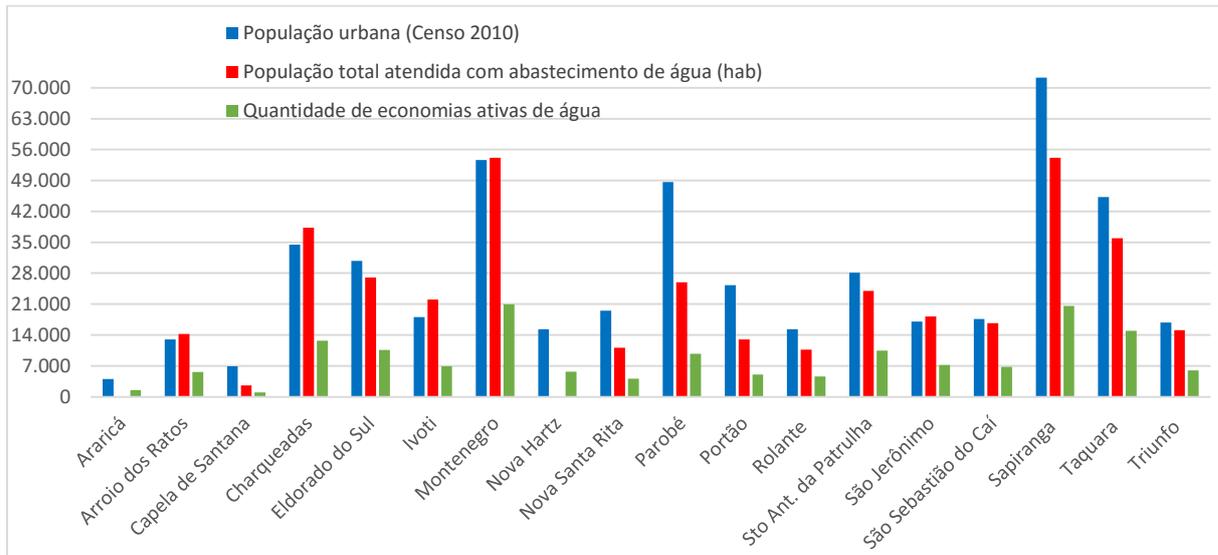
**Figura 8** – Consumo médio per capita de água (L/hab/dia) na RMPA em 2015.



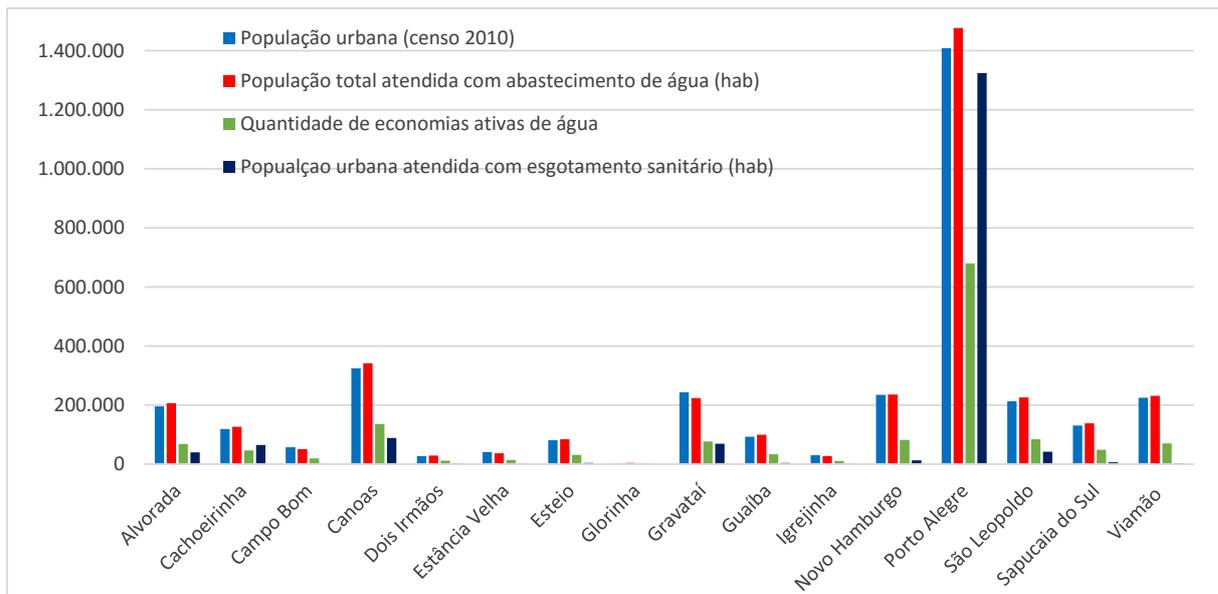
Fonte: Adaptado, SNIS 2017.

Na Figura 9 pode ser visualizada a população atendida e economias ativas com o serviço de abastecimento de água potável comparando com a população dos municípios da RMPA que somente possuem este serviço.

Os municípios que possuem tanto tratamento de água quanto de esgoto doméstico, do mesmo modo comparando a população atendida nestes dois serviços com a população urbana são apresentados na Figura 10.

**Figura 9** – Municípios da RMPA que possuem somente tratamento de água.

Fonte: Adaptado, SNIS 2017.

**Figura 10** – Municípios da RMPA que possuem tratamento de água e de esgoto.

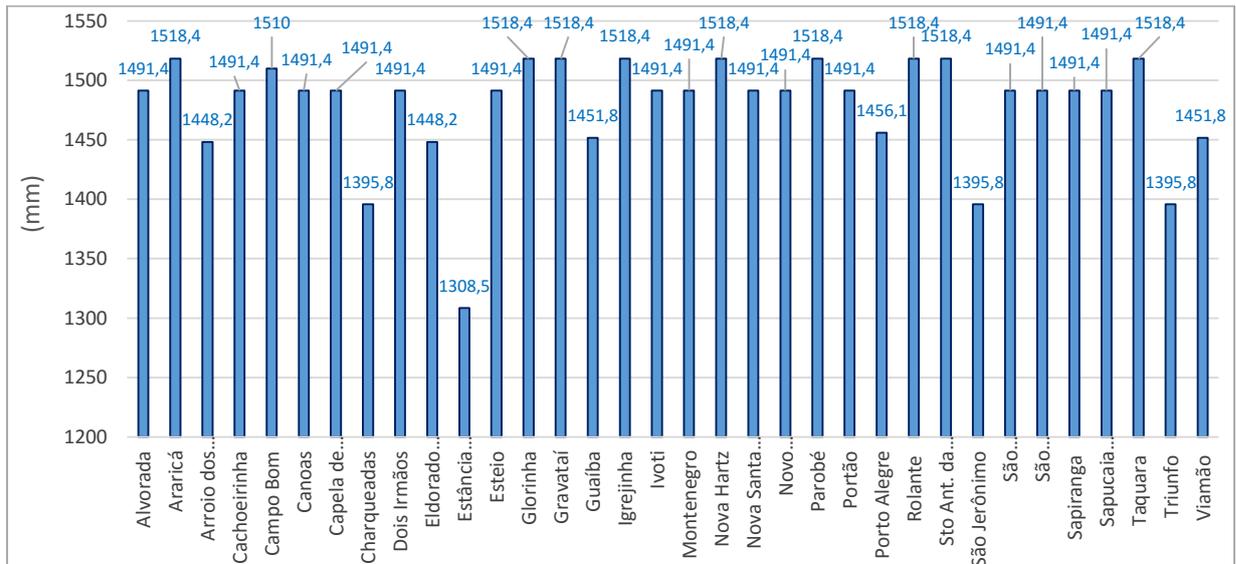
Fonte: Adaptado, SNIS 2017.

A precipitação acumulada para a RMPA, período de fevereiro a dezembro de 2017, está apresentada na Figura 11. Os dados foram retirados no site do IRGA (2018), sendo que para a Capital são do Centro Integrado de Comando da Cidade de Porto Alegre (2018).

A média acumulada de precipitação na RMPA foi de 1.479,4mm, de fevereiro a dezembro de 2017. O município de Estância Velha teve a menor precipitação, 1.308,5mm. Os municípios de Charqueadas, São Jerônimo e Triunfo tiveram uma precipitação média de 1.395,8mm. A maior média registrada foi de 1.518,4mm para os municípios de Araricá,

Glorinha, Gravataí, Igrejinha, Nova Hartz, Parobé, Rolante, Santo Antônio da Patrulha e Taquara. A capital teve uma precipitação média de 1.456,1mm. As médias acumuladas para RMPA, para este período, enquadram-se na faixa média informada na Atlas Socioeconômico do RS, de 1.299 e 1.500mm, levando-se em conta que a RMPA faz parte da metade sul do Estado.

**Figura 11-** Precipitação acumulada nos municípios da RMPA, de fev-dez/2017.



Fonte: IRGA ([www.irga.rs.gov](http://www.irga.rs.gov), acesso em 14/01/2018) e CEIC ([www2.portoalegre.rs.gov.br](http://www2.portoalegre.rs.gov.br), acesso em 14/01/2018).

### 3.5 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA SOBRE O USO DE ÁGUAS

A Lei Nº 9.433/97 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), para garantir o direito de todo brasileiro ao acesso à água, criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) e é também conhecida como a Lei das Águas. O SINGREH é uma matriz para o planejamento e gestão das águas brasileiras. É composta por representação a nível federal, estadual e no contexto das bacias hidrográficas, pelos comitês de bacias, agências de águas e secretarias. Desta forma, a matriz tem uma gestão descentralizada com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades.

A Lei das Águas foi alterada pela Lei Nº 13.501, de 31 de outubro de 2017, que acrescentando um novo objetivo no Art. 2º: “incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais”.

Atualmente, alguns municípios e estados brasileiros possuem lei específica que abordam o aproveitamento de águas pluviais ou reúso de águas servidas como mostrado no Quadro 1.

**Quadro 1** – Legislação por estado e municípios para uso de águas.

ESTADO	LEGISLAÇÃO		EMENTA
<b>DF</b>	Lei Complementar Nº 929/17		Dispõe sobre dispositivos de captação de águas pluviais para fins de retenção, aproveitamento e recarga artificial de aquíferos em unidades imobiliárias e empreendimentos localizados no Distrito Federal e dá outras providências
<b>ES</b>	Lei Estadual Nº 9.439/10		Dispõe sobre a obrigatoriedade dos postos de combustíveis, lava-jatos, transportadoras, empresas de ônibus e locadoras de veículos instalarem equipamentos de tratamento e reutilização da água usada na lavagem de veículos.
	<b>Vitória:</b> Lei Municipal Nº 6.259/04		Dispõe sobre o reuso de água não potável e dá outras providências.
<b>PR</b>	<b>Curitiba:</b>	Lei Municipal Nº 10.785/03	Cria no município de Curitiba, o programa de conservação e uso racional da água nas edificações - PURAE.
		Dec. Nº 293/06	Regulamenta a Lei nº 10.785/03.
	<b>Maringá:</b> Lei Municipal Nº 6.076/03		Dispõe sobre o reuso de água não potável e dá outras providências.
<b>RJ</b>	<b>Rio de Janeiro:</b> Decreto Municipal Nº 23.940/04		Dispõe sobre a obrigatoriedade de imóveis com mais de 500 m <sup>2</sup> de possuírem reservatórios para o recolhimento das águas de chuva com o objetivo temporariamente o escoamento para a rede de drenagem, além de servir de estímulo para a prática do reúso.
	<b>Niterói:</b> Lei Municipal Nº 2.856/11		Institui mecanismos de estímulo à instalação de sistema de coleta e reutilização de águas servidas em edificações públicas e privadas.
<b>RS</b>	Lei Estadual Nº 14.270/13		Determina que todos os prédios do Corpo de Bombeiros, localizados no Estado do Rio Grande do Sul, mantenham sistema de captação e armazenagem de água da chuva e dá outras providências.
	<b>Porto Alegre:</b>	<b>Lei Municipal Nº 10.506/08</b>	Institui o Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas.
		Dec. Nº 16.305/09	<b>Regulamenta a Lei nº 10.506, de 5 de agosto de 2008.</b>
<b>São Leopoldo:</b> Lei Municipal Nº 8.665/17		Determina a adoção de reservatórios de água das chuvas, visando o retardo do escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem, e incentiva o aproveitamento da água da chuva para usos não potáveis.	
<b>SC</b>	<b>Florianópolis:</b> Lei Municipal Nº 8.080/09		Institui programa municipal de conservação, uso racional e reúso da água em edificações e dá outras providências.
<b>SP</b>	<b>São Carlos:</b> Lei Municipal Nº 17.729/16		Cria o sistema de captação e aproveitamento de água de chuva e institui a sua obrigatoriedade nos imóveis localizados no Município e dá outras providências
		Lei Municipal Nº 13.276/02	Torna obrigatória a execução de reservatório para as águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500m <sup>2</sup> .
		Dec. Nº 41.814/02	Regulamenta a Lei Nº 13.276, de 4 de janeiro de 2002.
	<b>São Paulo:</b>	Lei Nº 16.174/15	Estabelece regramento e medidas para fomento ao reúso de água para aplicações não potáveis, oriundas do polimento do efluente final do tratamento de esgoto, de recuperação de água de chuva, da drenagem de recintos subterrâneos e de rebaixamento de lençol freático.

Fonte: Câmaras de vereadores municipais e Assembleias Legislativas dos estados.

Embora, a nível nacional, não exista uma Lei Federal específica voltada ao aproveitamento de águas pluviais ou ao reúso de águas cinzas em edificações, este assunto é abordado pela Resolução CNRH Nº 54, de 28 de novembro de 2005, que estabelece

modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água, e dá outras providências.

Com vistas ao aproveitamento das águas, a Lei Estadual Nº 14.270, de 19 de julho de 2013, determina que todos os prédios do Corpo de Bombeiros, localizados no estado do Rio Grande do Sul, mantenham sistema de captação e armazenamento de água da chuva, a fim de ser utilizada no abastecimento dos caminhões de combate a incêndios, irrigação de jardins, limpeza de pisos e em outros fins não potáveis.

A Lei Municipal Nº 10.506, de 5 de agosto de 2008, regulamentada pelo Decreto Nº 16.305/2009 do município de Porto Alegre institui o programa de conservação, uso racional e reaproveitamento das águas. A Lei tem como objetivo a promoção de medidas necessárias à conservação, à redução do desperdício e à utilização de fontes alternativas para a captação e o aproveitamento da água nas edificações, bem como à conscientização dos usuários sobre a sua importância para a vida.

### 3.6 QUALIDADE DE ÁGUA PARA USOS NÃO POTÁVEIS

A Norma ABNT NBR 15.527:2007 estabelece padrões de qualidade da água proveniente do aproveitamento pluvial para uso não potável mais restritivo, que estão na Tabela 4. Outros usos devem ser definidos pelo projetista de acordo com a utilização. Além dos padrões, ela define a periodicidade das análises.

**Tabela 4** - Qualidade de água de chuva para usos restritivos não potáveis segundo ABNT 15.527.

<b>PARÂMETRO</b>	<b>ANÁLISE</b>	<b>PADRÃO</b>
<b>pH</b>	Mensal	6,0 a 8,0
<b>Cor aparente</b>	Mensal	< 15 UH
<b>Turbidez</b>	Mensal	< 2,0 UT
<b>Cloro residual livre</b>	Mensal	0,5 a 3,0 mg/L
<b>Coliformes totais</b>	Semestral	Ausência em 100 mL
<b>Coliforme termotolerantes</b>	Semestral	Ausência em 100 mL

Fonte: ABNT (2007)

A Norma ABNT NBR 13.969:1997 define classes de uso e seus respectivos parâmetros de qualidade para a água de reúso, de origem essencialmente doméstica ou com características similares. Acrescenta que após o tratamento, o reúso deverá ser para fins que exigem qualidade de água não potável, mas sanitariamente segura. As 4 classes definidas pela norma, seus principais usos, parâmetros e respectivos padrões a serem observados estão apresentadas na Tabela 5.

**Tabela 5** – Classificação e qualidade de água para reúso não potável segundo ABNT 13.969.

CLASSE	USOS	PARÂMETROS	PADRÕES
<b>Classe 1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavagem de carros;</li> <li>• Uso de contato direto;</li> <li>• Possível aspiração de aerossóis pelo operador;</li> <li>• Chafarizes.</li> </ul>	pH Turbidez SDT Cloro residual Coliforme fecal	Entre 6,0 e 8,0 < 5 UT < 200 mg/L Entre 0,5 mg/L e 1,5 mg/L < 200 NMP/100 mL
<b>Classe 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavagem de pisos e calçadas;</li> <li>• Irrigação de jardins;</li> <li>• Manutenção dos lagos e canais para fins paisagísticos (exceto chafariz)</li> </ul>	Turbidez Cloro residual Coliforme fecal	< 5 UT > 0,5 mg/L < 500 NMP/100 mL
<b>Classe 3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reuso nas descargas dos vasos sanitários</li> </ul>	Turbidez Coliforme fecal	< 10 UT < 500 NMP/100 mL
<b>Classe 4</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reuso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos.</li> </ul>	Oxigênio Dissolvido Coliforme fecal	> 2,0mg/L < 5000 NMP/100 mL

Fonte: ABNT 13.969 (1997)

Além disso, a Norma NBR 13.969 cita alguns graus de tratamento por classe. Em caso de uso múltiplo, define como, regra geral, que a qualidade do esgoto tratado deverá ser alcançada de acordo com o uso mais restritivo. Para a classificação da Tabela 5, a norma aponta como geralmente necessários os seguintes tratamentos:

- **Classe 1:** Tratamento biológico aeróbio, do tipo Filtro Aeróbio Submerso ou Lodo Ativado por Batelada (LAB), seguido por filtração convencional (areia e carvão ativado) ou membrana filtrante, mais cloração.
- **Classe 2:** Tratamento biológico aeróbio, do tipo Filtro Aeróbio Submerso ou LAB, seguido de uma filtração de areia ou membrana filtrante, mais a desinfecção.
- **Classe 3:** Tratamento (biológico) aeróbio seguido de filtração e desinfecção.
- **Classe 4:** Escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual. As aplicações devem ser interrompidas pelo menos 10 dias antes da colheita.

O Manual de Conservação e Reúso da Água em Edificações da publicação ANA;FIESP; SindusCon-SP (2005) traz orientações de parâmetros de qualidade de água para quatro diferentes classes de uso não potável, apresentados na Tabela 6. O manual recomenda para a água de reúso classe 1 a detecção do cloro residual combinado em todo o sistema de distribuição e o controle de agentes tensoativos, devendo seu limite de detecção ser abaixo de 0,5 mg/L.

**Tabela 6** – Qualidade da água por classe de uso não potável segundo ANA;FIESP;SindusCon-SP (2005).

CLASSES	USOS	PARÂMETROS	PADRÕES	
Classe 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descarga de bacias sanitárias, lavagem de pisos e fins ornamentais (chafarizes, espelhos de água etc.);</li> <li>• Lavagem de roupas e de veículos.</li> </ul>	pH	Entre 6,0 e 9,0	
		Cor	≤ 10 UH	
		Turbidez	≤ 2 UT	
		Odor e aparência	Não desagradáveis	
		Óleos e graxas	≤ 1 mg/L	
		DBO	≤ 10 mg/L	
		COV	Ausentes	
		Nitrito	≤ 1 mg/L	
		Nitrato	< 10 mg/L	
		Nitrogênio amoniacal	≤ 20 mg/L	
		Fósforo total	≤ 0,1 mg/L	
		SST	≤ 5 mg/L	
SDT	≤ 500 mg/L			
Coliformes fecais	Não detectáveis			
Classe 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavagem de agregados;</li> <li>• Preparação de concreto.</li> </ul>	pH	Entre 6,0 e 9,0	
		Odor e aparência	Não desagradáveis	
		Óleos e graxas	≤ 1 mg/L	
		DBO	≤ 30 mg/L	
		COV	Ausentes	
		SST	30 mg/L	
Classe 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Irrigação de áreas verdes e rega de jardins.</li> </ul>	pH	Entre 6,0 e 9,0	
		Cor aparente	< 30 UH	
		Turbidez	< 5 UT	
		Nitrogênio total	5 - 30 mg/L	
		DBO	< 20 mg/L	
		SST	< 20 mg/L	
		CF (NMP/100 mL)	≤ 200/ 100 mL	
Classe 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resfriamento de equipamentos de ar condicionado (torres de resfriamento).</li> </ul>	<b>Parâmetro (mg/L)</b>	<b>Sem recirculação</b>	<b>Com recirculação</b>
		pH	5,0 – 8,3	6,8 – 7,2
		Dureza	850	650
		Alcalinidade	500	350
		DQO	75	75
		O2 dissolvido	Presente	SR
		Alumínio	SR	0,1
		Amônia		1,0
		Bicarbonato	600	24
		Cálcio	200	50
		Cloretos	600	500
		Ferro		0,5
		Fósforo	SR	1,0
		Magnésio	SR	30
		Manganês		0,5
		Sílica	50	50
Sulfato	680	200		
SDT	1000	500		
SST	5000	100		
CT (NMP/100 mL)	SR	2,2		

Fonte: Adaptado ANA;FIESP;SindusCon-SP (2005).

Na Tabela 7 pode ser visto o comparativo entre as legislações de alguns países como Alemanha, Austrália, Canadá, EUA, Espanha, Japão, Jordânia e Reino Unido, em relação aos parâmetros da ABNT 13.969:1997 e do manual da ANA;FIESP; SindusCon-SP (2005) que são exigidos em termos de qualidade de água para reúso de águas cinzas em bacias sanitárias.

**Tabela 7** - Parâmetros de qualidade da água para o uso em descarga sanitária no Brasil e em alguns países.

	pH	Turbidez (NTU)	Óleos e Graxas (mg/L)	SS (mg/L)	SDT (mg/L)	DBO (mg/L)	Cloro residual (mg/L)	COV	E. Coli (NMP/100 mL)	CF (NMP/100 mL)	CT (NMP/100 mL)	Enterococos (NMP/100 mL)	Referências
<b>Brasil</b> Águas cinzas	6-9	<2	≤1	≤5	≤10	<0,5	Ausente	ND	ND	ND	ND	ND	ANA;FIESP; SindusCon-SP (2005)
<b>Alemanha</b> Águas residuais	6-9	1-2	1-2	30	20	100	100	20	100	100	100	100	DIN (2012)
<b>Austrália</b> Águas residuais	6,5-8,5	<2-5	<10	<10	<10	<10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	Department of Health (2011)
<b>Canadá</b> Águas residuais	6-9	<2	5	30	<10	<10	200	≤0-200	≤200	≤200	≤200	≤200	CSA (2012)
<b>China<sup>1</sup></b>	6-9	<5	<5	<500	<10	<10	> 1 <sup>2</sup> > 0,2 <sup>3</sup>	<10	<10	<10	<10	<10	Ernest et al. (2006)
<b>EUA</b> Águas cinzas	6-9	≤2	≤30	≤30	<10	<10	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	EPA (2004)
<b>Espanha</b> Águas cinzas	---	<5	10	<20	<20	<20	0	0	0	0	0	0	(2007)
<b>Japão</b> Águas residuais	6-9	<5	5	--	10	10	10	<10	<10	<10	<10	<10	JSWA (1981)
<b>Jordânia</b> Águas residuais	---	---	≤10	≤10	≤10	1,0	1,0	ND	ND	<1000	<1000	<1000	WHO (1973)
<b>Reino Unido</b> Águas cinzas	5-9,5	<10	---	---	<0,5-2	<0,5-2	250	1000	100	1000	1000	100	Environment Agency (2011)

Fonte: Adaptado ANA;FIESP;SindusCon-SP (2005); <sup>1</sup> Prosab, 2009.

<sup>2</sup>Após 30 min ; <sup>3</sup> até o ponto de uso.

### 3.7 APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA

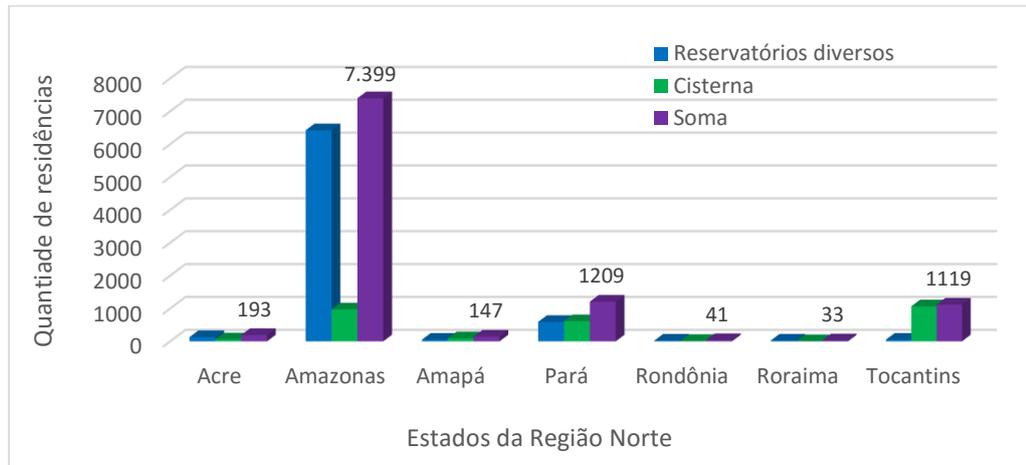
De acordo com a ABCMAC (2017), no semiárido do Nordeste do Brasil, a captação e manejo de água de chuva começou a avançar com as experiências da Embrapa Semiárido com a utilização de cisternas para água pluvial e barragens subterrâneas no final dos anos 70. Acrescenta que no começo dos anos 90, também teve o incentivo do Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada (IRPAA), de outras organizações não-governamentais e comunidades que começaram a construir cisternas. A partir de 1997, a Embrapa e o IRPAA organizaram vários Simpósios Brasileiros de Captação de Água de Chuva, os quais deram um grande impulso à utilização da água de chuva.

Mais recentemente, no semiárido do Nordeste, o desenvolvimento de captação de água de chuva em cisternas, tem sido incentivado por políticas públicas, por meio do Programa Nacional de Apoio à Captação de Água de Chuva e outras Tecnologias Sociais (Programa Cisternas), financiado pelo Ministério do Desenvolvimento Social (MDS), desde 2003.

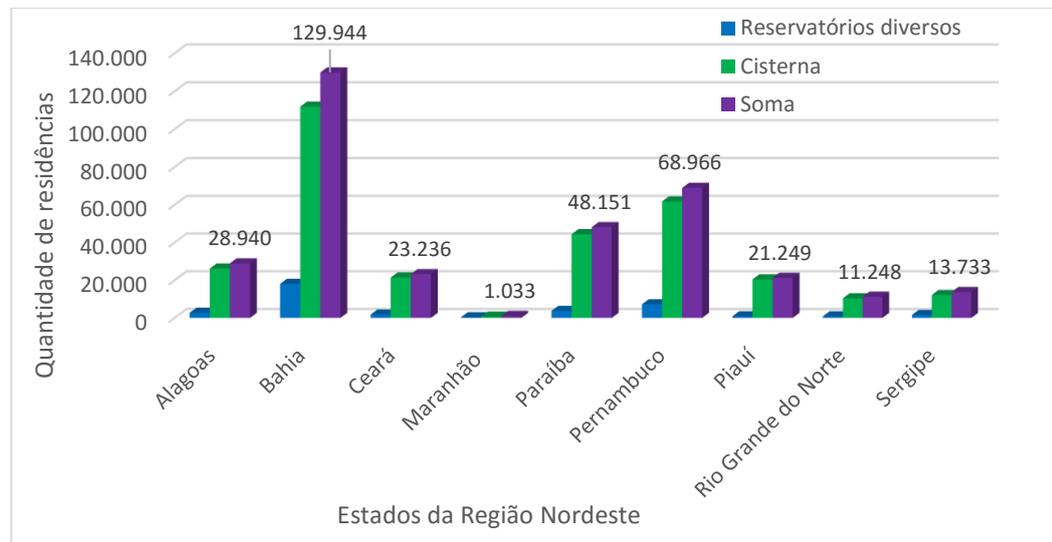
O programa tem como objetivo a promoção do acesso à água para o consumo humano e para a produção de alimentos por meio da implementação de tecnologias sociais simples e de baixo custo. O público do programa são famílias rurais de baixa renda atingidas pela seca ou falta regular de água, com prioridade para povos e comunidades tradicionais, utilizando principalmente a tecnologia de cisternas de placas, sendo reservatórios que armazenam água de chuva para utilização nos oito meses de período mais crítico de estiagem na região (MDS, 2018).

Neste contexto de utilização de cisternas, os estados brasileiros que mais armazenam água de chuva, tanto por cisterna como por reservatórios diversos estão apresentados por região nas Figuras 12 a 16. As informações são do IBGE, censo 2010. Verifica-se que o estado da Bahia possui o maior somatório de domicílios com 129.944 que armazenam água de chuva. E a região nordeste com o maior somatório com 346.500 de domicílios. Este somatório representa as particularidades de déficit hídrico da região nordeste em detrimento as demais regiões brasileiras. Por sua vez, o estado de Minas Gerais apresentou o maior registro de domicílios que armazenam água de chuva com 16.256 unidades, sendo o maior Estado da região sudeste, uma vez que o norte deste Estado se insere na realidade de déficit hídrico do nordeste.

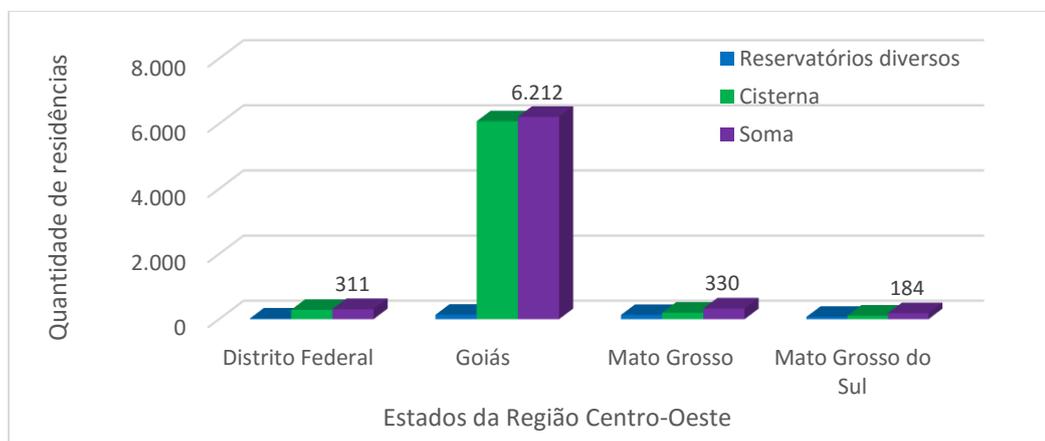
Em 2014, o Programa Cisterna incentivado pelo Governo Federal construiu 111.460 cisternas. Contudo, nos últimos anos houve uma queda devido a corte orçamentário do governo federal, sendo instaladas apenas 27.153 cisternas em 2017.

**Figura 12** – Quantidade de residências que armazenam água pluvial na Região Norte.

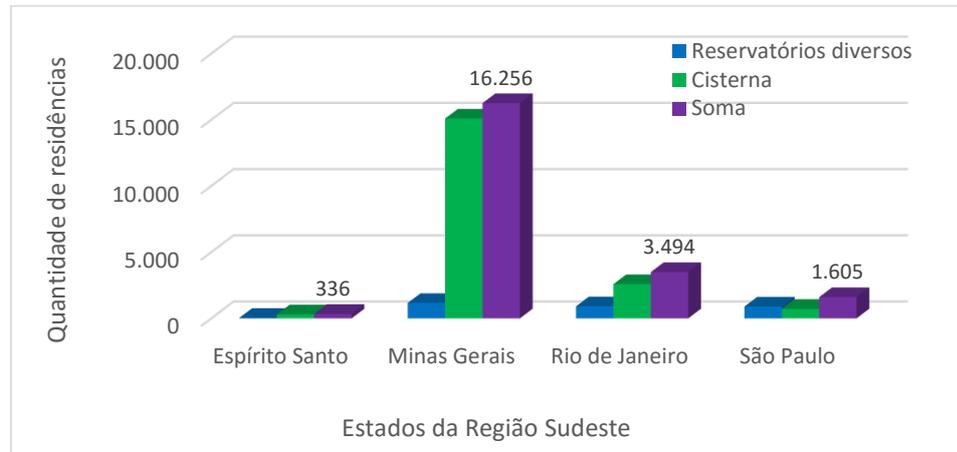
Fonte: Adaptado, IBGE (Censo Demográfico 2010).

**Figura 13** – Quantidade de residências que armazenam água pluvial na Região Nordeste.

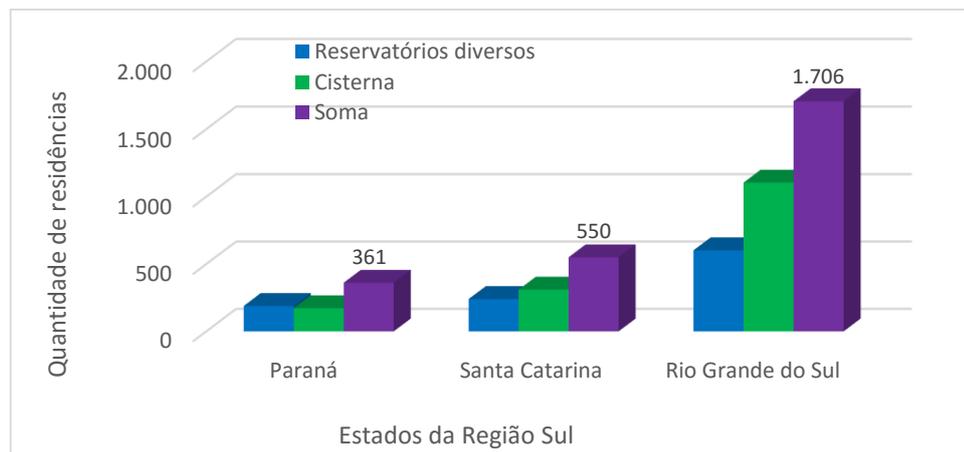
Fonte: Adaptado, IBGE (Censo Demográfico 2010).

**Figura 14** – Quantidade de residências que armazenam água pluvial na Região Centro-Oeste.

Fonte: Adaptado, IBGE (Censo Demográfico 2010).

**Figura 15** – Quantidade de residências que armazenam água pluvial na Região Sudeste.

Fonte: Adaptado, IBGE (Censo Demográfico 2010).

**Figura 16** – Quantidade de residências que armazenam água pluvial na Região Sul.

Fonte: Adaptado, IBGE (Censo Demográfico 2010).

Na Região Sul, o estado do Rio Grande do Sul é o que possui o maior número de domicílios com 1.706 unidades que armazenam água de chuva, tanto por meio de cisternas quanto por outros meios. São domicílios de municípios que passaram ou ainda sofrem com longos períodos de estiagem e temperaturas elevadas no verão, como Aceguá, Alegrete, Bagé, Candiota, Dom Pedrito, Hulha Negra, Pedras Altas, Rosário do Sul, Santa Maria, São Gabriel, São Lourenço do Sul, Quaraí e Santana de Livramento. Dentro da RMPA, o total de cisternas é 196 unidades, sendo que Porto Alegre possui apenas 35 domicílios, seguido pelo município de Viamão com 22 domicílios que armazenam água de chuva, conforme mostrado na Figura 19 (IBGE, 2010).

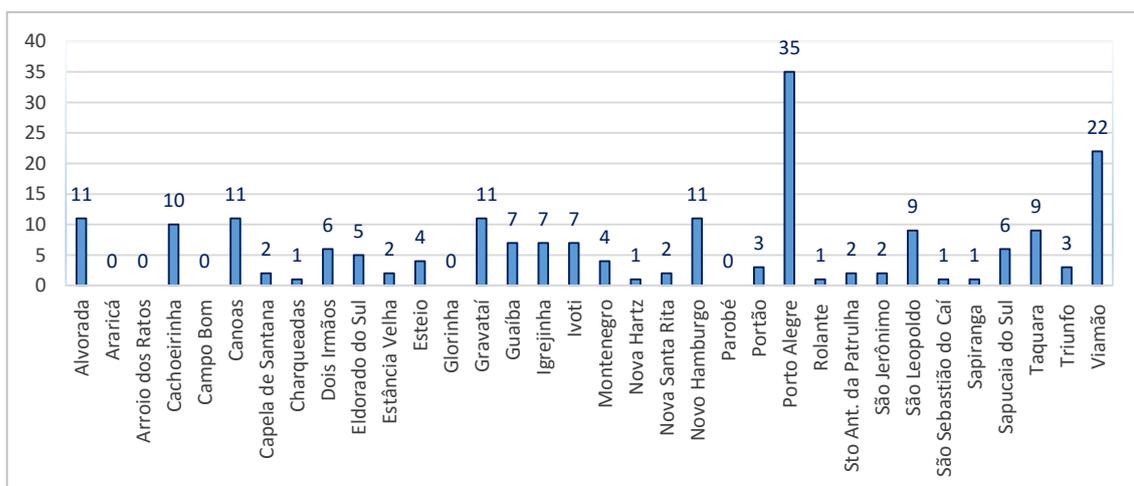
Em termos de exemplos de captação de água de chuva, em locais não residenciais em Porto Alegre, temos o sistema de coleta de água de chuva no estádio Beira-Rio, instalado nas

obras de modernização para a Copa do Mundo de 2014, economizando cerca de 40% de água potável. A água de chuva coletada pela cobertura, uma membrana de politetrafluoretileno (PTFE), é aproveitada para a irrigação do gramado e jardins, limpeza de áreas externas e descarga de bacias sanitárias. A irrigação do campo é automatizada e feita por 35 aspersores que utilizam a água de chuva dos reservatórios que possuem capacidade total de 120 mil litros. A área de captação da cobertura possui uma área de mais de 20 mil m<sup>2</sup> (SPORT CLUB INTERNACIONAL, 2018).

Igualmente ao Beira-Rio que recebeu a Certificação Global de Sustentabilidade, a Arena do Grêmio também possui um sistema de captação da água de chuva para irrigação do gramado do campo de futebol, lavagens e utilização em banheiros. O sistema instalado pode filtrar até 20 m<sup>3</sup>/h (TECHFILTER, 2018).

Outro exemplo de obra sustentável em Porto Alegre, foi a inauguração em 2011 do sistema de aproveitamento da água de chuva para a lavagem de trens da Trensurb e reúso para a pré-lavagem. O projeto inicial estimou uma economia de cerca de 24% de água potável. A água de chuva é captada em um telhado com área de 5 mil m<sup>2</sup>, armazenada em uma cisterna com capacidade de 250 mil litros, seguindo em circuito fechado para a estação de tratamento que utiliza o sistema de floculação, flotação, filtração básica e filtração avançada. A tecnologia foi desenvolvida pelo laboratório LTM//UFRGS com a Hidrocicle e também prevê o tratamento e reúso da água de lavagem dos trens no pátio da empresa (TREN SURB, 2018).

**Figura 17** – Quantidade de residências que armazenam água pluvial na RMPA.



Fonte: Adaptado, IBGE (Censo Demográfico 2010).

O baixo número de residências que captam água de chuva na RMPA como também em todo RS deve-se principalmente ao aspecto cultural da população, uma vez que o Estado não

tem falta de chuva, está inserido em duas Regiões Hidrográficas com altas precipitações médias como a RH Uruguai (1.689mm) e RH Atlântico Sul (1.573mm), quando comparadas com as Regiões Hidrográficas Atlântico Leste (940mm), São Francisco (938mm) e Atlântico Nordeste Oriental (841mm), nas quais a maior parte da região nordeste está inserida (Figura 6).

Mesmo que o RS não tenha falta de chuva, a metade sul do Estado sofre com estiagens constantes nos meses de menor precipitação. Muitos municípios chegam a decretar situação de emergência, evidenciando a falta de planejamento, investimento e conscientização da população. Conscientização esta que deve ser trabalhada através de campanhas educativas e elucidativas dos governos municipais e estadual para que a população se prepare para os meses de estiagem, armazenando água em sistemas simples como cisternas.

### **3.7.1 Características da água de chuva**

No Brasil, da bibliografia consultada, algumas pesquisas vêm sendo desenvolvidas sobre o aproveitamento da água de chuva em domicílios e edifícios residenciais, para utilização nas descargas sanitárias; em postos de combustíveis para a lavagem de veículos; em escolas públicas com intuito de irrigação de horta; entre outras.

Na Tabela 8 são apresentadas três pesquisas que realizaram a caracterização físico-química e bacteriológica da água de chuva. Os resultados obtidos da água de chuva em reservatórios sem tratamento, e os resultados alcançados após tratamento físico e de desinfecção estão comparados com os padrões dos parâmetros da Norma ABNT 15.527/2007.

A pesquisa realizada por May (2004) foi realizada no Centro de Técnicas de Construção Civil (CTCC) da escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Foi construído um sistema experimental de coleta e aproveitamento de água de chuva com o objetivo de realizar análises físicas, químicas e bacteriológicas para verificar qual o melhor tratamento a ser aplicado após o armazenamento no reservatório. Neste estudo, a água foi aproveitada para alimentar dois vasos sanitários do prédio do CTCC. O período de coleta foi de novembro de 2003 a março de 2004. O volume coletado foi de 17 m<sup>3</sup> e o volume de água potável para suprir a demanda em dias de estiagem foi de 18 m<sup>3</sup>. A água de chuva foi coletada em dois pontos distintos. Primeiro, com coletor automático após os condutores horizontal e vertical que atendiam uma área de telhado de 82 m<sup>2</sup>. Segundo, coleta de amostras de dois reservatórios (de 500 L cada) após a passagem da água de chuva por um filtro que realizava a retenção de galhos e folhas, do tipo VF1. Nestes tanques, foram instalados amortecedores de onda que evitavam que a sedimentação de fundo se misturasse com a água.

Na pesquisa também realizada por May (2009) foi utilizado o mesmo sistema de coleta de aproveitamento da água de chuva da pesquisa anterior. Nesta, após a água acumulada nos dois reservatórios, seguia para a etapa de filtração em um filtro de areia de alta taxa e por fim desinfecção com hipoclorito de sódio. O período do estudo foi de agosto de 2006 a maio de 2007. Os resultados analíticos físico-químicos e microbiológicos constam na Tabela 8 para amostras de água coletada sem e com tratamento. Foi observado uma melhora na qualidade da água armazenada após a filtração e desinfecção, em relação ao estudo anterior de May (2004) que somente armazenava a água de chuva. Pode ser visualizado na Tabela 8 que os resultados das análises físicas e microbiológicas da água de chuva tratada na pesquisa de May (2009) atendem a Norma da ABNT 15.527/2007.

**Tabela 8** – Características físico-químicas e bacteriológicas da água de chuva.

Parâmetro	May (2004)		May (2009)		Peters (2006)		ABNT 15.527/07
	Coletor <sup>1</sup>	Reservat. <sup>2</sup>	Antes	Tratada <sup>3</sup>	Antes	Tratada <sup>4</sup>	
pH	6,96	6,7	6,8	6,5	5,9	7,6	6,0 a 8,0
Cor (uH)	52,5	23	21,6	8,2	3,3	13,6	< 15
Turbidez (UNT)	1,64	0,8	3,3	0,8	1,5	2,5	< 2,0
Alcalinidade (mg/L)	30,6	18,8	10	10	3,9	23	
Condutividade ( $\mu$ S/cm)	63,4	25,7	54,5	39,8			
Dureza (mg/L)	39,4	19,6			7,6	28,6	
Cl residual (mg/L)				0,8			0,5 a 3,0
C Term. (NMP/100 mL)			220	Ausentes			Ausência
CT (NMP/100mL)	89% das amostras		$3 \times 10^3$	Ausentes	$1,7 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3$	Ausência
CF (NMP/100 mL)	50% das amostras				5,1	4,5	
DBO (mg/L)	2,5	1,5					
DQO (mg/L)					6,8	4,8	
Cálcio (mg/L)	14,96	4,7					
Cloretos (mg/L)	8,75	12,2			0,6	0,5	
Ferro (mg/L)	0,14	0,06					
Fluoretos (mg/L)	1,0	1,0					
Magnésio (mg/L)	1,08	0,5					
Nitrato (mg/L)	4,7	3,1			0,1	0,6	
Nitrito (mg/L)	0,75	0,1			0,0	0,0	
N-amoniacal (mg/L)					0,7	0,3	
Sulfatos (mg/L)	8,3	5,1			1,0	3,0	
ST (mg/L)	88,3	25			41	68,7	
SST (mg/L)	30,4	1,5			1,0	1,7	
SDT (mg/L)	57,5	23,5			27,8	66,7	
Enterococos	98% das amostras						
Clostrídio sulfato redutor	91% das amostras						
Pseudomonas aeruginosas	17% das amostras						

<sup>1</sup> Média do coletor automático (8 frascos).

<sup>2</sup> Média dos 2 reservatórios.

<sup>3</sup> Recebeu desinfecção.

<sup>4</sup> Não recebeu desinfecção.

No estudo de Peters (2006), o sistema para o aproveitamento da água da chuva foi instalado em uma residência unifamiliar com cinco pessoas, localizada em Florianópolis/SC.

Basicamente, era composto pela superfície de captação (telhas cerâmicas), calhas, condutores verticais, grade (para reter folhas e galhos), reservatório de descarte da água de lavagem do telhado, filtro de areia e reservatório de acumulação. Posteriormente, era misturada com a água cinza para uso na descarga da bacia sanitária. A pesquisa foi realizada no período de 12 meses, de janeiro a dezembro de 2005. Os resultados analíticos apresentados na Tabela 8 são as médias das coletas da água de chuva e as médias das coletas da cisterna.

Dos resultados obtidos nas pesquisas, observou-se que o pH, de todas as pesquisas ficou basicamente dentro da faixa do padrão na Norma ABNT 15.527/07. Para o parâmetro Cor, o resultado que ficou acima do padrão foi o da pesquisa de May (2004) que não recebeu tratamento. Para Turbidez, os resultados encontrados por May em (2004) e (2009) atenderam ao padrão da norma. O resultado para Turbidez na pesquisa de Peters (2006) ficou acima do padrão, em 0,5 UNT. Somente na pesquisa de May (2009) houve a etapa de desinfecção, sendo que a quantidade de cloro residual encontrada ficou dentro da faixa do parâmetro da norma. Assim, os padrões da norma para os parâmetros Coliformes Termotolerantes e Coliformes Totais foram atendidos na pesquisa de May (2009).

### **3.7.2 Sistema de coleta e aproveitamento da água de chuva**

De acordo com o manual da ANA;FIESP;SindusCon-SP (2005), a metodologia básica para projeto de sistemas de coleta, tratamento e uso de água de chuva envolve as seguintes etapas:

- Determinação da precipitação média local (mm/mês);
- Determinação da área de coleta;
- Determinação do coeficiente de escoamento;
- Projeto dos sistemas complementares (grades, filtros, tubulações, etc.);
- Projeto do reservatório de descarte;
- Escolha do sistema de tratamento necessário;
- Projeto da cisterna;
- Caracterização da qualidade da água pluvial;
- Identificação dos usos da água (demanda e qualidade).

#### **3.7.2.1 Área de Captação**

A área de captação pode ser o telhado ou a superfície do solo. Aqui a ênfase será dada aos sistemas com telhados.

No caso de telhados, podem ser inclinados, pouco inclinados ou planos. Os diferentes materiais de telhado que atuam na área de captação interferem no sistema de aproveitamento de água de chuva. Assim, o coeficiente de escoamento superficial também conhecido como coeficiente de Runoff do material do telhado é um dos fatores que influenciam o bom funcionamento do sistema de aproveitamento. O coeficiente de Runoff é o quociente entre a água que escoar superficialmente pelo total da água precipitada. A perda de água de chuva que irá ser considerada é devida à limpeza do telhado, perda por evaporação, perdas na autolimpeza e outras (TOMAZ, 2010).

O Coeficiente de Runoff médio para alguns materiais de telhado está apresentado na Tabela 9.

**Tabela 9** – Coeficiente de Runoff médio para alguns materiais de telhado.

MATERIAL	COEFICIENTE DE RUNOFF
Telhas cerâmicas	0,8 a 0,9
Telhas esmaltadas	0,9 a 0,95
Telhas corrugadas de metal	0,8 a 0,9
Cimento amianto	0,8 a 0,9
Plástico	0,9 a 0,95

Fonte: Tomaz (2010).

### 3.7.2.2 Rede Coletora

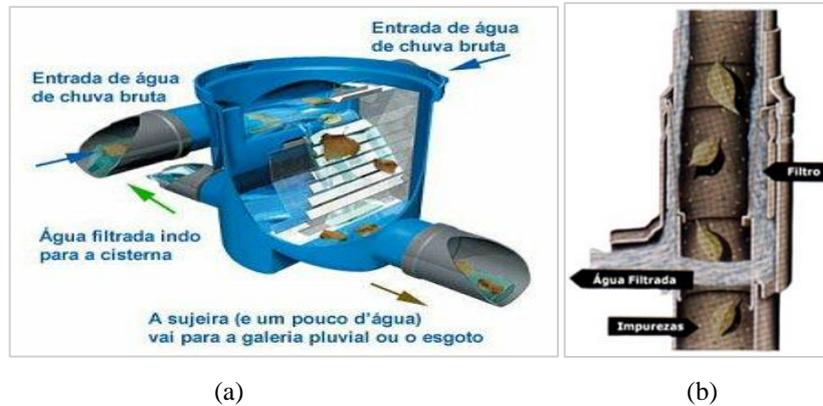
A rede coletora é um sistema dotado de calhas coletoras horizontais e condutores verticais. Para o dimensionamento adequado, recomenda-se a Norma da ABNT NBR 10.844/89 que apresenta uma série de sugestões para o dimensionamento, projeto e instalação de calhas e condutores (SANT'ANA e MEDEIROS, 2017).

### 3.7.2.3 Telas ou Grades e Filtros Retentores

Telas ou grades são dispositivos que normalmente são instalados diretamente nas calhas. Os filtros mostrados na Figura 18 são instalados nos condutores verticais com a finalidade de reter galhos e folhas ou outro material grosseiro que possa ser levado até o interior do reservatório de armazenamento e se decompor, prejudicando a qualidade final da água. A Figura 18 mostra dois tipos de filtros. O primeiro é do tipo VF1, Figura 18 (a) com duas entradas de água pluvial. A maior quantidade de água que passa pelo filtro segue para o reservatório, outra parte vai juntamente com os galhos e folhas para a galeria do pluvial. O segundo modelo

é do tipo fluxo descendente, Figura 18 (b). A água limpa filtrada entre o tubo e o filtro segue para o reservatório. Folhas e galhos e parte da água seguem pelo interior do tubo.

**Figura 18** – Filtro Tipo VF1 e Filtro de fluxo descendente.



Fonte: [www.brothersbh.com](http://www.brothersbh.com) e [www.engeplas.com.br](http://www.engeplas.com.br) (Acesso em 23/02/2018).

#### 3.7.2.4 Reservatório de Descarte

De acordo com o manual ANA;FIESP;SindusCon-SP (2005), o reservatório de descarte destina-se à retenção temporária e posterior descarte da água coletada na fase inicial da precipitação. Os volumes são determinados em função da qualidade da água durante as fases iniciais de precipitação, que ocorrem após diferentes períodos de estiagem. Acrescenta que algumas técnicas para a realização do descarte da água de limpeza do telhado poderão ser utilizadas, entre as quais, tonéis, reservatórios de autolimpeza com torneira boia, dispositivos automáticos, entre outros.

#### 3.7.3 Tratamento da água de chuva

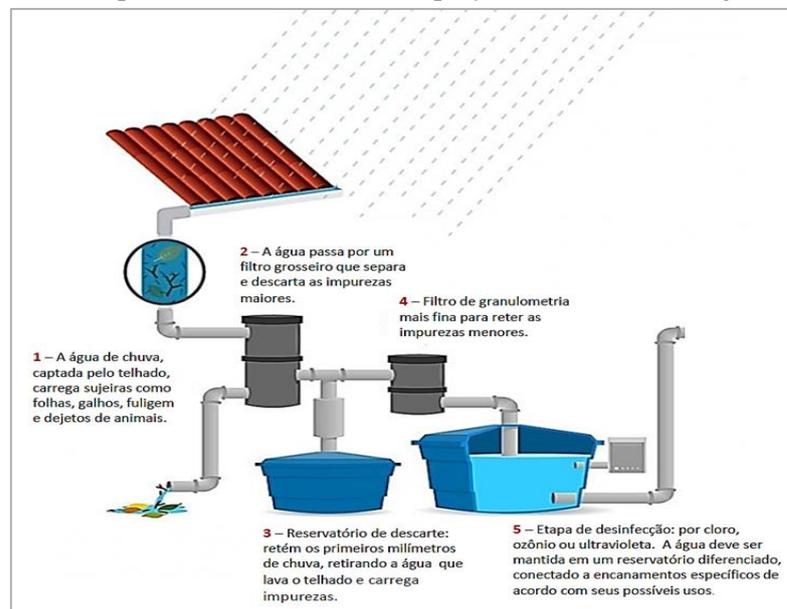
Segundo o manual ANA;FIESP;SindusCon-SP (2005), o sistema de tratamento das águas pluviais depende da qualidade da água coletada e do seu destino final. Para os usos mais comuns em edificações como irrigação de áreas verdes, torres de resfriamento para sistemas de ar condicionado, lavagens de pisos, descarga em sanitários, entre outros, são empregados sistemas de tratamento compostos de unidades de sedimentação simples, filtração simples e desinfecção com pastilhas de hipoclorito de sódio ou com luz ultravioleta. Além disso, podem ser utilizados sistemas que proporcionem níveis de qualidade mais elevados, empregando-se unidades de coagulação e floculação com produtos químicos, sedimentação acelerada e filtração em camada dupla, ou, ainda, sistemas de oxidação avançada ou processos de membrana.

Como parte integrante do tratamento, o reservatório de armazenamento ou cisterna destinam-se à retenção das águas pluviais coletadas. Os volumes são calculados em base anual, considerando-se o regime de precipitação local e as características de demanda específica de cada edificação.

Nos resultados apresentados por May (2009), Tabela 8, foi utilizado como etapa de tratamento da água de chuva um filtro de areia para piscina (filtro rápido de pressão com escoamento descendente, possuindo taxa de filtração nominal de  $1.440 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$ ). O meio filtrante era composto de areia com granulometria de 0,45 a 0,55mm e altura do meio filtrante de 52 cm. De acordo com Tomaz (2010) para usar a água de chuva na lavagem de roupas ou em piscina é necessário antes passar água por um filtro lento de areia ou por um filtro de piscina. Nos resultados apresentados por Peters (2006), o filtro de areia utilizado no tratamento da água de chuva foi dimensionado segundo os critérios estabelecidos pela Norma da ABNT NBR 13.969/1997.

O sistema de aproveitamento de água de chuva mostrado na Figura 19 abaixo, apresenta basicamente as seguintes etapas:

**Figura 19** – Esquema de um sistema de captação e tratamento de água de chuva.



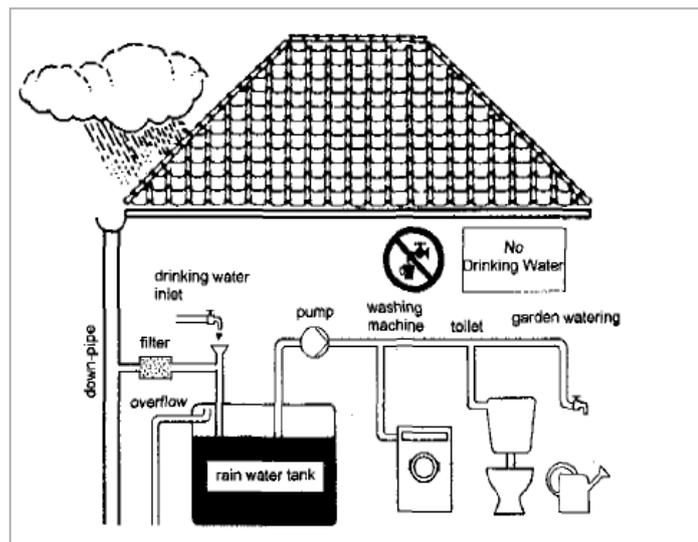
Fonte: Adaptado, IPT ([www.ipt.br](http://www.ipt.br). Acesso em 13/02/2016).

1. A água da chuva é captada pelo telhado por meio de calhas e condutores verticais;
2. Passa por um filtro colocado no condutor vertical que retém o material grosseiro como galhos, folhas e detritos de animais;

3. Segue para o reservatório de descarte que retém os primeiros milímetros de chuva que contêm impurezas carreadas do telhado;
4. A seguir passa por um filtro de granulometria mais fina que retém impurezas menores;
5. Passa para o reservatório de armazenamento onde pode ser feita a desinfecção.

A Figura 20 do guia *Rainwater Harvesting and Utilisation* (2002) são mostrados os usos não potáveis da água de chuva coletada, tais como no sanitário, na máquina de lavar roupa e na rega de jardim. Deve-se tomar cuidado especial para garantir que a água potável não seja contaminada pela água de chuva coletada.

**Figura 20** – Usos não potáveis da água de chuva em uma residência.



Fonte: *Rainwater Harvesting and Utilisation* (2002).

### 3.8 REÚSO DE ÁGUAS CINZAS

Define-se águas cinzas, as águas servidas, procedentes de pontos de consumo como os lavatórios de banheiros, chuveiros, banheiras, máquinas de lavar roupas e tanques (ANA; FIESP; SindusCon-SP, 2005 e IPT, 2016). Também, alguns autores, incluem a água procedente de máquinas de lavar louça, uma vez que estas não possuem restos de alimentos. No entanto, outros, incluem ainda a água da pia da cozinha (JEFFERSON et al., 1999; ERIKSSON et al., 2002; OTTOSON e STENSTRÖM, 2003 apud PSOSAB, 2006).

As características das águas cinzas, em termos de quantidade e de composição, variam de acordo com a localização, grau de ocupação da residência, faixa etária, estilo de vida, classe

social, costumes dos moradores e procedência (de lavatório, de chuveiro, de máquina de lavar roupa, etc) (NSWHEALTH, 2002 e NOLDE, 1999 apud PROSAB, 2006).

A água cinza é uma fonte única de água e deve ser usada diferentemente de água potável e água de chuva. Algumas diretrizes básicas para projetar adequadamente os sistemas de águas cinzas residenciais são: não armazenar a água cinza mais de 24 horas, para não iniciar a oxidação dos nutrientes e geração de maus odores; minimizar o contato com a água cinza que pode conter patógenos (ANA;FIESP;SindusCon-SP; 2005).

A qualidade da água utilizada e o fim específico de reúso não potável estabelecerão os níveis de tratamento recomendados, os critérios de segurança a serem adotados e os investimentos a serem alocados (ANA;FIESP;SindusCon-SP; 2005).

No Brasil, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) do estado de São Paulo (2016), publicou o manual para aproveitamento emergencial de águas cinza do banho e da máquina de lavar. O manual oferece à população orientações para reutilização emergencial da água usada no banho e na lavagem de roupas, apresentando boas práticas para manejo dessas águas no ambiente doméstico.

Para a maioria dos usos não potáveis, deve-se incluir a etapa de desinfecção nos sistemas de tratamento das águas cinzas, uma vez que mesmo indiretamente a água pode chegar a ter contato com o usuário.

De acordo com Prosab (2006), os usos não potáveis residenciais mais comuns são:

- Descarga de vasos sanitários e
- Irrigação de jardins.

Usos não potáveis menos comuns são:

- Lavagem de roupas, de carros e de calçadas,
- Piscinas, entre outros.

Os usos menos nobres possíveis sugeridos por Eriksson et al. (2002) apud Prosab (2006) são:

- Lavagem de vidros,
- Lavagem de automóveis,
- Combate a incêndios,
- Preparo de concreto e
- Água para caldeira.

Outras possibilidades de reúsos de águas cinzas são:

- Irrigação de gramados (áreas públicas),
- Agricultura;
- Processos industriais específicos e

- Recarga de aquíferos.

Um exemplo de reúso de águas cinzas nas descargas dos vasos sanitários é de um hotel de Macaé/RJ citado por Prosab (2006). As águas cinzas são provenientes dos lavatórios e chuveiros e tratadas em uma estação denominada ETAC (Estação de Tratamento de Águas Cinzas), instalada no subsolo do hotel. O consumo médio de água no hotel é de 44 m<sup>3</sup>/d e a demanda dos vasos sanitários é de 13,3 m<sup>3</sup>/d. A instalação do sistema de reúso proporcionou uma economia de 30% do consumo de água potável da edificação.

Quatro pesquisas são mostradas na Tabela 10 sobre a distribuição de consumo de água em edificações domiciliares brasileiras. O primeiro estudo é o monitoramento piloto de distribuição do consumo de água em um apartamento de um conjunto habitacional, localizado em São Paulo, apresentado pelo Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (ROCHA, 1998). A maior parcela fica para o chuveiro com 55% e a pia (lavatório) com 18%.

O segundo estudo apresentado na Tabela 10 é de Lambert (2002) apud Prosab (2009). Pesquisa realizada em uma residência de bairro de baixa renda, no município de Simões Filho/BA. Para a porcentagem média das medições de consumo individuais de água, a maior parcela ficou para a pia da cozinha com 31,2%, seguido da bacia sanitária com 24,8%.

**Tabela 10** – Distribuição de consumo de água em edificações domiciliares brasileiras.

	<b>PNCDA Rocha (1998) São Paulo/SP</b>	<b>Lambert (2002) apud Prosab (2009) Simões Filho/BA</b>	<b>Mieli (2001) apud Hafner (2007) Niterói/RJ</b>	<b>Fiori (2005) Passo Fundo/RS</b>	
				<b>Tipo 1</b>	<b>Tipo 8</b>
Chuveiro	55%	22,8%	27%	32,9%	43,3%
Bacia sanitária	5%	24,8%	35%	7,5%	10%
Lavatório	8%	10,8%	6%	10,1%	13,4%
Banheira				5,1%	
Pia de lavar louça	18%	31,2%	18%	17,2%	23%
Máq. de lavar louça				1,7%	
Máq. de lavar roupa	11%	18,2%	7%	17,7%	
Tanque	3%		4%	7,8%	10,3%
Jardim/lav. carros			3%		
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Fonte: Bibliografia consultada informada na própria tabela.

Na terceira pesquisa, de Mieli (2001) apud Hafner (2007) a maior parcela no consumo de água residencial foi para a bacia sanitária com 35%, seguido pelo chuveiro com 27%.

Na quarta pesquisa, de Fiori (2005), foi realizada em apartamentos familiares de uma amostra piloto de 20 apartamentos no município de Passo Fundo/RS. Na Tabela 10 são mostrados os resultados quantitativos de volumes gerados em dois apartamentos. Um classificado como completo (tipo 1) que possui: chuveiro, lavatório, banheira, bacia sanitária, pia de cozinha, máquina de lavar louça, máquina de lavar roupa e tanque. Outro classificado como básico (Tipo 8) que possui chuveiro, lavatório, bacia sanitária, pia de cozinha e tanque. Para o apartamento Tipo 1, as maiores parcelas foram para o chuveiro com 32,9% e da máquina de lavar roupa com 17,7%. No apartamento Tipo 8, a maior parcela também foi para o chuveiro com 43,3%, seguida pela parcela da pia de lavar louça com 23%.

### **3.8.1 Caracterização da água cinza**

Para a caracterização das águas cinzas são utilizados parâmetros físico-químicos e biológicos, que indicarão como deverá ser realizado o tratamento. O conhecimento dos constituintes químicos determina os limites que devem ser recomendados para o uso não potável (Sant'Ana e Medeiros, 2017).

Os resultados de pesquisas sobre a caracterização de águas cinzas, realizadas em quatro municípios brasileiros, são mostrados na Tabela 11. As variações entre as pesquisas deve-se ao fato que cada pesquisador considerou a água cinza proveniente de equipamentos diversos. Os equipamentos em comum para todos foi chuveiro e lavatório.

A pesquisa de Fiori (2005), como informado anteriormente, foi realizada em apartamentos unifamiliares no município de Passo Fundo/RS. Os resultados analíticos apresentados representam a média das coletas de análises realizadas nos chuveiros e lavatórios para o período de março a dezembro de 2004.

Na pesquisa de Alexandre et al. (2013) apud Sant'Ana de Medeiros (2017) foi utilizada amostra composta de águas cinzas provenientes do chuveiro, lavatório e máquina de lavar roupa, em uma residência do município de Morrinhos/GO.

A pesquisa desenvolvida por Peters (2006) foi em uma residência unifamiliar de baixa renda no município de Florianópolis/SC. A residência tem ocupação média de 3 pessoas. A água cinza estudada foi oriunda do lavatório, do chuveiro e do tanque de lavar roupas.

A Pesquisa de Bazzarella (2005) foi realizada em Vitória/ES, utilizando águas cinzas provenientes do chuveiro, lavatório, tanque, pia da cozinha e máquina de lavar roupa. Os resultados são da mistura de todas as amostras coletadas em diferentes pontos. As amostras de

chuveiro, tanque e máquina de lavar foram coletadas em residências onde moravam apenas pessoas adultas. As amostras de lavatório foram coletadas no banheiro feminino do Laboratório de Saneamento da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). E as amostras de cozinhas foram coletas na caixa de gordura da cantina/restaurante do Centro Tecnológico da UFES.

**Tabela 11** - Comparação dos resultados quantitativos observados para água cinza bruta.

PARÂMETRO	Fiori (2005) Passo Fundo/RS	Alexandre et al. (2013)* Morrinhos/GO	Peters (2006) Florianópolis/SC	Bazzarella (2005) Vitória/ES
ÁGUAS CINZAS:	CH+LV	CH+LV+MLR	CH+LV+Tq	CH+LV+Tq+PCZ+MLR
pH	7,052	8,8	7,62	7,05
Cor (mg/L)			214,1	
Condutividade (µs/cm)	152,56	128,6	400	430
Alcalinidade (mg/L)	6,27	56	115,1	114,7
Dureza (CaCO <sub>3</sub> mg/L)	10	18		21,2
Turbidez (UNT)	246,49	182	154,9	166
OD (mg/L)	3,07		3,4	6,5
DBO (mg/L)	317,22		266,7	571
DQO (mg/L)	605,90	330,3	279,6	857
SS (mg/L)	146,60	111	128,7	134
ST (mg/L)		254	522,8	
O & G (mg/L)	17,27	95,5		101,3
Surfactantes (mg/L)	3,72		22,5	
Cloretos (mg/L)	50,12	20	36,2	64,0
Fósforo total (mg/L)	1,11	1,2	7,7	9,0
Nitrito (mg/L)	0,4		0,21	0,09
Nitrato (mg/L)			0,26	0,46
N-Amoniacal (mg/L)		Presente	3,1	1,9
Nitrogênio total (mg/L)	15,46		10,7	6,6
Sulfeto (mg/L)		0,8	0,180	0,11
Sulfato (mg/L)		11	16,6	
C. F (NMP/100 mL)	2,2 x 10 <sup>5</sup>			
E. coli (NMP/100 mL)			2,69x10 <sup>4</sup>	3,25x10 <sup>4</sup>
CT (NMP/100 mL)	3,74 x 10 <sup>6</sup>	1100	7,29x10 <sup>4</sup>	6,14x10 <sup>4</sup>
C. Termot. (NMP/100 mL)		43		

Fonte: Bibliografia consultada.

\*apud Sant'Ana e Medeiros (2017).

CH : Chuveiro; LV: Lavatório; MLR: Máquina de lavar roupa;

Tq: Tanque; PCZ: Pia da cozinha.

### 3.8.2 Tratamentos de águas cinzas

Segundo o manual ANA;FIESP;SindusCon-SP (2005), a qualidade da água utilizada e o fim específico de reúso estabelecerão os níveis de tratamento recomendados, os critérios de segurança a serem adotados e os investimentos a serem alocados. Acrescenta que os principais elementos associados ao projeto de sistemas de reúso direto de águas cinzas são:

- Pontos de coleta de águas cinzas e pontos de uso;
- Determinação de vazões disponíveis;
- Dimensionamento do sistema de coleta e transporte das águas cinzas brutas;
- Determinação do volume de água a ser armazenado;
- Estabelecimento dos usos das águas cinzas tratadas;
- Definição dos parâmetros de qualidade da água em função dos usos estabelecidos;
- Tratamento da água; e
- Dimensionamento do sistema de distribuição de água tratada aos pontos de consumo.

Conforme Sant’Ana e Medeiros (2017), embora no Brasil não tenha uma Norma ABNT específica para o reúso de águas cinzas em edificações, a ABNT NBR 13.969:1997, apresenta alternativas para o tratamento e reúso de efluentes domésticos para fins que não exigem qualidade de água potável.

Consta na Norma ABNT NBR 13.969:1997 que o sistema de reúso local dos efluentes domésticos deve ser planejado de modo que permita segurança aos usuários, para tanto, devem ser definidos:

- Os usos previstos para esgoto tratado;
- Volume de esgoto a ser reutilizado;
- Grau de tratamento necessário;
- Sistema de reservação e de distribuição; e
- Manual de operação e treinamento dos responsáveis.

Além disso, a Norma NBR 13.969, conforme informado no item 3.8, cita alguns níveis de tratamento por classe. Em caso de uso múltiplo, define como regra geral que a qualidade do esgoto tratado deverá ser alcançada de acordo com o uso mais restritivo.

De acordo com PROSAB (2006), em função das características físico-químicas e biológicas, as águas cinzas podem ser tratadas por processos de tratamento semelhantes aos utilizados em estações de tratamento de efluente doméstico. Contudo, ressalva que a qualidade do efluente tratado de águas cinzas deve possuir uma qualidade superior ao efluente tratado na ETE, uma vez que a água de reúso tratada, dependendo da utilização final, poderá ter contado direto com o usuário, tanto em domicílios quanto em edificações. Por exemplo, utilização de águas cinzas tratadas nas descargas sanitárias.

Além disso, águas cinzas podem ser tratadas por meio *wetlands*, leitos cultivados ou leitos alagados, de acordo com VYMAZAL (2014) apud Sant’Ana e Medeiros (2017). Trata-

se de tanques impermeabilizados, preenchidos por um meio filtrante, no qual são plantados vegetais que possam viver em ambiente constantemente saturado e que suportem grandes cargas de poluentes. De acordo com o autor, leitos cultivados são sistemas ideais para tratamento de águas residuárias em pequenas comunidades (< 5.000 pessoas), por serem de baixo custo de implantação e baixa demanda energética, operação e manutenção simplificada e remoção eficaz de sólidos suspensos, DBO<sub>5</sub>, nutrientes como fósforo e nitrogênio, metais tóxicos, além de diversos patógenos como bactérias e até diversos vírus.

Conforme mostrado no Quadro 2, o manual de ANA et al. (2005) sugere de forma sucinta os possíveis tratamentos a serem implantados para fontes alternativas. Os sistemas físicos recomendados são: gradeamento, sedimentação, filtração simples por meio de filtro de areia e decantador. Para os sistemas físico-químicos sugere: coagulação, floculação, decantação ou flotação. E para os sistemas biológicos o tratamento indicado é o aeróbio por lodos ativados.

**Quadro 2** – Sistemas de tratamento recomendados em função dos usos e fontes alternativas de água.

Usos potenciais	Água de chuva	Água cinza:	
		Máquina de lavar roupa	Lavatório + chuveiro
Lavagem de roupas	A + B + E + F	(C ou D) + B + E + F	(C ou D) + B + E + F
Descargas de bacias sanitárias			
Limpeza de pisos			
Irrigação, rega de jardins			
Lavagem de carros			
Uso ornamental			

Fonte: Adaptado ANA;FIESP;SindusCon-SP (2005).

**A** = Gradeamento.

**B** = Sedimentação e filtração simples. **C** = Coagulação, floculação, decantação ou flotação.

**D** = Sistema aeróbio de tratamento biológico lodos ativados. **E** = Desinfecção. **F** = Correção de pH.

Alguns exemplos de aplicações de tratamentos de águas cinzas são as pesquisas desenvolvidas por Peters (2006) e Bazzarella (2005). A pesquisa desenvolvida por Peters (2006), citada anteriormente, foi em uma residência unifamiliar de baixa renda no município de Florianópolis/SC. A residência tinha uma ocupação média de 3 pessoas. A água cinza estudada era originária do lavatório, do chuveiro e do tanque de lavar roupas. O sistema de tratamento da água cinza foi composto por uma caixa receptora das águas cinzas que seguiam para um filtro de brita aeróbio intermitente. Após, para uma caixa de passagem onde era realizada a desinfecção com pastilha de hipoclorito de sódio. Por fim, seguia para um reservatório de água cinza que era misturada com água da chuva tratada. Deste tanque de

mistura, a água era bombeada para o reservatório superior e utilizada na descarga da bacia sanitária.

Os resultados do desempenho da ETAC do estudo de Bazzarella (2005) para reúso em uma edificação de ensino e os dados da pesquisa de Peters (2006) são mostrados na Tabela 12.

**Tabela 12** – Características das águas cinzas antes e depois de tratamento.

PARÂMETRO	Peters (2006)			Bazzarella (2005)			ABNT 13.969/97	ANA et al. (2005)
	CH+LV+Tq			CH+LV+Tq				
	AB	AT	RES	AB	AT	VASO		
pH	7,62	6,76	7,28	7,07	6,80	7,17		6,0 a 9,0
Cor (mg/L)	214,1	83,3	109,4	533	5	7		≤ 10
Condutividade (µs/cm)	0,401	0,313	0,352	291	478	255		
Alcalinidade (mg/L)	115,1	82,3	110,5	90,3	77,1	46		
Dureza (CaCO <sub>3</sub> mg/L)				107,4	109,5	96,2		
Turbidez (UNT)	154,9	86,6	39,6	168	1,2	2,9	< 10	≤ 2
OD (mg/L)	3,4	1,4	0,9	0,7	7,6	7,3		
DBO (mg/L)	266,7	77	31,8	283	0	3		≤ 10
DQO (mg/L)	279,6	222,6	71,7	498	16	15		
Cl resid. Livre (mg/L)					6,2	4,4		
Cl resid. Total (mg/L)					15,1	6,2		
SST (mg/L)	128,7	34,8	26,3	11,8	0,6	2,3		≤ 5
ST (mg/L)	522,8	338,4	298,7					
SDT (mg/L)								≤ 500
O & G (mg/L)				8,5	1	0,9		≤ 1
Surfactantes (mg/L)	22,5	0,9	0,8	2,4	0,5	0,3		
Cloretos (mg/L)	36,2	49,1	40	21,7	38,5	21,7		
Fósforo total (mg/L)	7,7	4,8	2,7	2,3	3	1,6		≤ 0,1
Nitrito (mg/L)	0,21	0,1	0,1					≤ 1
Nitrato (mg/L)	0,26	0,49	0,24					< 10
N-Amoniacal (mg/L)	3,1	3,6	3	6,1	0,1	1,4		≤ 20
Nitrogênio total (mg/L)	10,7	15,5	13,8	11,9	7,3	7,3		
Sulfeto (mg/L)	0,180	0,062	0,039	0,19	0,099	0,098		
Sulfato (mg/L)	16,6	29	20	29,4	50,1	35,3		
E. coli (NMP/100 mL)	2,69x10 <sup>4</sup>	6,59x10 <sup>2</sup>	1,21x10 <sup>3</sup>	5,42x10 <sup>5</sup>	1,51	31,7	< 500	Não detectáveis
CT (NMP/100 mL)	7,29x10 <sup>4</sup>	3,14x10 <sup>3</sup>	6,23x10 <sup>3</sup>	1,86x10 <sup>7</sup>	5,35	504		

Fonte: Bibliografia consultada informada na tabela.

AB: Água bruta; AT: Água tratada

RES: Reservatório; VASO: Vaso sanitário

O outro projeto de pesquisa foi o desenvolvido por Bazzarella (2005), também informado anteriormente, para o sistema de tratamento de águas cinzas, procedentes dos chuveiros e lavatórios de um prédio localizado no parque experimental de saneamento básico da UFES. Além disso, foi utilizada a água cinza de uma máquina de lavar roupas que foi

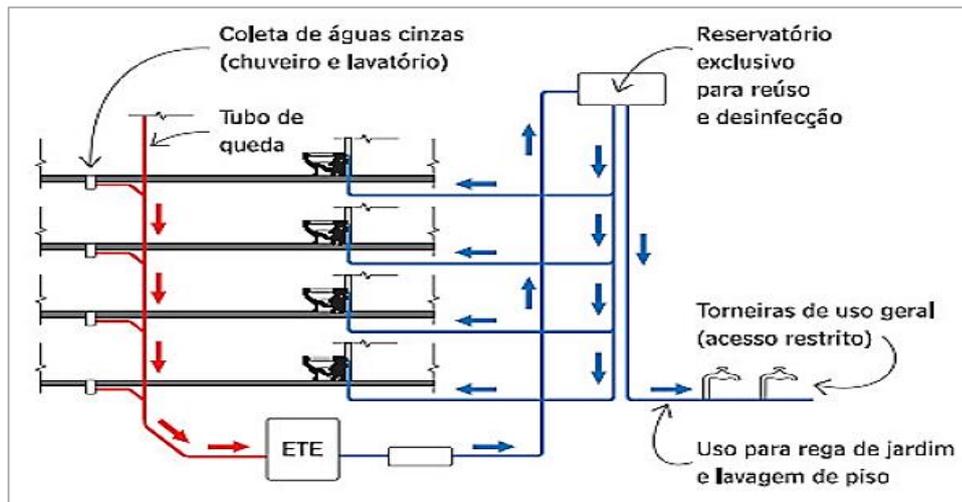
acoplada a um dos lavatórios do banheiro feminino. Também, foi adicionada na estação, amostra de água cinza da pia da cozinha da cantina/restaurante do Centro Tecnológico da UFES, três vezes por semana 40 L. O tratamento adotado foi: a água cinza gerada era encaminhada até a elevatória de água cinza bruta (EACB) e bombeada para o reator anaeróbio compartimentado (RAC), seguindo para o filtro biológico aerado submerso (FBAS), após para o decantador secundário (DEC), depois para o filtro terciário (FT) composto por uma tela de aço inox que ficava perpendicular ao fluxo, funcionando como uma peneira. Ainda, a água cinza seguia para a última etapa de desinfecção com pastilhas de hipoclorito de sódio, dentro da própria elevatória de água cinza tratada. Finalmente, a água cinza tratada era bombeada para o reservatório superior de reúso de onde era distribuída para os vasos sanitários e mictórios. A lavagem do Filtro Terciário era a própria água cinza tratada armazenada para reúso. O lodo armazenado no DEC e a água utilizada na lavagem do FT eram direcionados para a EACB. A ETAC foi dimensionada para tratar as águas cinzas produzidas por 60 pessoas (24 L/hab.dia).

Observa-se na Tabela 12 que os resultados do estudo de Bazzarella (2005) foram melhores em relação aos obtidos por Peters (2006), quando se compara com os padrões dos parâmetros Turbidez e *Escherichia coli*, para água de reúso, que constam na Norma ANBT 13.969/2007.

Em relação aos padrões e parâmetros propostos por Ana et al. (2005), ainda na Tabela 12, verifica-se que o sistema de tratamento estudado por Bazzarella (2005), quando coletado amostras no reservatório de água tratada, atendeu aos padrões de pH, Cor, Turbidez, DBO, SST, Óleos e Graxas e Nitrogênio Amoniacal, não atendendo aos padrões dos parâmetros Fósforo Total e Coliformes Totais. Para esta mesma pesquisa, quando a coleta foi realizada no vaso sanitário, os padrões atendidos foram dos parâmetros pH, Cor, DBO e SST. Em ambas coletas (reservatório de água cinza tratada e vaso sanitário) houve detecção de *Escherichia coli*.

A configuração básica de um projeto para a utilização de águas cinzas em condomínio vertical é mostrado na Figura 21. O sistema prevê coleta de água servida dos chuveiros e lavatórios, através de ramais, tubos de queda e condutores; unidade de tratamento de água (gradeamento, decantação, filtro e desinfecção); bomba de recalque; reservatório de acumulação; reservatório superior (onde pode ser feita a desinfecção) e rede de distribuição com reúso nas bacia sanitárias e na lavagem de pisos e rega de jardim.

**Figura 21** – Esquema simplificado de reúso de água cinza em edificação.

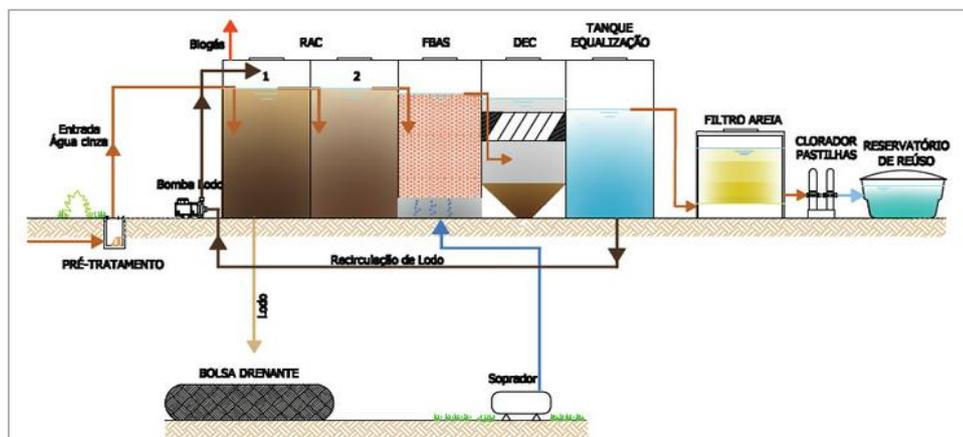


Fonte: [www.bioprojetc.com.br](http://www.bioprojetc.com.br), acesso em 25/07/2016.

Existem muitos sistemas de tratamento de reúso de águas cinzas que podem ser implantados em condomínios residenciais ou em prédios comerciais. Um esquema simplificado mostrado na Figura 22 é de um sistema que possui basicamente as seguintes etapas:

1. Pré-tratamento (gradeamento).
2. Reator anaeróbico compartimentado (RAC).
3. Filtro Biológico Aerado Submerso (FBAS).
4. Decantador secundário (DEC).
5. Tanque de equalização.
6. Filtração terciária (Filtro de areia).
7. Desinfecção (pastilhas de cloro).
8. Reservatório de reúso.

**Figura 22** – Esquema simplificado de tratamento de águas cinzas.



Fonte: [www.fluxoambiental.com.br](http://www.fluxoambiental.com.br), acesso em 25/07/2016.

Um tratamento mais abrangente de águas residuárias para reúso não potável, temos o exemplo da SABESP em São Paulo. O tratamento é do tipo avançado: reator biológico com membranas de ultrafiltração seguido de membranas de osmose, realizado em três Estações de Tratamento de Efluentes da Companhia. A água deste tratamento pode ser utilizada para inúmeras finalidades, como geração de energia, refrigeração de equipamentos, aproveitamento nos processos industriais e limpeza de ruas, praças e feiras (SABESP, 2018). Portanto, a SABESP não trata somente águas cinzas para reúso, mas também, todo esgoto que é o efluente gerado pelos imóveis conectados à rede coletora de esgotos a estas ETEs.

A SABESP iniciou a prática de produção de água de reúso a partir de 1998. Atualmente são produzidos, em média, 468 litros de água por segundo para fornecimento externo ou uso interno da SABESP nas estações Jesus Netto, Barueri e Parque Novo Mundo (SABESP, 2018).

Em 2012, a SABESP implantou o projeto Aquapolo, decorrente de uma parceria com o setor privado, com a produção de água de reúso em larga escala. Trata-se do maior empreendimento para a produção de água de reúso industrial na América do Sul e quinto maior do mundo. Aproximadamente, 1 bilhão de litros de água por mês são destinados ao Polo Petroquímico de Capuava, na região do ABC Paulista, transportada por uma rede de aproximadamente 17 km (SABESP, 2018).

### 3.9 APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA E REÚSO DE ÁGUA CINZA NO MUNDO

Evidências arqueológicas atestam a captura de água da chuva há mais de 4.000 anos, e o conceito de captação da água de chuva na China pode chegar a mais de 6.000 anos (*The Texas Manual on Rainwater Harvesting*, 2005).

Conforme o Guia *Rainwater Harvesting and Utilisation* (2002), os sistemas de coleta e utilização de águas pluviais foram usados desde tempos antigos e provas de captação de telhados remontam aos tempos romanos iniciais, onde moradias romanas e até cidades inteiras eram projetadas para aproveitar a água de chuva como principal fonte de água para beber e para outras finalidades domésticas, pelo menos a 2.000 a.C.

No mundo, provavelmente, o maior reservatório para armazenamento de água de chuva é o Yerebatan Sarayi (Cisterna da Basílica), em Istambul na Turquia. A cisterna foi construída durante o reinado de César Justiniano (d.C. 527-565), imperador bizantino. O tanque mede 140m por 70m e tem capacidade de 80.000 m<sup>3</sup> (*Rainwater Harvesting and Utilisation*, 2002).

Atualmente, muitas cidades ou mesmo países da Europa, da Ásia, da Oceania, da África e das Américas que já sofreram ou ainda sofrem com a escassez da água, desenvolveram tecnologias para solucionar a crise. Utilizam a água da chuva em residências, indústrias, comércio, paisagismo, irrigação de agriculturas, recarga de aquíferos, entre outros.

De acordo com o Guia *Rainwater Harvesting and Utilisation* (2002), segue alguns exemplos de captação de água da chuva e utilização pelo mundo:

Na China, a Província de Gansu é uma das mais secas. A precipitação anual é cerca de 300mm. Desde a década de 80, pesquisas demonstraram que a captação da água de chuva para agricultura era viável. Em 1995/96, o governo provincial implantou o Projeto de Cobertura de Água de Chuva, construindo um campo de coleta com dois tanques de armazenamento de água, para favorecer os agricultores na irrigação de culturas comerciais. A partir de 2000, foram construídos um total de 2.183.000 tanques para armazenamento de água pluvial com capacidade total de 73,1 milhões de m<sup>3</sup>, fornecendo água potável para 1,97 milhões de pessoas e para irrigação de terras, cerca de 236.400 hectares. A partir de então, 17 províncias começaram a adotar a técnica de captação da água de chuva, construindo 5,6 milhões de tanques com capacidade total de 1,8 bilhões de m<sup>3</sup>, fornecendo água potável para aproximadamente 15 milhões de pessoas e para irrigação de terras, cerca de 1,2 milhões de hectares.

Na África, um dos continentes que mais sofre com a escassez de água, o desenvolvimento de técnicas de captação de água de chuva ocorreu mais lentamente do que no Sudeste Asiático. Isto foi devido, em parte, a baixa precipitação pluviométrica que é sazonal; ao pequeno tamanho e número existentes de telhados impermeáveis e custos elevados para a construção dos sistemas de captação de água de chuva, relativo aos rendimentos domésticos típicos. No entanto, atualmente a captação de água de chuva está mais difundida com projetos no Botswana, Togo, Mali, Malawi, África do Sul, Namíbia, Zimbábwe, Moçambique, Serra Leoa Tanzânia e Quênia, entre outros. Desde o final da década de 70, o Quênia lidera com projetos e estratégias de implementação combinados com os esforços dos construtores locais chamados de “fundis” que foram responsáveis pela construção de dezenas de milhares de tanques com materiais de construção disponíveis baratos e abundantes, em ferro-cimento, para o armazenamento de água de chuva em todo o país. Na Tanzânia, a Universidade de Dor es Sallam implantou a tecnologia de coleta de água de chuva para complementar o fornecimento de água canalizada em alguns alojamentos de pessoal. No Botswana, milhares de sistemas de captação de água de chuva de telhados e tanques foram construídos em várias escolas primárias,

clínicas de saúde e em órgãos do governo, através dos conselhos municipais e distritais sob o Ministério do Governo Local, Terra e Habitação.

Em Singapura, quase 86% da população vive em grandes edifícios. Alguns possuem sistemas de captação de água de chuva instalados nos telhados que armazenam a água em cisternas para usos não potáveis. No aeroporto de Changi, a precipitação pluvial das pistas de pouso e das áreas verdes circundantes são desviadas para dois reservatórios de retenção. A água é usada principalmente para fins não potáveis em sistemas de combate a incêndio e lavagem de banheiros. O sistema de captação é responsável por 33% da água total utilizada, resultando em uma economia anual de aproximadamente S\$ 390.000.

De acordo com Tomaz (2010), em muitos países existem incentivos financeiros para a construção e instalação de sistemas de captação e aproveitamento da água de chuva. Cita o caso de Hamburgo na Alemanha onde é concedida uma ajuda de US\$ 1.500,00 a 2.000,00 para quem utilizar água de chuva. Ajudando no controle de picos de cheia durante períodos chuvosos.

No Texas, um dos estados Americanos que mais sofrem com a escassez de água, de acordo com o *The Texas Manual Rainwater Harvesting* (2005), o estado possui programas de incentivos financeiros e isenções fiscais que estimulam a instalação de sistemas de captação de águas pluviais. Os programas incentivam a captação pluvial tanto residencial, quanto comercial e industrial. Além dos incentivos financeiros, as regras administrativas do estado e municípios encorajam o uso da coleta da água de chuva como fonte alternativa. Em adicional as isenções fiscais, duas cidades do Texas oferecem incentivos financeiros na forma de descontos para clientes (dos órgãos responsáveis pelo abastecimento de água) que instalarem sistemas de captação de água de chuva e recuperação de condensado. É o caso da cidade de Austin em que o Departamento de Conservação de Água promove isenções na coleta de água de chuva comercial e industrial. Os clientes podem comprar reservatórios de polietileno de 284 litros a baixo custo (US\$ 60 cada). Os clientes também podem receber um desconto de até \$ 500 no custo de instalação de sistemas pré-aprovados para coleta de água de chuva.

Estudos mais recentes de Wanjiru e Xia (2018) na África do Sul, que possui clima semi-árido e enfrenta insegurança de água e energia, apresentam duas estratégias de controle: controle ótimo de ciclo aberto e controle preditivo de ciclo fechado, visando garantir a operação segura e confiável do sistema de reciclagem de água cinza e coleta de água da chuva enquanto utilizam eficientemente energia associada, nas edificações como alternativas para fornecimento de água para usos não potáveis. A partir do estudo de caso, o sistema proposto com qualquer

estratégia de controle pode economizar o custo da água potável e das águas residuais em até 32,3% e 29,5%, respectivamente, obtendo 35,7% em economia de energia e 31,5% em economias operacionais por mês. Acrescentam, a necessidade de incentivos do governo para tornar os sistemas economicamente mais atrativos que apesar dos benefícios apresentam custos de implementação.

De acordo com Vouvoulis (2018) a escassez de água em regiões áridas e semi-áridas, preocupações com a segurança hídrica em áreas onde a demanda de água excede a disponibilidade de água e requisitos rigorosos e caros para remover nutrientes e contaminantes emergentes da descarga de efluentes para águas superficiais têm impulsionado o reaproveitamento de água em algumas partes do mundo. Na Europa, a prática de usar águas residuais para irrigar plantações está crescendo e está particularmente bem estabelecida em países do mediterrâneo como Espanha, Itália, Chipre e Grécia. Para ilhas e regiões costeiras, a reciclagem de água permite o uso prolongado e, portanto, mais eficiente de água doce evitando a descarga para o mar. Na ilha Gran Canária, por exemplo, do arquipélago das Canárias, 20% da água utilizada em todos os setores é fornecida a partir de águas residuais tratadas, incluindo a irrigação de 5000 ha de tomates e 2500 ha de bananeiras.

#### 4. METODOLOGIA

Para o diagnóstico, partiu-se de um levantamento de dados de empresas da modalidade civil com registros ativos no CREA-RS, consultando-se o Catálogo Empresarial do Conselho, CD-ROM, versão 2016, disponível ao público.

De acordo com o anexo da Resolução Nº 473/2002, do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA), os títulos profissionais são divididos em três grupos: engenharia, agronomia e especiais. No grupo engenharias constam as modalidades: civil, elétrica, mecânica e metalúrgica, química, geologia e minas e agrimensura. No grupo agronomia consta a modalidade agronomia, onde estão inseridas a engenharia agrônômica e a engenharia florestal. No grupo especiais consta a engenharia de segurança do trabalho. O Quadro 3 ilustra algumas graduações das modalidades da engenharia e agronomia que fazem parte do Sistema CONFEA/CREA. Assim sendo, buscaram-se os e-mails das empresas listadas na modalidade da engenharia civil, independentemente do seu campo de atuação e porte, mas que fizessem parte apenas dos 34 municípios da Região Metropolitana de Porto Alegre, e não de todo o estado do Rio Grande do Sul.

**Quadro 3** – Exemplos de graduações das modalidades da engenharia e agronomia do Sistema CONFEA/CREA, exceto tecnólogos.

GRUPO						
	ENGENHARIA		AGRONOMIA		ESPECIAIS	
<b>Modalidade Engenharia</b>	<b>Civil</b>	<b>Graduação:</b>	<b>Modalidade Agronomia</b>	<b>Graduação:</b>	<b>Modalidade Especiais</b>	<b>Especialização:</b>
		Eng. Civil		Eng. Agrônômica		
		Eng. Ambiental				
		Eng. Sanitária				
	<b>Agrimensura</b>	Eng. Agrônômica				
		Agrimensura		Eng. Agrícola		
		Eng. Cartográfica				
	<b>Elétrica</b>	Eng. Elétrica				
		Eng. Eletrônica		Eng. Florestal		
		Eng. da Computação				
	<b>Geologia e Minas</b>	Geologia		Eng. Pesca		
		Eng. Minas				
	<b>Mecânica e Metalúrgica</b>	Eng. Mecânica				
		Eng. Metalúrgica				
<b>Química</b>	Eng. Química					
	Eng. Materiais					
	Eng. Petroquímica					

Fonte: Adaptado do Anexo da Resolução Nº 473/2002, do CONFEA.

Para as informações de quais municípios fazem parte da RMPA, consultou-se a publicação eletrônica de 2016 do Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul, produzida pelo Departamento de Planejamento Governamental da Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão do Estado. Deste modo, os 34 municípios que compõem a RMPA são: Alvorada, Araricá, Arroio dos Ratos, Cachoeirinha, Campo Bom, Canoas, Capela de Santana, Charqueadas, Dois Irmãos, Eldorado do Sul, Estância Velha, Esteio, Glorinha, Gravataí, Guaíba, Igrejinha, Ivoti, Montenegro, Nova Hartz, Novo Hamburgo, Parobé, Portão, Porto Alegre, Rolante, Santo Antônio da Patrulha, São Jerônimo, São Leopoldo, São Sebastião do Caí, Sapiranga, Sapucaia do Sul, Taquara, Triunfo e Viamão.

Por meio do levantamento realizado no catálogo, dentro da modalidade da engenharia civil, consultando-se cada município da RMPA, obteve-se o número total de empresas com registro ativo no CREA-RS e aqui representadas pelo número de e-mails, tanto por município quanto pela região em sua totalidade. O total geral de e-mails obtidos foi de 1.162, não se considerando em primeiro momento e-mails digitados erroneamente no catálogo ou em desuso pela própria empresa.

Através do Catálogo Empresarial, foi possível gerar um documento em formato PDF com todas as empresas da modalidade da engenharia civil, por município. Em cada documento consta a razão social da empresa, seu número de registro no CREA-RS, endereço, telefone e-mail. Por meio do número de registro no CREA-RS, realizou-se a consulta pública de cada empresa individual no site do Conselho, obtendo-se assim o acesso ao objeto social da empresa.

Portanto, foi dividido em sete ramos de atividades principais as 1.162 empresas, para se obter as empresas que trabalham com a construção civil urbana, principalmente projetos e execução de edificações residenciais ou comerciais, caracterizando o ramo de construtoras neste contexto, por município da RMPA. Os sete ramos de atividades foram selecionados de acordo com os objetos sociais registrados no Crea-RS: (1) Prestação de serviços ou comércio de materiais de construção, execução de projetos; (2) Geotécnica, estradas, transportes, saneamento e recursos hídricos; (3) Construtoras de diferentes portes; (4) Prestação de serviços técnicos: orçamentos, planejamento e projetos, viabilidade, análises, vistorias, pareceres, avaliações, perícias, laudos técnicos, consultoria, assessoria, desenhos técnicos, instalações de sistemas contra incêndio; elaboração de PPCI; (5) Manutenção, reformas e conservação de prédios: pisos, revestimentos, isolamento térmico, demolições de edifícios, instalações hidráulicas, elétricas (em baixa tensão), sanitárias e de gás predial; (6) Projeto, fabricação, comércio, montagem de: estruturas metálicas (no âmbito da engenharia civil), andaimes e

moldados de concreto; (7) Prestação de serviço de varrição, capina, limpeza urbana, coleta e transporte de resíduos sólidos urbanos. A Tabela 13 ilustra os sete ramos de atividades das 1.162 empresas dos municípios da RMPA, identificados de (1) a (7). Na horizontal, são mostrados os totais de empresas, por município. Na vertical, o total de empresas para cada um dos sete ramos de atividade avaliados, de acordo com a consulta do objeto social da empresa.

**Tabela 13** – Totais de empresas por município e por ramo de atividade na RMPA.

MUNICÍPIOS	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	TOTAL
Alvorada	0	2	2	1	1	1	2	9
Araricá	0	0	0	0	0	0	0	0
Arroio dos Ratos	0	1	0	0	0	0	0	1
Cachoeirinha	1	3	15	4	2	3	1	29
Campo Bom	0	1	12	3	3	1	0	20
Canoas	2	10	26	9	3	2	2	54
Capela de Santana	0	0	1	1	0	0	0	2
Charqueadas	0	0	2	0	0	1	0	3
Dois Irmãos	0	0	4	0	0	0	0	4
Eldorado do Sul	0	3	2	1	1	0	0	7
Estância Velha	0	0	1	0	0	2	0	3
Esteio	0	0	14	2	1	0	1	18
Glorinha	0	0	1	0	0	0	0	1
Gravataí	1	4	12	3	2	4	0	26
Guaíba	0	4	9	5	2	1	0	21
Igrejinha	0	0	3	0	2	0	0	5
Ivoti	1	0	4	1	2	3	0	11
Montenegro	1	2	8	1	1	2	2	17
Nova Hartz	0	1	1	0	0	0	0	2
Nova Santa Rita	0	1	2	0	0	2	0	5
Novo Hamburgo	2	3	28	7	3	7	1	51
Parobé	0	0	2	0	0	0	0	2
Portão	0	1	2	1	0	2	1	7
Porto Alegre	32	49	379	186	27	41	29	743
Rolante	0	0	2	1	0	0	0	3
Sto Antônio da Patrulha	0	2	3	0	0	0	0	5
São Jerônimo	0	0	0	0	0	0	0	0
São Leopoldo	1	8	33	4	3	6	1	56
São Sebastião do Caí	0	1	1	1	0	3	0	6
Sapiranga	0	0	3	0	1	1	0	5
Sapucaia do Sul	0	1	8	2	2	0	0	13
Taquara	0	1	8	1	1	0	0	11
Triunfo	0	0	2	0	0	1	1	4
Viamão	2	2	7	1	1	5	0	18
<b>TOTAL</b>	<b>43</b>	<b>100</b>	<b>597</b>	<b>235</b>	<b>58</b>	<b>88</b>	<b>41</b>	<b>1.162</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

O porte da empresa somente foi avaliado para as empresas que responderam ao questionário. Entretanto, neste trabalho, o porte adotado constitui a faixa de capital social registrada na empresa como pessoa jurídica no CREA-RS, mostradas na Tabela 14. As faixas são estabelecidas pelo CONFEA.

**Tabela 14** – Faixas de capital social de pessoa jurídica no CREA-RS.

FAIXA	CAPITAL SOCIAL
1	Até R\$ 50.000,00
2	De R\$ 50.000,01 até R\$ 200.000,00
3	De R\$ 200.000,01 até R\$ 500.000,00
4	De R\$ 500.000,01 até R\$ 1.000.000,00
5	De R\$ 1.000.000,01 até R\$ 2.000.000,00
6	De R\$ 2.000.000,01 até R\$ 10.000.000,00
7	Acima de R\$ 10.000.000,00

Fonte: Conselho em Revista do Crea-RS, edição 115, jul/ago/2016.

Para a obtenção do universo de empresas que trabalham com aproveitamento da água de chuva e/ou reaproveitamento de águas cinzas, por município da RMPA, foi utilizado nesta pesquisa o método quantitativo por meio do *Google forms*.

O *Google forms* é uma ferramenta online de criação de formulários e questionários disponibilizada gratuitamente através do *Google Drive*, um serviço de armazenamento e sincronização de arquivos para todos que possuem uma conta digital do *Google*. O acesso ao questionário do *Google forms* pode ser feito por meio de qualquer dispositivo conectado à internet.

O questionário eletrônico pode ser disponibilizado facilmente, uma vez que possui a opção de envio a vários e-mails simultaneamente, promovendo ao público alvo o acesso rápido às perguntas. Além disso, as respostas do questionário aparecem imediatamente na sua própria página para o usuário que o criou, que também recebe um e-mail de alerta. Essa é uma das principais vantagens de visualização dos dados coletados.

O questionário foi elaborado com 13 perguntas, sendo 11 objetivas e 2 discursivas. O critério de seleção das perguntas foi voltado para se obter uma quantificação de empresas da modalidade civil, principalmente construtoras, que trabalham tanto com aproveitamento de água de chuva quanto com reúso de águas cinzas da Região Metropolitana de Porto Alegre, e não da quantificação de empreendimentos de cada empresa.

A primeira pergunta do questionário direcionava a empresa a informar se trabalha com aproveitamento e/ou reúso de águas ou se não trabalha. As demais questões objetivas, da 2 até a 11 solicitavam as seguintes informações: (2) conhecimento de legislação específica existente na área em questão; (3) aplicação das normas da ABNT; (4) existência ou não de projetos em andamento ou sendo executados; (5) para que tipo não-potável os projetos são previstos; (6) se a empresa faz solicitação de análise físico-químicas e microbiológicas para acompanhamento após implantação dos projetos; (7 e 8) etapas dos sistemas de aproveitamento de água de chuva e reúso de águas cinzas que são implementados; (9) quantidade média de água de chuva recolhida nos projetos implantados ou previstos; (10) percentual substituído de água potável nos projetos implantados ou previstos; (11) se a empresa possuía interesse em divulgar seus dados como razão social e locais onde foram executados seus projetos. As perguntas 12 e 13 foram subjetivas: na 12, a empresa tinha a oportunidade de informar quais as maiores dificuldades que encontra para o projeto de aproveitamento da água de chuva ou de reúso de águas servidas; na 13, se haveria a possibilidade de agendamento de visita em algum condomínio onde o seu projeto está ou será implantado, no caso, em qual empreendimento.

Para o envio do questionário padrão, foi elaborada uma carta de apresentação, inserida antes da seção das perguntas, esclarecendo o objetivo da pesquisa. Nesta carta, também foi informado que o período para o recebimento das respostas seria de 30 dias, de 18 de novembro a 18 de dezembro de 2016. O questionário padrão pode ser visualizado no apêndice deste trabalho.

A partir do questionário padrão, 34 cópias foram salvas pelo nome de cada município da RMPA. Desta maneira, cada cópia diferenciada do questionário era enviada aos e-mails das empresas da modalidade civil de cada município, simultaneamente. Os e-mails foram obtidos do levantamento de dados das empresas do catálogo empresarial do CREA-RS, citado inicialmente.

O método utilizado garantiu que as respostas fossem recebidas rapidamente e vinculadas automaticamente por município, na própria página de cada questionário. O *Google forms* proporcionou a opção de visualização por resposta individual, por empresa, ou mesmo pelo sumário de todas, para aqueles municípios onde houve mais de uma resposta.

As empresas que responderam o questionário, antes de iniciá-lo, era requerido a informar um e-mail válido. De posse do e-mail coletado de cada empresa, foi possível localizá-la na listagem gerada em PDF onde continha os dados da empresa, de cada município. Do mesmo modo, localizou-se o número de registro da empresa e posteriormente consultou-se a

página do CREA-RS para verificar o seu objeto social, verificando o ramo principal de atuação e faixa do seu capital social.

Contudo, o envio do e-mail às empresas com o questionário foi para as 1.162 e não somente às 597 construtoras apresentadas na Tabela 13, uma vez que este procedimento foi necessário para garantir que por ventura durante o procedimento de divisão nos ramos de atividades alguma empresa não tenha sido alocada no ramo de construtora, visto que algumas empresas atuam em mais de um ramo de atividade.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo estão apresentados os resultados do questionário aplicado às empresas da modalidade civil da Região Metropolitana de Porto Alegre que possuam registro ativo no CREA-RS. Mostra o número de empresas que receberam o e-mail, a quantidade destas que responderam e que trabalham com projetos e execução de obras, relacionados com o aproveitamento da água de chuva, reúso de águas cinzas ou com os dois casos, tanto em residências, quanto em condomínios residenciais ou comerciais.

### 5.1 RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO APLICADO

O e-mail com o acesso ao questionário foi enviado a 1.162 empresas da RMPA com registro no CREA-RS. Destes, 177 e-mails não foram entregues (retorno de e-mails), sobrando assim efetivamente 985 empresas que receberam a correspondência. Do total das 985 empresas, 23 responderam, sendo que as respostas foram condicionadas para retornarem por município, conforme mostrado na Tabela 15 com o número de respostas e seu percentual correspondente, relativo ao número de empresas por município. Os municípios de Araricá e São Jerônimo não possuem empresas com registro no CREA-RS.

As 23 respostas obtidas correspondem a nove municípios da RMPA: Cachoeirinha, Canoas, Estância Velha, Gravataí, Guaíba, Novo Hamburgo, Porto Alegre, São Leopoldo e Viamão.

A Tabela 16, traz um comparativo entre o total de empresas por município e o número delas que recebeu o questionário, como também, o comparativo entre o número total de construtoras por município e o número delas que recebeu o e-mail.

Logo, a Tabela 17 apresenta que dentre o total geral de 1.162 empresas temos que 597 são construtoras, representando 51,38%, e entre o total de 985 empresas que efetivamente receberam o questionário temos que 501 são construtoras, representando 50,86%. Deste modo, verificamos que a metade das empresas são construtoras, enquadradas neste ramo de atividade devido ao que consta no seu capital social registrado no CREA-RS.

**Tabela 15** - Municípios da RMPA com números de empresas que responderam o questionário.

Municípios	Ano na RMPA	E-mails enviados	Retorno e-mails	Diferença = N° e-mails realmente enviados	Respostas	% por município
Alvorada	1973	9	0	9	0	0%
Araricá	1998	---	---	---	---	---
Arroio dos Ratos	2000	1	0	1	0	0%
Cachoeirinha	1973	29	6	23	1	4,35%
Campo Bom	1973	20	2	18	0	0%
Canoas	1973	54	6	48	1	2,08%
Capela de Santana	2001	2	0	2	0	0%
Charqueadas	1994	3	2	1	0	0%
Dois Irmãos	1989	4	0	4	0	0%
Eldorado do Sul	1989	7	2	5	0	0%
Estância Velha	1973	3	0	3	1	33,33%
Esteio	1973	18	3	15	0	0%
Glorinha	1989	1	0	1	0	0%
Gravataí	1973	26	4	22	1	4,54%
Guaíba	1973	21	4	17	1	5,88%
Igrejinha	2011	5	2	3	0	0%
Ivoti	1989	11	0	11	0	0%
Montenegro	1999	17	3	14	0	0%
Nova Hartz	1989	2	0	2	0	0%
Nova Santa Rita	1998	5	1	4	0	0%
Novo Hamburgo	1973	51	8	43	2	4,65%
Parobé	1989	2	0	2	0	0%
Portão	1989	7	0	7	0	0%
Porto Alegre	1973	743	117	626	14	2,24%
Rolante	2010	3	0	3	0	0%
Sto Ant. da Patrulha	2000	5	0	5	0	0%
São Jerônimo	1999	---	---	---	---	---
São Leopoldo	1973	56	11	45	1	2,22%
São Sebastião do Caí	2012	6	1	5	0	0%
Sapiranga	1973	5	0	5	0	0%
Sapucaia do Sul	1973	13	1	12	0	0%
Taquara	1999	11	2	9	0	0%
Triunfo	1989	4	1	3	0	0%
Viamão	1973	18	1	17	1	5,88%
<b>TOTAL</b>	<b>----</b>	<b>1.162</b>	<b>177</b>	<b>985</b>	<b>23</b>	<b>2,34%</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

**Tabela 16** – Número de construtoras dos municípios da RMPA em relação ao total geral de empresas.

Municípios	Total de empresas	Nº de empresas que receberam e-mail	Total geral de construtoras	Nº de construtoras que realmente receberam e-mail
Alvorada	9	9	2	2
Araricá	0	0	0	0
Arroio dos Ratos	1	1	0	0
Cachoeirinha	29	23	15	14
Campo Bom	20	18	12	10
Canoas	54	48	26	25
Capela de Santana	2	2	1	1
Charqueadas	3	1	2	0
Dois Irmãos	4	4	4	4
Eldorado do Sul	7	5	2	1
Estância Velha	3	3	1	1
Esteio	18	15	14	12
Glorinha	1	1	1	1
Gravataí	26	22	12	9
Guaíba	21	17	9	8
Igrejinha	5	3	3	2
Ivoti	11	11	4	4
Montenegro	17	14	8	6
Nova Hartz	2	2	1	1
Nova Santa Rita	5	4	2	2
Novo Hamburgo	51	43	28	22
Parobé	2	2	2	2
Portão	7	7	2	2
Porto Alegre	743	626	379	315
Rolante	3	3	2	2
Sto Antônio da Patrulha	5	5	3	3
São Jerônimo	0	0	0	0
São Leopoldo	56	45	33	26
São Sebastião do Caí	6	5	1	0
Sapiranga	5	5	3	3
Sapucaia do Sul	13	12	8	7
Taquara	11	9	8	7
Triunfo	4	3	2	2
Viamão	18	17	7	7
<b>TOTAL</b>	<b>1.162</b>	<b>985</b>	<b>597</b>	<b>501</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

**Tabela 17** – Porcentagem de construtoras do total geral de empresas e do número que recebeu e-mail.

Total geral de empresas	Total geral de construtoras	% construtoras do total geral	Nº de empresas que receberam e-mail	Nº de construtoras que receberam e-mail	% construtoras que receberam e-mail
1.162	597	51,38 %	985	501	50,86 %

Fonte: Dados da pesquisa.

## 5.2 ANÁLISE DAS RESPOSTAS DAS EMPRESAS

As respostas das 23 empresas são apresentadas na Tabela 18, sendo específica para a primeira pergunta do questionário. Nesta questão, a empresa inicialmente era direcionada a informar se trabalha com aproveitamento da água de chuva, reúso de águas cinzas, com ambas alternativas ou ainda se não trabalha. Portanto, 10 empresas informaram que trabalham com aproveitamento e/ou reúso de águas e pôde-se eliminar 13 empresas que não trabalham com nenhuma das três alternativas, sendo cinco empresas de quatro municípios (Cachoeirinha, Canoas, Estância Velha e Novo Hamburgo) e mais oito empresas da capital, representando 56,52%. As outras 10 empresas, seis informaram que trabalham com aproveitamento da água de chuva: uma em Gravataí, uma em Guaíba, três em Porto Alegre e uma em São Leopoldo. Para o reúso, uma empresa de Porto Alegre informou que trabalha com águas cinzas. E para o aproveitamento da água de chuva mais reúso de águas cinzas três empresas informaram que trabalham, duas em Porto Alegre e uma em Viamão. O percentual representativo das empresas que trabalham com aproveitamento da água de chuva e/ou reúso de águas cinzas foi de 43,48%.

**Tabela 18** - Total de empresas que trabalham com aproveitamento da água de chuva e/ou reúso de águas cinzas.

Municípios	Aproveitamento água de chuva	Reúso água cinza	Aproveitamento água de chuva + Reúso água cinza	Não trabalha
<b>Cachoeirinha</b>				1
<b>Canoas</b>				1
<b>Estância Velha</b>				1
<b>Gravataí</b>	1			
<b>Guaíba</b>	1			
<b>Novo Hamburgo</b>				2
<b>Porto Alegre</b>	3	1	2	8
<b>São Leopoldo</b>	1			
<b>Viamão</b>			1	
<b>Total individual</b>	6	1	3	13
<b>Total parcial</b>		10		13
<b>Percentual</b>		43,48%.		56,52%.
<b>Total geral</b>			23	

Fonte: Dados da pesquisa.

A Tabela 19 ilustra o ramo de atividade de cada uma das 23 empresas dos nove municípios que responderam o questionário, como também, a faixa do capital social que cada empresa se posiciona, segundo a Tabela 14 que varia de 1 a 7.

Do total das 23 empresas que responderam o questionário, 16 são construtoras, representando 69,57%. As outras sete empresas possuem objeto social diverso de construtoras,

sendo dos municípios de Canoas (1), Novo Hamburgo (1) e Porto Alegre (5), representando 30,43%. Deste modo, os ramos de atividades destas sete empresas são mostrados na Tabela 19.

**Tabela 19** – Ramo de atividade da empresa que respondeu o questionário e sua faixa do capital social.

MUNICÍPIO	Nº DE RESPOSTAS	TRABALHA A <sup>1</sup> e/ou R <sup>2</sup>	RAMO DE ATIVIDADE	FAIXA
Cachoeirinha	1	Não	Construtora	6
Canoas	1	Não	Instalações elétricas (restrito a baixa tensão em edificações) e projetos técnicos.	4
Estância Velha	1	Não	Construtora	2
Gravataí	1	Sim	Construtora	2
Guaíba	1	Sim	Construtora	4
Novo Hamburgo	1 (1ª)	Não	Construtora	3
	1 (2ª)	Não	Serviços de engenharia civil, assessoramento técnico especializado, avaliações e perícias de imóveis.	1
Porto Alegre	1 (1ª)	Não	Projeto e montagem de estruturas metálicas (no âmbito da engenharia civil).	1
	1 (2ª)	Sim	Construtora	2
	1 (3ª)	Não	Construtora	4
	1 (4ª)	Não	Comércio de moldados de concreto armado, material de construção em geral, e prestação de serviços de mão de obra da construção civil em geral.	5
	1 (5ª)	Não	Aluguel de estruturas para eventos como palcos, lonas e pavilhões, grades, pisos e outras estruturas de uso temporário, incluindo montagem e desmontagem; locação de mão-de-obra temporária.	3
	1 (6ª)	Sim	Construtora	3
	1 (7ª)	Sim	Construtora	6
	1 (8ª)	Não	Serviços de topografia, levantamentos topográficos, batimetria; serviços de geotécnica e sondagens; serviços de fiscalização, gerenciamento na área de engenharia civil.	4
	1 (9ª)	Não	Terraplenagem, coleta, transporte e triagem de resíduos domiciliares, operação e gerenciamento de usina de triagem e de aterro sanitário de resíduos domiciliares, limpeza urbana, capina e varrição manual e mecanizada.	3
	1 (10ª)	Sim	Construtora	7
	1 (11ª)	Sim	Construtora	4
	1 (12ª)	Não	Construtora	2
	1 (13ª)	Sim	Construtora	4
	1 (14ª)	Não	Construtora	1
São Leopoldo	1	Sim	Construtora	1
Viamão	1	Sim	Construtora	3
<b>TOTAL:</b>	<b>23</b>	----	----	---

Fonte: Dados da pesquisa.

A<sup>1</sup> = Aproveitamento da água de chuva

R<sup>2</sup> = Reúso de água cinza

Além disso, é mostrado na coluna identificada como (TRABALHA com A e/ou R), da Tabela 19, as 10 empresas do ramo construtora que trabalham com projetos e implantação de aproveitamento da água de chuva e/ou reúso de águas cinzas.

Observou-se na Tabela 19 que o porte das 10 construtoras, em termos de capital social, das quais trabalham com aproveitamento da água de chuva e/ou reúso de águas cinzas foi variado. Deste modo, uma empresa da faixa “1” respondeu; duas empresas da faixa “2” responderam; duas empresas da faixa “3” responderam; três empresas da faixa “4” responderam; uma empresa da faixa “6” respondeu, como também uma empresa da faixa “7” respondeu.

O comparativo total entre o número total de construtoras de cada um dos nove municípios que responderam ao questionário, o número destas que recebeu o questionário e o número de empresas que respondeu está mostrado na Tabela 20. O total de construtoras dos nove municípios são 510, o número de construtoras que recebeu o e-mail foi 427 e o número de empresas deste ramo de atividade que respondeu foi 16.

O percentual de construtoras que respondeu ao e-mail, em relação ao número que efetivamente recebeu a correspondência ficou em 3,75%. Deste modo, menos de 5% das empresas construtoras responderam ao questionário.

**Tabela 20** – Número de construtoras que respondeu ao questionário relativo ao número que recebeu.

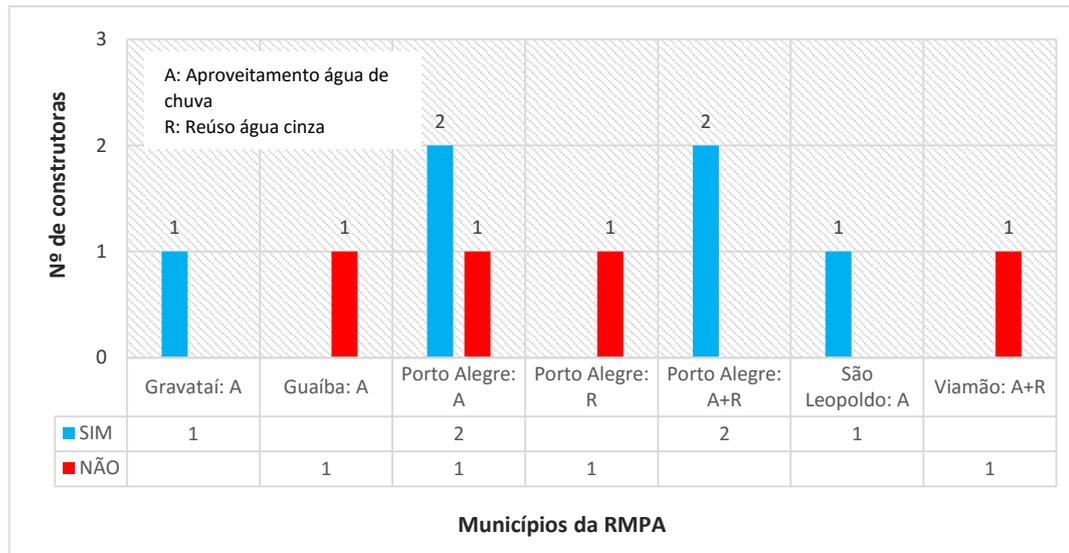
	Nº de Construtoras	Nº de Construtoras que recebeu e-mail	Nº de Construtoras que respondeu
<b>Porto Alegre</b>	379	315	9
<b>São Leopoldo</b>	33	26	1
<b>Novo Hamburgo</b>	28	22	1
<b>Canoas</b>	26	25	0
<b>Cachoeirinha</b>	15	14	1
<b>Gravataí</b>	12	9	1
<b>Guaíba</b>	9	8	1
<b>Viamão</b>	7	7	1
<b>Estância Velha</b>	1	1	1
<b>TOTAL:</b>	<b>510</b>	<b>427</b>	<b>16</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

Nos gráficos das Figuras 23 a 32 são mostradas as respostas das outras 10 perguntas objetivas do questionário, mas sempre referentes as dez empresas dos cinco municípios que possuem atividades relacionadas ao estudo.

O gráfico da Figura 23 foi gerado da questão 2, no qual cada empresa dos cinco municípios assinalou que possui conhecimento da Lei Municipal N° 10.506/2008 e do Decreto Municipal N° 16.305/2009 do município de Porto Alegre. Esta lei “Institui o Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas”, regulamenta pelo decreto. No total, 6 empresas têm conhecimento da lei.

**Figura 23** – Número de empresas da RMPA que possuem conhecimento da Lei 10.506/08.



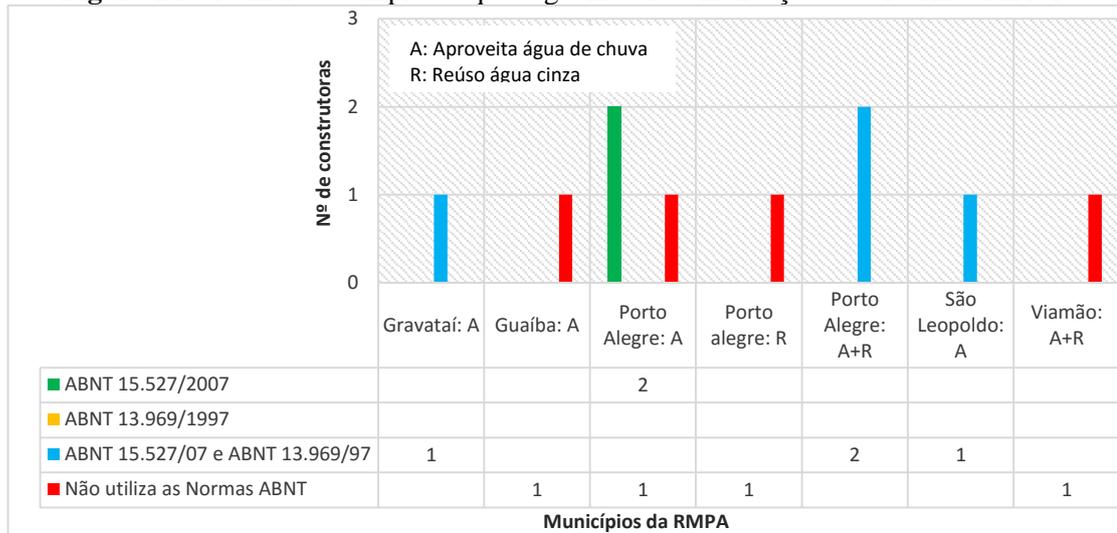
Fonte: Dados da pesquisa.

O município de São Leopoldo possui a Lei Municipal N° 8.665/2017, mas não foi incluída no diagnóstico, uma vez que foi publicada posterior à aplicação do questionário. Em seu Art. 1º determina a adoção de reservatórios de água das chuvas, visando o retardo do escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem, e incentiva o aproveitamento da água de chuva para usos não potáveis.

O gráfico da Figura 24 a seguir, refere-se a questão 3. É o resultado das respostas das dez empresas sobre a utilização em seus projetos das recomendações das Normas da ABNT 15.527/2007 e ABNT 13.969/1997. A Norma ABNT 15.527/2007 fornece os requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Os usos não potáveis citados na norma, após tratamento adequado, são para 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. A Norma ABNT 13.969/1997 é uma norma bastante conhecida e aplicada nos projetos da construção civil, a qual baliza os projetos, construção e operação dos tanques sépticos e unidades de tratamento complementar até a disposição final dos efluentes líquidos domésticos. Além disso, inclui uma

normatização para o reúso de águas servidas de origem essencialmente doméstica, mas para fins não potáveis também, tais como irrigação dos jardins, lavagem dos pisos e dos veículos automotivos, na descarga dos vasos sanitários, na manutenção paisagística dos lagos e canais com água, na irrigação dos campos agrícolas e pastagens. No total, 6 empresas informaram que seguem uma ou ambas as normas da ABNT.

**Figura 24** – Número de empresas que seguem as recomendações das Normas ABNT.



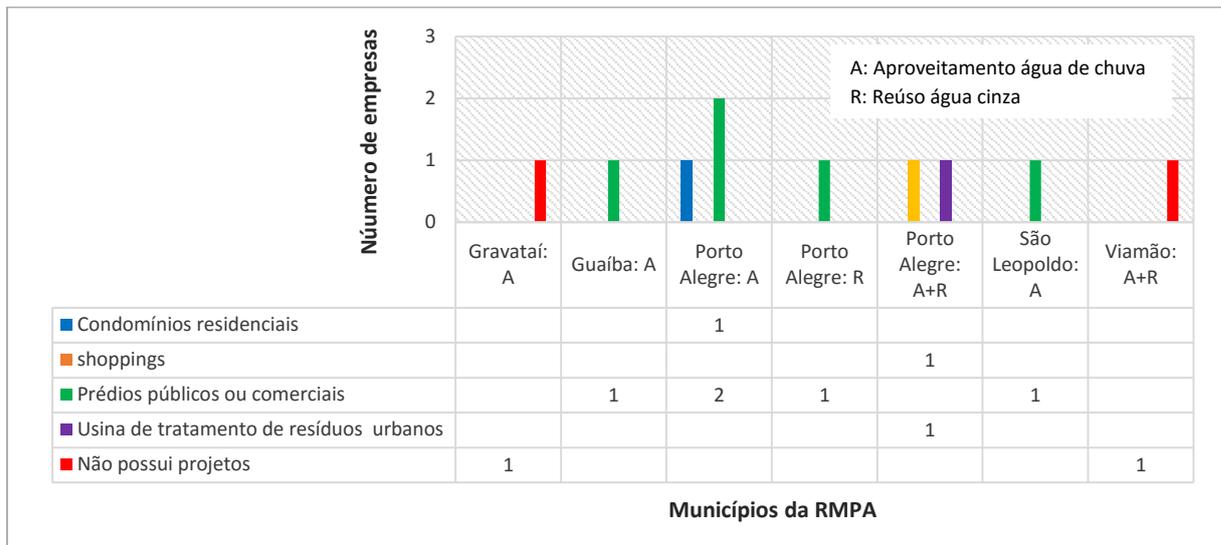
Fonte: Dados da pesquisa.

O gráfico da Figura 25, refere-se à questão 4. É uma pergunta de múltipla escolha, mas cada empresa das 10 que responderam, cada uma marcou apenas uma alternativa. Nesta pergunta, a empresa podia responder se possui projetos de aproveitamento da água de chuva e/ou reúso de águas cinzas implantados e que estejam em funcionamento. Das dez empresas, 80% responderam que possuem algum tipo projeto em andamento. As empresas de Gravataí e Viamão não possuem nenhum projeto atualmente em funcionamento, representando 20% do total. Dentre as alternativas mais marcadas, a presença de projetos em prédios públicos, comerciais ou industriais foi de 62,5% das empresas. Alternativas de projetos em condomínios residenciais e comerciais, shoppings e em usinas de tratamento de resíduos sólidos urbanos ficou com 12,5% cada.

O gráfico da Figura 26, refere-se à questão 5. É uma pergunta de múltipla escolha. Nesta pergunta, a empresa respondia onde os seus projetos de aproveitamento da água de chuva e / ou reúso de águas cinzas são utilizados e para que tipo não potável foram executados. Assim sendo, foi obtido no total 13 respostas para algum tipo de uso dentre as alternativas sugeridas válidas. A alternativa mais assinalada foi irrigação de jardins, representando 38,5% do total marcado. A alternativa para uso em descargas de sanitários obteve 23,1%. A alternativa

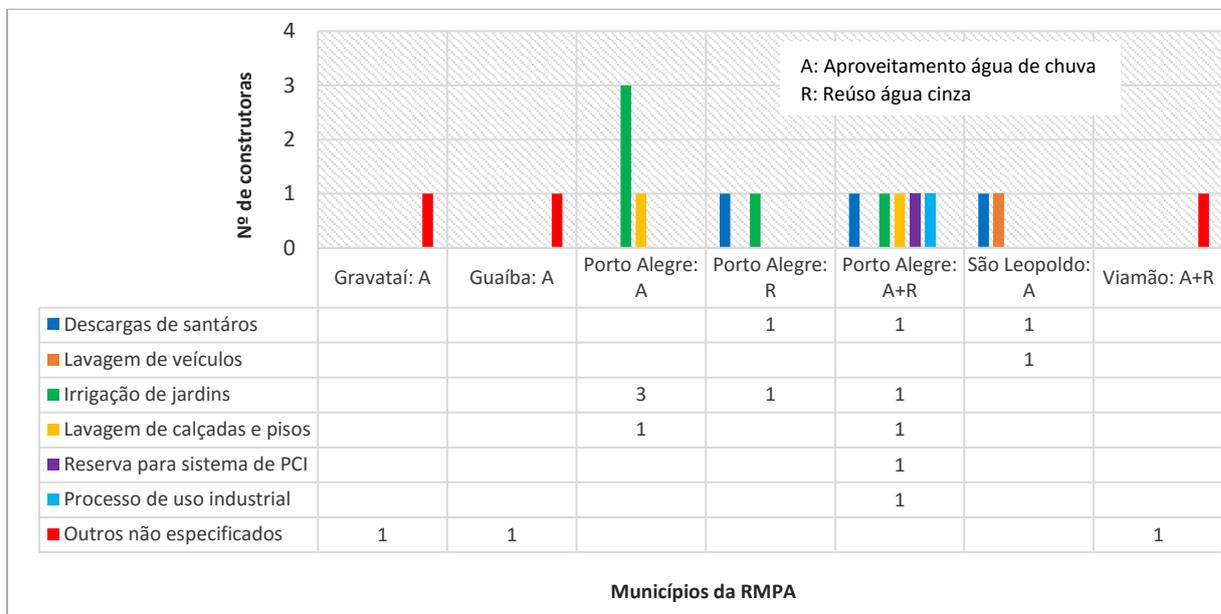
lavagem de pisos e calçadas obteve ficou com 15,2% do total. As alternativas lavagem de veículos, sistemas de combate a incêndio e uso em processo industrial obtiveram cada uma 7,7% do total. As empresas de Gravataí, Guaíba e Viamão responderam que não possuem projetos executados no momento.

**Figura 25** – Mostra por município e empresa onde os projetos estão implantados.



Fonte: Dados da pesquisa.

**Figura 26** – Tipos de consumo NÃO potável implantados pelas empresas (múltipla escolha).

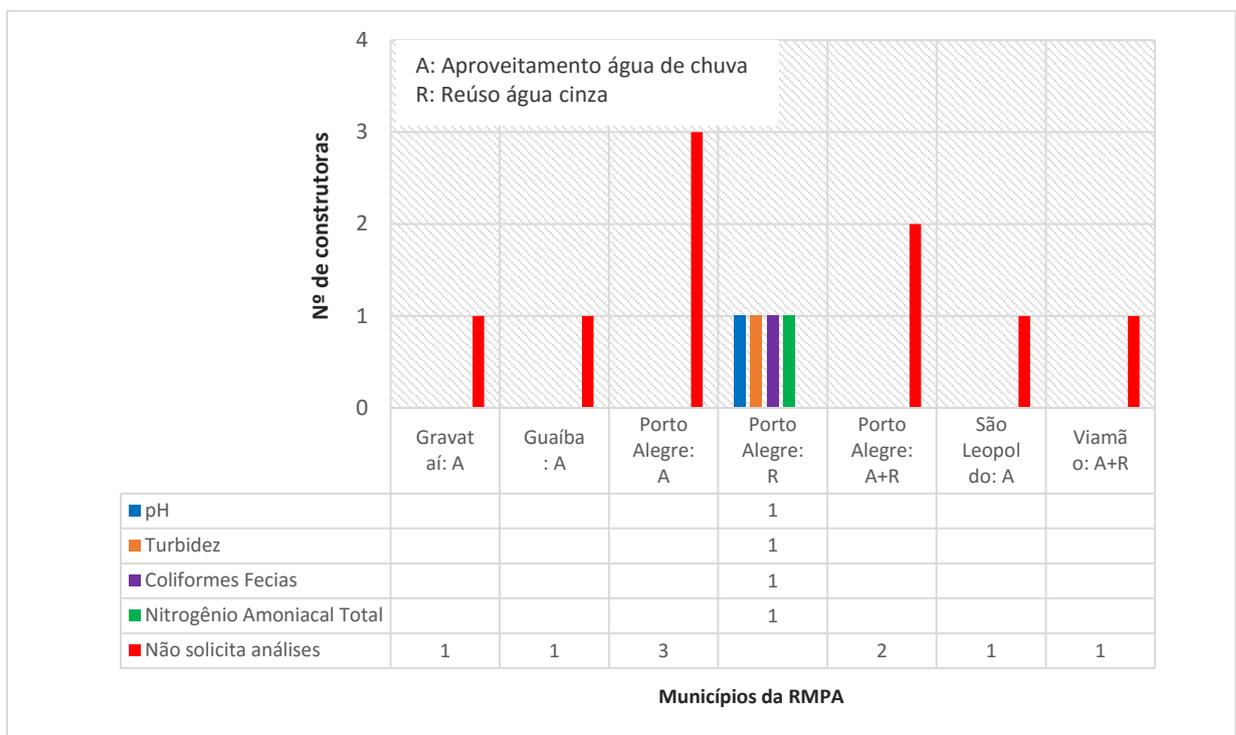


Fonte: Dados da pesquisa.

O gráfico da Figura 27, refere-se à questão 6. Também é uma pergunta de múltipla escolha. Nesta, a empresa podia responder se solicita algum tipo de análises físico-químicas

e/ou microbiológicas da água de chuva e/ou de águas cinzas, após a instalação dos sistemas de tratamento para se certificar de que estão em condições para consumo não potável. Apenas uma empresa de Porto Alegre, que trabalha com reúso de águas cinzas, respondeu que solicita análises dos seguintes parâmetros: pH, Turbidez, Coliformes Fecais e Nitrogênio Amoniacal Total. As demais empresas responderam que não solicitam nenhum tipo de análise. Portanto, observou-se que algumas empresas não levam em consideração o acompanhamento dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos mínimos necessários, tanto quanto se faz o aproveitamento da água de chuva, quanto se trabalha com reúso de água cinzas.

**Figura 27** – Número de empresas que solicitam análises físico-químicas e microbiológicas.

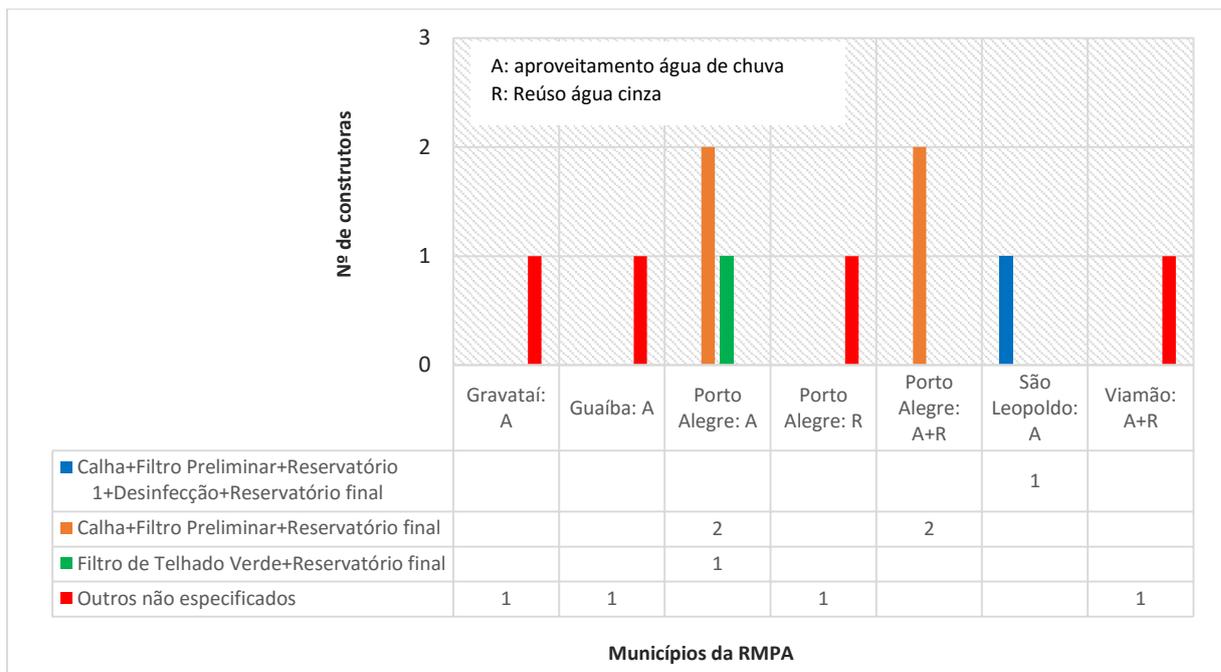


Fonte: Dados da pesquisa.

O gráfico da Figura 28, refere-se à questão 7. Igualmente outra pergunta de múltipla escolha. Nesta, as empresas que trabalham com aproveitamento da água de chuva podiam informar quais sistemas são executados, destacando quais etapas e equipamentos normalmente fazem parte de seus projetos. Uma empresa de Porto Alegre que trabalha com reúso de águas cinzas e a de Viamão que também trabalha com reúso, marcaram não possuem projetos neste quesito. Além destas, as empresas de Gravataí e Guaíba informaram outros não especificados dentre as alternativas apresentadas. As alternativas mais assinaladas pelas outras empresas foram para os seguintes sistemas de tratamento abaixo:

- a) A empresa de São Leopoldo informou que para o aproveitamento de água de chuva, em seus projetos, utiliza: Calha de recolhimento no telhado + Filtro preliminar + Primeiro reservatório após a filtragem + Desinfecção com cloro ou outro agente + Segundo reservatório ou Cisterna para consumo;
- b) Quatro empresas de Porto Alegre, duas que trabalham somente com aproveitamento de água de chuva e duas que trabalham também com reúso de águas cinzas, informaram que utilizam o sistema de: Calha de recolhimento no telhado + Filtro preliminar + Reservatório ou Cisterna para consumo;
- c) Uma empresa de Porto Alegre realiza o aproveitamento de água de chuva, informou que tem implantado em seus empreendimentos o sistema de: Filtro de telhado verde + Reservatório final para consumo;
- d) As empresas de Gravataí e Guaíba que trabalham com aproveitamento de água de chuva não possuem projetos implantados ou outro não especificado no questionário, no momento. Assim como a empresa de Porto Alegre que trabalha com reúso de águas cinzas, e a de Viamão que trabalha tanto com aproveitamento, quanto com reúso.

**Figura 28** – Etapas dos sistemas de aproveitamento da água de chuva que as empresas utilizam.

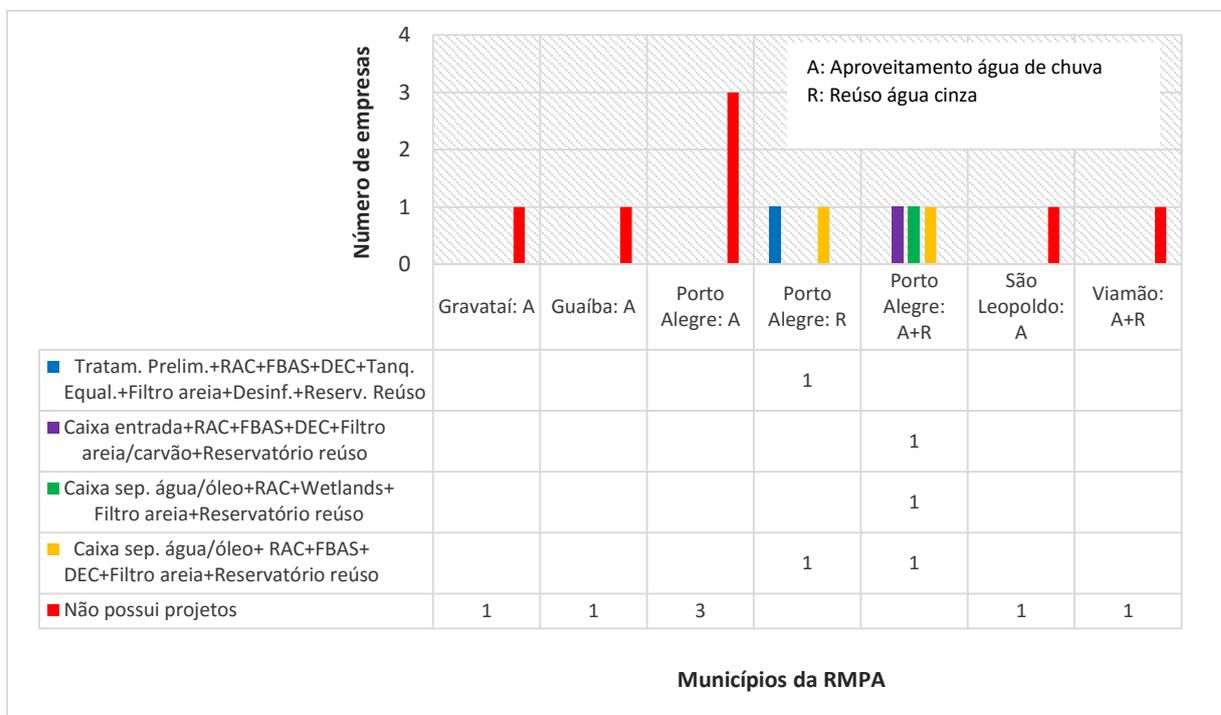


Fonte: Dados da pesquisa.

O gráfico da Figura 29, refere-se à questão 8, de múltipla escolha. Nesta pergunta, as empresas que trabalham com reúso de águas cinzas podiam informar quais sistemas, etapas e equipamentos são utilizados em seus projetos. As empresas que trabalham com aproveitamento da água de chuva marcaram a opção de “não possuem projetos”. As alternativas assinaladas foram:

- a) Uma empresa de Porto Alegre respondeu que trabalha com reúso de águas cinzas, respondeu para os seguintes sistemas de tratamento:
  - i. Tratamento preliminar + Reator Anaeróbio Compartimentado/Filtro Anaeróbio (RAC) + Filtro Biológico (FBAS) + Decantador secundário + Tanque de equalização + Filtro de areia + Desinfecção com cloro + Reservatório final para reúso;
  - ii. Caixa separadora de água/óleo + RAC + FBAS + Decantador secundário + Filtro de areia + Reservatório final para reúso;
- b) Uma empresa de Porto Alegre que trabalha com aproveitamento e reúso de águas cinzas informou as seguintes alternativas:
  - i. Caixa de entrada + RAC + FBAS + Decantador secundário + Filtro de areia/carvão + Reservatório final para reúso.

**Figura 29** – Etapas dos sistemas de reúso de águas cinzas que as empresas utilizam.



Fonte: Dados da pesquisa.

- c) Uma empresa de Porto Alegre que trabalha com aproveitamento e reúso de águas cinzas informou as seguintes alternativas:
- i. Caixa separadora de água/óleo + RAC + Wetlands (Sistema de terras úmidas construído com plantas aquáticas enraizadas, do tipo junco, lírio d'água ou taboa; ou flutuantes do tipo aguapé, alface d'água ou orelha-de-rato) + Filtro de areia + Reservatório final para reúso;
  - ii. Caixa separadora de água/óleo + RAC + FBAS + DEC secundário + Filtro de areia + Reservatório para reúso.

As empresas de Gravataí, Guaíba, São Leopoldo e três de Porto Alegre não possuem projetos implantados, uma vez que trabalham somente com aproveitamento de água de chuva. A empresa de Viamão do mesmo modo não tem projetos de sistemas implantados para o reúso de águas cinzas.

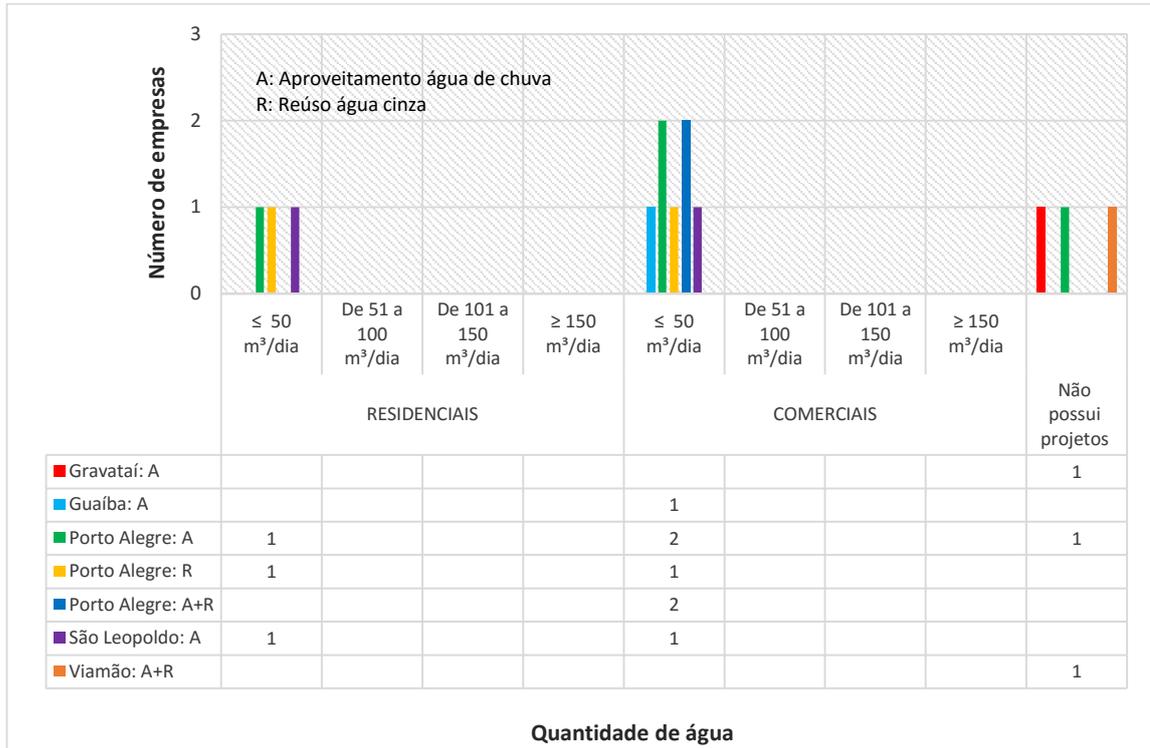
O gráfico da Figura 30, refere-se à questão 9. Nesta pergunta, as empresas informavam qual a quantidade média de água de chuva recolhida nos locais onde foram implantados seus projetos, tanto em locais residenciais quanto comerciais.

As empresas de Gravataí, Viamão e uma empresa de Porto Alegre responderam que não possuem projetos. As outras sete empresas responderam que a quantidade média de água de chuva recolhida para os prédios comerciais é menor ou igual a 50 m<sup>3</sup>/dia, representando 70% das respostas. E 30% das respostas foram para os prédios residências para a mesma quantidade de água captada nos prédios comerciais.

O gráfico da Figura 31, refere-se à questão 10. Nesta pergunta, as empresas informavam em média qual o percentual substituído de água potável nos projetos residenciais e/ou comerciais implantados de aproveitamento da água de chuva ou reúso de águas cinzas. Lembrando que uma mesma empresa poderia marcar o percentual substituído tanto para projetos em locais residenciais quanto para projetos em locais comerciais.

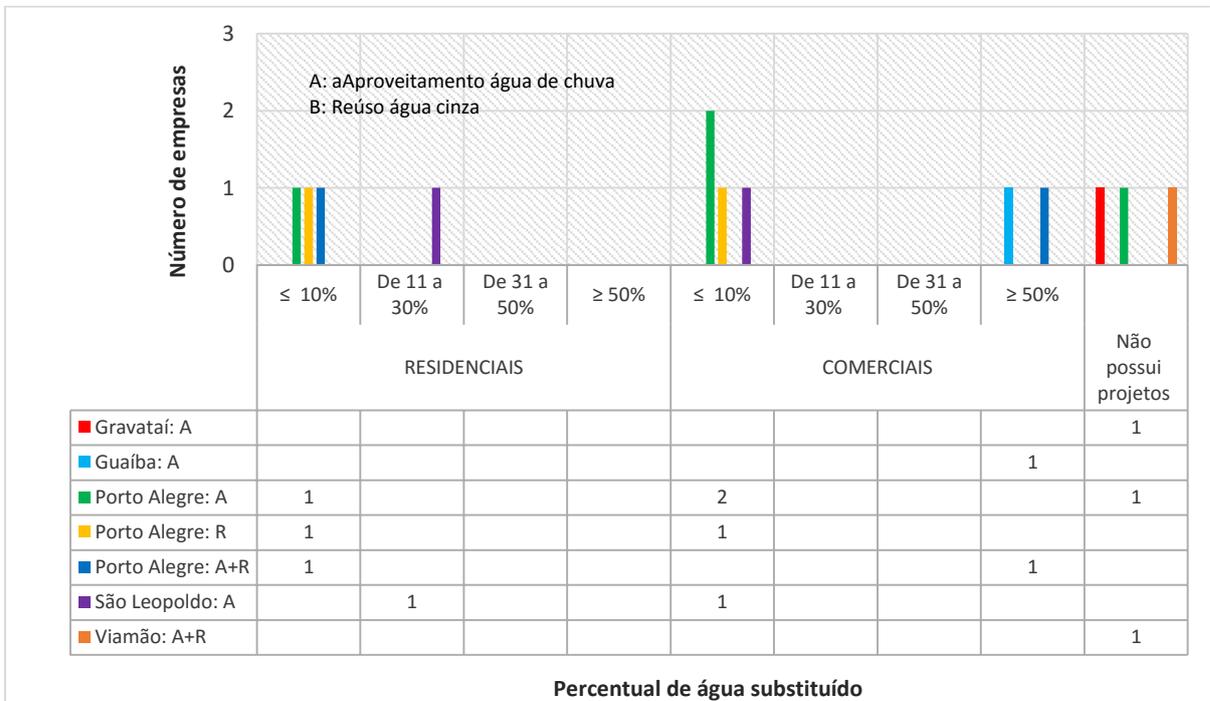
As empresas de Gravataí, Viamão e uma empresa de Porto Alegre responderam que não possuem projetos. Das demais respostas, quatro empresas responderam que a quantidade substituída de água potável em seus projetos comerciais é menor ou igual a 10%. Duas empresas responderam que a quantidade de água potável substituída chega a ser maior ou igual a 50%, em projetos comerciais. Para os projetos residenciais, três empresas informaram que o percentual de substituição de água potável é menor ou igual a 10%, e uma empresa respondeu que o percentual fica entre 11 e 30%.

**Figura 30** – Quantidade média de água de chuva recolhida nos projetos implantados.



Fonte: Dados da pesquisa.

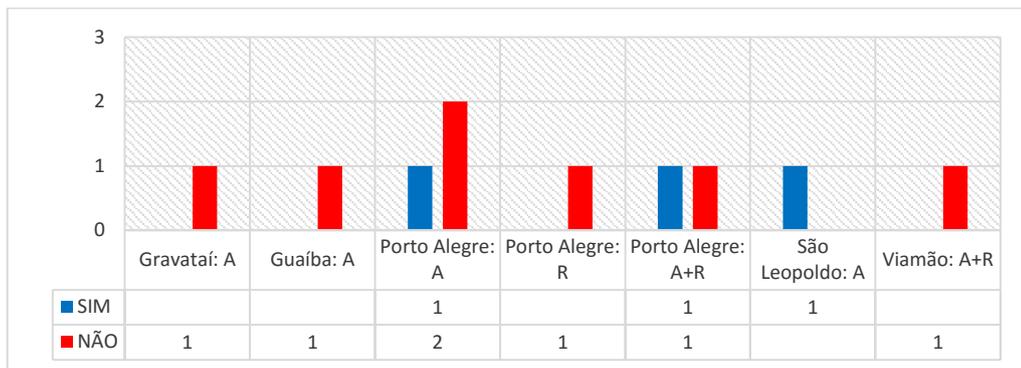
**Figura 31** – Percentual substituído de água potável nos projetos.



Fonte: Dados da pesquisa.

O gráfico da Figura 32, refere-se à questão 11. Nesta pergunta, as empresas informavam o interesse, referente à divulgação de seus dados ou locais dos empreendimentos onde seus projetos foram implantados. Deste modo, três empresas responderam sim, as outras sete não mostraram interesse.

**Figura 32** – Mostra quantas empresas têm interesse em divulgação.



Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com a Tabela 18, **no município de Gravataí**, uma empresa informou que trabalha com aproveitamento da água de chuva. Na questão 2 (Figura 23) e questão 3 (Figura 24), esta mesma empresa respondeu que possui conhecimento da Lei 10.506/2008 e do Decreto 16.305/2009 do município de Porto Alegre, e que utiliza em seus projetos as recomendações das Normas ABNT 15.527/2007 e ABNT 13.969/1997, respectivamente. Acrescenta na questão 12 (discursiva), que a maior dificuldade encontrada é a falta de investimento e incentivos públicos para o desenvolvimento dos projetos.

**No município de Guaíba**, uma empresa informou que trabalha com aproveitamento da água de chuva, conforme Tabela 18, e que possui projeto em funcionamento em prédios comerciais (Figura 25), respondendo que a quantidade média de água de chuva recolhida é de até 50 m<sup>3</sup>/dia (Figura 30), sendo que o percentual de água potável substituído nos projetos é mais que 50% (Figura 31). A empresa acrescentou na questão 12 (discursiva) que a maior dificuldade encontrada está no armazenamento da água de chuva recolhida.

**No município de São Leopoldo**, uma empresa respondeu que trabalha com aproveitamento da água de chuva, como pode ser visto na Tabela 18. Na questão 2 (Figura 23) e questão 3 (Figura 24), esta empresa respondeu que possui conhecimento da Lei Municipal 10.506/2008 e do Decreto Municipal 16.305/2009 do município de Porto Alegre, e que utiliza em seus projetos as recomendações das Normas ABNT 15.527/2007 e ABNT 13.969/1997, respectivamente. Informa que os projetos são para prédios públicos, comerciais ou industriais

(Figura 25), sendo que as águas são aproveitadas para descarga de sanitários e lavagem de veículos (Figura 26). Acrescenta que o sistema utilizado nos projetos contempla as seguintes etapas: Calha de coleta + Filtro Preliminar + 1º Reservatório + Desinfecção + 2º Reservatório/Cisterna para utilização (Figura 28).

Além disso, informa que a quantidade média de água de chuva recolhida pertence a condomínios residenciais e comerciais, em até 50 m<sup>3</sup>/dia, em cada um (Figura 30), e que o percentual substituído de água potável nos projetos é até 10%, tanto em prédios residenciais quanto em comerciais (Figura 31). Na questão 12 (discursiva), a mesma empresa informa que a maior dificuldade encontrada é a falta de interesse por parte das empresas ou condomínios. Adiciona, na questão 13 (discursiva), que o aproveitamento da água de chuva destina-se para o sistema de lavagem de caminhões em uma usina de minério. Contudo, o empreendimento que está em funcionamento é fora do Rio Grande do Sul, é em uma unidade da Gerdau em Simões Filho no estado da Bahia, onde foi instalado um sistema de lavagem de caminhões que transportam minério de ferro para a usina.

**No município de Viamão** uma empresa informou que trabalha com aproveitamento da água de chuva e reúso de águas cinzas, conforme mostrado na Tabela 18. Contudo, em todas as outras questões a empresa informa que não possui nenhum projeto em andamento atualmente como pode ser visualizado nos demais gráficos.

**No município de Porto Alegre** houve retorno de seis empresas, que informaram que trabalham com aproveitamento da água de chuva e/ou reúso de águas cinzas, de acordo com a Tabela 18. Destas, três responderam que trabalham com aproveitamento da água de chuva, uma empresa respondeu que trabalha com reúso de águas cinzas e duas empresas responderam que trabalham tanto com aproveitamento quanto com reúso.

Nos gráficos das figuras de 23 a 32, são mostradas as respostas das seis empresas identificadas como “Porto Alegre: A” (três empresas que trabalham com aproveitamento da água de chuva); “Porto Alegre: R” (uma empresa que trabalha com reúso de águas cinzas) e “Porto Alegre: A + R” (duas empresas que trabalham com aproveitamento e / ou reúso de águas).

Na Tabela 21 está ilustrada uma síntese mais detalhada de 10 das 11 perguntas objetivas do questionário, referente as seis empresas do município de Porto Alegre, as quais aparecem identificadas na tabela como:

- “a”, “b” e “c” : trabalham com aproveitamento de água de chuva;

- “d”: trabalha com reúso de águas cinzas;
- “e” e “f”: trabalham tanto com aproveitamento de água de chuva quanto com reúso de águas cinzas.

**Tabela 21** – Síntese das respostas das empresas de Porto Alegre.

Questionário síntese: Porto Alegre (6 empresas: a + b + c + d + e + f)		Aproveitamento água de chuva	Reúso água cinza	Aproveita mento + Reúso
<b>1. Número de empresas que trabalham com:</b>		a + b + c	d	e + f
<b>2. Conhecimento da Lei 10.506/2008 de Porto Alegre:</b>		b + c		e + f
		a	d	
<b>3. Utilização das Normas da ABNT:</b>	ABNT 15.527/07.	b + c		
	ABNT 15.527/07 e ABNT 13.969/97.			e + f
	Não utiliza.	a	d	
<b>4. Projetos implantados /funcionamento :</b>	Condomínios residenciais e comerciais.	c		
	Shoppings.			f
	Prédios públicos, comerciais/industriais.	a + b	d	
	Usina tratamento de RSU.			e
<b>5. Tipos de consumo NÃO potáveis para que os projetos das empresas se destinam:</b>	Descargas de sanitários.		d	e
	Uso industrial.			e
	Irrigação de jardins.	a + b + c	d	f
	Lavagem de calçadas e pisos.	c		f
	Reserva para sistema de PCI.			e
<b>6. Análises físico-químicas e microbiológicas solicitadas:</b>	pH.		d	
	Turbidez.		d	
	Coliformes Fecais.		d	
	Nitrogênio Amoniacal Total.		d	
	Não solicita.	a + b + c		e + f
<b>7. Etapas dos Sistema de aproveitamento da água de chuva:</b>	Calha+FIL+Trat. Prel.+RES	a + b		e + f
	Fil. telhado verde+RES	c		
	Não possui projetos.		d	
<b>8. Etapas dos Sistemas de reúso de águas cinzas:</b>	Trat. Prel.+RAC+FBAS+DECs + EQ+Filtro areia+DES+RES.		d	
	CxE+RAC+FBAS+DECs+Filtro areia/carvão+RES Reúso			e
	CSAO+RAC+Wetlands+Filtro areia+RES.			f
	CSAO + RAC + FBAS+DEC+Filtro areia+RES		d	f
	Não possui projetos.	a + b + c		
<b>9. Quantidade média de água de chuva recolhida:</b>	≤ 50 m <sup>3</sup> /d – resid./comerciais.	b	d	
	≤ 50 m <sup>3</sup> /d – comerciais.	a		e + f
	Não possui projetos.	c		
<b>10. Percentual substituído de água potável nos projetos:</b>	Residenciais: ≤ 10%	b	d	
	Comerciais: ≤ 10%	a + b	d	f
	> 50%			e
	Não possui projetos:	c		
<b>11. Interesse na divulgação nos dados da empresa.</b>	Sim	c		e
	Não	a+b	d	f

Fonte: Dados da pesquisa.

Na questão 2, as empresas “b”, “c”, “e” e “f” informaram que possuem conhecimento da Lei Municipal 10.506/2008 de Porto Alegre, que “Institui o Programa de Conservação, Uso Racional e reaproveitamento das Águas”, e do Decreto 16.305/2009 que regulamenta a lei.

Na questão 3, as empresas “b” e “c” afirmam que utilizam em seus projetos a Norma da ABNT 15.527/2007. As empresas “e” e “f” utilizam tanto esta norma como também a ABNT 13.969/2007. E as empresas “a” e “d” não utilizam estas normas.

Na questão 4, a empresa “c” informou que possui projetos implantados em condomínios residenciais e comerciais. A empresa “f” possui projetos em shoppings. As empresas “a”, “b” e “d” informaram que seus projetos são para prédios públicos, comerciais ou industriais e a empresa “e” respondeu que possui projeto para uma usina de tratamento de resíduos sólidos urbanos.

Em relação ao consumo não potável a que os projetos se destinam, conforme questão 5, as empresas “d” e “e” informaram que são para descargas de sanitários em edifícios residenciais, públicos, comerciais ou industriais. A empresa “e” acrescenta ainda para uso em processo industrial e como reserva em sistema de Prevenção Contra Incêndio (PCI). As empresas “a”, “b”, “c”, “d” e “f” informaram que são utilizados nas irrigações de jardins e as empresas “c” e “f” fazem projetos para sistemas que se destinam à lavagem de calçadas e pisos.

Na questão 6, a empresa “d”, que trabalha com reúso de águas cinzas, foi a única a responder que solicita análises físico-químicas e microbiológicas das águas com destino ao consumo não potável como pH, Turbidez, Coliformes fecais e Nitrogênio amoniacal total.

Na questão 7, as empresas “a”, “b”, “e” e “f” informaram que as etapas propostas nos projetos de aproveitamento de água de chuva são: Calha para o recolhimento da água mais Filtro preliminar, seguindo para o Reservatório ou Cisterna para utilização. A empresa “c” informou que a água da chuva passa por um Filtro de telhado verde e após para um Reservatório para utilização. A empresa “d” não possui projetos na área de aproveitamento de água de chuva.

Na questão 8, a empresa “d” respondeu que seus projetos contemplam dois tipos de sistemas. Primeiro com as seguintes etapas: Tratamento preliminar + RAC/FA (Reator Anaeróbio Compartimentado/Filtro Anaeróbio) + FBAS (Filtro Biológico Aerado Submerso) + DEC + Tanque de equalização + Filtro de areia + Desinfecção com cloro e Reservatório final para reúso. Segundo com as seguintes etapas: Caixa separadora de água/óleo + RAC + FBAS + DEC + Filtro de areia + Reservatório para reúso.

Ainda na questão 8, a empresa “e” respondeu que seus projetos contemplam sistemas com as seguintes etapas: Caixa de entrada + RAC + FBAS + DEC + Filtro areia/carvão + Reservatório para reúso. Por fim, a empresa “f” respondeu que as etapas contempladas em seus sistemas de reúso de águas cinzas são: Caixa separadora água/óleo + RAC + Wetlands (sistemas de terras úmidas). Além disso, utiliza também o segundo sistema descrito para a empresa “d”.

A questão 9 refere-se à quantidade média de água de chuva recolhida nos sistemas projetados, sendo que as empresas “b” e “d” responderam que recolhem até 50 m<sup>3</sup>/dia, tanto em condomínios residenciais como comerciais. As empresas “a”, “e” e “f” responderam que recolhem também até 50 m<sup>3</sup>/dia, mas somente em condomínios comerciais. E a empresa “c” não possui projetos.

A questão 10 solicita informações quanto ao percentual substituído de água potável nos projetos implantados. As empresas “b” e “d” informaram que até 10% em condomínios residenciais. As empresas “a”, “b”, “d” e “f” em até 10% em condomínios comerciais. E a empresa “e” em mais de 50% em condomínios comerciais. A empresa “c” respondeu que não possui projetos.

Na questão 11, solicitava-se a informação se a empresa teria interesse que sua razão social, endereço e locais de seus projetos implantados fossem divulgados. Sendo assim, apenas a empresa “e” respondeu sim, as outras cinco responderam não.

Além das 11 questões objetivas, algumas empresas responderam as questões subjetivas, sendo que na questão 12 solicitava-se que a empresa informasse se encontrava alguma dificuldade para seus projetos de aproveitamento da água de chuva ou de reúso de águas cinzas. Deste modo, as seis empresas de Porto Alegre responderam se possuem ou não dificuldades para implantarem seus projetos como segue:

- Empresa “a”: falta de disponibilidade de investimentos do cliente.
- Empresa “b”: os projetos são exigidos para órgãos públicos, contudo estes acabam não mantendo o sistema em funcionamento.
- Empresa “c”: informa que seus sistemas são simples, destinados apenas a irrigação de jardins.
- Empresa “d”: manter o bom desempenho dos equipamentos.
- Empresa “e”: não possui nenhuma dificuldade.
- Empresa “f”: convencer o cliente investidor sobre obras de sustentabilidade.

### 5.3 VISITA A UM EMPREENDIMENTO

A questão 13 perguntava sobre a possibilidade de agendamento de visita a um dos empreendimentos em que a empresa tenha implantado ou em fase de execução de algum de seus projetos. A empresa que possibilitou a visita é de Porto Alegre e trabalha com aproveitamento da água de chuva, identificada como “c”. Assim, a empresa indicou para a visita um prédio comercial de seis andares no Bairro Menino Deus, em Porto Alegre, onde é feito o aproveitamento da água de chuva para a rega das floreiras das janelas da edificação.

O sistema de aproveitamento da água de chuva deste Condomínio é composto por um telhado vivo, na cobertura, de aproximadamente de 250 m<sup>2</sup>, no qual possui um sistema de drenagem que conduz a água para uma tubulação de 150 mm até um reservatório de 3.000 L localizado em área aberta, no terraço do sexto andar a um desnível de 3 metros da cobertura. A água coletada nesta caixa não recebe tratamento e é destinada para a rega das floreiras das janelas localizadas tanto na frente quanto nos fundos do prédio.

Na Figura 35 são mostradas as imagens frontal do Condomínio visitado. A figura 33(a) foi retirada do *Google Earth*, capturada em outubro de 2017. A figura 33 (b) é de setembro de 2018, produção própria.

**Figura 33** – Vista frontal do condomínio comercial visitado em Porto Alegre.



(a) Fonte: *Google Earth*, outubro de 2017.

(b) Fonte: Produção própria, setembro de 2018.

O nível de água no reservatório que armazena a água de chuva é garantido por um terço de água da rede pública, acionado pelo sistema de boia afogada que garante o preenchimento. A água deste reservatório é bombeada para a tubulação que leva a água para a irrigação das plantas. Em cada floreira o sistema funciona por gotejamento e a rega normalmente é realizada diariamente, nos períodos da manhã e final de tarde.

Na Figura 34 são mostrados o caixa de 3.000L que recolhe a água de chuva, localizada no terraço do prédio. A figura 34(a) mostra o detalhe da tubulação de 150mm que liga a cobertura à caixa. A figura 34 (b) mostra a caixa, na qual está ligada uma bomba de sucção para levar água até as tubulações das floreiras. Segundo relatos do zelador que acompanhou a visita, foi necessária a instalação da bomba, uma vez que a água não chegava até as floreiras apenas pela gravidade.

**Figura 34** – Caixa de 3.000L que armazena água de chuva no Condomínio.



(a) Fonte: Produção própria, setembro de 2018.

(b) Fonte: Produção própria, setembro de 2018.

A Figura 35 mostra as floreiras, sendo uma em cada janela no prédio, tanto da frente quanto dos fundos. Todas recebem água do reservatório de armazenamento de água de chuva, através da tubulação de 25mm. Na falta de água no reservatório, as floreiras são regadas com água da rede pública.

**Figura 35** – Floreiras das janelas do Condomínio: (a) frente e (b) fundos do prédio.



(a) Fonte: Produção própria, setembro de 2018. (b) Fonte: Produção própria, setembro de 2018.

A Figura 36 mostra o telhado verde na cobertura do prédio. No figura 36(b) as duas caixas d'água de 5.000L cada que aparecem são de água potável e são destinadas ao abastecimento do condomínio e para emergência contra incêndios.

**Figura 36** – Telhado verde na cobertura do Condomínio Comercial visitado.



(a) Fonte: Produção própria, setembro de 2018.

(b) Fonte: Produção própria, setembro de 2018.

## 6. CONCLUSÃO

O diagnóstico mostrou que das 985 empresas que receberam o questionário apenas 23 responderam, representando 2,34%. Em relação ao número de empresas do ramo de atividade construtora, temos que 427 receberam o questionário e 16 responderam, representando 3,75%. Entretanto, dentre as 23 empresas que retornaram 16 são construtoras, representando 69,57%. Por sua vez, das 16 construtoras, temos que 10 informaram que trabalham com projetos e implementação de sistemas de aproveitamento de água de chuva e/ou reúso de águas cinzas, representando 62,50%.

Do total das 10 construtoras que informaram que trabalham com aproveitamento da água de chuva e/ou reúso de águas cinzas, observou-se que nove trabalham com aproveitamento pluvial. Destas nove, três também informaram que trabalham com reúso de águas servidas. Assim, em uma análise comparativa aos projetos de sustentabilidade, entre as duas alternativas, constatou-se que é mais vantajoso para a própria empresa quanto para o cliente, a implementação de sistemas de aproveitamento da água de chuva, uma vez que estes apresentam simplicidade na sua execução e fácil manutenção.

Constatamos ainda que em termos de conhecimento e aplicabilidade da legislação existente, temos que quatro das seis construtoras do município de Porto Alegre que praticam implementação de projetos de captação e armazenamento de água pluvial ou reúso de águas servidas responderam que conhecem a legislação específica sobre o aproveitamento da água de chuva, Lei nº 10.506/2008, do município de Porto Alegre, e também utilizam as recomendações das Normas da ABNT 15.527/2007 e ABNT 13.969/1997 em seus projetos.

De acordo com as repostas das 10 construtoras, temos que 50% delas possuem seus projetos implementados em prédios públicos ou comerciais; 10% em prédios residenciais; 10% em shoppings. Uma empresa respondeu que possui projeto para uma usina de tratamento de resíduos urbanos e duas delas informaram que não possuem projetos implementados.

Em relação as respostas das 10 construtoras, referente a pergunta sobre a utilização de consumo não potável da água de chuva ou do reúso de água cinza, temos que 38,5% responderam para irrigação de jardins; 23% para descargas de sanitários; 15,4% para lavagem de pisos e calçadas; 7,7% para lavagem de veículos; 7,7% para sistemas de proteção contra incêndio, e três empresas responderam para outros não especificados ou que não possuem projetos implementados.

Notamos que apenas a empresa do ramo de atividade construtora e na faixa “4” de capital social que trabalha com reúso de águas cinzas, do município de Porto Alegre, solicita análises físico-químicas e microbiológicas da água de reúso, após implantação dos sistemas. Os parâmetros de acompanhamento informado foram: pH, Turbidez, Nitrogênio Amoniacal Total e Coliformes Fecais.

Em relação a pergunta “7” do questionário sobre quais etapas e equipamentos os sistemas de aproveitamento da água de chuva contemplam, a alternativa mais informada pelas construtoras, que trabalham com aproveitamento, foi a que descrevia sistemas com: calha para captação da água de chuva; filtro preliminar para remoção dos galhos, folhas e outros detritos e reservatório final ou cisterna, representando 66,7%. A alternativa que continha a descrição de sistema com calha, filtro preliminar, primeiro reservatório, desinfecção e reservatório final, representando 16,7%. E uma empresa informou o sistema de filtro com telhado verde mais o reservatório final, representando também 16,7%.

Em relação a pergunta “8” do questionário, direcionada às empresas que trabalham com projetos e implementação de águas cinzas, referia-se a quais etapas e equipamentos os sistemas contemplam. A alternativa mais informada foi sistemas com caixa separadora de água/óleo, reator anaeróbio compartimentado, filtro biológico aerado submerso, decantador secundário, filtro de areia e reservatório final, representando 40% das alternativas. Outras três alternativas da pergunta que aparecem na Figura 29 ficaram com 20% cada.

Constatamos que a quantidade média de água de chuva recolhida nos condomínios, informadas pelas construtoras que trabalham com sistemas de aproveitamento da água de chuva ficou em até 50 m<sup>3</sup>/dia, tanto para prédios residenciais, quanto para comerciais. E o percentual substituído de água potável mais informado foi de até 10%, nos projetos implementados em condomínios residenciais e comerciais.

Embora existam esforços das empresas desenvolvendo projetos que viabilizem o aproveitamento da água de chuva e o reúso de águas cinzas em residências, condomínios, escolas, shoppings, indústrias, entre outras, ainda é incipiente a conscientização sobre a limitação e o uso racional da água potável. Além disso, a forma como a água é gerenciada e preservada nos recursos hídricos é um desafio a ser enfrentado em um futuro próximo.

Ainda, as dificuldades mais relatadas pelas empresas foram: a falta de incentivos do setor público, conscientização do cliente sobre o investimento de obras de cunho sustentável, disponibilidade de pessoa responsável à manutenção dos sistemas instalados em condomínios,

gerenciamento e manutenção de sistemas instalados em órgãos públicos, disponibilidade de investimento do proprietário e melhores equipamentos destinados aos projetos de aproveitamento de água pluvial e reúso de águas cinzas.

## **7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

- Diagnóstico de empresas que trabalham com projetos de aproveitamento de água de chuva nos municípios das regiões da campanha e sul do RS que sofrem no verão com longos períodos de estiagem.
- Mapeamento de residências e condomínios residenciais ou comerciais que possuem sistema de aproveitamento de água de chuva por cisternas, na região da campanha e sul do RS, focando sobre os benefícios de se armazenar água pluvial para os períodos de estiagem.
- Diagnóstico de empresas que trabalham com aproveitamento de água de chuva ou reúso de águas no litoral norte do estado do Rio Grande do Sul. Principais usos.
- A importância das legislações para a implantação dos sistemas de aproveitamento da água de chuva e de reúso de águas cinzas.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Cadernos de recursos hídricos: disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil**. Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA: 2005. 134 p.

\_\_\_\_\_. **Atlas Brasil: abastecimento urbano de água: panorama nacional**. Agência Nacional de Águas; Engecorps/Cobrape. Brasília: ANA: Engecorps/Cobrape. 2010. v.1. 68 p., il.

\_\_\_\_\_. **Atlas Brasil: abastecimento urbano de água: resultados por estado**. Agência Nacional de Águas; Engecorps/Cobrape. Brasília: ANA: Engecorps/Cobrape. 2010. v. 2. 88 p., il.

\_\_\_\_\_. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: regiões hidrográfica brasileiras - edição especial**. Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA. 2015. 163 p., il.

\_\_\_\_\_. **Conjuntura dos recursos hídricos: informe 2016**. Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA. 2016. 95 p., il.

\_\_\_\_\_. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017: relatório pleno**. Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA. 2017. 169 p., il.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Água, fatos e tendência**. Brasília: ANA/CEBDS. 2009. 36 p.

ANA;FIESP;SindusCon-SP. **Conservação e Reúso de água em Edificações**. São Paulo: Prol Editora Gráfica. 2005. 151 f.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.969: tanques sépticos - unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – projeto, construção e operação**. Rio de Janeiro: ABNT, 1997. 60 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 15.527: água de chuva – aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2007. 8 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA. **ABCMAC**. Histórico. Disponível em: <<http://www.abcmac.org.br/index.php?modulo=historico>>. Acesso em: 29 mai. 2017.

BAZZARELLA, Bianca Barcellos. **Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não-potável em edificações**. 2005. 165 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Vitória, 2005.

BERTOLO, Elisabete de Jesus Peres. **Aproveitamento da água da chuva em edificações**. 2006. 204 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Porto. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto, 2006.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm)>. Acesso em: 20 dez. 2017.

BRASIL. Lei nº 13.501, de 30 de outubro de 2017. Altera o art. 2º da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, para incluir o aproveitamento de águas pluviais como um de seus objetivos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 31 out. 2017. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2017/lei/l13501.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13501.htm)>. Acesso em: 20 dez. 2017.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 54, de 28 de novembro de 2005. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 9 mar. 2006. Disponível em: <[http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=14](http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=14)>. Acesso em: 20 dez. 2017.

BRASIL. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2010**: <<https://cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=&coduf=43&search=rio-grande-do-sul>>. Acesso em: 27 dez. 2017.

BRASIL. **INMET**. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 10 fev. 2018.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental-SNSA. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. SNIS: **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2015**. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2017. 212 p., il.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social. **Programa Cisterna**. Disponível em: <<http://mds.gov.br/assuntos/seguranca-alimentar/acesso-a-agua-1/programa-cisternas>>. Acesso em: 16 jan. 2018.

BRASILIA. Lei Complementar nº 929, de 28 de julho de 2017. Dispõe sobre dispositivos de captação de águas pluviais para fins de retenção, aproveitamento e recarga artificial de aquíferos em unidades imobiliárias e empreendimentos localizados no Distrito Federal e dá outras providências. **Diário Oficial do Distrito Federal**, Brasília, DF, 1 de ago 2017. Disponível em: <[http://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/e8ac10b417504d6fb30227641c9bd949/LC\\_929.html#art18](http://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/e8ac10b417504d6fb30227641c9bd949/LC_929.html#art18)>. Acesso em: 10 abr. 2018.

BROTHERS SOLAR. **Your construction's partner**. Disponível em:  
<<http://www.brothersbh.com/>>. Acessado em: 23 fev. 2018.

CAVALCANTI, Nilton B., BRITO, Luiza T. de L., RESENDE, Geraldo M. **Capacidade de captação da água de chuva em cisternas de comunidades da zona rural do município de Petrolina, Pernambuco**. 5º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, Teresina, PI, 11-14 jul 2005.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DE SÃO PAULO. **SABESP**. Água de reúso. Disponível em:  
<<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=569>>. Acesso em: 21 dez. 2018.

COMPANHIA RIOGRANDENSE DE SANEAMENTO. **CORSAN**. Disponível em:  
<<http://www.corsan.com.br/inicial>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA. **CONFEA**. Resolução nº 473, de 26 de novembro de 2002. Institui Tabela de Títulos Profissionais do Sistema Confea/Crea e dá outras providências. Brasília, DF. Disponível em: <[www.confea.org.br](http://www.confea.org.br)>. Acesso em: 20 dez. 2017.

CONSELHO EM REVISTA. **CREA-RS**. Porto Alegre. n. 115. jul/ago/2016. 48 p.

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA DO RIO GRANDE DO SUL. **CREA-RS**. Disponível em: <<http://www.catalogocrea-rs.com.br/>>. Acesso em: 5 jul. 2016.

CURITIBA. Lei Municipal nº 10.785, de 18 de setembro de 2003. Cria no município de Curitiba, o programa de conservação e uso racional da água nas edificações – PURAE. **<https://leismunicipais.com.br>**. Disponível em:  
<<https://leismunicipais.com.br/a/pr/c/curitiba/lei-ordinaria/2003/1078/10785/lei-ordinaria-n-10785-2003-cria-no-municipio-de-curitiba-o-programa-de-conservacao-e-uso-racional-da-agua-nas-edificacoes-purae>>. Acesso em: 7 jun. 2017.

CURITIBA. Decreto Municipal nº 293, de 22 de março de 2006. Regulamenta a lei nº 10.785/03 e dispõe sobre os critérios do uso e conservação racional da água nas edificações e dá outras providências. **<https://leismunicipais.com.br>**. Disponível em:  
<<https://leismunicipais.com.br/a/pr/c/curitiba/decreto/2006/29/293/decreto-n-293-2006-regulamenta-a-lei-n-10785-03-e-dispoe-sobre-os-criterios-do-uso-e-conservacao-racional-da-agua-nas-edificacoes-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: 7 jun. 2017.

ENGEPLAS PRODUTOS ECOLÓGICOS. Disponível em:  
<<http://www.engeplas.com.br/>>. Acesso em: 23 fev. 2018.

ESPÍRITO SANTO. Lei Estadual nº 9.439, de 3 de maio de 2010. Dispõe sobre a obrigatoriedade dos postos de combustíveis, lava-jatos, transportadoras, empresas de ônibus e locadoras de veículos instalarem equipamentos de tratamento e reutilização da água usada na lavagem de veículos. **Diário Oficial do Estado do Espírito Santo**, Vitória, ES, 4 de mai. 2010.

Disponível em:

<<http://www3.al.es.gov.br/Arquivo/Documents/legislacao/html/LO9439.html>>. Acesso em: 7 jun. 2017.

FIORI, Simone. **Avaliação qualitativa e quantitativa do potencial de reúso de água cinza e edifícios residenciais multifamiliares**. 2005. 146 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Passo Fundo. Faculdade de Engenharia e Arquitetura. Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Passo Fundo, 2005.

FLORIANÓPLOIS. Lei Municipal nº 8.080, de 9 de novembro de 2009. Institui programa municipal de conservação, uso racional e reúso da água em edificações e dá outras providências. **<https://leismunicipais.com.br>**. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/sc/f/florianopolis/lei-ordinaria/2009/808/8080/lei-ordinaria-n-8080-2009-institui-programa-municipal-de-conservacao-uso-racional-e-reuso-da-agua-em-edificacoes-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: 7 jun. 2017.

FLUXO AMBIENTAL. Disponível em:

<<http://www.fluxoambiental.com.br/>>. Acesso em 25 jul. 2016.

GEO Brasil: **Recursos hídricos: resumo executivo**. Ministério do Meio Ambiente; Agência Nacional de Águas; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Brasília: MMA; ANA, 2007. 60 p., il.

G1.GLOBO.COM. **Seca já fez 14 municípios decretarem situação de emergência no RS**. 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/campo-e-lavoura/noticia/2015/04/seca-ja-fez-14-municipios-decretarem-situacao-de-emergencia-no-rs.html>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

G1.GLOBO.COM. **Seca faz cidades gaúchas decretarem situação de emergência**. 2018. Disponível em: <<http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/seca-faz-cidades-gauchas-decretarem-situacao-de-emergencia.ghhtml>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

HAFNER, Ana Vreni. **Conservação e reúso de águas em edificações – experiências nacionais e internacionais**. 2007. 161 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. COPPE. Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Rio de Janeiro, 2007.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. IPT. Disponível em:

<<http://www.ipt.br/>>. Acesso em 13 fev. 2016.

MARINGÁ. Lei Municipal nº 6.076, de 21 de janeiro de 2003. Dispõe sobre o reúso de água não potável e dá outras providências. **<https://leismunicipais.com.br>**. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/pr/m/maringa/lei-ordinaria/2003/608/6076/lei-ordinaria-n-6076-2003-dispoe-sobre-o-reuso-de-agua-nao-potavel-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: 7 jun. 2017.

MAY, Simone. **Caracterização, tratamento e reúso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em edificações**. 2008. 222 p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da

Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, São Paulo, 2009.

MAY, Simone. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. 2004. 159 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2004.

NITERÓI. Lei Municipal nº 2.856, de 25 de julho de 2011. Estende as obrigações da lei nº 2.630, de 07 de janeiro de 2009, instituindo mecanismos de estímulo à instalação de sistema de coleta e reutilização de águas servidas em edificações públicas e privadas.

**<https://leismunicipais.com.br>**. Disponível em:

<<https://leismunicipais.com.br/a/rj/n/niteroi/lei-ordinaria/2011/286/2856/lei-ordinaria>>.

Acesso em: 7 jun. 2017.

PETERS, Madelon Rebelo. **Potencial de uso de fontes alternativas de água para fins não potáveis em uma unidade residencial**. 2006. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Florianópolis, 2006.

PORTO ALEGRE. Lei nº 10.506, de 5 de agosto de 2008. Institui o Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas. **Sistema Integrado de Referência Legislativa-SIREL**. Porto Alegre, RS, 8 ago. 2008. Disponível em:

<[http://www2.portoalegre.rs.gov.br/cgi-bin/nph-](http://www2.portoalegre.rs.gov.br/cgi-bin/nph-brs?s1=000029949.DOCN.&l=20&u=%2Fnetahhtml%2Fsirel%2Fsimples.html&p=1&r=1&f=G&d=atos&SECT1=TEXT)

[brs?s1=000029949.DOCN.&l=20&u=%2Fnetahhtml%2Fsirel%2Fsimples.html&p=1&r=1&f=G&d=atos&SECT1=TEXT](http://www2.portoalegre.rs.gov.br/cgi-bin/nph-brs?s1=000029949.DOCN.&l=20&u=%2Fnetahhtml%2Fsirel%2Fsimples.html&p=1&r=1&f=G&d=atos&SECT1=TEXT)>. Acesso em: 20 mar. 2015.

PORTO ALEGRE. Decreto nº 16.305, de 26 de maio de 2009. Regulamenta a Lei nº 10.506, de 5 de agosto de 2008, que institui o Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas. **Sistema Integrado de Referência Legislativa-SIREL**. Porto Alegre, RS, 1 jun. 2009. Disponível em:

<[http://www2.portoalegre.rs.gov.br/cgi-bin/nph-](http://www2.portoalegre.rs.gov.br/cgi-bin/nph-brs?s1=000030452.DOCN.&l=20&u=%2Fnetahhtml%2Fsirel%2Fsimples.html&p=1&r=1&f=G&d=atos&SECT1=TEXT)

[brs?s1=000030452.DOCN.&l=20&u=%2Fnetahhtml%2Fsirel%2Fsimples.html&p=1&r=1&f=G&d=atos&SECT1=TEXT](http://www2.portoalegre.rs.gov.br/cgi-bin/nph-brs?s1=000030452.DOCN.&l=20&u=%2Fnetahhtml%2Fsirel%2Fsimples.html&p=1&r=1&f=G&d=atos&SECT1=TEXT)>. Acesso em: 20 mar. 2015.

PROGRAMA DE PESQUISA EM SANEAMENTO BÁSICO. **Uso racional da água em edificações**/Ricardo Franci Gonçalves (Coord.). Projeto PROSAB. Rio de Janeiro: ABES, 2006. 352 p., il.

PROGRAMA DE PESQUISA EM SANEAMENTO BÁSICO. **Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água**/Ricardo Franci Gonçalves (Coord.). Projeto PROSAB. Rio de Janeiro: ABES, 2009. 352 p., il.

RAINWATER HARVESTING AND UTILISATION. **An environmentally sound approach for sustainable urban water management: na introductory guide for decision-makers**. UNEP-DTIE-IETC/Sumida City Government/People for Promoting Rainwater Utilization. Japan. 2002.

RIO DE JANEIRO. Decreto Municipal nº 23.940, de 30 de janeiro de 2004. Torna obrigatório, nos casos previstos, a adoção de reservatórios que permitam o retardo do escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem. <https://leismunicipais.com.br>. Disponível em: <<https://cm-rio-de-janeiro.jusbrasil.com.br/legislacao/917561/decreto-23940-04>>. Acesso em: 7 jun. 2017.

RIO GRANDE DO SUL. Lei Estadual nº 10.350, de 30 de dezembro de 1994. Institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos, regulamentando o artigo 171 da Constituição do Estado do Rio Grande do Sul. **Diário Oficial do Estado**, Porto Alegre, RS, 1 jan. 1995. Disponível em: <<http://www.al.rs.gov.br/filerepository/repLegis/arquivos/10.350.pdf>>. Acesso em: 7 jun. 2017.

RIO GRANDE DO SUL. Lei Estadual nº 14.270, de 19 de julho de 2013. Determina que todos os prédios do Corpo de Bombeiros, localizados no Estado do Rio Grande do Sul, mantenham sistema de captação e armazenagem de água da chuva e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado**, Porto Alegre, RS, 22 jul. 2013. Disponível em: <<http://www.al.rs.gov.br/filerepository/repLegis/arquivos/LEI%2014.270.pdf>>. Acesso em: 7 jun. 2017.

RIO GRANDE DO SUL. **Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <<http://www.atlassocioeconomico.rs.gov.br/regiao-metropolitana-de-porto-alegre-rmpa>>. Acesso em: 22 jul. 2016.

ROCHA, Adilson Lourenço. **Caracterização e monitoramento do consumo predial de água**/Adilson Lourenço Rocha, Douglas Barreto, Eduardo Ioshimoto. – Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretária de Política Urbana, 1998. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Documento Técnico de Apoio; E1. 38 p. Disponível em: <<http://www.pms.gov.br/index.php/biblioteca-virtual/167-documentos-tecnicos-de-apoio-dta>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

SANT'ANA, Daniel R.; MEDEIROS, Lídia B.P. **Relatório final 1/2017: aproveitamento de águas pluviais e reúso de águas cinzas em edificações: padrões de qualidade, critérios de instalação e manutenção**. Brasília. Universidade de Brasília: Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico, 2017. 56p.

SÃO CARLOS. Lei Municipal nº 17.729, de 10 de fevereiro de 2016. Cria o sistema de captação e aproveitamento de água da chuva. (Redação dada pela Lei nº 18.109/2017). <https://leismunicipais.com.br>. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-carlos/lei-ordinaria/2016/1773/17729/lei-ordinaria-n-17729-2016-cria-o-sistema-de-captacao-e-aproveitamento-de-agua-de-chuva-e-institui-a-sua-obrigatoriedade-nos-imoveis-localizados-no-municipio-e-da-outras-providencias?q=17729%2F2016>>. Acesso em: 21 dez. 2018.

SÃO LEOPOLDO. Lei Nº 8.665, de 16 de agosto de 2017. Revoga a Lei nº 8.473, de 22 de junho de 2016 que determina a adoção de reservatórios de água das chuvas, visando o retardo do escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem, e incentiva o aproveitamento da água da chuva para usos não potáveis. <https://leismunicipais.com.br>. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/rs/s/sao-leopoldo/lei-ordinaria/2017/866/8665/lei-ordinaria-n-8665-2017-revoga-a-lei-n-8473-de-22-de-junho-de-2016-que-determina-a-adocao-de>>

reservatorios-de-agua-das-chuvas-visando-o-retardo-do-escoamento-das-aguas-pluviais-para-a-rede-de-drenagem-e-incentiva-o-aproveitamento-da-agua-da-chuva-para-usos-nao-potaveis>. Acesso em: 26 fev. 2018.

SÃO PAULO. Lei Municipal nº 13.276, de 4 de janeiro de 2002. Torna obrigatória a execução de reservatório para as águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500m<sup>2</sup>. **Diário Oficial de São Paulo**, São Paulo, SP, 5 jan. 2002. Disponível em: <<http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-13276-de-04-de-janeiro-de-2002>>. Acesso em: 7 jun. 2017.

SÃO PAULO. Decreto Municipal nº 41.814, de 15 de março de 2002. Regulamenta a lei n. 13276, de 04 de janeiro de 2002, que torna obrigatória a execução de reservatório para as águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500,00m<sup>2</sup>. **Diário Oficial de São Paulo**, São Paulo, SP, 16 MAR. 2002. Disponível em: <<http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/decreto-41814-de-15-de-marco-de-2002>>. Acesso em: 7 jun. 2017.

SÃO PAULO. Lei Municipal nº 16.174, de 22 de abril de 2015. Estabelece regramento e medidas para fomento ao reúso de água para aplicações não potáveis, oriundas do polimento do efluente final do tratamento de esgoto, de recuperação de água de chuva, da drenagem de recintos subterrâneos e de rebaixamento de lenço freático e revoga a Lei Municipal nº 13.309/2002, no âmbito do Município de São Paulo e dá outras providências. **Diário Oficial de São Paulo**, São Paulo, SP, 23 abr. 2015. Disponível em: <<http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-16174-de-22-de-abril-de-2015>>. Acesso em: 7 jun. 2017.

SEZERINO, Pablo Heleno et al. Experiências brasileiras com wetlands construídos aplicados ao tratamento de águas residuárias: parâmetros de projeto para sistemas horizontais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, p. 151-158, jan/mar. 2015.

SOTÉRIO, Patrícia W., PEDROLLO, Márcia C., ANDRIOTTI, José L. **Mapa de isoietas do Rio Grande do Sul**. XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, v. 16, 2005.

SPORT CLUB INTERNACIONAL. **internacional.com.br**. Disponível em: <<http://www.internacional.com.br/conteudo?modulo=2&setor=18&codigo=20357>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

TECHFILTER Energy, Oil & Gas. Disponível em: <<http://www.techfilter.com.br>>tre. Acesso em: 10 abr. 2018.

TEXAS WATER DEVELOPMENT BOARD. **The Texas manual on rainwater harvesting**. 3rd ed. Austin, Texas, 2005.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis**. 2010. 486 p. ISBN: 85-87678-23-X.

Disponível em: <<http://pliniotomaz.com.br/livros-digitais/>>. Acesso em: 20 nov.2017.

TRENSURB. tresnsurb.gov.br. Disponível em:

<[http://www.trensurb.gov.br/paginas/pagnias\\_noticias\\_detalhes.php?codigo\\_sistemap=2897](http://www.trensurb.gov.br/paginas/pagnias_noticias_detalhes.php?codigo_sistemap=2897)>. Acesso em: 10 abr. 2018.

VITÓRIA. Lei Municipal nº 6.148, de 23 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o reuso de água não potável e dá outras providências. **Diário Oficial de Vitória**, Vitória, ES, 24 dez.2004.

Disponível em: <<http://sistemas.vitoria.es.gov.br/webleis/consulta.cfm?id=96929>>.

Acesso em: 7 jun. 2017.

VOUVOULIS, Nikolaos. Water reuse from a circular economy perspective and potential risks from na unregulated approach. **Current Opinion in Environmental Science & Health**, v.2. p.32-45, April 2018. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468584417300193#fig1>>. Acesso em: 21 dez. 2018.

WANJIRU, Evan; XIA, Xiaohua. Sustainable energy-water management for residential houses with optimal integrated grey and rain water recycling. **Journal of Cleaner Production**, v. 170, p. 1151-1166, January 2018. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095965261732214X>>. Acesso em: 21 dez. 2018.

## APÊNDICE - QUESTIONÁRIO APLICADO ÀS EMPRESAS DA RMPA

**ppge3m - ufrgs**

\* Required

1. Email address \*

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS****DIAGNÓSTICO SOBRE O APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA E O REÚSO DE ÁGUAS SERVIDAS****IDENTIFICAÇÃO**

Nome: MARILENE DE FÁTIMA DO AMARAL MORAES  
Aluna de Mestrado  
Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais - PPGE3M  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS  
Orientador: Prof. Dr. Álvaro Meneguzzi

**CARTA DE APRESENTAÇÃO**

Porto Alegre, 8 de novembro de 2016.

Prezado(a) Senhor(a):

Por meio desta, apresentamos a mestrande Marilene de Fátima do Amaral Moraes, do Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais – PPGE3M da UFRGS, que está realizando a pesquisa para um Diagnóstico sobre o Aproveitamento da Água de Chuva e o Reúso de Águas Servidas, na modalidade Mestrado.

Desta maneira, vimos convidá-lo(a) a participar da pesquisa através da coleta de dados, que tem como instrumento um questionário. As perguntas buscam levantar experiências das empresas da modalidade civil na implantação de projetos que viabilizam o aproveitamento da água de chuva e o reúso de águas servidas em condomínios residenciais ou comerciais, não havendo respostas melhores ou tecnicamente mais corretas.

Esclarecemos que a seleção das empresas para o envio desta correspondência e do questionário em anexo partiu de consulta ao Catálogo Empresarial do CREA-RS, versão 2016, disponível no site desse órgão. Sendo assim, as empresas às quais se destina este levantamento são empresas com registro no CREA-RS. O objetivo foi alcançar o maior número possível de empresas da área da engenharia civil, sanitária e ambiental situadas na Grande Porto Alegre.

Uma das metas para a realização deste estudo é o comprometimento deste pesquisador em retornar às empresas os resultados da pesquisa, se lhes for de interesse.

O questionário conta com 13 (treze) perguntas, sendo 11 (onze) objetivas e 2 (duas) discursivas. O tempo de duração para o preenchimento do questionário foi estimado em torno de 10 minutos.

Aguardaremos o retorno deste questionário durante 30 (trinta) dias.

Agradecemos desde já sua compreensão e colaboração.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Álvaro Meneguzzi  
Orientador

## 1. A empresa trabalha com projetos de aproveitamento da água de chuva e/ou de reúso de águas servidas(cinzas)?

Águas cinzas: são águas servidas coletadas de fontes como lavatórios, chuveiros, tanques e máquinas de lavar roupa.

2. \*

*Mark only one oval.*

- Aproveitamento da água de chuva.
- Reúso de águas cinzas.
- Aproveitamento da água de chuva + Reúso de águas cinzas.
- NÃO TRABALHA.

## 2. A empresa tem conhecimento da Lei 10.506/2008 e do Decreto 16.305/2009 do Município de Porto Alegre?

Lei 10.506/2008: Institui o Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas.

Decreto 16.305/2009: Regulamenta a Lei nº 10.506, de 5 de agosto de 2008, que institui o Programa de Conservação, Uso Racional e Reaproveitamento das Águas.

3. \*

*Mark only one oval.*

- Sim
- Não

## 3. A empresa utiliza em seus projetos as recomendações da Norma ABNT 15.527/2007 e/ou da Norma ABNT 13.969/1997?

ABNT 15.527/2007: Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos.

ABNT 13.969/1997: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação.

4. \*

*Mark only one oval.*

- Apenas a Norma ABNT 15.527/2007.
- Apenas a Norma ABNT 13.969/1997.
- Utilizo a Norma ABNT 15.527/2007 e a Norma ABNT 13.969/1997.
- Não utilizo.

#### **4. A empresa possui projeto de aproveitamento da água de chuva e/ou de reúso de águas cinzas implantado e que esteja em funcionamento?**

Se SIM, favor informar os locais dos projetos executados. Marcar mais de um, se necessário:

5. \*

*Check all that apply.*

- Condomínios Residenciais.
- Postos de Gasolina.
- Lavanderias.
- Restaurantes/Lanchonetes.
- Shoppings.
- Prédios públicos ou comerciais.
- NÃO POSSUI PROJETOS.
- Other: \_\_\_\_\_

#### **5. Os projetos da empresa para utilização da água de chuva e/ou de reúso de águas cinzas são para que tipo de consumo NÃO potável?**

Marcar mais de um, se necessário:

6. \*

*Check all that apply.*

- Descargas de sanitário em edificações residenciais, públicas ou comerciais.
- Lavagem de veículos.
- Lavagem de roupas em condomínios residenciais.
- Irrigação de jardins.
- Lavagem de calçadas e pisos.
- Emprego na construção civil.
- Reservas para sistemas de proteção contra incêndios.
- Peças decorativas como chafarizes, fontes, quedas d'água, espelhos d'água, entre outros.
- NÃO POSSUI PROJETOS.
- Other: \_\_\_\_\_

#### **6. Após a instalação dos sistemas de tratamento, a empresa solicita as análises físico-químicas e microbiológicas da água de chuva ou de águas cinzas, para se certificar de que estão em condições para consumo?**

Se SIM, favor informar quais parâmetros são monitorados nos sistemas implantados. MARCAR mais de um, se necessário:

**7. a) Para APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA: \***

*Check all that apply.*

- pH
- Cor Aparente
- Turbidez
- Cloro Residual Livre
- Coliformes Totais
- Coliformes Fecais
- NÃO SOLICITA ANÁLISES
- Other: \_\_\_\_\_

**8. b) Para REÚSO DE ÁGUAS CINZAS: \***

*Check all that apply.*

- pH
- Cor Aparente
- Turbidez
- Óleos e Graxas
- Cloro Residual Livre
- Coliformes Fecais
- Demanda Química de Oxigênio (DQO)
- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)
- Sólidos Suspensos Totais
- Sólidos Dissolvidos Totais
- Nitrogênio Amoniacal Total
- NÃO SOLICITA ANÁLISES
- Other: \_\_\_\_\_

**7. O Sistema de APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA contempla quais etapas e equipamentos?**

MARCAR MAIS DE UM, se necessário:

**9. \***

*Check all that apply.*

- Calha + Filtro Preliminar + 1º Reservatório + DESINFECÇÃO + 2º Reservatório/Cisterna para utilização.
- Calha + Filtro Preliminar + Reservatório/Cisterna para utilização.
- Calha + Filtro preliminar + 1º Reservatório + FILTRO DE AREIA/CARVÃO + 2º Reservatório/Cisterna para utilização.
- NÃO POSSUI PROJETOS.
- Other: \_\_\_\_\_

## 8. O Sistema de REÚSO DE ÁGUAS CINZAS contempla quais etapas e equipamentos?

RAC = Reator Anaeróbio Compartimentado/Filtro Anaeróbio

FBAS = Filtro Biológico Aerado Submerso

Membrana: UF = Ultrafiltração

NF = Nanofiltração

OI = Osmose Inversa

WETLANDS: sistema de terras úmidas construído com plantas aquáticas enraizadas (Junco, Lírio d'água, Taboa) ou flutuantes (Aguapé, Alface d'água, Orelha-de-rato).

MARCAR MAIS DE UM, se necessário:

10. \*

*Check all that apply.*

- Tratamento preliminar + Reator Anaeróbio(RAC) + Filtro Biológico(FBAS) + Decantador + Tanque de Equalização + Filtro de Areia + DESINFECÇÃO + Reservatório de reúso.
- Caixa de entrada + Reator Anaeróbio(RAC) + Filtro Biológico(FBAS) + Decantador + Filtro de Areia/Carvão + Reservatório para reúso.
- Caixa de entrada + Reator Anaeróbio(RAC) + Filtro Biológico(FBAS) + Decantador + UF ou NF ou OI + Reservatório para reúso.
- Gradeamento fino + Dec. Primário + COAGULAÇÃO/FLOCULAÇÃO QUÍMICA + Filtro de Areia + DESINFECÇÃO + Reservatório para reúso.
- Tratamento preliminar + Reator Anaeróbio(RAC) + WETLANDS + Filtro de Areia/Carvão + Reservatório para reúso.
- Caixa separadora de água/óleo + Reator Anaeróbio(RAC) + WETLANDS + Filtro de areia + Reservatório para reúso.
- Caixa separadora de água/óleo + Reator Anaeróbio(RAC) + Filtro Biológico(FBAS) + Decantador + Filtro de Areia + Reservatório para reúso.
- NÃO POSSUI PROJETOS.
- Other: \_\_\_\_\_

## 9. Qual a quantidade média de água de chuva recolhida em condomínios?

Favor marcar para "RESIDENCIAIS" e "COMERCIAIS":

11. \*

*Mark only one oval per row.*

	Até 50 m3/dia	De 51 a 100 m3/dia	De 101 a 150 m3/dia	Mais que 150 m3/dia	NÃO POSSUI PROJETOS
RESIDENCIAIS:	<input type="radio"/>				
COMERCIAIS:	<input type="radio"/>				

## 10. Em média qual o percentual substituído de água potável no(s) projeto(s)?

Favor marcar para "RESIDENCIAIS" e "COMERCIAIS":

12. \*

*Mark only one oval per row.*

	Até 10%	De 11 a 30%	De 31 a 50 %	Mais que 50 %	NÃO POSSUI PROJETOS
RESIDENCIAIS:	<input type="radio"/>				
COMERCIAIS:	<input type="radio"/>				

**11. A empresa tem interesse em que seja divulgada a sua razão social e o(s) local(is) do(s) empreendimentos (NO QUESITO: que trabalha com aproveitamento da água de chuva e/ou de águas cinzas)?**

13. \*

*Mark only one oval.*

- Divulgar. (Por favor, deixe um nome de contato e um e-mail válido no espaço indicado).
- Não Divulgar.

14. Se a opção foi DIVULGAR. Por favor, deixe um nome de contato e um e-mail válido abaixo:

---

---

---

---

---

**12. Qual(is) a(s) maior(es) dificuldade(s) que a empresa encontra para o projeto de aproveitamento da água de chuva ou de reúso de águas servidas? Favor descrever:**

15.

---

---

---

---

---

**13. Existe a possibilidade de agendamento de visita em algum condomínio em que seu projeto está ou será implantado? Favor informar no espaço abaixo o contato e o endereço:**

16.

---

---

---

---

---