

Tabela 17 – Resumo dos resultados de consumo estimado de água na comunidade do Acomodado por tipologia de uso.

	Total (L.hab⁻¹.dia⁻¹)	Total (L.resid⁻¹.dia⁻¹)	Total (m³.resid⁻¹.mês⁻¹)
Banhos	220,71	800,09	24
Vaso sanitário	27,74	100,54	3,02
Máquina de lavar	18,45	66,90	2,01
Lavagem de piso	5,95	21,98	0,66
Demanda Total (Banhos, Vaso sanitário, Máquina de Lavar, e Lavagem de piso)	272,86	989,51	29,68
Demanda não potável (Vaso sanitário, Máquina de lavar, e Lavagem de piso)	52,14	189,42	5,68

Fonte: Aatoria própria, 2018.

Autores como Marinoski *et al.* (2014), Cheung *et al.* (2009), Cohim *et al.* (2009), Garcia (2013), Ywashima *et al.* (2006), Dantas *et al.* (2006), Silva e Gonçalves (2017) realizaram estudos do consumo de água em comunidades de baixa renda, e os valores de demanda encontrados variaram de 79 a 309 L.hab⁻¹.dia⁻¹. Esse intervalo, está coerente com o valor encontrando nessa pesquisa de 272,86 L.hab⁻¹.dia⁻¹, no entanto, essa pesquisa não contabilizou consumos nobres como: beber, cozinhar, escovar os dentes e lavar as mãos.

A comparação entre os consumos estimados nesse estudo com de demais autores é apresentada na Tabela 18.

Tabela 18 – Valores médios de consumo de água residencial de estudos realizados no Brasil em comparação com os dados obtidos nessa pesquisa.

Tipo de uso da água	Cohim <i>et al.</i> (2009)		Marinoski <i>et al.</i> (2014) *		Tomaz (2015)		Silva e Gonçalves (2017)		Ganem (2019)
	Porcentagem no consumo (%)	Consumo (L.hab ⁻¹ .dia ⁻¹)	Porcentagem no consumo (%)	Consumo (L.hab ⁻¹ .dia ⁻¹)	Porcentagem no consumo (%)	Consumo (L.hab ⁻¹ .dia ⁻¹)	Porcentagem no consumo (%)	Consumo (L.hab ⁻¹ .dia ⁻¹)	Consumo (L.hab ⁻¹ .dia ⁻¹)
Banhos	21,00	16,83	30 a 36	43,40	28,00	37,24	13,00	10,27	220,71
Descargas na bacia sanitária	23,00	18,44	18 a 20	24,99	29,00	38,57	10,00	7,90	27,74
Máquina de lavar roupa	17,00	13,63	9 a 16	15,78	5,00	6,65	32,00	25,28	18,45
Lavagem de pisos	-	-	4 a 12	10,52	-	-	8,00	6,32	5,95
Total (banhos, descargas, máquina de lavar roupa, e lavagem de pisos)	-	48,90	-	94,68	-	82,46	-	49,77	272,85
Total (descargas, máquina de lavar roupa, e lavagem de pisos)	-	32,07	-	51,29	-	45,22	-	39,50	52,14

*como esse autor apresenta intervalo de valores, foi utilizado o valor médio entre eles para o cálculo do consumo

Fonte: Autoria própria, 2019.

Conforme apresentado na Tabela 18 os consumos com banhos, descargas, máquina de lavar roupa e lavagem de pisos variou de 48,9 a 272,9 L.hab⁻¹.dia⁻¹. Contudo, sem considerar a o consumo dos chuveiros (banhos) as demandas variaram de 32,1 a 52,1 L.hab⁻¹.dia⁻¹. Segundo Chaib *et al.* (2015) as demandas de água não potável dependem fundamentalmente do usuário do sistema. Marinoski *et al.* (2014) não identificou nenhuma relação entre consumo de água e situação socioeconômica.

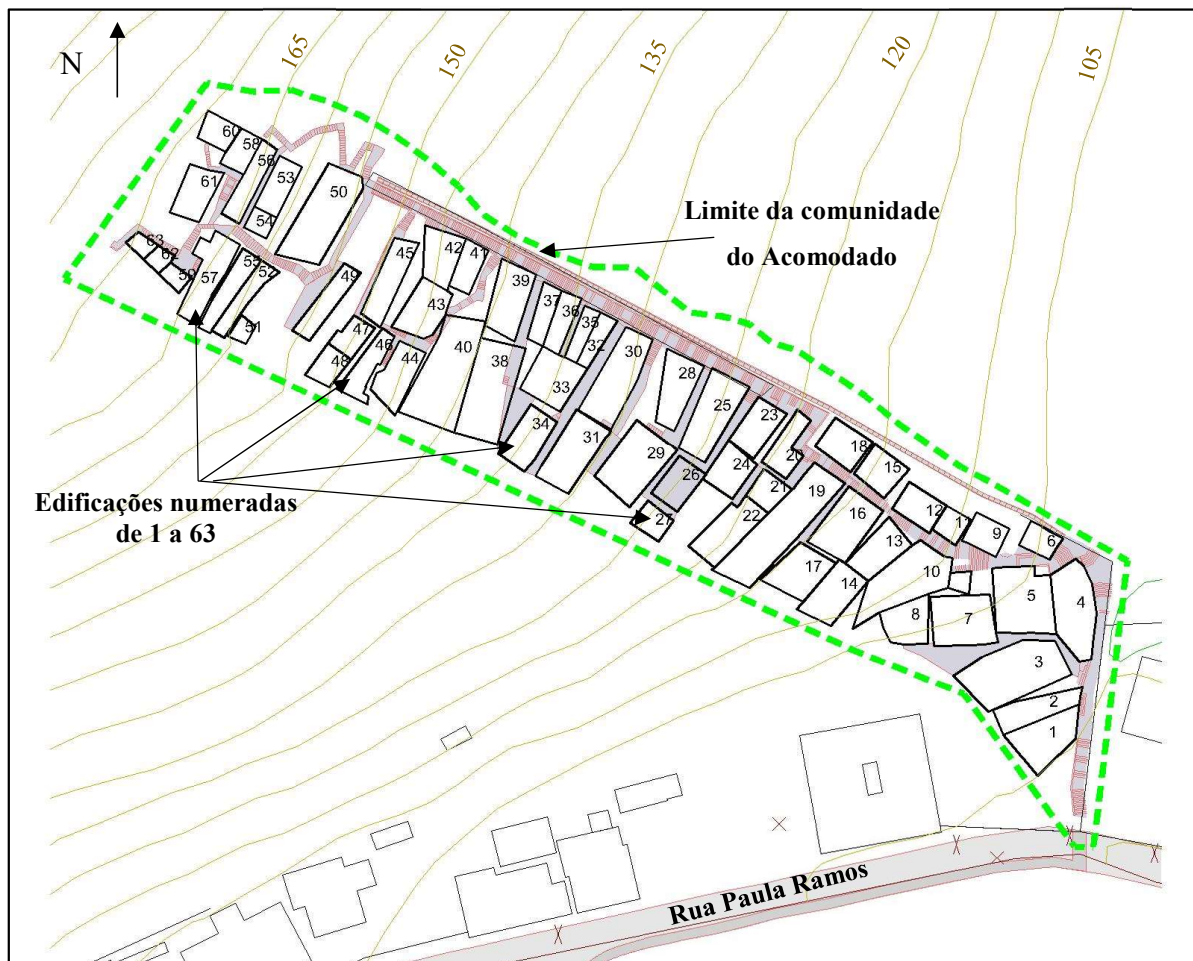
A demanda dos banhos nessa pesquisa foi muito maior caso comparada com os outros autores citados na Tabela 18. Esse motivo pode ser justificado pelo fato dessa pesquisa os valores foram estimados através de entrevistas. Já nas outras pesquisas, os valores foram realmente medidos com hidrômetros instalados nas residências. E também, a média tempo gasta nos banhos (14,7 min) para os moradores da comunidade é considerada excessiva, acarretando assim, e um elevado consumo nessa atividade.

3.5 Estimativa do potencial de captação de água pluvial na comunidade do Acomodado

A área do projeto abrange cerca de 100 residências em estrutura urbana adensada e verticalização de edificações. A área ocupada pela comunidade do Acomodado no complexo Paula Ramos é de 0,57 hectares situada, entre as cotas 100 m e 170 m.

A partir de arquivo fornecido pela Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro. O desenho (Figura 36) apresentou 63 unidades edificadas, diferente da estimativa do IBGE (2010), que apresentou 79 residências. O IBGE contabiliza o número de residências, mesmo que essas estejam na mesma edificação.

Figura 36 – Edificações na área de projeto na Comunidade do Acomodado, no Complexo Paula Ramos, bairro Rio Comprido, Rio de Janeiro-RJ.



Fonte: Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, 2018.

As 63 áreas edificadas da comunidade do Acomodado totalizam um potencial de captação de 3 210 m². A menor área de edificação possui 10,59 m², e a maior área construída em torno de 137,32 m², apresentando assim uma média de construção por residência de 41,29 m².

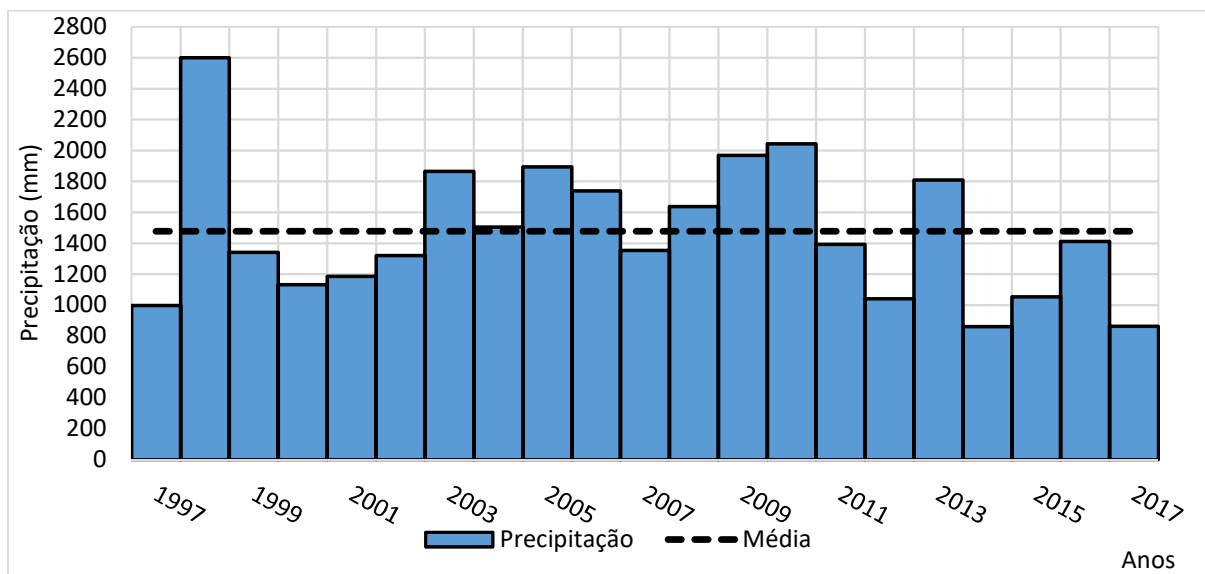
A descrição das áreas enumeradas de 1 a 63 é apresentada no Apêndice 03.

3.6 Avaliação da quantidade e qualidade de água pluvial disponível

3.6.1 Quantidade de água pluvial disponível

A quantidade de água pluvial disponível refere-se ao volume do escoamento superficial, correspondente a precipitação efetiva no local em função da precipitação total. A Figura 37 apresenta a precipitação pluviométrica anual acumulada na estação da Tijuca entre os anos de 1997 a 2017.

Figura 37 – Precipitação acumulada anual de 1997 a 2017 da estação da Tijuca, e a média ao longo dos 20 anos de observação.

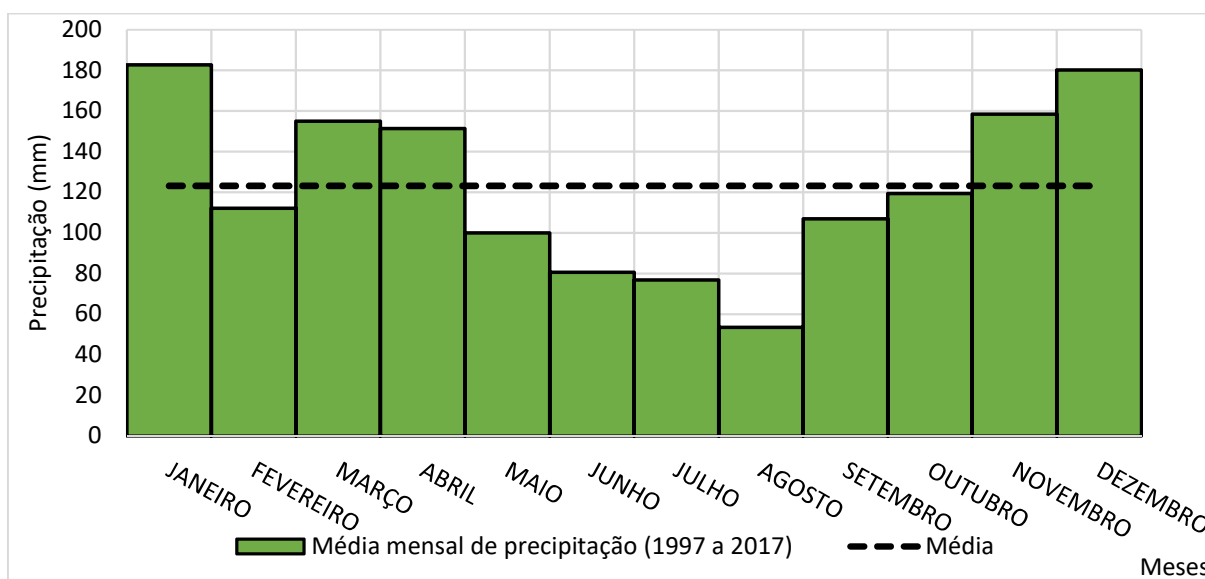


Fonte: Autoria própria, 2018.

A média de precipitação anual ao longo desses 20 anos analisados foi de 1476,9 mm. O ano mais seco ocorreu em 2014, com uma chuva acumulada de 859,8 mm, e o ano mais chuvoso foi registrado em 1998 com 2600,4 mm.

A Figura 38 apresenta a média de precipitação mensal acumulada de 1997 a 2017 da estação da Tijuca, e a média mensal ao longo dos meses.

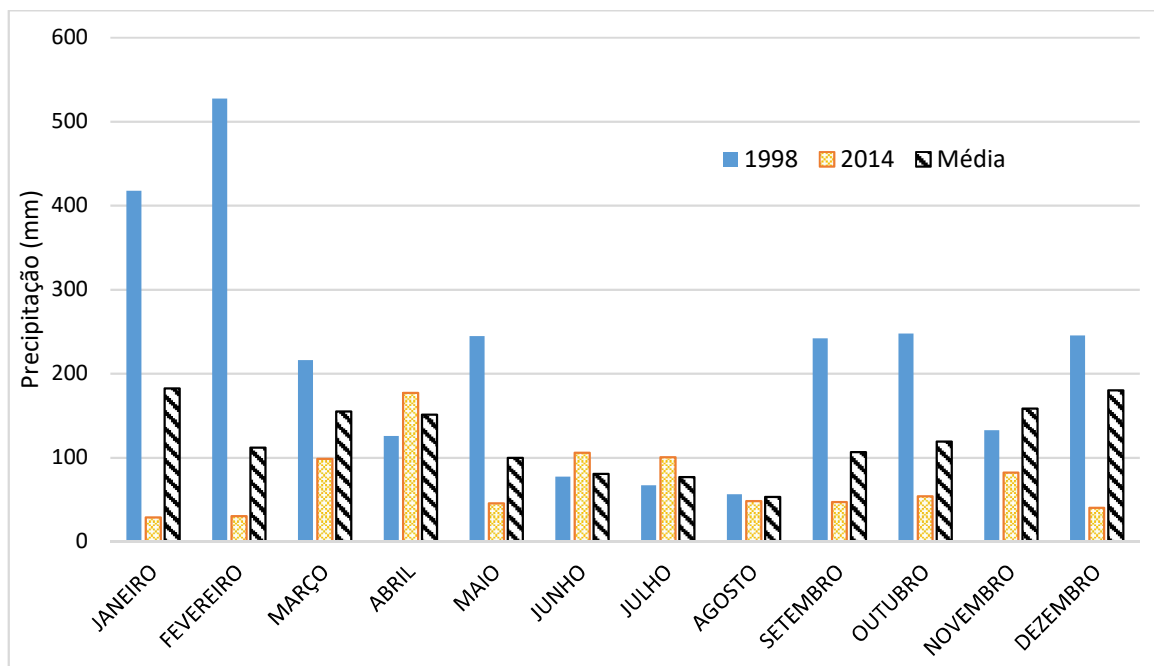
Figura 38 – Média de precipitação mensal acumulada de 1997 a 2017 da estação da Tijuca, e a média mensal ao longo dos meses.



Fonte: Autoria própria, 2018.

A Figura 39 apresenta a comparação mensal entre o ano mais chuvoso (1998) e o ano mais seco (2014), e a média entre os 20 anos (1997 a 2017).

Figura 39 – Precipitação acumulada mensal em 1998 (ano mais chuvoso), 2014 (ano mais seco) e a média dos 20 anos analisados.



Fonte: Autoria própria, 2018.

De acordo com a Figura 39, a maior diferença observada entre o ano mais chuvoso e o mais seco foi observada no mês de fevereiro, pois no ano de 1998 choveu 524,4 mm, e no ano de 2014 cerca de 30,4 mm. Em contrapartida, a menor diferença observada foi no ano mês de agosto em que no ano de 1998 choveu 56,4 mm e no ano de 2014 foi registrada uma chuva acumulada mensal de 48,4 mm.

A média de precipitação acumulada para o de 2017 na estação Tijuca, foi de 863,2 mm. Em contrapartida, a média de precipitação no Rio de Janeiro no ano de 2017 foi de 927,3 mm, considerando os dados de todas as estações do Sistema Alerta Rio (ALERTA RIO, 2018). A cidade do Rio de Janeiro, por estar localizada em uma grande extensão territorial com presença de relevo acentuado e irregular, apresenta chuvas orográficas e heterogêneas na sua distribuição temporal e espacial, de modo que se observa uma grande diferença na quantidade de chuva entre as estações pluviométricas localizadas na cidade.

3.6.1.1 Dias consecutivos secos para a estação da Tijuca – RJ

O cálculo dos dias secos e dias consecutivos secos pela metodologia adotada para a estação n° 04 da Tijuca no período de 1997 a 2017 é apresentado na Tabela 19. O método considera precipitações diárias inferiores à 1 mm como dias secos. A determinação dos dias consecutivos secos utiliza um período de retorno de 10 anos, como a probabilidade de 10% de ocorrer o evento de estiagem num dado ano, como dado de referência para se obter o volume

de armazenamento de água de chuva disponível para atendimento em períodos prolongados de estiagens.

Tabela 19 – Precipitação anual, dias secos e dias consecutivos secos.

#	Ano	P total (mm/ano)	Dias secos	Dias Consecutivos Secos
1	1997	997.6	264	15
2	1998	2 600.4	246	21
3	1999	1 341.9	258	23
4	2000	1 132.6	278	19
5	2001	1 186.2	284	25
6	2002	1 319.8	275	27
7	2003	1 865.4	251	19
8	2004	1 505.4	257	23
9	2005	1 893.6	248	35
10	2006	1 738.2	251	25
11	2007	1 352.6	271	21
12	2008	1 637.6	235	22
13	2009	1 968.8	233	20
14	2010	2 043.6	246	19
15	2011	1 392.2	256	21
16	2012	1 040.8	275	24
17	2013	1 809.2	251	18
18	2014	859.8	283	29
19	2015	1 053.6	268	24
20	2016	1 411.6	260	27
21	2017	863.2	272	28
	Soma:	31 014.1	5 462.00	485
	Média:	1 476.9	260	23

Fonte: Autoria própria, 2019.

De acordo com a equação 2:

$$x = \bar{x} - \sigma \left[0,45 + 0,7797 \cdot \ln \left(\ln \frac{TR}{TR-1} \right) \right] \quad \text{Eq. 2}$$

$$x = 23 - 4,504 \left[0,45 + 0,7797 \cdot \ln \left(\ln \frac{10}{10-1} \right) \right]$$

$$x = 29 \text{ dias}$$

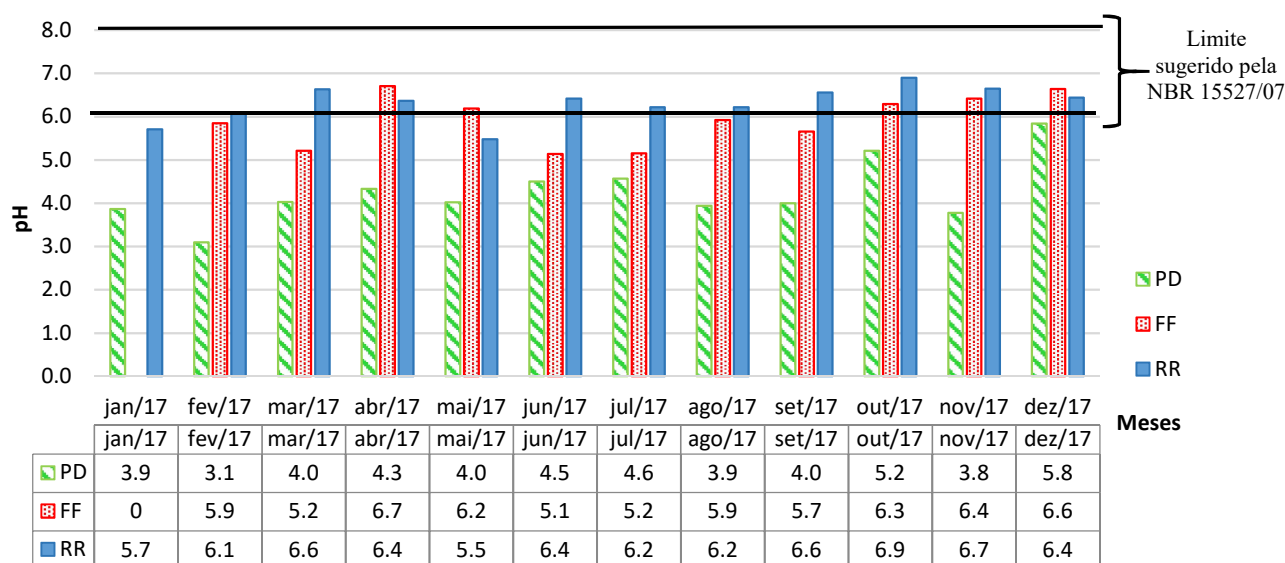
Esse dado de 29 dias consecutivos secos calculado a partir a série histórica de precipitação e distribuição de Gumbel para o cálculo do volume do reservatório.

3.6.2 *Qualidade da água pluvial disponível*

As análises de volumes armazenados no sistema de água pluvial ocorreram com frequência mensal no período de um ano, nos pontos de captação de água pluvial do CAP-UERJ: (i) precipitação direta, (ii) *first flush* e (iii) reservatório.

A Figura 40 apresenta os resultados dos valores de pH obtidos nos pontos de coleta do sistema de águas pluviais do CAP-UERJ. No mês de janeiro de 2017 não foi realizada nenhuma análise no *first flush* (FF), pois no dia da coleta a torneira de descarte do FF estava aberta. Como a vazão de entrada de chuva foi maior que a vazão da torneira, mesmo com a torneira aberta foi possível coletar água do reservatório nesse mês.

Figura 40 – Resultados de análise de pH em 2017 nos pontos coletados da precipitação direta (PD), *first flush* (FF) e reservatório (RR) do sistema instalado no CAP-UERJ.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Ao longo do ano de 2017 a chuva coletada na precipitação direta (PD) obteve os menores valores de pH, de modo a constatar eventos de chuva ácida, influenciados pelas características da superfície do telhado em chapa galvanizada, poluentes urbanos, além de determinados elementos e fatores meteorológicos do local. O pH da precipitação direta variou de 3,1 a 5,8 na área de estudo, com média de 4,3 e desvio padrão de 0,52. O trabalho de Luna *et. al* (2014) e os estudos do PROSAB (2006) não apresentaram valores de chuva ácida sendo que o pH da precipitação direta para a cidade de João Pessoa-PB variou de 6 a 7 e para Vitória-ES foi encontrado pH de 6,1. O trabalho de May (2004) apresentou um pH de 4,9 para a chuva da cidade de São Paulo-SP, e o PROSAB (2006) um pH de 5,9 para a cidade de Florianópolis-SC.

Nesse estudo, cerca de 91,6% das amostras apresentaram acidez da água da chuva, ou seja, pH menor que 5. Na cidade de Vitória-ES e Salvador-BA, os percentuais encontrados foram de 11 e 18%, respectivamente. (PROSAB, 2006)

No entanto, a chuva da precipitação direta não é utilizada no aproveitamento da água pluvial. Após o escoamento do volume da chuva pelo telhado até o reservatório, observam-se processos de alcalinização de montante para jusante, além de possível influência do tempo de exposição da amostra nos pontos de armazenamento, com a elevação do valor do pH em praticamente todo o período de análise.

Com exceção dos meses de janeiro e maio, nas amostras do volume do *first flush* (FF) e do reservatório (RR), os valores de pH obtidos estavam dentro do intervalo recomendado pela norma brasileira NBR 15527/2007. Dessa forma, sugere-se alternativa de alcalinização da água nesses meses para que a mesma esteja sempre dentro dos limites recomendados pela norma. No entanto, como apenas 2 meses não atenderam o limite da norma, o pH fora da faixa não torna uma impossibilidade para o aproveitamento da água pluvial.

Em determinados meses, os valores de pH do *first flush* abaixo dos valores permitidos pela norma brasileira se justificam pela quantidade de poluentes carregados durante a primeira lavagem do telhado. Os valores do FF apresentaram média de pH 5,9 e desvio padrão de 0,47. A água retida do *first flush* é descartada (aproximadamente de 2 mm), dessa forma, não sendo importante o valor do pH estar dentro dos limites sugeridos. Os valores de pH no FF variaram de 5,1 a 6,7. As pesquisas de Luna *et. al* (2014) e Guimarães *et. al.* (2015) apresentaram os valores medidos do FF para a cidade de João Pessoa-PB um intervalo de pH de 6,5 a 7,0 e para o Rio de Janeiro-RJ um pH de 5,6, respectivamente.

Os valores de pH dessa pesquisa para o reservatório tiveram média de 6,3 e desvio padrão de 0,30. A comparação de valores de pH de alguns autores e dessa pesquisa é mostrada na Tabela 20.

Tabela 20– Variação dos valores de pH no reservatório.

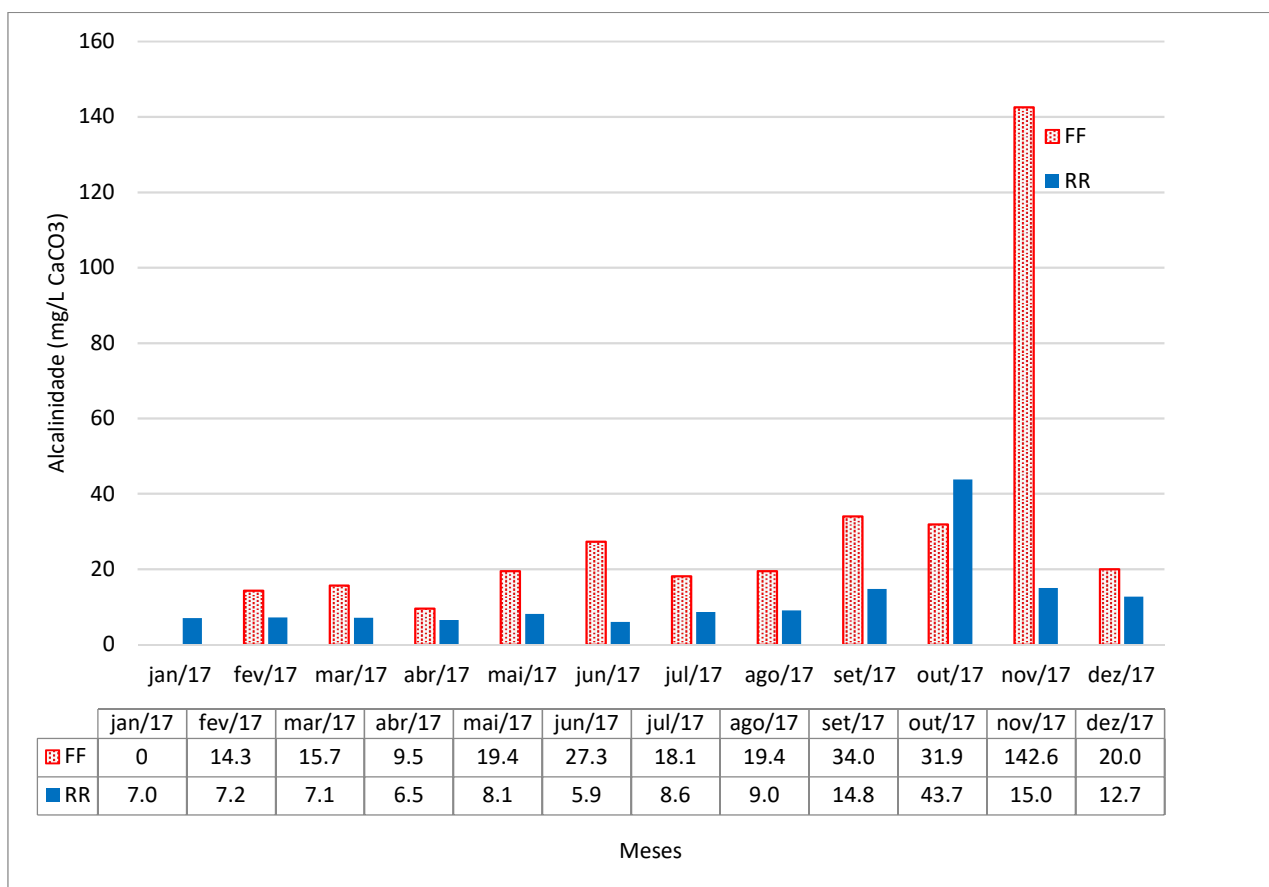
Autor	Cidade	pH
PROSAB (2006)	Vitória - ES	6,8
	Florianópolis - SC	7,6
Fontelene <i>et. al</i> (2009)	São Paulo - SP	5,1
Luna <i>et. al</i> (2014)	João Pessoa – PB	6 a 7
Guimarães <i>et. al.</i> (2015)	Rio de Janeiro – RJ	5,7
Ganem (2019)	Rio de Janeiro - RJ	5,7 a 6,9

Fonte: Autoria própria, 2019.

Quanto à alcalinidade, não há legislação acerca desse parâmetro, os valores apresentados na Figura 41 são do *first flush* (FF) e do reservatório (RR), pois a precipitação

direta (PD) apresenta valores desprezíveis de alcalinidade. Os valores do *first flush* foram sempre maiores quando comparados aos valores do reservatório.

Figura 41 – Resultados de análise de alcalinidade em 2017 nos pontos coletados do first flush (FF) e reservatório (RR) do sistema instalado no CAp-UERJ.

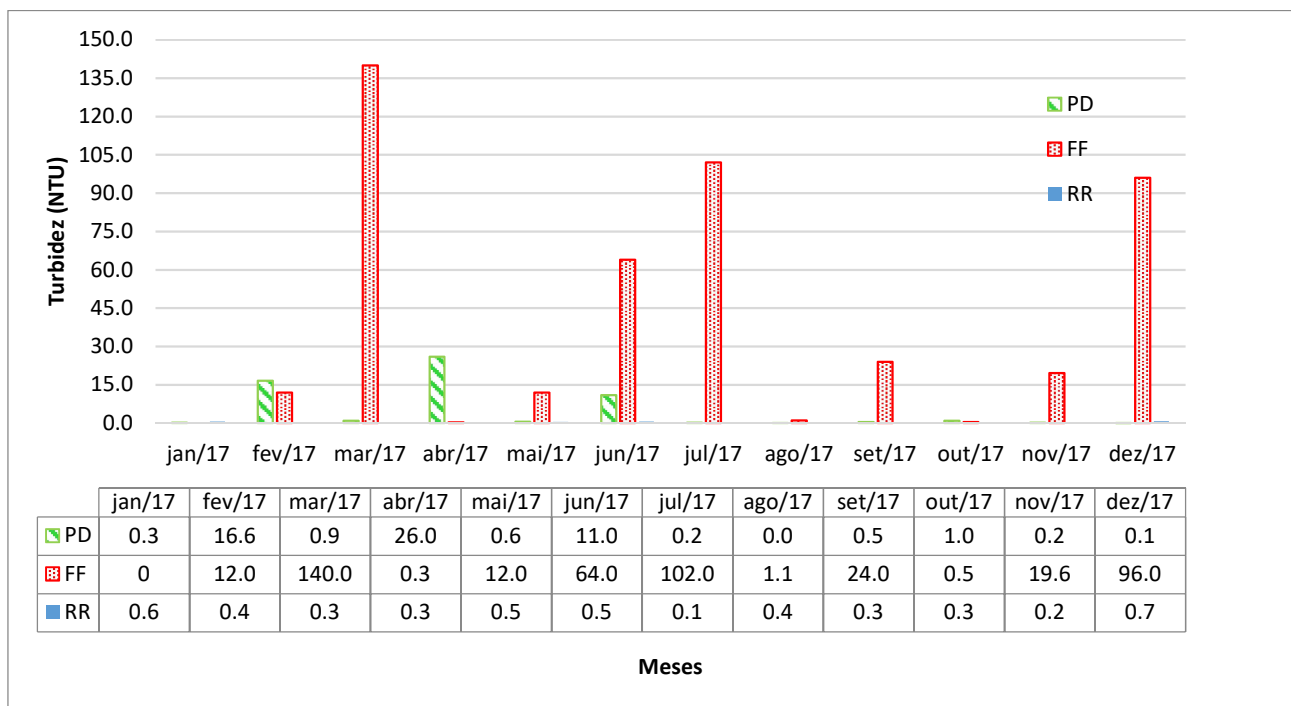


Fonte: Autoria própria, 2018.

Os valores de alcalinidade para o FF variam de 9,5 a 142,6 mg.L⁻¹, com média de 32 mg.L⁻¹ e desvio padrão de 20,46. Os autores do PROSAB (2006) apresentaram um valor de alcalinidade de 31,18mg.L⁻¹ para a cidade de Florianópolis-SC. Nessa pesquisa, os valores de alcalinidade do reservatório variaram de 5,9 a 43,7 mg.L⁻¹, com média de 12,1 mg.L⁻¹ e desvio padrão de 6,27, já em Florianópolis 23,5 mg.L⁻¹ pelo estudo do PROSAB (2006).

Os valores de turbidez da água coletada no CAp-UERJ são apresentados na Figura 42.

Figura 42 – Resultados de análise de turbidez em 2017 nos pontos coletados da precipitação direta (PD), first flush (FF) e reservatório (RR) do sistema instalado no CAp-UERJ.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Foi observada uma elevada turbidez nas amostras do *first flush* (FF), devido à alta concentração de poluentes carregados. Os valores variaram de 0,5 a 140 NTU, com média de 42,9 NTU e desvio padrão de 41,92 nessa pesquisa. Já os trabalhos de PROSAB (2006), Luna *et. al* (2014), e Guimarães *et. al.* (2015) cujos valores do primeiro descarte das águas variou de 0,25 a 10 NTU para João Pessoa, cerca de 4,56 NTU para Florianópolis, e 192 UNT para o Rio de Janeiro.

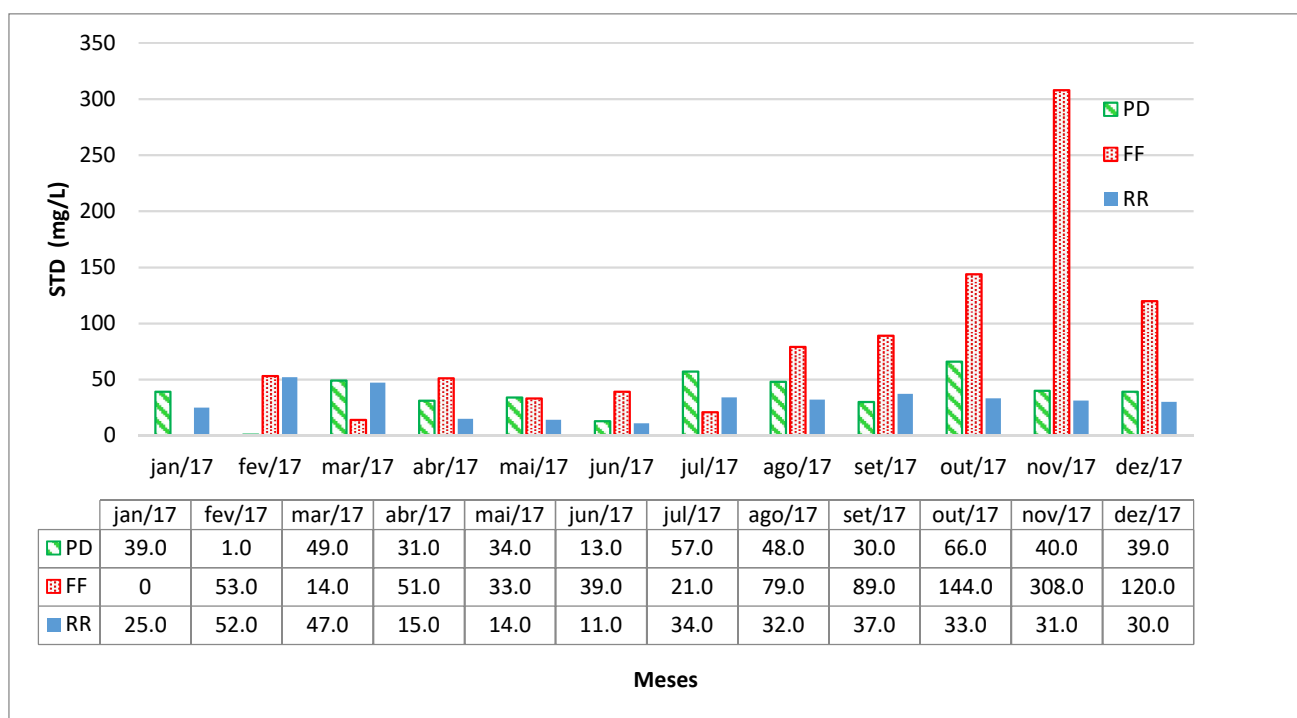
Quando a análise dos dados de turbidez é feita apenas nos resultados de amostras coletadas no reservatório, apresenta valores dentro do limite recomendado pela NBR 15527/07 de até 5 NTU, com média dos valores de 0,4 NTU e desvio padrão de 0,14.

O estudo de Guimarães *et. al.* (2015), PROSAB (2006), e Luna *et. al* (2014) apresentaram o parâmetro da turbidez no reservatório de 3 NTU no Rio de Janeiro-RJ, 2,54 NTU em Florianópolis-SC, 0,4 NTU em Vitória-ES, 0,25 a 7,5 NTU em João Pessoa-PB. Nessa pesquisa, os valores variam de 0,1 a 0,7 NTU.

Não há legislação brasileira específica para a quantidade de sólidos permitida na água pluvial. No entanto, a norma inglesa (*Rainwater Harvesting Systems – Code of Practice – 2009*) recomenda que a quantidade de sólidos seja visualmente clara e livre de detritos flutuantes para todos os usos. A legislação australiana (*Australian Drinking Water Guidelines - WQRA – Water Quality research Australia*) permite concentração entre 500 e 1000 mg.L⁻¹. Nos pontos

coletados do sistema do CAP-UERJ todas as amostras ficaram bem inferiores ao limite aceitável da legislação australiana (Figura 43). Observaram-se também valores baixos para as amostras dos volumes de água de chuva coletadas no reservatório (RR), de modo a representar uma boa qualidade da água.

Figura 43 – Resultados de análise de sólidos totais dissolvidos (STD) em 2017 nos pontos coletados da precipitação direta (PD), *first flush* (FF) e reservatório (RR) do sistema instalado no CAP-UERJ.

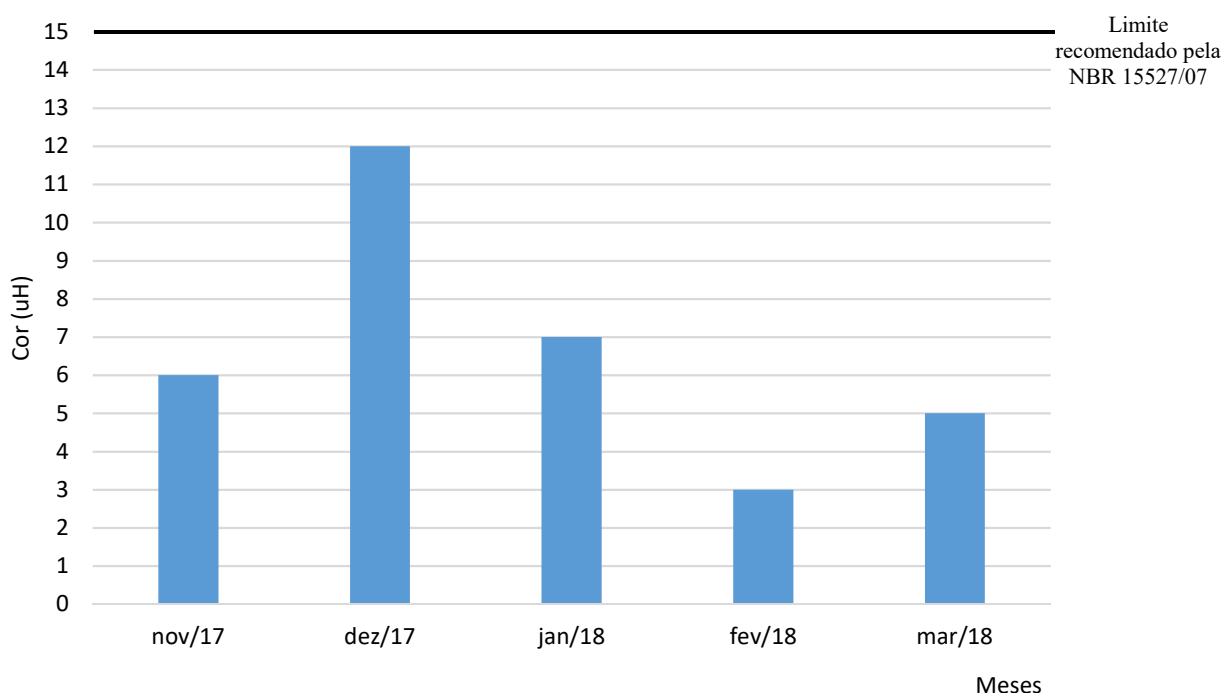


Fonte: Autoria própria, 2018.

No que se refere a sólidos dissolvidos totais (STD), o estudo de Guimarães, *et al.* (2015) a concentração no reservatório oscilou entre 0,016 e 0,259 mg.L⁻¹, já Luna *et. al* (2014) apresentou valores de 3,2 a 36,8 mg.L⁻¹, e o PROSAB (2006) a variação de 1,7 a 2,9 mg.L⁻¹. Os valores dessa pesquisa oscilaram entre 11 a 308 mg. L⁻¹.

A NBR 15527/07 limita o parâmetro da cor até 15 uH. Já a legislação inglesa (*Rainwater Harvesting Systems – Code of Practice – 2009*) recomenda que não seja desagradável para todos os usos. Na presente pesquisa, em todos os meses analisados as amostras do reservatório apresentaram valores compatíveis com a norma brasileira (Figura 44), uma média de 6,6 uH e desvio padrão de 2,32.

Figura 44 – Valores de Cor do ano de 2017 e 2018 no reservatório do (CAp-UERJ).



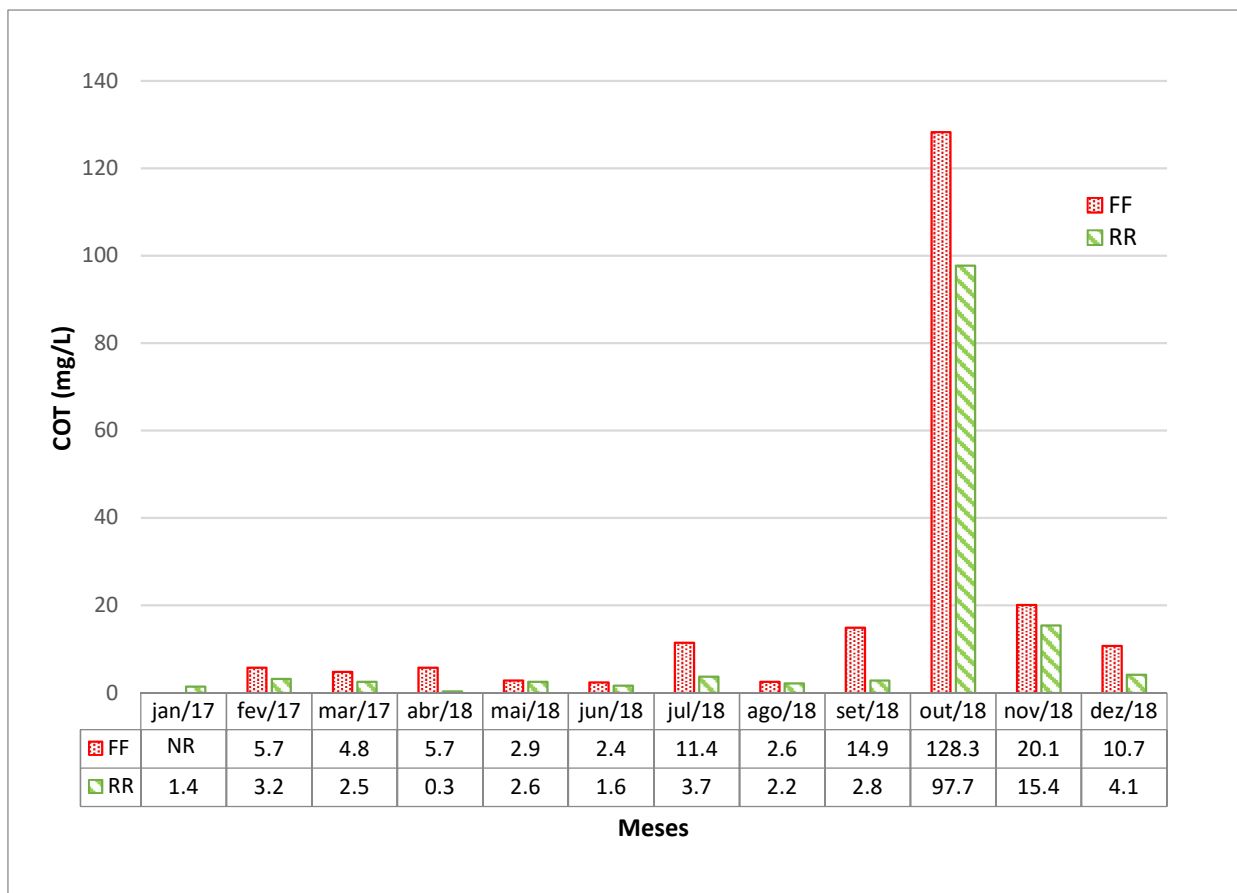
Fonte: Autoria própria, 2018.

O estudo de Guimarães *et al.* (2015), a cor variou com média de 10 ± 8 uH nas amostras do reservatório na cidade do Rio de Janeiro. Luna *et. al* (2014) apresentou valores de 6 a 7 uH, o PROSAB (2006) apresentou valores de 2,5 e 13,61 uH para as cidades de Vitória-ES e Florianópolis-SC, respectivamente.

A quantidade de Carbono Orgânico Total (COT) é um parâmetro ainda pouco difundido na análise de água pluvial. No entanto, a norma brasileira “Uso de Fontes Alternativas de Água Não Potável em Edificações”, ainda em fase de consulta pública permite a concentração de 4mg/L de COT. Os resultados do COT do reservatório do CAp se comparados com a norma “Uso de Fontes Alternativas de Água Não Potável em Edificações”, apenas os meses de outubro, novembro e dezembro de 2017 não atenderiam os parâmetros de COT.

Não há legislação específica para tal parâmetro, no entanto, autores como Naddeo *et al.* (2013) obtiveram amostras de chuva com a quantidade de COT entre 4,70 e 7,5 mg.L⁻¹. Nas amostras de água pluvial do CAp-UERJ os valores de COT variaram de 0,3 mg.L⁻¹ a 97,7 mg.L⁻¹ no reservatório e 2,9 a 128,3 no *first flush* (Figura 45). Em todas as amostras analisadas o COT é maior no FF do que no RR, devido à grande quantidade de poluentes encontrados no FF.

Figura 45 – Resultados das análises de COT em 2017 e 2018 nos pontos coletados: *first flush* (FF) e reservatório (RR) do sistema instalado no CAp-UERJ.

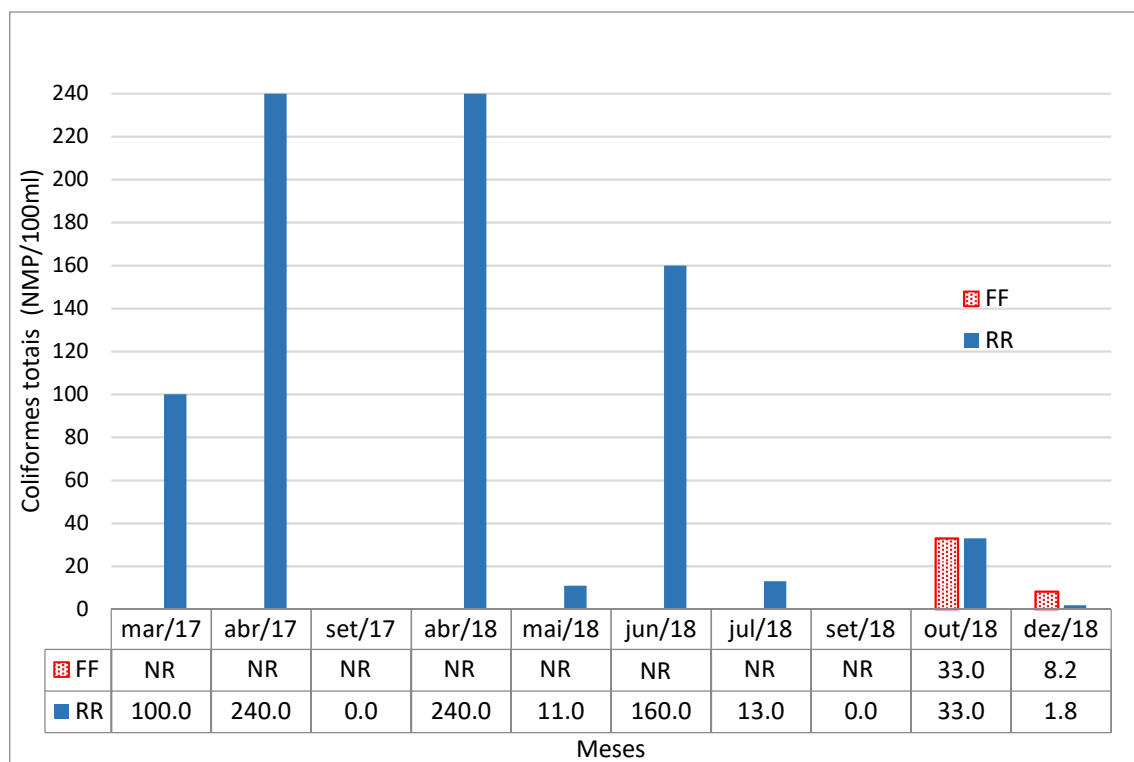


Fonte: Autoria própria, 2018.

Quanto aos coliformes totais e termotolerantes, a norma brasileira NBR15527/07 determina ausência de coliformes em 100 ml, mesmo para fins não potáveis. Os resultados das amostras de coliformes totais e termotolerantes do reservatório e *first flush* do CAp – UERJ são apresentados na Figura 46, e Figura 47, respectivamente.

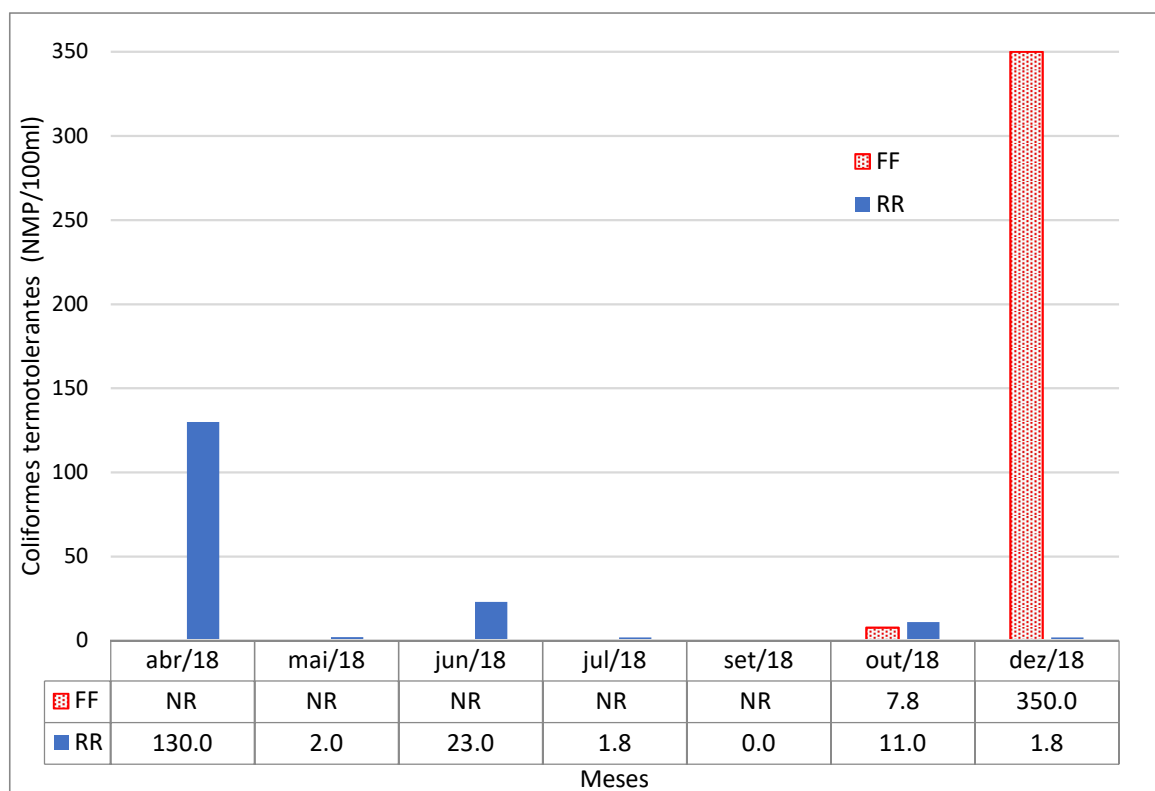
Os meses marcados como NR nas Figura 46 e Figura 47 significa “Análise Não Realizada”, já os meses que constam o número zero constitui ausência de coliformes na amostra.

Figura 46 – Resultados das análises de coliformes totais em 2017 e 2018 nos pontos coletados: *first flush* (FF) e reservatório (RR) do sistema instalado no CAp-UERJ.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Figura 47 – Resultados das análises de coliformes termotolerantes em 2017 e 2018 nos pontos coletados: *first flush* (FF) e reservatório (RR) do sistema instalado no CAp-UERJ.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Em termos de coliformes totais, nas amostras coletadas no reservatório, apenas os meses de setembro de 2017 e setembro de 2018 os mesmos estiveram ausentes. Os demais meses analisados não estão em conformidade com a NBR15 527/07 que recomenda a ausência de coliformes totais na água pluvial, mesmo para fins não potáveis. Nos meses de outubro de 2018 e dezembro de 2018 foram realizadas análises no *first flush* e reservatório a fim de verificar a eficácia do FF na redução dos coliformes. No entanto, não houve significativas reduções de coliformes nas amostras analisadas. No mês de outubro a quantidade de coliformes totais no reservatório foi maior que a quantidade encontrada no FF. Já no mês de dezembro houve redução na quantidade de coliformes do FF para o reservatório, entretanto, ainda há a presença de coliformes totais na amostra. Dessa forma, o FF pode não ser um tratamento eficaz quanto a remoção de coliformes, o mesmo deve ser associado à outro tipo de tratamento na melhora da qualidade quanto aos coliformes totais.

Anecchini (2005) encontrou os valores de coliformes totais no reservatório de 360 NMP/100 mL, 150 NMP/100 mL e 47 NMP/100 mL nos descartes do FF, respectivamente, de 0,5 mm, 1 mm, e 1,5 mm. Nessa pesquisa o descarte do FF é de 0,2 mm e os valores encontrados oscilaram de 1,8 a 240 NMP/100 mL.

Observou nos resultados obtidos que a densidade de coliformes totais foi bastante alta, principalmente no mês de abril dos anos de 2017 e 2018, que é um mês da estação chuvosa. A justificativa para esses altos valores são a influência de carga poluidora de animais que depositam suas fezes e demais bactérias na superfície da captação, acarretando altos valores de coliformes totais.

Os coliformes termotolerantes estiveram ausentes no mês de setembro de 2018. Os demais meses analisados não estão em conformidade com a NBR 15 527/07 que recomenda a ausência de coliformes termotolerantes na água pluvial, mesmo para fins não potáveis. No entanto, a norma em consulta pública do “Uso de Fontes Alternativas de Água Não Potável em Edificações” permite a presença de E. Coli de até 200 NMP/100 mL.

Assim como na análise de coliformes totais, em outubro de 2018 e dezembro de 2018 também foram realizadas análises de coliformes termotolerantes no *first flush* e no reservatório a fim de verificar a eficácia do FF na redução desse parâmetro. Em outubro de 2018 não houve nenhuma redução, pelo contrário, o valor de coliformes termotolerantes encontrado no reservatório foi superior ao valor encontrado no *first flush*. Esse fato pode ser justificado pela incapacidade do FF reter os coliformes totais. Em dezembro, houve redução da quantidade de coliformes, entretanto, continuaram presentes, não sendo suficiente para atender aos padrões da NBR 15 527/07 mesmo para fins não potáveis. Caso os resultados da água coleta no reservatório

fossem comparados com a norma “Uso de Fontes Alternativas de Água Não Potável em Edificações” todos os resultados obtidos estariam em conformidade (menor que 200NMP/100 mL).

Luna *et. al* (2014) e Naddeo *et al.* (2013) apresentaram que 100% das amostras analisadas contam com a presença de coliformes totais e termotolerantes. A presente pesquisa, os resultados, apresentam que apenas 20,0% e 14,3% das amostras analisadas estão com ausência de coliformes totais e termotolerantes, respectivamente. Isso significa que há necessidade de implantação de um tratamento complementar ao *first flush* a fim de que os parâmetros de coliformes estejam em conformidade com o exigido pela NBR 15 527/07.

O sistema de aproveitamento implantado no CAP-UERJ não contempla nenhum tipo de tratamento, com exceção de filtração de material grosseiro simples e do *first flush*. Segundo Kwaadsteniet *et al.* (2013) apenas 39% de amostras de reservatórios de águas pluviais analisadas em todo o mundo apresentaram número de coliformes totais menor que 10 NMP/100ml (valor recomendado pela OMS para usos não potáveis). Devido à elevada de exposição dos telhados como fauna, intempéries, tem sido comum observar coliformes totais nas amostras.

Como um todo, os resultados de qualidade da água pluvial tiveram resultados melhores nos meses mais secos, o que não era esperado. Pois devido à menor frequência das chuvas, as superfícies de captação tendem à um maior acúmulo de poluentes, conseqüentemente, a uma pior qualidade de água. No entanto, nessa pesquisa, percebeu-se o oposto, ou seja, os meses mais secos possuíram melhor qualidade da água. Esse fato pode ser explicado pela irregularidade das chuvas dentro do período coletado, pois as coletas foram realizadas apenas uma vez por mês, e não houve uma uniformidade de chuvas no período anterior a coleta.

3.7 Desenvolvimento do projeto de captação, tratamento, armazenamento e aproveitamento de águas pluviais em comunidade de assentamento informal

Os sistemas de aproveitamento de água pluvial provêm água diretamente aos aparelhos sanitários, permitindo que os moradores da comunidade tenham controle da parcela da água a ser consumida para fins não potáveis. Conseqüentemente, reduz a operação centralizada dos sistemas de abastecimento de água, custos e manutenção para a companhia de saneamento, e custos para os moradores (NADDEO *et al.*2013).

3.7.1 Captação

Este estudo se desenvolve a partir da proposta de sistemas de captação sem a utilização de unidades elevatórias, com aproveitamento da topografia local da comunidade para a

captação, armazenamento e distribuição de água da chuva, com objetivo de atender todos os moradores da comunidade. Dessa forma, esta dissertação propõe o desenvolvimento de duas situações distintas capazes de atender 100% da comunidade, como: (i) solução coletiva e (ii) solução individual.

3.7.1.1 Solução coletiva

As casas da comunidade do Acomodado foram divididas em grupos (zonas de pressão) a fim de que o grupo a montante capte água que alimentará um reservatório a jusante, que por sua vez, abasteça o grupo a jusante e sucessivamente

As características das casas pertencentes a cada zona de pressão são apresentadas na Tabela 21.

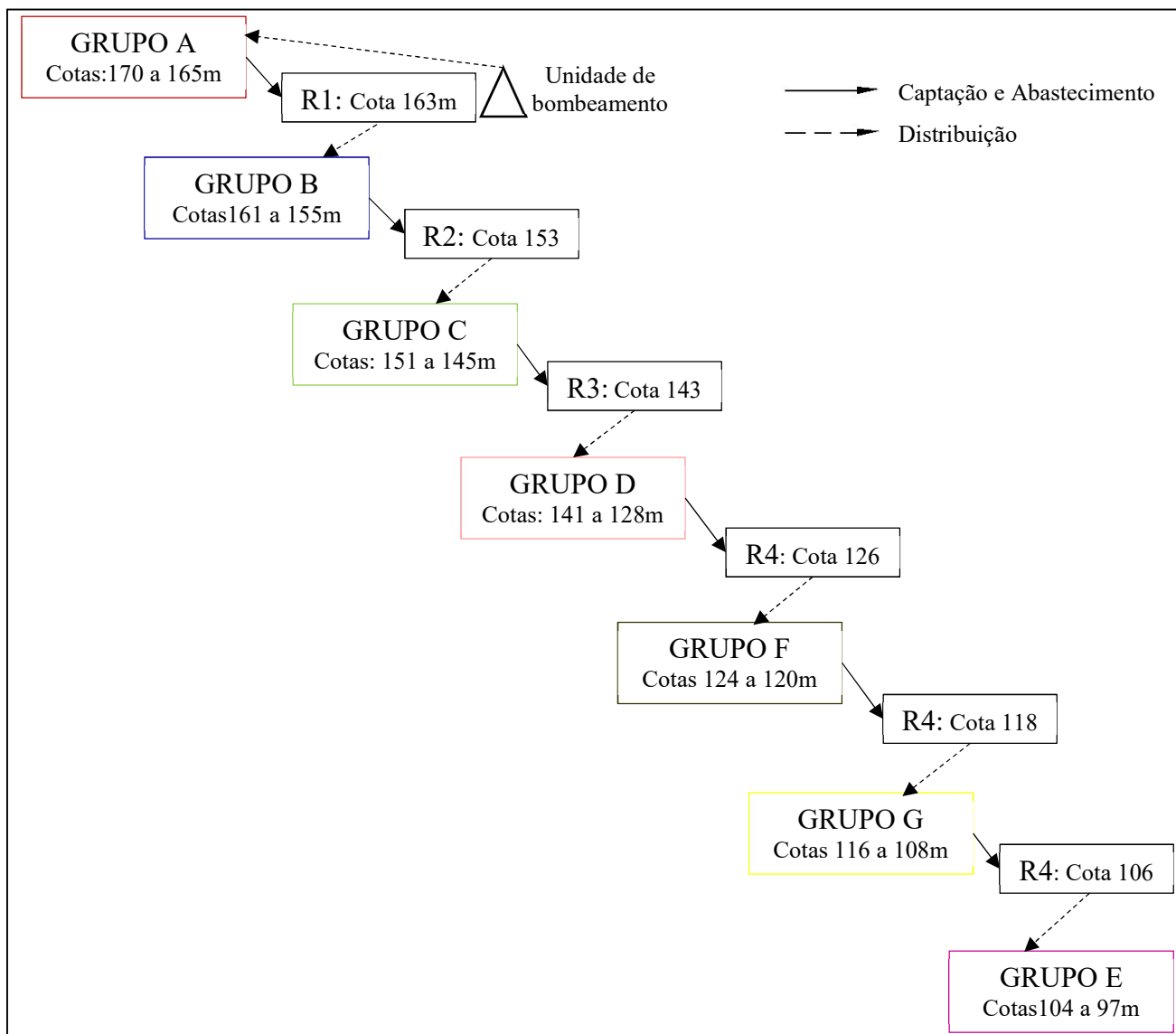
Tabela 21 – Numeração e área das casas pertencentes aos grupos de captação coletiva da comunidade do Acomodado, bairro Rio Comprido, Rio de Janeiro-RJ.

GRUPO A		GRUPO B		GRUPO C		GRUPO D		GRUPO E		GRUPO F		GRUPO G	
Quantidade		Quantidade		Quantidade		Quantidade		Quantidade		Quantidade		Quantidade	
8		7		7		14		8		11		8	
Num.	Área (m ²)	Num.	Área (m ²)	Num.	Área (m ²)	Num.	Área (m ²)	Num.	Área (m ²)	Num.	Área (m ²)	Num.	Área (m ²)
56	40,14	49	41,56	42	46,26	28	55,69	20	36,69	09	29,34	01	66,74
57	63,07	50	107,32	43	53,15	29	87,67	21	26,06	10	110,81	02	48,71
58	25,64	51	10,59	44	49,69	30	86,32	22	61,95	11	20,44	03	121,28
59	12,19	52	33,2	45	52,83	31	75,45	23	43,84	12	35,77	04	85,14
60	25,45	53	35,65	46	37,23	32	22,00	24	41,02	13	49,09	05	94,22
61	42,75	54	14,51	47	24,94	33	60,12	25	78,65	14	57,13	06	23,06
62	11,46	55	40,35	48	25,80	34	48,46	26	38,23	15	38,04	07	76,54
63	11,29					35	21,22	27	22,46	16	71,41	08	45,57
						36	29,49			17	57,94		
						37	26,73			18	39,32		
						38	112,9			19	137,32		
						39	61,57						
						40	133,12						
						41	28,25						
Total	231,99	Total	283,18	Total	289,9	Total	848,99	Total	348,9	Total	646,61	Total	561,26

Fonte: Autoria própria, 2018.

As áreas da comunidade estão divididas em sete grupos ou zonas de pressão nomeados como: Grupo A, Grupo B, Grupo C, Grupo D, Grupo E, Grupo F e Grupo G, e seis reservatórios, nomeados como: R1, R2, R3, R4, R5 e R6, e a unidade elevatória que vai recalcar água para o Grupo A. O esquema de abastecimento dos grupos é apresentado no fluxograma da Figura 48.

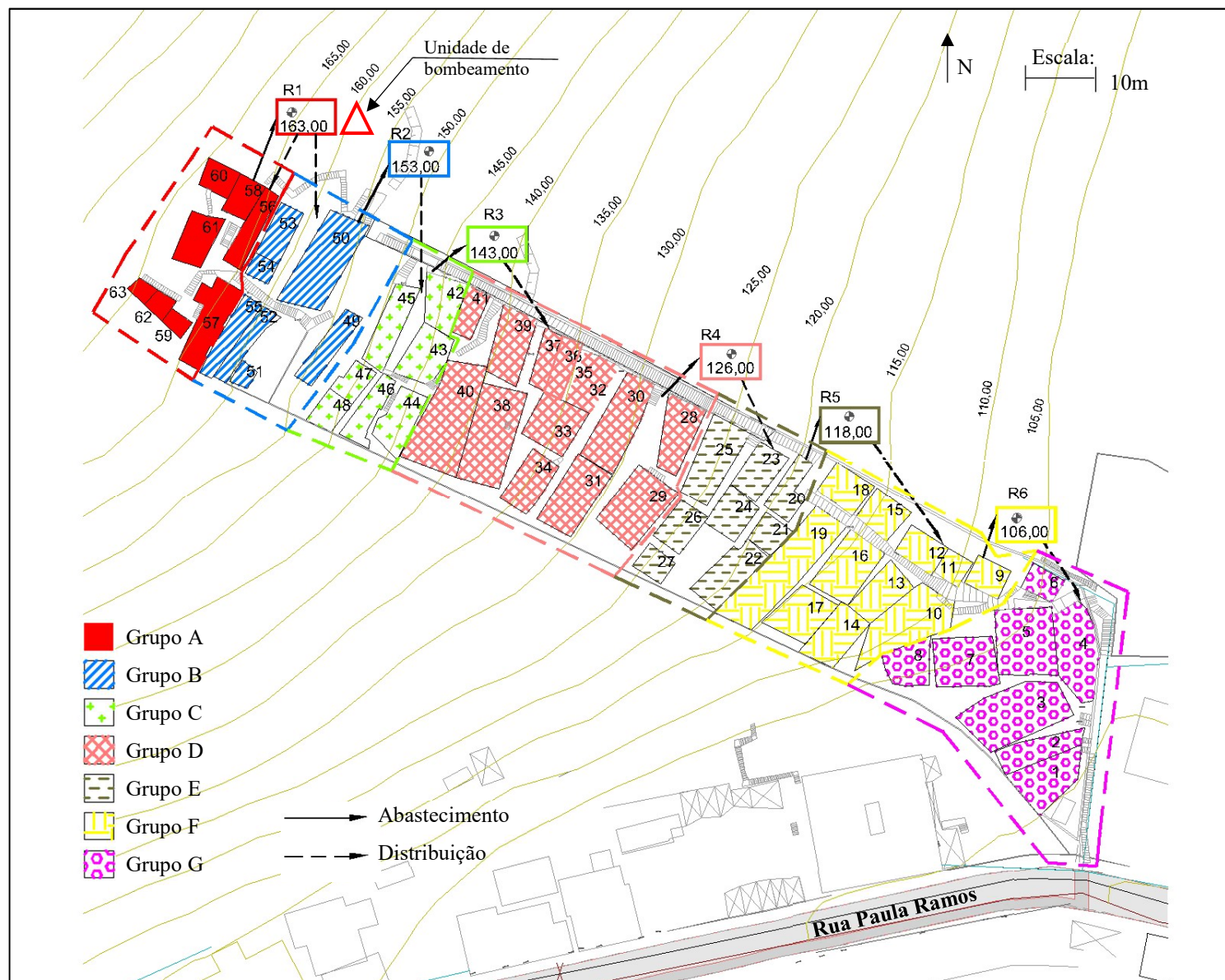
Figura 48 – Esquema de abastecimento por grupos ou zonas de pressão da comunidade do Acomodado, bairro Rio Comprido, Rio de Janeiro-RJ.



Fonte: Autoria própria, 2018.

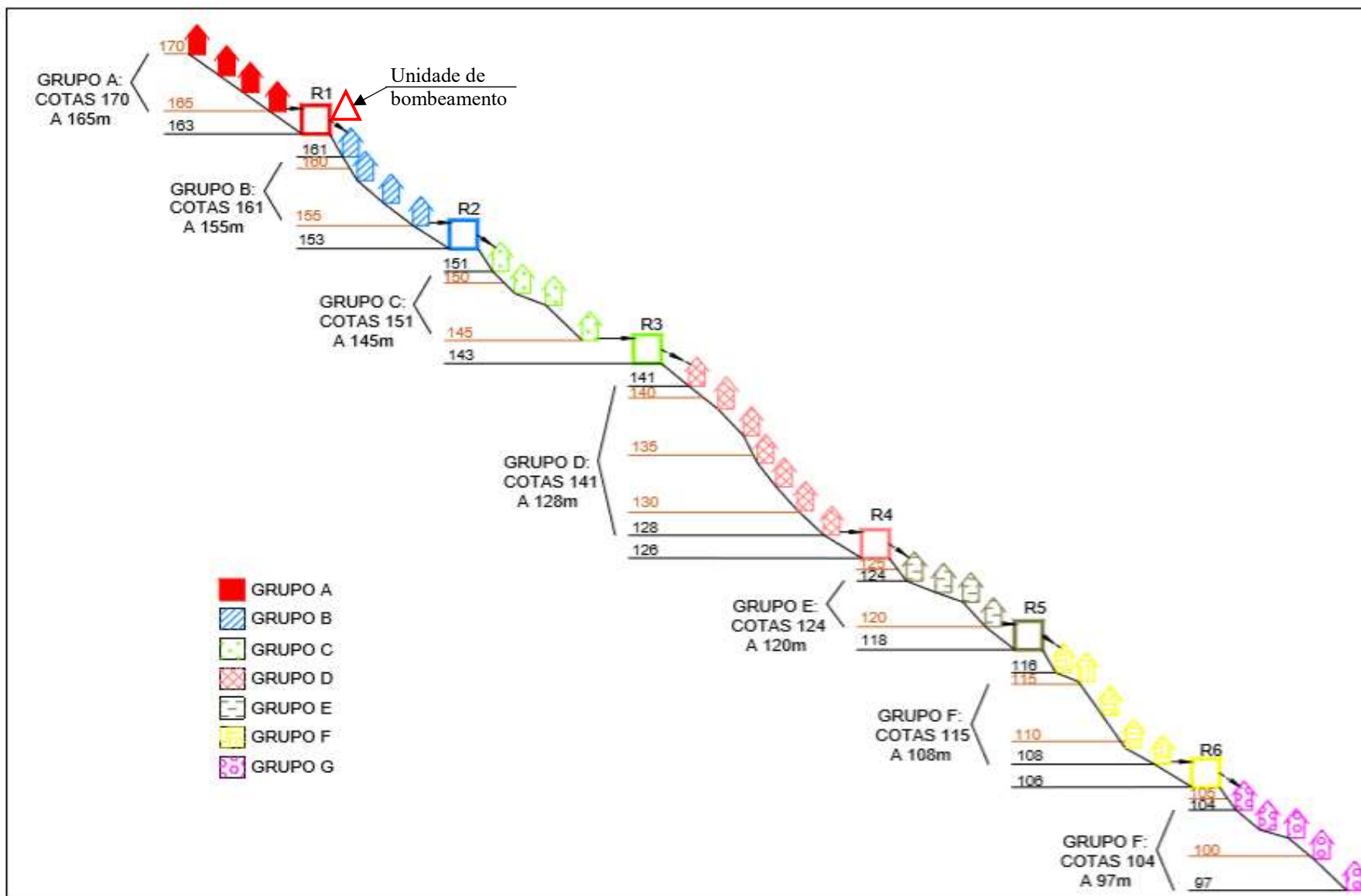
A Figura 49 apresenta a planta com as curvas de nível das residências da comunidade do Acomodado, as cotas de cada grupo de abastecimento e a cota de implantação dos reservatórios. A Figura 50 apresenta um perfil esquemático dos sete grupos de abastecimento, o que demonstra a proposta do aproveitamento das áreas de captação à montante para alimentação do reservatório de jusante, responsável pela distribuição de água para as casa do grupo à jusante.

Figura 49 – Planta dos grupos de abastecimento (zonas de pressão) da comunidade do Acomodado.



Fonte: Autoria própria, 2019.

Figura 50 – Perfil esquemático dos grupos de abastecimento (zonas de pressão) propostos para a comunidade do Acomodado.



Fonte: Autoria própria, 2019.

Por se situado na área mais elevada, o Grupo A é o único que não possui uma área de captação a montante sendo abastecido por uma unidade elevatória localizada junto ao reservatório R1.

A solução coletiva corresponde a proposta de aproveitamento da água da chuva de forma coletiva, dimensionada a partir da demanda de água não potável da área a jusante e da área de captação a montante do grupo de abastecimento.

Os reservatórios foram locados em cotas altimétricas de modo que a última casa do grupo a montante de abastecimento estivesse há dois metros acima da cota de implantação do reservatório. Já o início do grupo a jusante que irá receber a água do reservatório, a primeira casa deve estar dois metros abaixo da cota de implantação do reservatório. A diferença de dois metros entre o grupo de abastecimento a montante e o reservatório foi escolhida devido à altura máxima do reservatório, sendo assim, a viabilidade da última casa a montante ter carga hidráulica suficiente para abastecer o reservatório com entrada por cima. Já a diferença também de dois metros entre o reservatório e o grupo a ser abastecido por ele foi definido para que a pressão dinâmica na entrada da casa mais alta seja de no mínimo dois metros de coluna d'água. Sendo que a norma NBR 5626 (instalação predial de água fria) exige no mínimo 1 mca. As perdas de carga são muito pequenas, sendo possível considerá-las no metro adicional (dois metros ao invés de um metro exigido pela norma).

Serão previstas válvulas de retenção a jusante da captação com a finalidade que toda a água captada seja direcionada para o reservatório, e não haja refluxo para os sistemas com carga hidráulica menor.

E com a finalidade de facilitar a administração do sistema coletivo, serão instalados hidrômetros na entrada da distribuição de cada casa, para que a manutenção do sistema seja cobrada em função da quantidade de água gasta. Essa ação também pode evitar o desperdício de água.

A gestão do sistema integrado, operação e manutenção, dimensionamento e detalhamento das válvulas de retenção, bem como sua tarifação fica como sugestão para os trabalhos futuros.

3.7.1.2 Solução individual

Na solução individual cada casa é responsável por sua captação, tratamento e reserva. As casas da comunidade do Acomodado foram divididas em grupos de acordo com as faixas de áreas de cobertura (telhados), e os sistemas foram dimensionados por grupo, de forma a tornar possível uma padronização por grupo.

As casas pertencentes a cada grupo são apresentadas na Tabela 22.

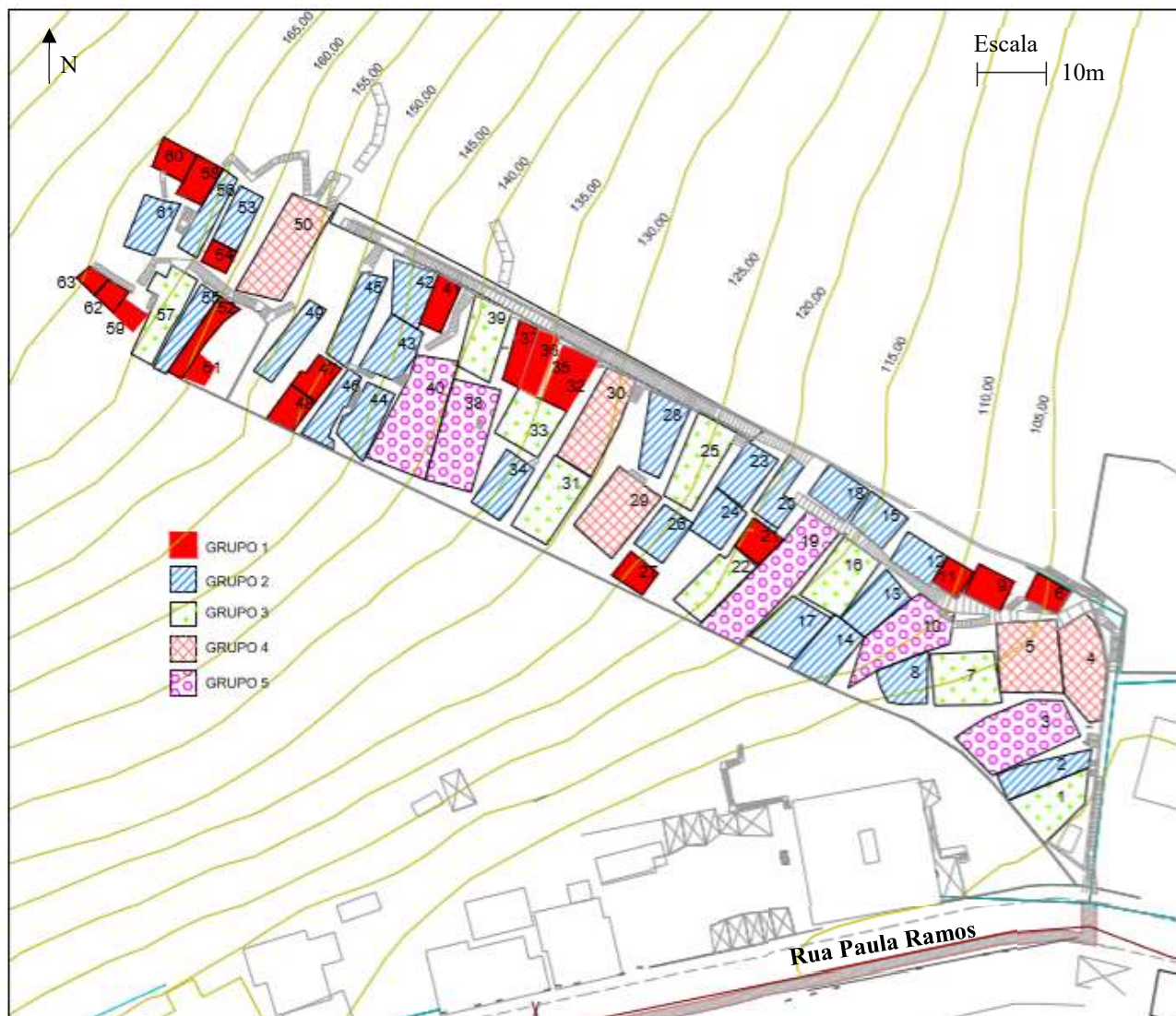
Tabela 22 – Numeração e área das casas pertencentes aos grupos de captação individual da comunidade.

GRUPO 1		GRUPO 2		GRUPO 3		GRUPO 4		GRUPO 5	
Áreas de cobertura de 10 a 35 m ²		Áreas de cobertura de 35,1 a 60 m ²		Áreas de cobertura de 60,1 a 85 m ²		Áreas de cobertura de 85,1 a 110 m ²		Áreas de cobertura de 110,1 a 140 m ²	
Quantidade		Quantidade		Quantidade		Quantidade		Quantidade	
20		24		9		5		5	
Num.	Área (m ²)	Num.	Área (m ²)	Num.	Área (m ²)	Num.	Área (m ²)	Num.	Área (m ²)
06	23.06	02	48.71	01	66.74	04	85.14	03	121.28
09	29.34	08	45.57	07	76.54	05	94.22	10	110.81
11	20.44	12	35.77	16	71.41	29	87.67	19	137.32
21	26.06	13	49.09	22	61.95	30	86.32	38	112.90
27	22.46	14	57.13	25	78.65	50	107.32	40	133.12
32	22,00	15	38.04	31	75.45				
35	21.22	17	57.94	33	60.12				
36	29.49	18	39.32	39	61.57				
37	26.73	20	36.69	57	63.07				
41	28.25	23	43.84						
47	24.94	24	41.02						
48	25.8	26	38.23						
51	10.59	28	55.69						
52	33.2	34	48.46						
54	14.51	42	46.26						
58	25.64	43	53.15						
59	12.19	44	49.69						
60	25.45	45	52.83						
62	11.46	46	37.23						
63	11.29	49	41.56						
		53	35.65						
		55	40.35						
		56	40.14						
		61	42.75						

Fonte: Autoria própria, 2018.

A Figura 51 apresenta a planta com as curvas de nível das residências da comunidade do Acomodado, e as casas de cada grupo por intervalo de área.

Figura 51 – Esquema de desenvolvimento da captação para comunidade do Acomodado no complexo Paula Ramos, bairro Comprido, Rio de Janeiro-RJ.



Fonte: Autoria própria, 2019.

3.7.1.3 Calhas

A cada metro de calha são utilizadas seis garrafas PET, devido ao descarte do fundo e da boca das garrafas. Na junção das garrafas são utilizados 4 rebites por junta, sendo para um total de 5 juntas em um metro totalizam, 20 rebites. As garrafas PET são apoiadas em ripas a cada 2 metros, e 0,5 m para sua fixação. Os resultados dos quantitativos para as calhas de garrafa PET por casa é mostrado na Tabela 23.

Conforme a NBR 10 844/89 para o diâmetro de 100 mm tem a capacidade de vazão de 2/3 de lâmina de 204 L.min⁻¹. Conforme apresentado na equação 4 a vazão plena na tubulação de 100 mm é de:

$$Q_{\text{plena}} = 100 \cdot Q_{2/3 \text{ } 100\text{mm}} / 77 \text{ (L.min}^{-1}\text{)} \quad \text{Eq. (17)}$$

$$Q_{plena} = 100.204 / 77 \text{ (L.min}^{-1}\text{)}$$

$$Q_{plena} = 264,94 \text{ L.min}^{-1}$$

A vazão limite para a utilização das calhas de garrafa PET (100 mm) é de 294,94 L.min⁻¹.

1.

Paralelamente, foi calculada a vazão de projeto para cada residência, a partir da equação 16, e então sendo comparada com a vazão limite a fim de verificar a possibilidade da utilização das calhas de garrafa PET na comunidade. Os resultados são apresentados na Tabela 23.

Tabela 23 – Quantitativo, vazões de projeto e possibilidade da utilização das calhas de garrafa pet na comunidade do Acomodado.

Número da casa.	Perímetro da casa (m)	Comprimento da calha (m)	Número de garrafas pet	Número de rebites	Quantidade de ripas	Quantidade de fios de cobre	Vazão de projeto (L.min ⁻¹)	Possibilidade de utilização de calhas de garrafas pet
1	35.34	17.67	106	707	9	4	133.48	SIM
2	34.64	17.32	104	693	9	4	97.42	SIM
3	45.7	22.85	137	914	11	6	242.56	SIM
4	38.69	19.345	116	774	10	5	170.28	SIM
5	39.8	19.9	119	796	10	5	188.44	SIM
6	19.43	9.715	58	389	5	2	46.12	SIM
7	35.04	17.52	105	701	9	4	153.08	SIM
8	27.09	13.545	81	542	7	3	91.14	SIM
9	21.77	10.885	65	435	5	3	58.68	SIM
10	45.68	22.84	137	914	11	6	221.62	SIM
11	18.07	9.035	54	361	5	2	40.88	SIM
12	24.22	12.11	73	484	6	3	71.54	SIM
13	29.42	14.71	88	588	7	4	98.18	SIM
14	31.4	15.7	94	628	8	4	114.26	SIM
15	24.72	12.36	74	494	6	3	76.08	SIM
16	34.72	17.36	104	694	9	4	142.82	SIM
17	31.14	15.57	93	623	8	4	115.88	SIM
18	25.25	12.625	76	505	6	3	78.64	SIM
19	58.36	29.18	175	1167	15	7	274.64	NÃO
20	29.72	14.86	89	594	7	4	73.38	SIM
21	20.37	10.185	61	407	5	3	52.12	SIM
22	35.18	17.59	106	704	9	4	123.90	SIM
23	27.36	13.68	82	547	7	3	87.68	SIM
24	25.82	12.91	77	516	6	3	82.04	SIM
25	39.38	19.69	118	788	10	5	157.30	SIM
26	25.18	12.59	76	504	6	3	76.46	SIM
27	19.08	9.54	57	382	5	2	44.92	SIM
28	32.93	16.465	99	659	8	4	111.38	SIM
29	38.28	19.14	115	766	10	5	175.34	SIM
30	41.67	20.835	125	833	10	5	172.64	SIM
31	36.77	18.385	110	735	9	5	150.90	SIM

Número da casa.	Perímetro da casa (m)	Comprimento da calha (m)	Número de garrafas pet	Número de rebites	Quantidade de ripas	Quantidade de fios de cobre	Vazão de projeto (L.min ⁻¹)	Possibilidade de utilização de calhas de garrafas pet
32	22.71	11.355	68	454	6	3	44.00	SIM
33	31.14	15.57	93	623	8	4	120.24	SIM
34	28.85	14.425	87	577	7	4	96.92	SIM
35	22.41	11.205	67	448	6	3	42.44	SIM
36	25.16	12.58	75	503	6	3	58.98	SIM
37	24.35	12.175	73	487	6	3	53.46	SIM
38	41.81	20.905	125	836	10	5	225.80	SIM
39	33.4	16.7	100	668	8	4	123.14	SIM
40	51.16	25.58	153	1023	13	6	266.24	NÃO
41	22.72	11.36	68	454	6	3	56.50	SIM
42	28.41	14.205	85	568	7	4	92.52	SIM
43	29.17	14.585	88	583	7	4	106.30	SIM
44	30.58	15.29	92	612	8	4	99.38	SIM
45	35.58	17.79	107	712	9	4	105.66	SIM
46	32.64	16.32	98	653	8	4	74.46	SIM
47	21.1	10.55	63	422	5	3	49.88	SIM
48	20.63	10.315	62	413	5	3	51.60	SIM
49	33.16	16.58	99	663	8	4	83.12	SIM
50	46.04	23.02	138	921	12	6	214.64	SIM
51	13.15	6.575	39	263	3	2	21.18	SIM
52	33.16	16.58	99	663	8	4	66.40	SIM
53	25.92	12.96	78	518	6	3	71.30	SIM
54	15.3	7.65	46	306	4	2	29.02	SIM
55	33.81	16.905	101	676	8	4	80.70	SIM
56	32.58	16.29	98	652	8	4	80.28	SIM
57	40.68	20.34	122	814	10	5	126.14	SIM
58	21.4	10.7	64	428	5	3	51.28	SIM
59	13.94	6.97	42	279	3	2	24.38	SIM
60	19.91	9.955	60	398	5	2	50.90	SIM
61	27.34	13.67	82	547	7	3	85.50	SIM
62	14.36	7.18	43	287	4	2	22.92	SIM
63	13.1	6.55	39	262	3	2	22.58	SIM

Fonte: Autoria própria, 2018.

Conforme apresentado na Tabela 23 em praticamente todas as residências, as calhas de garrafa PET tem condição de escoar a vazão de projeto calculada em função da chuva e da área de captação. No entanto, apenas as casas 19 e 40 não apresentam capacidade para suportar a vazão plena de 265 L.min⁻¹, devido suas grandes áreas de captação dos respectivos telhados. Como são duas casas num total de 63 e por apresentarem vazão de projeto pouco superior a

vazão plena, optou-se por considerá-las como atendidas na implantação das calhas de garrafa PET na comunidade.

Assim que captadas, as águas coletadas na calha são direcionadas para o filtro primário de água pluvial.

As calhas devem ter declividade contínua e mínima de 0,5%, conforme NBR 10844/89 para evitar o acúmulo de sujeira, e o armazenamento de água que favorecem o criadouro de insetos. A falta de manutenção e projeto inadequado inibem o desempenho de um sistema de captação de água de pluvial (JOHOR *et al.* 2017).

Recomenda-se a limpeza das calhas sempre que observadas obstruções nas seções longitudinais, a fim de garantir o seu bom funcionamento.

3.7.2 Tratamento

3.7.2.1 Montagem de um descarte de First Flush e clorador de baixo custo

Conforme apresentado nos resultados de qualidade das águas pluviais do sistema do CAp UERJ, o *first flush* (FF) é um sistema fundamental do tratamento da água da chuva capaz de melhorar a qualidade do volume armazenado para posterior utilização. Com base na diretriz NBR 15527/07 há necessidade de desinfecção de água pluvial. Considerando que os resultados das análises de coliformes totais e fecais foram positivos, justifica-se assim a necessidade de desinfecção, como por exemplo, a cloração.

Quanto a quantidade de água a ser descartada, Tomaz (2015) exemplifica que na Flórida (EUA), para cada 100 m² de área de telhado, descarta-se 40 litros, ou seja, 0,4 L.m⁻² (0,4 mm), entretanto, no Brasil, mais especificamente na região de Guarulhos rejeita-se 1,0 L.m⁻² ou 1 mm de chuva. Gómez e Teixeira (2017) descartam 1 mm para a cidade de Belém no estado do Pará. Já Guimarães *et al.* (2015) utilizaram um descarte de 0,2 mm para a cidade do Rio de Janeiro. Autores como Gikas e Tsihrintzis (2017), utilizaram um descarte de 0,18 mm para o estudo da região da Grécia. Para o presente projeto optou-se por um o descarte de 0,5 mm, pois a qualidade da água a ser armazenada já apresenta bons parâmetros para fins não potáveis (PROSAB,2006).

O tamanho do filtro e o volume das primeiras águas a serem retidas considerando 0,5 L.m⁻² de descarte é apresentado na Tabela 24, sendo o filtro construído com a tubulação de diâmetro 150 mm.

Tabela 24 – Grupo de captação, área, volume de descarte e altura do filtro.

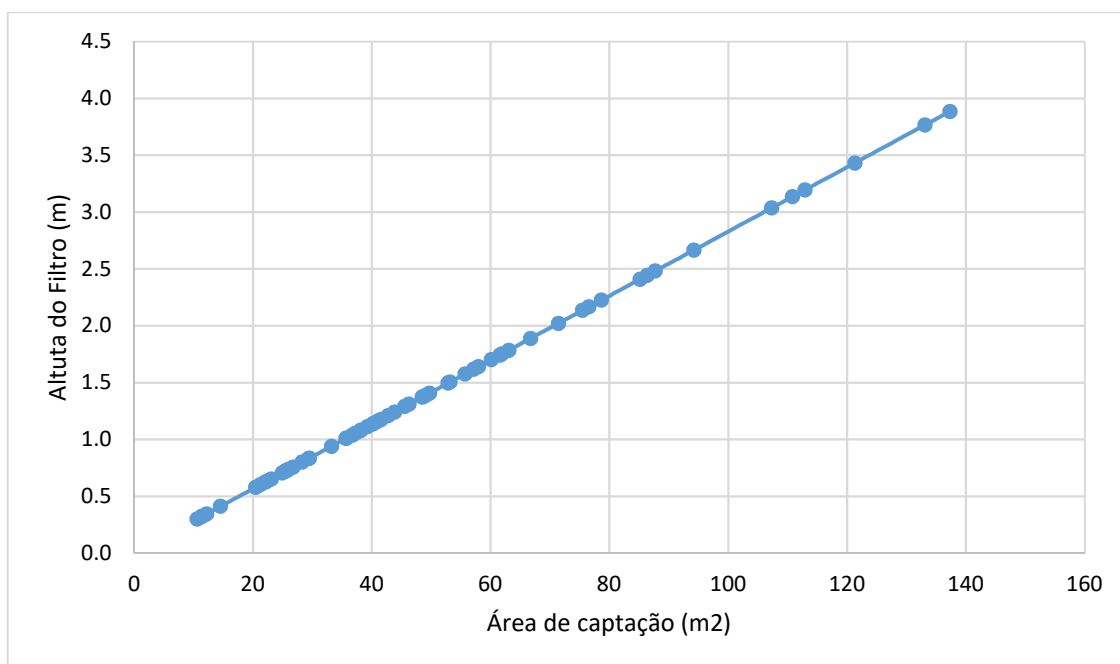
	GRUPO 01	GRUPO 02	GRUPO 03	GRUPO 04	GRUPO 05
Área (m ²)	10 a 35,0	35,1 a 60,0	60,1 a 85,0	85,1 a 110,0	110,1 a 140,0
Volume de descarte (L)	17,5	30,0	42,5	55,0	70,0
Altura do filtro* (m)	1,0	1,7	2,4	3,1	4,0

*a altura do filtro é dimensionada para o limite superior da área de captação. Dessa forma está garantido o descarte de pelo menos 0,5 mm para o sistema projetado.

Fonte: Autoria própria, 2019.

A Figura 52 apresenta um gráfico do dimensionamento da altura do filtro em função da área de captação. O gráfico pode ser utilizado para qualquer residência, dentro ou fora da comunidade para um filtro com diâmetro de 150 mm e um descarte inicial de 0,5 mm.

Figura 52 – Altura do filtro de descarte inicial de 0,5 mm, com tubos de 150 mm em função da área de captação.

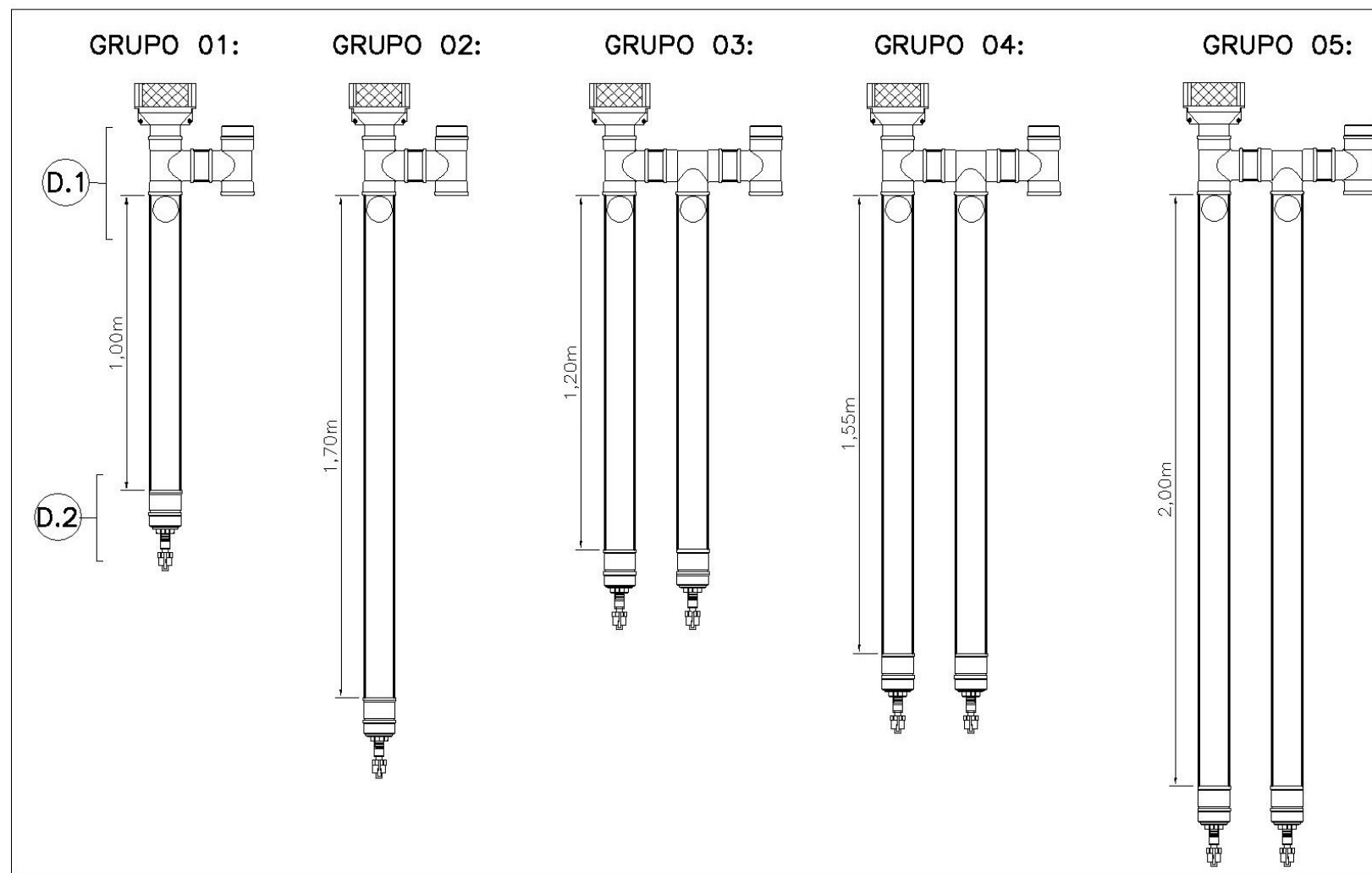


Fonte: Autoria própria, 2019.

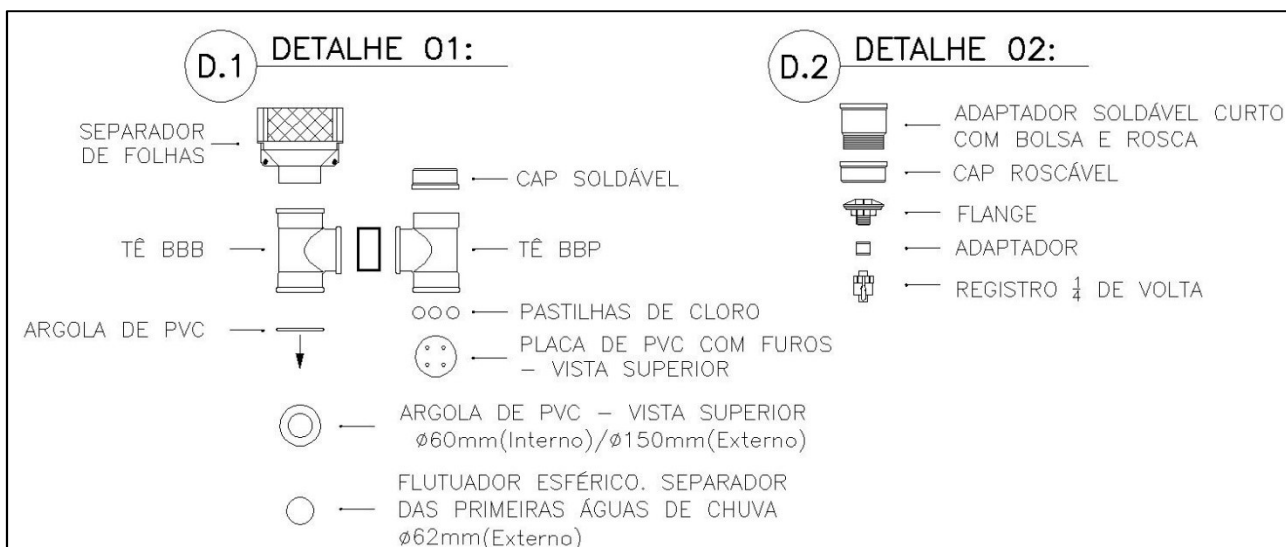
A montagem do FF e do clorador de baixo custo necessita de peças comerciais existentes no mercado da construção civil, e de instalações hidráulicas apropriadas ao equipamento, para o desenvolvimento de uma peça acessível a população de baixa renda, possibilitando ainda a montagem, implantação e operação do sistema pelos próprios moradores da comunidade.

A montagem do produto ocorre de forma simples, com auxílio de ferramentas básicas, como furadeira e chaves de aperto. O projeto dos produtos desenvolvidos para cada grupo de captação é apresentado na Figura 53, e os detalhes na Figura 54.

Figura 53 – Projeto do produto desenvolvido composto do *First Flush* e clorador de baixo custo para cada grupo de captação em função da área do telhado.



Fonte: Autoria própria, 2019.

Figura 54 – Detalhes (D.1 e D.2) do *First Flush* e clorador

Fonte: Autoria própria, 2019.

O tê BBB trata-se de um tê com três bolsas, e o tê BBP refere-se a duas bolsas e uma ponta para o encaixe do CAP soldável. No detalhe D.1 mostrado na Figura 54 o CAP é soldável e apenas encaixado para que possam ser retiradas e colocadas as pastilhas de cloro que ficarão apoiadas na placa de PVC com furos e assim a água é clorada e em seguida armazenada no reservatório.

No detalhe D.2 mostrado na Figura 54 o CAP é roscável, pois essa é uma área de acúmulo de sujeira e lodo, dessa forma, a rosca é necessária para a limpeza e manutenção constante do FF. O registro de $\frac{1}{4}$ de volta deve ficar fechado que, após o evento de chuva, deve ser aberto para o descarte da água acumulada no filtro. Recomenda-se a limpeza mensal do CAP roscável a fim de garantir o bom funcionamento do FF.

O flutuador esférico de baixa densidade encontra-se localizado entre a tubulação principal de armazenamento do volume de separação e a argola de PVC, conectada ao Tê de ligação e desvio ao reservatório. Quando o volume da primeira descarga ou lavagem do telhado preencher toda a tubulação, o flutuador esférico trava a passagem de água, e permite que a água pluvial mais limpa siga para o reservatório. O flutuador esférico possui cerca de 6 cm de diâmetro, medida semelhante ao diâmetro interno da argola de PVC (Figura 55).

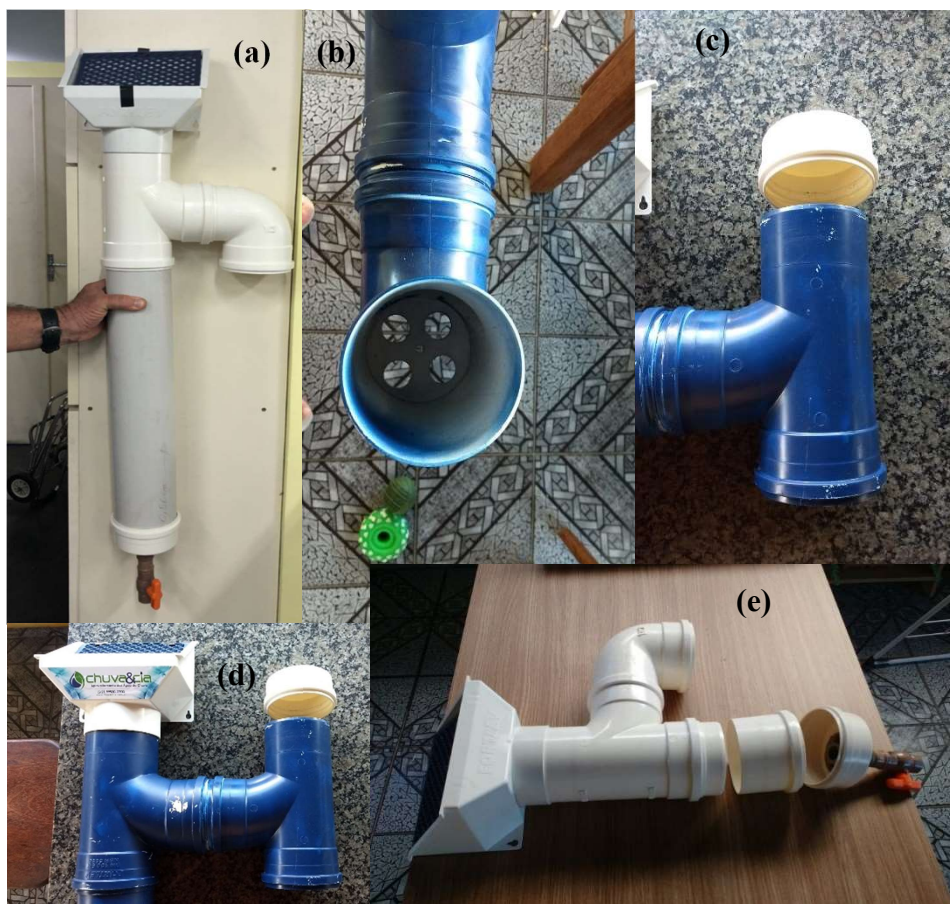
Figura 55 – Flutuador esférico de baixa densidade.



Fonte: Autoria própria, 2019.

A argola de PVC é fabricada por meio de uma placa de PVC de 3 mm de espessura e uma broca de 150 mm de diâmetro externo e 60 mm de diâmetro interno. Analogamente, similar a fabricação da placa de PVC com furos, para um diâmetro externo de 150 mm e 4 furos com a broca de 2 cm, para que a água clorada passe por esses furos.

O produto final já montado e testado no laboratório é apresentado na Figura 56.

Figura 56 – Produto final já montado e testado no laboratório (*first flush* e clorador).

Fonte: Autoria própria, 2019.

A Figura 56 (a) apresenta o FF sem o sistema de cloração, (b) Placa de PVC com furos para o apoio das pastilhas de cloro; (c) tê BBP e cap soldável para a substituição das pastilhas de cloro; (d) Vista lateral do FF e clorador; (5) Peças do FF.

O descritivo das peças e o custo da montagem do FF e clorador são apresentados no Apêndice 04.

3.7.2.2 Simulação do sistema de tratamento

A água pluvial coletada no reservatório passa por uma filtragem a partir de um protótipo de tratamento com composto por alcalinização de pedras de dolomita e desinfecção com pastilhas de cloro, cujos resultados são apresentados na Tabela 25.

Tabela 25 – Resultados da simulação do protótipo de tratamento.

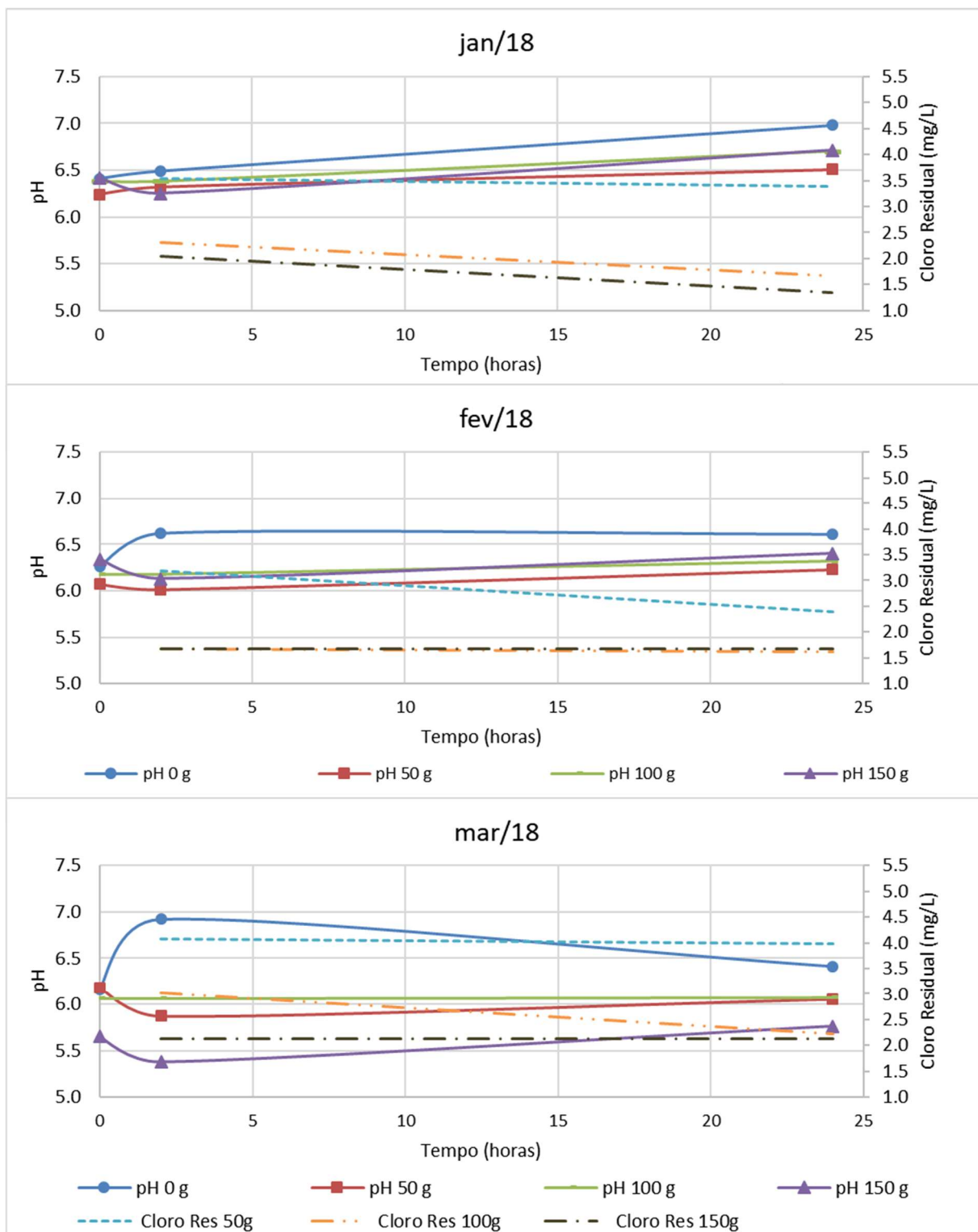
		0 hrs	2 hrs	24 hrs	% de variação de pH	% de diminuição do cloro residual	
jan/18	pH	Amostra sem filtragem nas pedras	6,41	6,49	6,98	7,55%	---
		Filtro 53,18 g	6,24	6,32	6,51	3,01%	---
		Filtro 100,67g	6,38	6,38	6,70	5,02%	---
		Filtro 153,77g	6,42	6,25	6,71	7,36%	---
	Cloro Residual (mg/L)	Filtro 53,18 g	---	3,55	3,38	---	4,54%
		Filtro 100,67g	---	2,30	1,66	---	28,05%
		Filtro 153,77g	---	2,04	1,35	---	33,59%
fev/18	pH	Amostra sem filtragem nas pedras	6,26	6,62	6,61	-0,15%	---
		Filtro 53,18 g	6,07	6,01	6,23	3,66%	---
		Filtro 100,67g	6,18	6,18	6,32	2,27%	---
		Filtro 153,77g	6,34	6,13	6,40	4,40%	---
	Cloro Residual (mg/L)	Filtro 53,18 g	---	3,19	2,39	---	25,00%
		Filtro 100,67g	---	1,68	1,62	---	4,06%
		Filtro 153,77g	---	1,68	1,68	---	0,00%
mar/18	pH	Amostra sem filtragem nas pedras	6,16	6,92	6,41	-7,37%	---
		Filtro 53,18 g	6,18	5,87	6,05	3,07%	---
		Filtro 100,67g	6,06	6,06	6,07	0,17%	---
		Filtro 153,77g	5,65	5,38	5,76	7,06%	---
	Cloro Residual (mg/L)	Filtro 53,18 g	---	4,08	3,99	---	2,17%
		Filtro 100,67g	---	3,01	2,22	---	26,36%
		Filtro 153,77g	---	2,13	2,13	---	0,00%
abr/18	pH	Amostra sem filtragem nas pedras	6,61	6,42	6,60	2,80%	---
		Filtro 53,18 g	6,19	5,98	6,24	4,35%	---
		Filtro 100,67g	6,07	6,07	6,37	4,94%	---
		Filtro 153,77g	5,81	5,82	6,20	6,53%	---
	Cloro Residual (mg/L)	Filtro 53,18 g	---	3,72	3,63	---	2,47%
		Filtro 100,67g	---	3,90	3,42	---	12,23%
		Filtro 153,77g	---	5,32	3,90	---	26,58%

		0 hrs	2 hrs	24 hrs	% de variação de pH	% de diminuição do cloro residual	
mai/18	pH	Amostra sem filtragem nas pedras	6,10	6,32	6,20	-1,90%	---
		Filtro 53,18 g	6,22	5,91	6,07	2,71%	---
		Filtro 100,67g	6,00	6,00	6,05	0,83%	---
		Filtro 153,77g	5,70	5,40	5,81	7,59%	---
	Cloro Residual (mg/L)	Filtro 53,18 g	---	3,37	2,92	---	13,16%
		Filtro 100,67g	---	3,01	1,94	---	35,65%
		Filtro 153,77g	---	2,22	1,95	---	12,00%
jun/18	pH	Amostra sem filtragem nas pedras	6,5	6,3	7	11,11%	---
		Filtro 53,18 g	6,30	6,45	6,58	2,02%	---
		Filtro 100,67g	6,45	6,45	6,85	6,20%	---
		Filtro 153,77g	6,42	6,55	6,90	5,34%	---
	Cloro Residual (mg/L)	Filtro 53,18 g	---	3,01	2,87	---	4,84%
		Filtro 100,67g	---	1,95	1,29	---	34,02%
		Filtro 153,77g	---	1,86	1,10	---	41,15%

Fonte: Autoria própria, 2019.

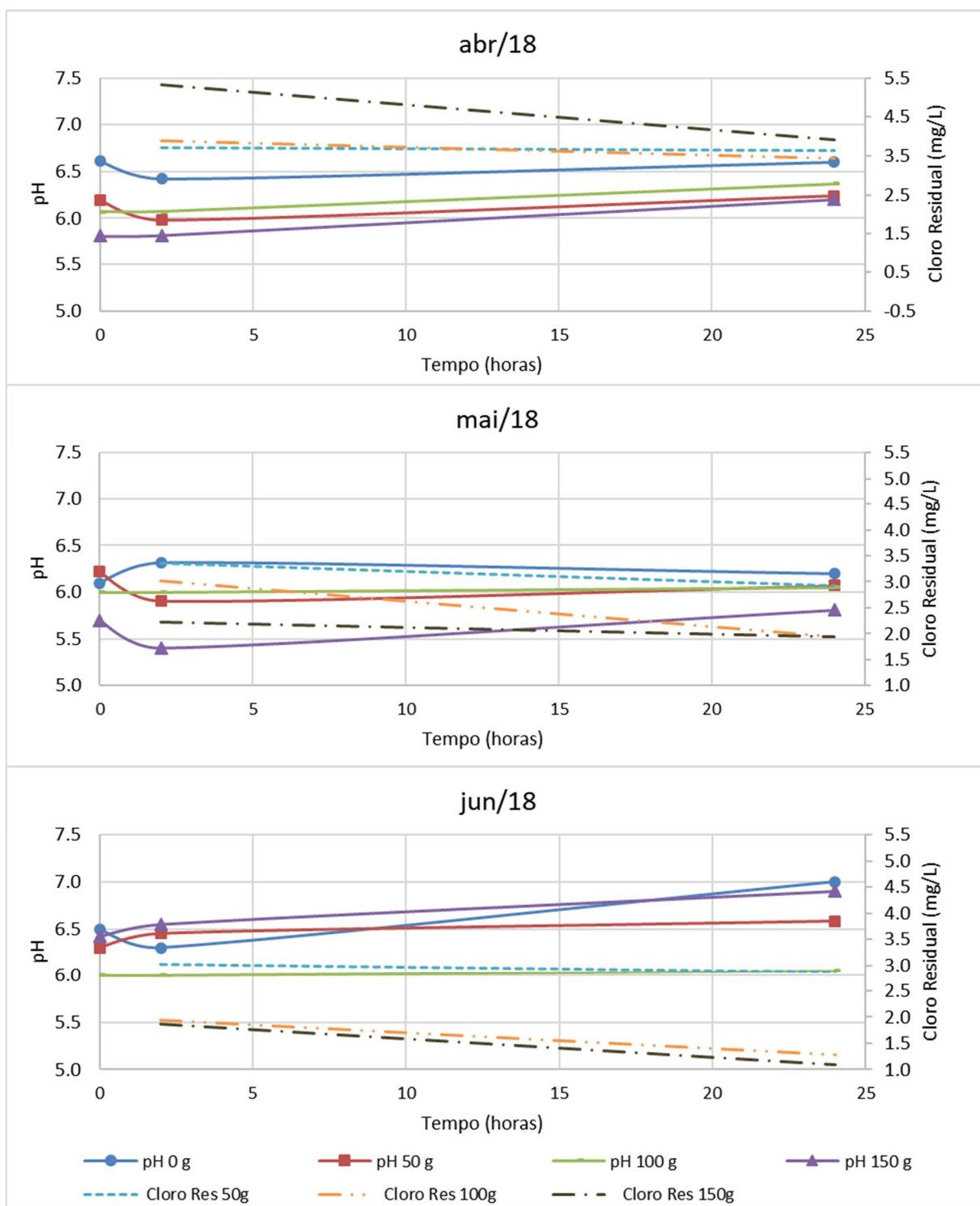
Os resultados mensais da variação de pH e concentração de cloro residual para os meses de janeiro, fevereiro e março de 2018 estão dispostos na Figura 57, e para os meses de abril, maio e junho de 2018 na Figura 58. Vale ressaltar que a análise era realizada uma vez por mês ao longo de 24 horas.

Figura 57 – Variação do pH e cloro residual para os meses de janeiro, fevereiro e março de 2018.



Fonte: Autoria própria, 2019.

Figura 58 – Variação do pH e cloro residual para os meses de abril, maio e junho de 2018.



Fonte: Autoria própria, 2019.

Os resultados de cloro residual não foram considerados bons, pois a norma NBR 15527 recomenda valores entre 0,5 a 3 mg.L⁻¹. E apenas a amostra de fevereiro obteve o cloro residual dentro da faixa recomendada após as 24 horas das amostras passarem em todos os filtros. Os meses de janeiro, março, maio e junho as amostras que passaram nos filtros de 100,67 g e

153,77 g apresentaram resultados compatíveis com a faixa recomendada pela norma brasileira. Em todas as análises houve decaimento do cloro residual ao longo das 24 horas analisadas.

Em todos os meses houve aumento do pH das amostras que passaram no filtro de calcário no tempo final de 24 horas. Não ocorreu uma relação com a quantidade de pedra e a porcentagem de aumento do pH nas amostras.

Para o mês de janeiro, as amostras que passaram nos filtros de 100,67 g e 153,77 g apresentaram os maiores valores de pH próximo de 6,71. Essas amostras apresentam um aumento de pH com relação ao tempo 2 horas de 3,01% e 5,02% respectivamente. A amostra que passou no filtro de 53,18 g obteve um aumento de 7,55% no valor do pH, no entanto, apresentou o menor valor de pH ao final das 24 horas. Quanto ao cloro residual, a amostra que passou no filtro de 53,18 g apresentou valores muito elevados de cloro residual, com os tempos de 2 horas, e 24 horas. As demais amostras apresentaram valores satisfatórios de cloro residual.

Para o mês de fevereiro, a amostra que passou no filtro de 153,77 g apresentou o maior valor de pH próximo de 6,4 ao final das 24 horas de análise. Essa amostra apresentou também um aumento de 4,40% de pH. A amostra que passou no filtro de 100,67 g, obteve um pH de 6,32, em seguida, a amostra que passou no filtro de 53,18 g um valor de pH de 6,23 ao final das 24 horas de análise. Esse aumento de pH para os filtros de 100,67 g e 53,18 g com relação ao tempo 2 horas foi de 2,27% e 3,66% respectivamente. Nessas amostras do mês de fevereiro apresentaram que quanto maior a quantidade de pedras de calcário, maior o pH. No entanto, a relação de aumento de pH por quantidade de pedras de calcário não pode ser afirmada. Acerca da concentração de cloro residual, a amostra que foi filtrada em 53,18 g obteve um valor muito alto ($3,19 \text{ mg.L}^{-1}$) com o tempo de duas horas do experimento, no entanto, com 24 horas a concentração decresceu, até atingir o valor considerado aceitável ($2,39 \text{ mg.L}^{-1}$) de acordo com as diretrizes da NBR 15 527/07. As demais amostras apresentaram os valores de cloro residual dentro da faixa permitida.

Para o mês de março, as amostras que passaram nos filtros de 53,18 g e 100,67 g apresentaram os maiores valores de pH (6,07). Essas amostras dos filtros de 53,18 g e 100,67 g apresentam um aumento de pH com relação ao tempo 2 horas de 3,07% e 0,17% respectivamente. A amostra que passou no filtro de 150 g obteve a maior porcentagem de aumento de pH (7,06%), em contrapartida, apresentou o menor pH ao final das 24 horas (5,76). Os ensaios realizados com a amostra do mês de março, não apresentaram valores satisfatórios quanto ao pH. Ao final das 24 horas, todas as amostras filtradas na pedra de dolomita apresentaram pH igual ou menor que 6. Quanto ao cloro residual a amostra que foi filtrada em 53,18 g de dolomita apresentou elevados valores, sendo esses, fora da faixa sugerida pela norma

brasileira 15 527/07, tanto nos tempos 2 horas e 24 horas. A amostra filtrada em 100,67 g de dolomita apresentou um alto valor de cloro residual com 2 horas, e um valor satisfatório com 24 horas. A amostra filtrada com 153,77 g de dolomita apresentou valores dentro da faixa sugerida pela norma brasileira.

Para o mês de abril, a amostra que passou no filtro de 100,67 g apresentou o maior valor de pH (6,37) ao final das 24 horas de análise. Essa amostra apresentou um aumento percentual de pH (4,94%). A amostra que passou no filtro de 53,18 g, obteve um pH de 6,24, esse pH apresenta um aumento de 4,35% em relação ao pH do tempo duas horas. Em seguida, a amostra que passou no filtro de 153,77g apresentou um pH de 6,2 ao final das 24 horas de análise, sendo o menor pH das amostras analisadas nesse mês. No entanto, a amostra obteve o maior aumento percentual em relação ao tempo de duas horas (6,53%). Acerca do cloro residual, o mesmo não apresentou resultados satisfatórios, se comparado com a NBR 15 527/07 em nenhuma das amostras que passaram nos filtros.

Para o mês de maio, a amostra que passou no filtro de 50,18 g apresentou o maior valor de pH (6,07) ao final das 24 horas de análise. Essa amostra apresentou um aumento percentual de pH (2,71%). A amostra que passou no filtro de 153,77 g, obteve o menor valor de pH (5,81) ao longo das 24 horas, no entanto, o maior aumento percentual (7,59%), mesmo com o maior aumento percentual a amostra não está em conformidade com a diretriz da norma de água de chuva. E por último, a amostra que passou no filtro de 100,67 g apresentou um pH de 6,05 ao final das 24 horas de análise, com um aumento 0,83% no valor do pH. Quanto ao do cloro residual, todas as amostras apresentaram resultados satisfatórios, ou seja, dentro do intervalo sugerido pela a norma 15 527.

Para o mês de junho, a amostra que passou no filtro de 153,77 g apresentou o maior valor de pH (6,9) ao final das 24 horas de análise. A amostra que passou no filtro de 100,67 g, obteve um pH de 6,85, e também o maior aumento percentual (6,20%). E em seguida, a amostra que passou no filtro de 53,18 g para um pH de 6,58 ao final das 24 horas de análise. Esse aumento de pH com relação ao tempo 2 horas foi de 2,02%. Nessas amostras do mês de junho, assim como nas amostras do mês de março apresentaram que quanto maior a quantidade de pedras de calcário, maior o pH. Vale ressaltar que a relação de aumento de pH por quantidade de pedras de calcário não pode ser afirmada. Acerca da concentração de cloro residual, a amostra que foi filtrada em 53,18 g obteve um valor superior ao recomendado pela norma (3,01 mg.L⁻¹) com o tempo de duas horas do experimento, no entanto, com 24 horas a concentração decresceu, até atingir o valor considerado aceitável (2,86 mg.L⁻¹) de acordo com

as diretrizes da NBR 15 527/07. As demais amostras apresentaram os valores de cloro residual dentro da faixa permitida.

Ao longo dessas 6 análises durante os meses de janeiro a junho de 2018 a amostra que foi coletada do reservatório que não passou em nenhum filtro (branco) também foi monitorada nos tempos 0 horas, 2 horas e 24 horas. Sendo que em todos os meses a amostra “sem filtragem nas pedras” apresentou o pH mais alto (alcalino). As pedras de calcário são introduzidas a fim de tornar a água com um pH mais neutro variando de 6,8 a 7,2. No entanto, em nenhum dos meses analisados, as amostras que passaram pelo filtro de calcário apresentaram pH em torno de neutro. Pelo contrário, apresentaram pH mais baixo, com características mais ácidas se comparada com as amostras que não passaram pelo filtro de calcário. A proposição inicial desse trabalho era testar os filtros de calcário (53,18 g, 100,67 g, 153,77 g), para amostras de todos os meses do ano hidrológico (janeiro a dezembro). No entanto, os resultados não foram conclusivos, pois: (i) o aumento do pH não está diretamente proporcional a quantidade de pedras de calcário, (ii) a amostra que não passou nos filtro de calcário apresentou maior pH do que a amostras que passaram no filtro, (iii) não há justificativa para projetar um filtro de calcário sendo que o aumento do pH não é significativo para a faixa ideal (neutro).

Sendo assim, optou-se por paralisar os ensaios a partir do mês de junho de 2018, e para futuros trabalhos elaborar tentativas com maiores quantidades de dolomita e de forma submersa para que o pH da água fique em torno do pH 7.

Uma justificativa para o aumento do pH em alguns ensaios, é o fato de existirem sais na superfície das pedras. Dessa forma, a medida que as amostras passam nos filtros, os sais que se encontram na superfície das pedras de dolomita têm o potencial de aumentar o pH da água. No entanto, com a passagem da água pelas pedras, ocorre a lavagem da superfície das pedras e consequentemente a retirada dos sais, e assim as pedras de calcário deixam de neutralizar o pH da água, conforme observado no protótipo de tratamento, nas análises realizadas nos meses de janeiro a junho de 2018. As pedras de calcário têm como função a neutralização da água da chuva, caso estejam submersas num determinado recipiente, pois apenas com a passagem da água pelo filtro, os sais são carreados, e sua função de alcalinização não é cumprida. Sendo assim, uma alternativa seria testes com as pedras de dolomita submersas nas amostras de água pluvial. E esses testes ficam como sugestões para os próximos trabalhos.

3.7.3 Armazenamento (Reservatório)

Os critérios de dimensionamento do reservatório seguem os procedimentos apresentados na metodologia, para a solução coletiva e individual.

3.7.3.1 Solução coletiva

Caso a opção escolhida para o abastecimento da comunidade seja a solução coletiva as residências são divididas em grupos de abastecimento (Grupo A, B, C, D, E, F e G) conforme apresentado no capítulo 3.7.1 referente captação.

Conforme calculado no capítulo 3.4 “Demanda hídrica não potável” a demanda não potável calculada por casa foi de 5,68 m³/por residência por mês, considerando os consumos de vaso sanitário, máquina de lavar e lavagem de piso. As características gerais dos grupos como: área, e quantidade de casas, demanda mensal, a função do grupo, e a cota de implantação dos reservatórios são apresentados na Tabela 26.

Tabela 26 – Grupo de captação, área, demanda, função e cota do respectivo reservatório.

	Área (m ²)	Quantidade de casas	Demanda (m ³ /mês)	Função	Abastecimento do reservatório	Cota do reservatório (m)
Grupo A	231,99	8	85,2*	Capta água e gera precipitação efetiva para o abastecimento do R1 e posterior distribuição para Grupo A** e B**	R1	163
Grupo B	283,18	7		Capta água e gera precipitação efetiva para o abastecimento do R2 e posterior distribuição para Grupo C	R2	153
Grupo C	289,9	7	39,76	Capta água e gera precipitação efetiva para o abastecimento do R3 e posterior distribuição para Grupo D	R3	143
Grupo D	848,99	14	79,52	Capta água e gera precipitação efetiva para o abastecimento do R4 e posterior distribuição para Grupo E	R4	126
Grupo E	348,9	8	45,44	Capta água e gera precipitação efetiva para o abastecimento do R5 e posterior distribuição para Grupo F	R5	120
Grupo F	646,61	11	62,48	Capta água e gera precipitação efetiva para o abastecimento do R6 e posterior distribuição para Grupo E	R6	106
Grupo G	561,26	8	45,44	Recebe água distribuída do R6	-	-
*a demanda de 85,2 m ³ /mês é a soma das 15 casas (8 do Grupo A, e 7 do Grupo B)						
** o Grupo A está localizado em cotas superiores do R1, dessa forma, será necessária uma unidade elevatória no R1 para o abastecimento do Grupo A.						

Fonte: Autoria própria, 2019.

A cota de implantação do reservatório foi selecionada em função da viabilidade de abastecimento do grupo a montante com uma carga hidráulica mínima dois metros, que é a altura máxima do reservatório, e o mesmo terá entrada por cima. Já a cota de dois metros a montante é para garantir a pressão dinâmica mínima de 2 metros com relação ao reservatório.

A partir dos diferentes métodos de cálculo de reservatório, obteve-se os valores para a solução coletiva (Tabela 27).

Tabela 27 – Dimensionamento dos volumes do reservatório para solução coletiva pelos diversos métodos disponíveis.

MÉTODO DE DIMENSIONAMENTO	VOLUME (M ³)						UTILIZA DEMANDA
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	
RIPPLE	714,04	114,29	398,21	4,58	213,46	15,03	SIM
AZEVEDO NETO	57,56	70,26	71,93	210,65	86,57	160,43	NÃO
ALEMÃO	18,50	22,58	23,12	32,72	27,82	32,72	SIM
INGLÊS	17,13	20,91	21,41	62,69	25,76	47,75	NÃO
RESOLUÇÃO CONJUNTA	2,09	2,55	2,61	7,64	3,14	5,82	NÃO
DIAS CONSECUTIVOS SECOS	82,36	38,43	76,87	43,93	60,40	43,93	SIM

Fonte: Aatoria própria, 2019.

Os métodos da Simulação e Australiano apresentaram resultados incompatíveis devido a demanda ser muito maior que a área de captação, para o cálculo de séries mensais. Tal situação também ocorreu no trabalho de Rupp *et al.* (2011).

A seleção do reservatório considerou no cálculo o método que leve em consideração a demanda, como: Ripple, Alemão, e dias consecutivos secos.

O método de Ripple superdimensionou o reservatório, e atingiu-se grandes volumes, contudo, fica inviável o custo e o espaço para a implantação na comunidade. Este método tem sido considerado viável utilizá-lo no dimensionamento de sistemas de reservação para estudos de regularização de vazões (MIERZWA *et al.*, 2007).

O método Alemão também usa a demanda, no entanto, é uma estimativa de 6% do menor valor entre o volume da demanda, ou volume aproveitável de água pluvial. Considerou-se essa estimativa longe da realidade, pois não é calculado o volume em função das variáveis de precipitação e demanda.

Dessa forma, o método selecionado foi o de dias consecutivos secos, de modo que a seleção prioriza os interesses de implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial no atendimento aos períodos prolongados de estiagens. Esse método considera a demanda, e a precipitação, e não geraram volumes de reservação muito grandes, de modo que possibilita a viabilidade de implantação do sistema na comunidade. O sistema proposto é modulado em reservatórios pré-fabricados em polietileno. Podem ser usados reservatórios de qualquer fabricante, desde que a altura do tanque não ultrapasse 3 metros para que seja possível realizar o abastecimento por desnível e gravidade, conforme previsto na solução coletiva. A Tabela 28 apresenta os volumes e a quantidade de módulos a ser implantada por reservatório projetado.

Tabela 28 – Dimensionamento dos volumes do reservatório de acordo com o método de dias consecutivos secos para solução coletiva, e reservatórios pré fabricados modulares.

	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Volume calculado pelo método (m³)	82,36	38,43	76,87	43,93	60,40	43,93
Volume adotado (m³)	80	40	80	45	60	45
Volume do módulo de reservatório pré-fabricado (m³)	20	20	20	15	20	15
Quantidade de módulos	4	2	4	3	3	3

Fonte: Autoria própria, 2019.

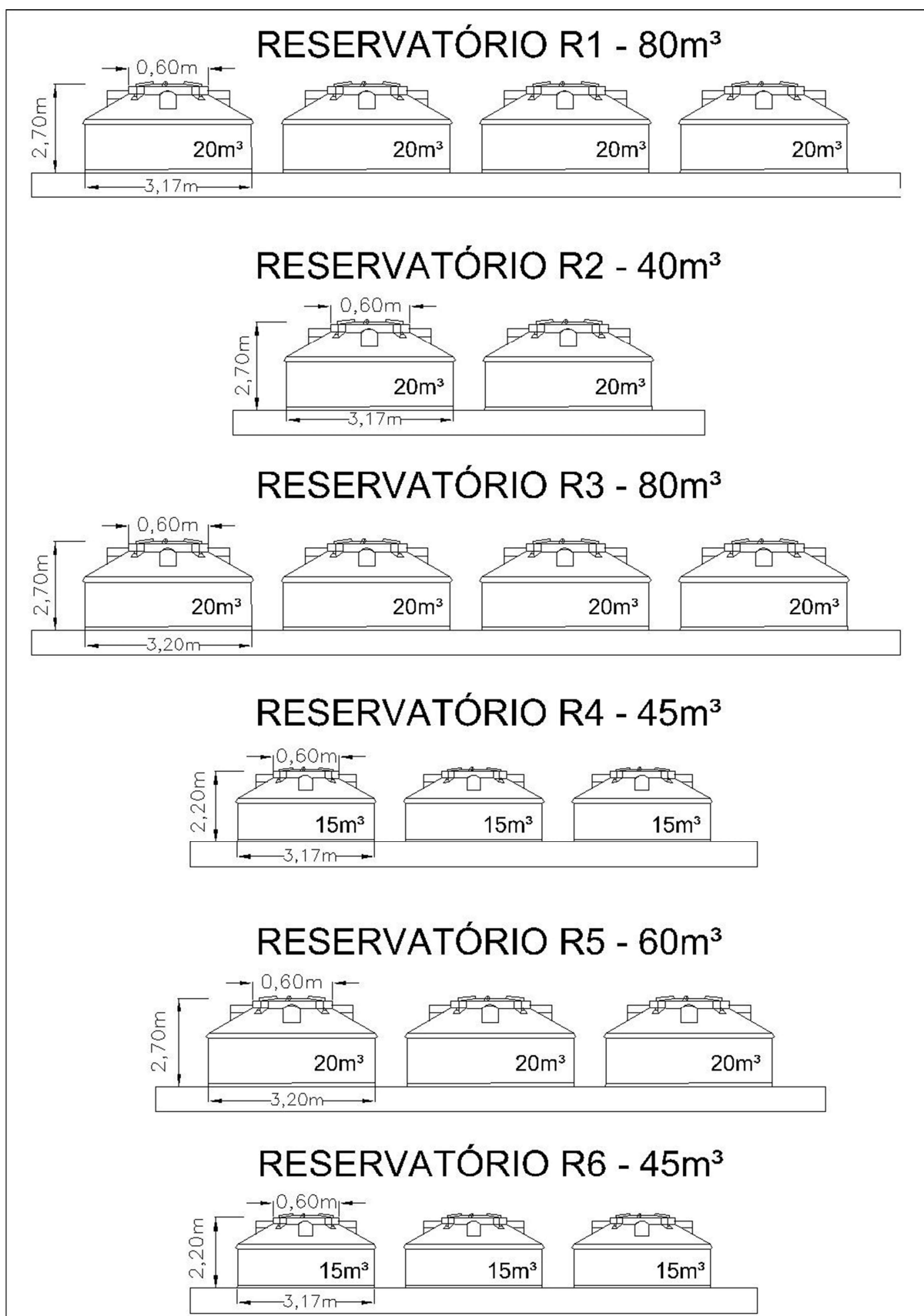
A Figura 59 apresenta os volumes calculados e os reservatórios projetados. Os reservatórios utilizados como referência para o desenho foram os tanques da marca *Fortlev*, no entanto, podem ser utilizados módulos de outro fabricante, desde que apresentem as alturas e cotas sugeridas e as especificações de fabricação, para que o sistema atenda as pressões recomendadas.

O esquema de abastecimento da comunidade de forma coletiva é mostrado na Figura 60 onde é possível observar os reservatórios, cotas, e grupos de abastecimento.

A distribuição da água pluvial captada ocorre pelo reservatório a montante com uma saída de tubulação de PVC e ramificações ao longo do grupo de abastecimento a jusante a fim de atender todo o grupo a jusante. A tubulação de distribuição deve chegar até a entrada da casa com pressão mínima de 2 mca. A interligação da tubulação não potável é realizada nos aparelhos hidráulicos que não necessitam de água potável como: vaso sanitário, máquina de lavar e torneira de lavar pisos. Sugere-se que a interligação no aparelho hidráulico tenha a possibilidade de abastecimento tanto da água potável, como de água não potável, no entanto, em hipótese nenhuma as duas águas podem se misturar. A Figura 61 (a) apresenta uma torneira exclusiva para fins não potáveis. As Figura 61 (b) e (c) mostram os aparelhos hidráulicos abastecidos por água pluvial e na ausência do volume chuva, o sistema é abastecido com água potável, a partir da manobra dos registros.

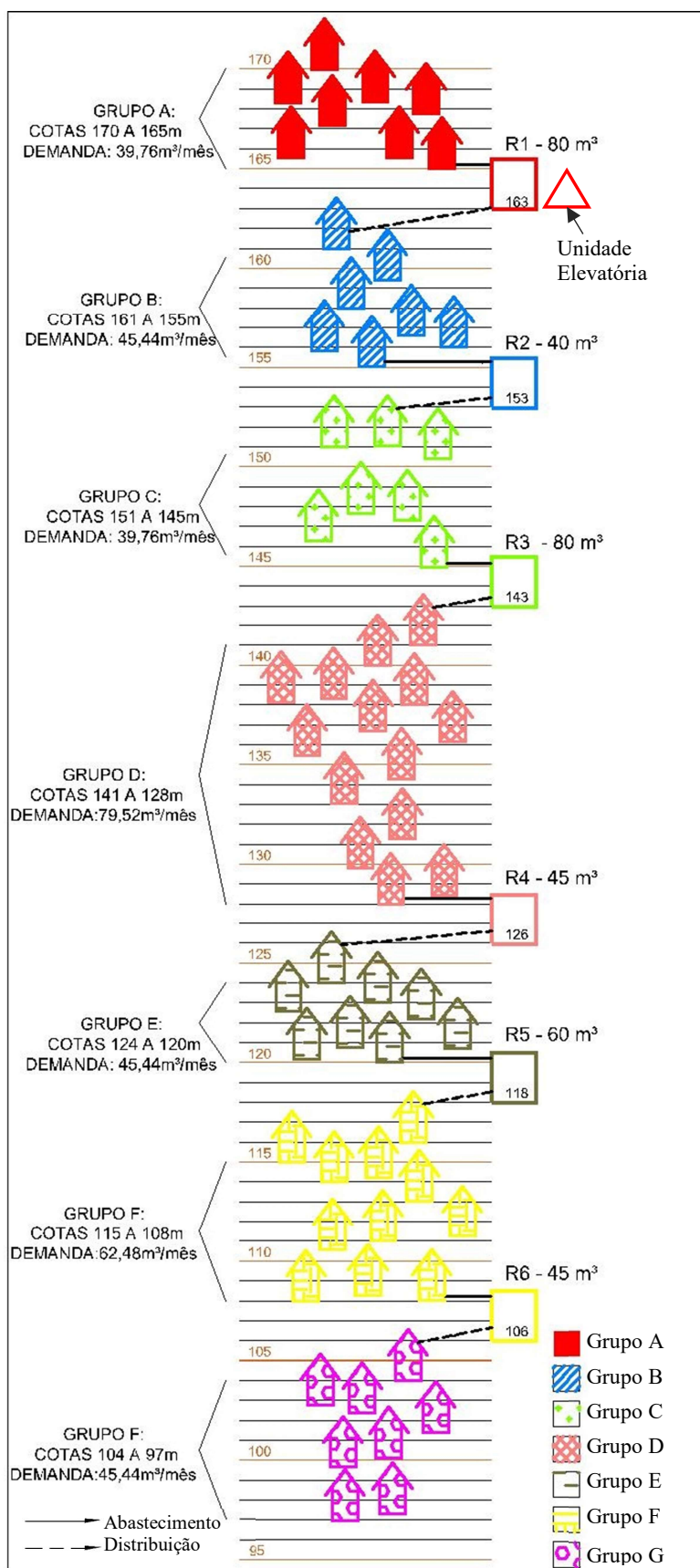
Na solução coletiva, cada residência utiliza calhas de garrafa PET, e o sistema de tratamento é composto por *first flush* e clorador. E em seguida, a água já tratada segue para o reservatório coletivo, e por fim distribuída para o grupo a jusante.

Figura 59 – Volumes e módulos de reservatórios projetados.



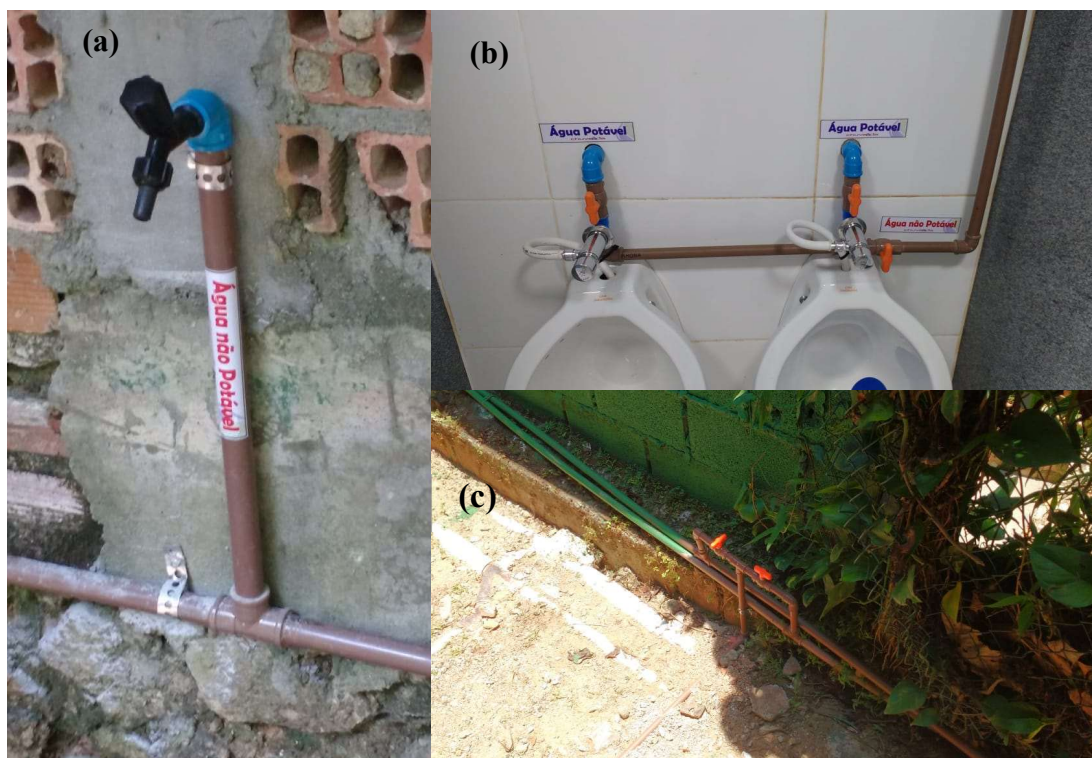
Fonte: Autoria própria, 2019.

Figura 60 – Esquema de abastecimento com os reservatórios, cotas, e grupos de abastecimento.



Fonte: Autoria própria, 2019.

Figura 61 – Esquema de interligação das tubulações de distribuição da água potável e não potável.



Fonte: Autoria própria, 2019.

3.7.3.2 Solução individual

Paralelamente também foi desenvolvida a solução individual em que cada casa capta, trata e reserva a água pluvial. Para isso, as casas foram divididas em função das áreas em cinco grupos (Grupo 1, Grupo 2, Grupo 3, Grupo 4, Grupo 5). A partir dos diferentes métodos de cálculo de reservatório, obteve-se os valores para a solução individual (Tabela 29).

Tabela 29 – Dimensionamento dos volumes do reservatório para solução individual.

	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 5
ÁREA	10 a 35 m ²	35,1 a 60 m ²	60,1 a 85 m ²	85,1 a 110 m ²	de 110,1 a 140 m ²
VOLUME (m³)					
RIFFLE	21,71	5,93	1,59	0,39	0,00
AZEVEDO NETO	8,68	14,89	21,09	27,29	34,74
ALEMÃO	2,79	4,09	4,09	4,09	4,09
INGLÊS	2,58	4,43	6,28	8,12	10,34
AUSTRALIANO	0,00	10,29	42,98	75,67	114,90
RESOLUÇÃO CONJUNTA	0,32	0,54	0,77	0,99	1,26
SIMULAÇÃO	0,00	9,74	44,82	78,05	117,92
DIAS CONSECUTIVOS SECOS	164,72	164,72	164,72	164,72	164,72

Fonte: Autoria própria, 2019.

Não foi possível calcular o volume do reservatório através do método de *Ripple* para o Grupo 5, pois o volume de chuva é muito maior que a demanda. E também para o método da simulação do Grupo 1, pois, a demanda é muito maior que a possibilidade de captação.

No caso da solução individual a premissa para a escolha do método para o dimensionamento dos reservatórios são os menores volumes, devido à falta de áreas e espaços livres entre as casas. Sendo assim, o reservatório deve ocupar a menor área (e volume) possível para que seja viável a implantação do sistema individual.

Conforme Tabela 29 o método que apresenta os menores volumes é o método da Resolução Conjunta proposto pela SMG, SMO, SMU da prefeitura do Rio de Janeiro, e adotados os volumes de reserva levando em consideração os volumes de reservatórios comerciais. Nessa condição é indiferente as dimensões do reservatório, caso seja escolhido outro fabricante é necessário atender ao volume projetado. Os reservatórios projetados e as sugestões de fabricantes são mostrados na Tabela 30. As imagens dos reservatórios sugeridos são mostradas no Apêndice 05.

Tabela 30 – Dimensionamento dos volumes do reservatório de acordo com o método da resolução conjunta para solução individual.

	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 5*
Volume (m³) calculado	0,32	0,54	0,77	0,99	1,26
Volume (m³) adotado	0,3	0,6	0,75	1,0	1,2
Fabricante sugerido	Sansuy	Forlev	Tecnotri	Tecnotri	Forlev

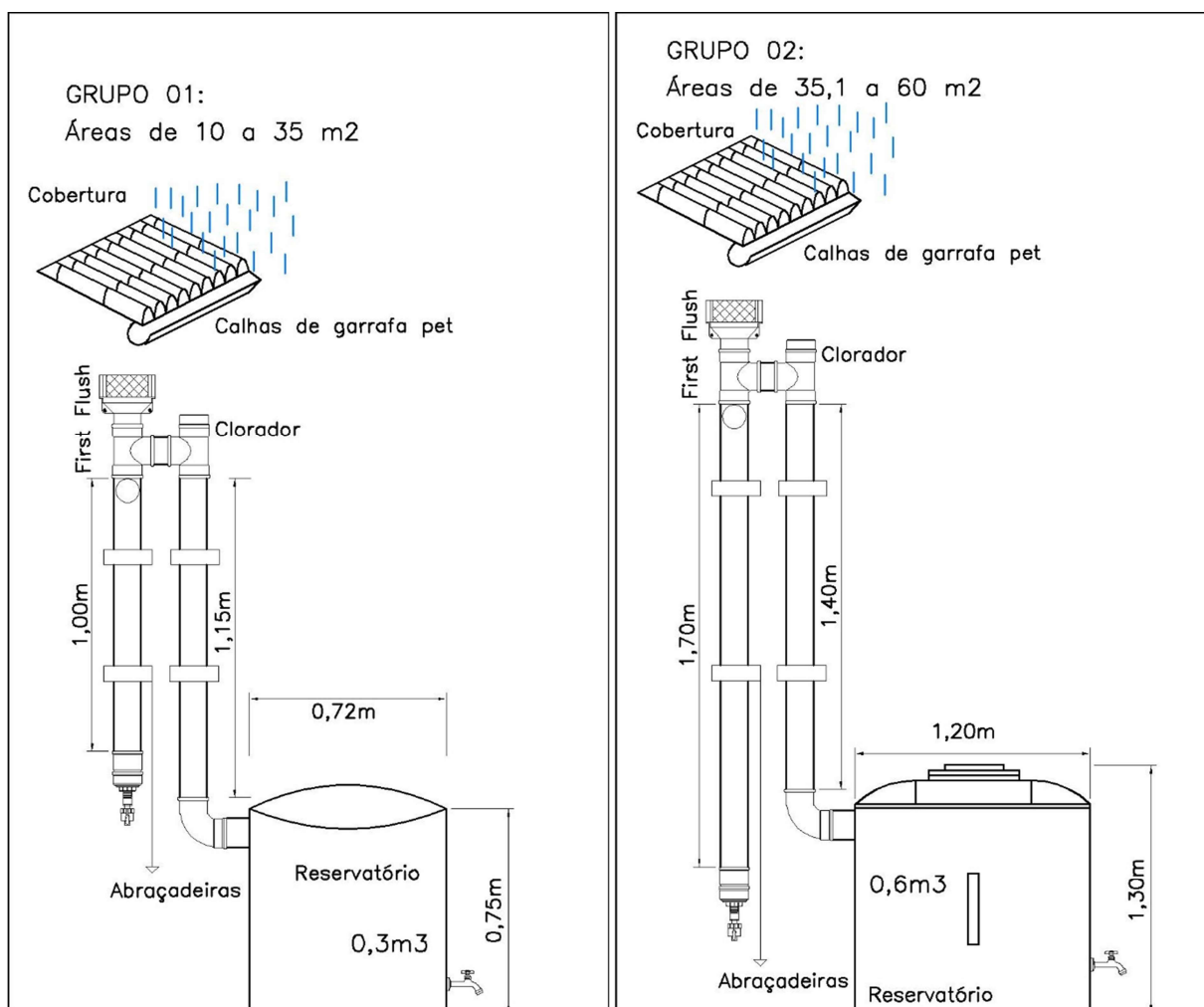
*para o grupo 5 de casas serão utilizados dois reservatórios de 0,6m³.

Fonte: Aatoria própria, 2019.

Os reservatórios encontram-se projetados para se situarem na parte de externa da casa, e com uma torneira, e a partir dessa instalação, cada o morador decide o uso da água para fins não potáveis com o auxílio de mangueira ou baldes.

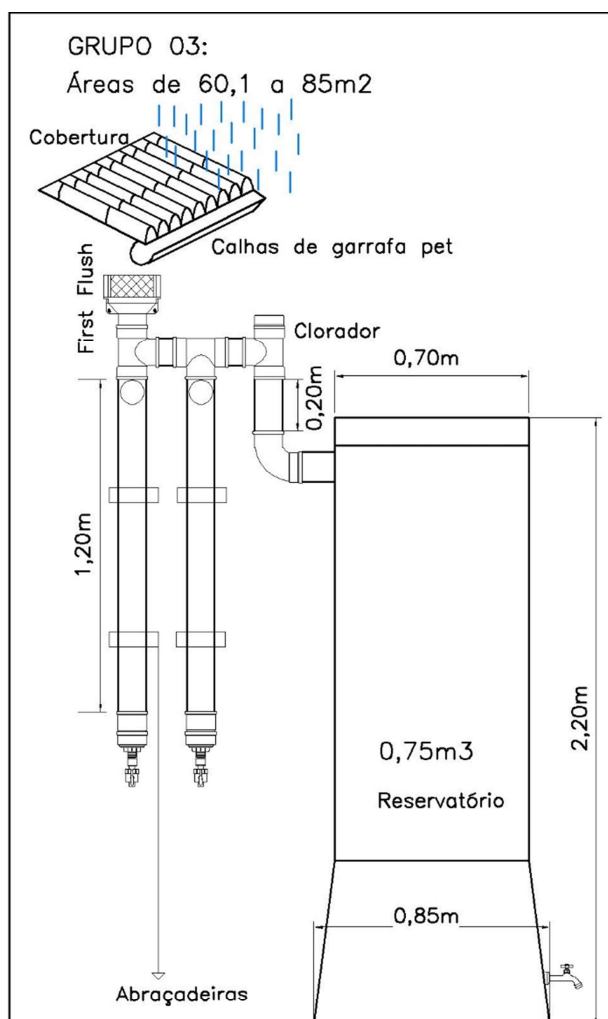
A configuração dos sistemas individuais divididos pelos Grupos 1, 2, 3, 4, 5 são mostrados nas Figura 62, Figura 63, Figura 64, Figura 65.

Figura 62 – Configuração dos sistemas individuais para os Grupos 1 e 2.



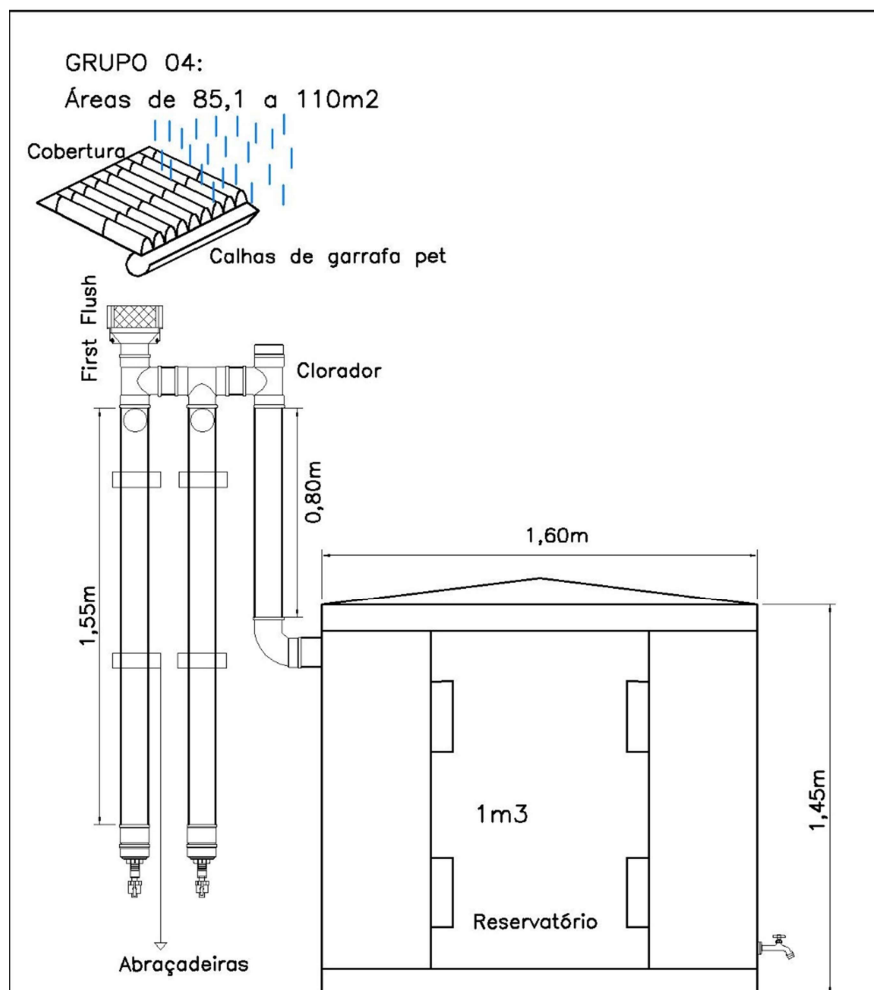
Fonte: Autoria própria, 2019.

Figura 63 – Configuração dos sistemas individuais para o Grupo 3.



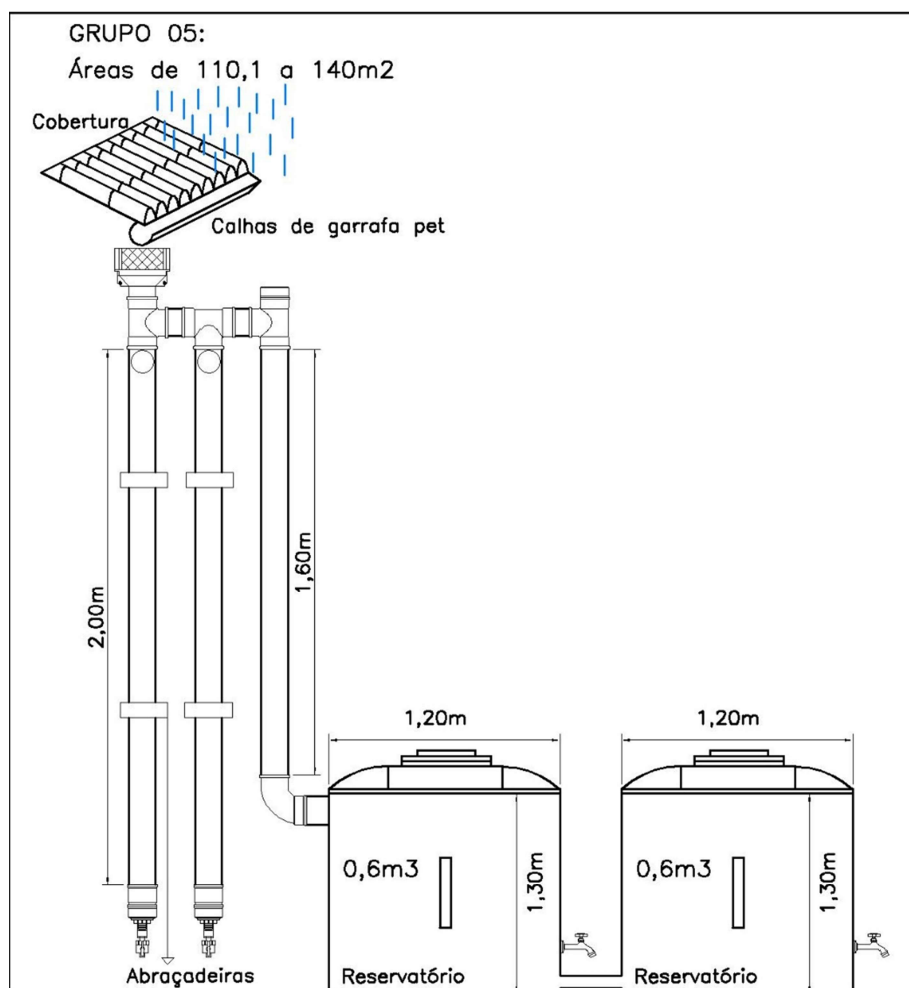
Fonte: Autoria própria, 2019.

Figura 64 – Configuração dos sistemas individuais para o Grupo 4.



Fonte: Autoria própria, 2019.

Figura 65 – Configuração dos sistemas individuais para o Grupo 5.



Fonte: Autoria própria, 2019.

3.7.4 Custo do sistema

Tendo em vista a proposta de implantação do sistema na montagem, execução e operação pelos próprios moradores da comunidade, por sua simplicidade de implementação, optou-se por incluir o custo total de materiais e mão-de-obra, embora não se tenha o conhecimento da mão de obra qualificada dentre os moradores. Dessa forma, além do custo dos materiais também incluiu o custo de mão de obra fazendo que o orçamento total fique com uma margem financeira além dos custos só com material. Os custos de implantação referem-se ao sistema integrado e ao sistema individual, tendo como base de cálculo o levantamento de materiais, custo de mão-de-obra e administração da obra.

3.7.4.1 Solução coletiva

O cálculo estimado do custo dessa solução refere-se aos materiais gastos no sistema de captação e tratamento, tubulações e acessórios para interligação ao sistema de armazenamento de água da chuva, reservatório e tubulação para distribuição da água. Além de um valor de mão

de obra para a execução dos serviços, foi incluída e uma taxa de administração de 35% do valor total, conforme sugerido por Pinheiro e Crivelaro (2018), caso seja contratada uma empresa para a elaboração dos serviços.

Como o sistema integrado está dividido em Grupos de abastecimento (A, B, C, D, E, F e G) e de acordo com as cotas altimétricas, são compostos os Grupos 1, 2, 3, 4, e 5, que considera as áreas de cobertura. Dessa forma, a fim de quantificar o grupo de áreas pertencentes a cada grupo de abastecimento calculou o custo de captação e tratamento foi elaborada a Tabela 31.

Tabela 31– Quantitativo de residências e custo do sistema de captação e tratamento por grupo de abastecimento.

	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D	Grupo E	Grupo F	Grupo G	Custo do sistema de captação e tratamento (R\$)
Grupo 1 – Áreas 10 a 35 m²	5	3	2	5	2	2	1	R\$ 402,50
Grupo 2 – Áreas 35,1 a 60 m²	2	3	5	2	4	6	2	R\$ 507,75
Grupo 3 – Áreas 60,1 a 85 m²	1	0	0	3	2	1	2	R\$ 729,88
Grupo 4 – Áreas 85,1 a 110 m²	0	1	0	2	0	0	2	R\$ 831,75
Grupo 5 – Áreas 110 a 140 m²	0	0	0	2	0	2	1	R\$ 955,50
TOTAL	8	7	7	14	8	11	8	-

Fonte: Autoria própria, 2019.

O custo do sistema de captação e tratamento considera: as calhas, o *first flush*, e o clorador. A planilha detalhada com os custos de material para o sistema de captação e tratamento é apresentado no Apêndice 06.

Foi estimado também o custo total do sistema por grupo de abastecimento. O detalhamento do custo é apresentado no Apêndice 07. O resumo dos custos por grupo de abastecimento é mostrado na Tabela 32.

Tabela 32– Custo de implantação do sistema coletivo.

	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D	Grupo E	Grupo F	Grupo G
Quantidade de Casas	8	7	7	14	8	11	8
Volume de reserva (m³)	80	40	80	45	60	45	-
Custo por Grupo (R\$)	R\$68 273,16	R\$39 445,88	R\$65 419,76	R\$50 405,12	R\$52 387,99	R\$50 886,73	R\$4 186,35
Custo por casa (R\$)	R\$8 534,14	R\$4 930,73	R\$8 177,47	R\$6 300,64	R\$6 548,50	R\$6 360,84	R\$523,29
Custo por m³ de reserva por grupo (R\$)	R\$853,41	R\$986,15	R\$817,75	R\$1 120,11	R\$873,13	R\$1 223,85	-

	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D	Grupo E	Grupo F	Grupo G
% do custo do reservatório no sistema	53,90%	46,65%	56,25%	37,50%	52,68%	37,14%	-
Custo do sistema por m ³ de reserva (R\$)				R\$945,73			
Custo total da implantação do sistema integrado (R\$)				R\$331 004,98			

Fonte: Autoria própria, 2019.

Também foi calculado o percentual do custo do reservatório em relação a todo o sistema, pois segundo *Rupp et. al.* (2011), os reservatórios costumam ser um dos itens mais onerosos na implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial. Tomaz (2015) estima o custo do reservatório como sendo de 50 a 85% do custo do sistema. Moura *et. al* (2018) estimou um custo de 47,86% como sendo das cisternas de água pluvial. Nessa pesquisa, os valores do custo do reservatório variam de 37,14 a 56,25%.

O custo mais baixo foi do Grupo G (R\$ 4 186,35), pois, na solução coletiva não haverá a captação e o tratamento, apenas a água armazenada no reservatório R6. Em contrapartida, o custo mais elevado foi do Grupo A (R\$ 68 273,16), pois este grupo utiliza o maior sistema de reserva de 80 m³ e o abastecimento de dois grupos, Grupo A e Grupo B, e uma unidade elevatória para o abastecimento do Grupo A. A estimativa de custo total para o abastecimento da Comunidade do Acomodado de forma coletiva é de R\$ 331 004,98, que representa um custo médio de R\$5 910,80 por residência para a implantação do sistema integrado. Nessa solução foram projetados 350 m³ de reserva, e o custo por do sistema incluindo material e mão de obra é R\$945,73 por m³.

3.7.4.2 Solução individual

Paralelamente, foi elaborada a estimativa de custo para a solução individual no qual cada morador é responsável por sua captação, tratamento e armazenamento de água pluvial. O cálculo aproximado do custo refere-se aos materiais gastos no sistema de captação e tratamento, e reservatório, todos de forma individual por residência de acordo com o tamanho de sua área de captação. Foi considerada um valor de mão de obra para a execução dos serviços, bem como uma taxa de administração de 35% do valor total, conforme sugerido por Pinheiro e Crivelaro (2018), adotando-se a premissa que será contratada uma empresa para a elaboração dos serviços.

Os grupos individuais são formados por 5 grupos de captação, grupo 1, 2, 3, 4, 5, que variam em função da área. Dessa forma, foi estimado custo total do sistema por grupo e de forma individual. O detalhamento do custo é apresentado no Apêndice 08. O resumo dos custos por grupo de abastecimento é mostrado na Tabela 33.

Tabela 33– Custo de implantação do sistema individual.

	GRUPO 01	GRUPO 02	GRUPO 03	GRUPO 04	GRUPO 05
Áreas de cobertura (m ²)	10 a 35	35,1 a 60	60,1 a 85	85,1 a 110	110 a 140
Quantidade de casas	20	24	9	5	5
Volume de reserva (m ³)	0,315	0,54	0,765	0,99	1,26
Custo por residência (R\$)	R\$1 992,80	R\$2 258,21	R\$3 395,08	R\$3 606,86	R\$3 679,43
Custo por m ³ de reserva por grupo (R\$)	R\$6 326,34	R\$4 181,88	R\$4 438,01	R\$3 643,30	R\$2 920,18
Custo total por grupo (R\$)	R\$39 855,92	R\$54 197,10	R\$30 555,73	R\$18 034,31	R\$18 397,13
% do custo do reservatório no sistema	25,84%	26,57%	36,82%	35,77%	32,61%
Custo do sistema por m ³ de reserva (R\$)			R\$4 306,46		
Custo total da implantação do sistema individual (R\$)			R\$161 040,18		

Fonte: Autoria própria, 2019.

O custo por residência é crescente e proporcional em função da área e do volume de reserva, pois os menores custos são observados nas residências do grupo 1 com áreas de até 35 m² e um volume de reserva de 0,3 m³, que apresenta um custo de R\$ 1 992,80 por residência. Em contrapartida, o maior custo é dado por R\$ 3 679,43 nas residências do grupo 5 com áreas de 110 a 140 m² e volume de reserva de 1,2m³. O custo estimado total para a implantação de todo o sistema para a individual é de R\$ 161 040,18, sendo que a média por residência é de R\$2 986,48. Nessa solução foram projetados 37,5 m³ de reserva, e o custo por do sistema incluindo material e mão de obra é R\$4 306,46 por m³.

O trabalho de Gómez e Teixeira (2017) apresentou as despesas com a implementação do sistema de captação de água pluvial variando de R\$ 4 213,52 a R\$ 5 184,21 com os equipamentos de tratamento de água e o reservatório.

O percentual do custo do reservatório variou de 25,85 a 36,82%, valores inferiores dos valores sugeridos pela literatura. Gómez e Teixeira (2017) estimaram o custo do reservatório em 68% do custo do sistema. Esse fato do custo do reservatório ser menor, pode ser justificável pela seleção dos menores volumes calculados de reservação, visto que a disponibilidade de espaço na área de estudo é pequena. Quanto aos custos de manutenção dos sistemas de aproveitamento de água pluvial Ohnuma Jr e Mediondo (2008) sugerem aproximadamente U\$20 m³/ano.

3.7.5 Comparação entre a solução coletiva e individual

No presente trabalho, foram propostas duas soluções para o abastecimento de água por meio do aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis para a comunidade do Acomodado, a solução coletiva, e a individual.

Após a realização do custo e avaliação da manutenção e operação de cada solução, foi elaborada a Tabela 34.

Tabela 34– Comparação entre a solução coletiva e individual.

	Solução Coletiva	Solução Individual
Vantagens	Abastecimento todo por gravidade exceto do Grupo A	Facilidade do usuário na manutenção e operação do seu sistema de aproveitamento de água pluvial
	Pressões adequadas para o abastecimento dos aparelhos hidrossanitários	Independência do usuário na decisão da utilização da água
	Menor custo por m ³ implantado	Menor custo inicial de implantação
Desvantagens	Dificuldade de operação e manutenção no sistema	Auxílio de baldes e mangueiras para a utilização da água pluvial captada
	Maior custo inicial de implantação	Maior custo por m ³ implantado
	Obras de maior porte	

Fonte: Autoria própria, 2019.

Conforme apresentado na Tabela 34, ambas soluções possuem vantagens e desvantagens. No entanto, consideram-se as vantagens da solução individual com maior peso, caso o sistema seja implantado. O fato de cada morador ser responsável pela manutenção e operação do seu próprio sistema, significa que o bom funcionamento do mesmo dependerá do morador, mesmo com toda a desorganização urbanística da área.

A principal vantagem do sistema integrado é a não utilização de unidades de bombeamento. No entanto, as desvantagens da dificuldade de operação e manutenção de um sistema comunitário e o seu maior custo de implantação inicial se sobrepõem a vantagem, dificultando assim, a implantação do sistema de forma coletiva.

Dessa forma, as vantagens do sistema individual, aliada ao seu menor custo inicial de implantação, tornam a mesma uma alternativa bastante viável ser implantada. Vale ressaltar que a capacidade total de reserva do sistema individual é de 37,5m³, valor esse, bem menor que a capacidade de reserva projetada para o sistema coletivo que foi de 350 m³.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A crise hídrica vivida no Sudeste nos últimos anos, especialmente entre 2013 e 2015, tem exigido do poder governamental e academia repensarem novas soluções alternativas de acesso e abastecimento de água, sobretudo em regiões de elevada vulnerabilidade socioambiental, como em comunidades de baixa renda. A área de estudo desse trabalho, a comunidade Paula Ramos, do bairro Rio Comprido, na cidade do Rio de Janeiro-RJ, sofre com o desabastecimento de água, sendo distribuída pela concessionária apenas em dias alternados, ocasionando uma carência desse insumo aos moradores.

Para caracterizar a área, foram aplicados 56 questionários na comunidade com um erro amostral de 8,9%. Relatos dos moradores identificaram problemas de estrutura na comunidade, como: deficiência no abastecimento de água e nos serviços de coleta de lixo, aumento da população local, desmatamento de áreas de proteção ambiental, deficiência nos sistemas de drenagem e falta de transporte público.

A demanda hídrica não potável da comunidade foi calculada para os usos da água em: chuveiro, vaso sanitário, máquina de lavar, e lavagem de pisos. O total de água nesses usos foi de 29,68 m³.residência⁻¹.mês⁻¹ ou 272,86 l.hab⁻¹.dia⁻¹. Ao excluir a demanda do banho e contabilizada as outras demandas o consumo é de 5,68 m³.residência⁻¹.mês⁻¹ ou 52,14 l.hab⁻¹.dia⁻¹.

No cálculo de água pluvial disponível na área de estudo foi analisada a estação pluviométrica n° 4 da Tijuca (ALERTA RIO, 2019) distante 1 km da comunidade Paula Ramos. Foram analisados os dados pluviométricos no período de 1997 a 2017, e a média de precipitação anual ao longo desses 20 anos foi de 1477 mm. Aplicou-se a distribuição de *Gumbel*, sendo encontrados 29 dias consecutivos secos no período analisado para o cálculo do consumo de água visando atender dias prolongados de estiagens.

Também foram analisados parâmetros de qualidade da água pluvial de determinado sistema de captação e armazenamento de água de chuva existente no CAp – UERJ, localizado próximo à comunidade. As amostras de água coletas na PD, FF, e RR resultaram pH com características de chuva ácida. O pH da água do reservatório atendeu ao limite estabelecido pela norma NBR 15527/07 com valor acima de 6, com exceção dos meses de janeiro e maio de 2017. A turbidez e a cor apresentam resultados compatíveis com o limite estabelecido pela NBR 15527/07. Os valores de COT variaram de 0,3 mg L⁻¹ a 97,7 mg L⁻¹ no reservatório e 2,9 mg L⁻¹ a 128,3 mg L⁻¹ no *first flush*. Em todas as amostras analisadas o COT é maior no FF do que no RR. Cerca de 20% e 14% das amostras analisadas apresentaram ausência de coliformes totais

e termotolerantes, respectivamente. Com esse dado, justifica-se a necessidade de um tratamento complementar ao FF para remoção de eventuais patógenos presentes na água da chuva em determinadas épocas do ano.

Ao integrar os dados obtidos do CAP-UERJ, com os dados da demanda da comunidade, e da precipitação local, foram obtidos resultados que possibilitaram desenvolver um projeto básico de implantação de um sistema de captação, tratamento, armazenamento e aproveitamento de águas pluviais, para a comunidade do Acomodado no complexo Paula Ramos.

Para a captação, foram elaboradas duas soluções: a coletiva e a individual. Para a solução coletiva, as casas foram divididas em sete zonas de pressão (Grupo A, B, C, D, E, F e G), de forma que o grupo a montante abasteça um reservatório a jusante e esse abasteça o grupo a jusante e assim por diante. Foram locados 6 reservatórios, sendo que a última casa a montante esteja dois metros acima do reservatório e que a primeira casa a jusante esteja dois metros abaixo do reservatório. Em contrapartida, para a solução individual, as casas foram divididas em 5 grupos (1, 2, 3, 4 e 5), de forma crescente, de acordo com as suas áreas. A fim de diminuir o custo, foram projetadas calhas de garrafa PET a serem confeccionadas pelos moradores e atender as necessidades do projeto.

Foi desenvolvido um sistema de descarte inicial da primeira chuva ou *First Flush* com clorador de baixo custo. A partir de ensaios realizados em laboratório, e o volume de descarte necessário para a área (0,5 mm), o equipamento projetado (*first flush e clorador*) atendeu as expectativas no tratamento a partir da separação de volumes iniciais da primeira chuva e processos de desinfecção. Há a expectativa de realização de ensaios de operação do produto em escala real na continuidade desse projeto.

Com a finalidade de alcalinizar possíveis chuvas ácidas, foi montado um protótipo de tratamento com filtros de dolomita com três quantidades diferentes de pedras de dolomita (53,18 g, 100,67g, 153,77g), e uma pastilha de cloro e monitorado seu pH e temperatura. Os ensaios em laboratório de alcalinização de amostras de água de chuva demonstraram a necessidade de variação na dosagem de dolomitas na medida em que o sistema possa admitir a atividade do processo em condições submersas e maior concentração do produto. Sendo assim, essas atividades ficam como recomendações para próximos trabalhos.

Na proposta do sistema de armazenamento de águas pluviais optou-se por utilizar dois métodos. O método dos dias consecutivos secos foi selecionado no cálculo dos volumes de abastecimento coletivo dos grupos com capacidade do reservatório entre 40 e 80 m³. O método da resolução conjunta (SMG/SMO/SMU, 2005) foi utilizado no dimensionamento do

reservatório individual pra cada moradia, de modo que cada casa se torne responsável por seu sistema de águas pluviais. Dessa forma, a variação dos volumes para o abastecimento individual foi de 0,3 a 1,2 m³.

Para a solução coletiva o custo total estimado de implantação de todo o sistema na comunidade do Acomodado foi de R\$ 331 004,98, ou custo médio de R\$ 5 910,80 por residência. O reservatório chegou a representar 54% do custo total. Na elaboração do custo individual do sistema, o custo médio por residência foi de R\$ 2 986,48, e o percentual máximo de custo do reservatório cerca de 37%. A estimativa total para a implantação em todas as casas pelo sistema individual foi de R\$ 161 040,18.

O desafio desse projeto foi elaborar uma solução aplicada de forma conjunta, apesar das dificuldades encontradas na comunidade, na qual exige empenho por parte dos envolvidos, especialmente para encontrar uma solução no atendimento ao abastecimento de água aos moradores. A proposta desse estudo, portanto é buscar uma aceitação do projeto por parte dos moradores, especialmente na sua implantação. No entanto, para que ocorra o sucesso desse projeto, há a necessidade de investimentos em educação de engenharia sanitária ambiental e capacitação para a gestão dos sistemas de águas pluviais. Sendo esses pontos sugestões para trabalhos futuros.

Como recomendações para futuras pesquisas, sugere-se o estudo de outras comunidades do Rio de Janeiro e do Brasil acerca do potencial de aproveitamento de águas pluviais. E as quantidades de pedras de dolomita nas amostras de água de chuva.

Nesse contexto, espera-se também agrupar informações de caráter técnico e socioambiental, sobretudo por incrementar projetos ainda não desenvolvidos em comunidades de baixa renda. Dessa forma, o aproveitamento de água pluvial deve ser usado com o objetivo de preservar os recursos hídricos, aumentar a segurança da água, e encorajar ações e mudanças ambientalmente sustentáveis.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Programa de Desenvolvimento do Setor Água. Interágua. Ministério do Meio Ambiente. Ministério da Integração Nacional. Ministério das Cidades. 2014.

Agência Nacional das água – ANA - Disponível em: http://arquivos.ana.gov.br/planejamento/estudos/sprtew/2/pdf/volume_2_ANA.pdf. Acesso em agosto/2016.

ALERTA RIO. **Sistema Alerta Rio da Prefeitura do Rio de Janeiro**. Registro de dados pluviométricos. Disponível em: <http://alertario.rio.rj.gov.br/>. Acesso em janeiro/2018.

ANNECCHINI, K.P.L. Aproveitamento de Água de Chuva Para Fins Não Potáveis na Região Metropolitana de Vitória (ES). **Dissertação de mestrado**. Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15527**: Água de chuva- Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis- Requisitos, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5626**: Instalação predial de água fria, 1998.

ARMAZEM DE DADOS. **Informações sobre a cidade do Rio**. Disponível em: <http://www.data.rio/>. Acesso em fevereiro/2018.

BARBETTA, P. A. Estatística Aplicada às Ciências Sociais. 3a ed. Florianópolis: UFSC, 1999.

BASSANESI, K., BARRETO, D. Parâmetros de controle de qualidade de água de chuva – revisão para uso em edificações. **IX Simpósio Internacional de qualidade da água**. 2017.

BEUX, F.C., Pegada hídrica de aglomerados subnormais: o caso do Bairro Rocinha / Rio de Janeiro. **Dissertação de mestrado**. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Centro de Tecnologia e Ciências. Faculdade de Engenharia. 2014.

CAVALCANTI, M. Do barraco à casa tempo, espaço e valor(es) em uma favela consolidada. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, vol. 24, n.6, 2009.

CAVALLINI, G. S., ARAUJO D. L. B. S., LIMA, J., G. F. Desinfecção de água de poço por radiação solar (SODIS): um estudo na região sul do Tocantins. **Revista Desafios** – v. 5, n. Especial, 2018.

CERQUEIRA, L.F.F.; PIMENTEL DA SILVA, L. Política habitacional brasileira, proliferação de assentamentos informais, recursos hídricos e sustentabilidade urbana na cidade do Rio de Janeiro. **Revista Labor & Engenho**, v.7, n.2, 2013.

CHAIB E. B., RODRIGUES F. C., MAIA B.H., NASCIMENTO N. D. O. Avaliação do potencial de redução do consumo de água potável por meio da implantação de sistemas de aproveitamento de água de chuva em edificações unifamiliares. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. 20, 605 – 614, 2015.

CHEUNG, P. B. et al. Consumo de água. In: GONÇALVES, R. F. (Coord.). **Uso racional da água e energia: conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água**. Rio de Janeiro: ABES, p. 36-98, 2009.

COHEN, B., 2006 - Urbanization in developing countries: Current trends, future projections, and key challenges for sustainability. **Technology in Society**. Volume 28, p. 63-80, 2006.

COHIM, E., GARCIA, A., KIPERSTOK, A., Captação e utilização de água pluvial em residências para população de baixa renda em áreas urbanas: estudo de caso, **IX Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste**, 2008.

COHIM, E.; GARCIA, A.P.A.; KIPERSTOK, A.; DIAS, M. Consumo de água em Residências de Baixa Renda—Estudo de Caso. **25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Recife, Brasil, 2009.

COSTA, W.O., O Sistema Hídrico da comunidade Fazenda, situada no maciço da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ. **Dissertação de mestrado**. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Centro de Tecnologia e Ciências. Faculdade de Engenharia. 2017.

DANTAS, C.T.; UBALDO, L., JR.; POTIER, A.C.; ILHA, M.S.O. Caracterização do uso de água em residências de interesse social em Itajubá. **XI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, Florianópolis-SC, Brasil, 23–25 agosto, 2006.

DSS – Determinantes Sociais de Saúde – Portal e observatório sobre iniquidades de saúde. Disponível em: <http://dssbr.org/site/experiencias/programa-um-milhao-de-cisternas-leva-agua-e-melhora-qualidade-de-vida-da-populacao-do-semiarido-brasileiro/>. Acesso em 18/10/2016.

FEITOSA, T. M.; SILVA, J. S.; SABIÁ, R. J. Processo de alcalinização da água pelo calcário laminado: um estudo de caso. **Revista Ciência e Tecnologia, Campinas**, v. 20, n. 36, p. 61-66, jan./jun. 2017

FINEP. Manejo de Águas Pluviais em Meio Urbano. Chamada Pública Saneamento Ambiental e Habitação 07/2009. Financiadora de Estudos e Projetos: Inovação e Pesquisa. 2011.

FENDRICH, R. Economy of drinking water by the use of detention and rainwater utilization systems. **Sustainable water management solutions for large cities. Wallingford, England, UK**: IAHS Press, v. 293, p. 155-163, 2005.

FEWKES, A. Modelling the performance of rainwater collection systems: towards a generalized approach. **Urban Water** v.1, n. 4, p. 323-333, 1999

FONTENELE, A. P., PEDROTTI, J.J., FORNARO A. Avaliação de metais traços e íons majoritários em águas de chuva na cidade de São Paulo. **Química Nova**, Vol. 32, No. 4, 839-844, 2009.

Fundação Cesgranrio – Coordenadoria de Projetos Sociais. Projeto Apostando no futuro. **I Censo Demográfico, de Escolaridade e de Trabalho** – Comunidade Paula Ramos e Adjacências. 2016/2017.

Fundação Nacional de Saneamento (FUNASA). **Manual de Saneamento**, 2004. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/laisebastos5/manual-de-saneamento-funasa>. Acesso em dez/16.

GARCIA, A. P. A.; ESQUERRE, K.; MELLO, M.; KIPERSTOK, A. Consumo de água em residências de baixa renda: análise dos fatores intervenientes sob a ótica da gestão da demanda. **Bahia Analise & Dados**, v. 23, p. 317-333, 2013.

GIORDANO, G., SURERUS, V. Efluentes industriais – Estudo de tratabilidade – Volume I. **Publit**, 2015.

GIKAS G. D.; TSIHRINTZIS V. A. Effect of first-flush device, roofing material, and antecedent dry days on water quality of harvested Rainwater. **Environmental Science Pollution Resource**. 24, 21997–22006, 2017.

GHISI, E., BRESSAN, D.L., MARTINI, M., Rainwater tank capacity and potential form potable water savings by using rainwater in residential sector of southeastern Brazil. **Building and Environment**. 42, 1654-1666, 2007.

GHISI, E., SCHONDERMARK P. N. Investment Feasibility Analysis of Rainwater Use in Residences. **Water Resources Management**. 27, 2555–2576, 2013.

GONÇALVES, R.S., A política, o direito e as favelas do Rio de Janeiro: um breve olhar histórico. **Revista do centro interdisciplinar de estudos sobre a cidade**. v. 1, n. 1. 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/urbana.v1i1.8635115>. Acesso em janeiro/2019.

GÓMEZ, Y. D., TEIXEIRA, L. G. Residential rainwater harvesting: Effects of incentive policies and water consumption over economic feasibility. **Resources, Conservation & Recycling**. 127, 56–67, 2017.

GROUP RAINDROPS. Aproveitamento da água da chuva. KOBAYAMA *et al.* (tradução). Curitiba-PR. Editora Organic Trading, 196 p. 2002.

GUIMARÃES, R.M.; OHNUMA JR A.A.; PIMENTEL DA SILVA L.; BILA D. M.; JACOB, R. V. B.; ROCHA, B. C. S. Qualidade da água da chuva com barreira de proteção instalada em um sistema de captação e armazenamento de águas pluviais. **10º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de água de chuva**. 2015.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Censo 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em março/2018.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Censo 2010. Publicação: Áreas de Divulgação da Amostra para Aglomerados Subnormais, 2013. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/00000015171711202013170405298260.pdf>. Acesso em agosto/2018

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Censo 2010. Publicação: Aglomerados subnormais – Informações territoriais, 2010. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/552/cd_2010_agns_if.pdf. Acesso em agosto/2018.

JOHOR S. F. W., IBRAHIM S. H., YAMAN K., ABD R.W. AND NAWI M.N. M. Filtration of Rainwater Harvesting System in Rural Area. **Journal of Engineering Science and Technology**. 2017.

KWAADSTENIET M., DOBROWSKY P. H., DEVENTER A. V., KHAN W., CLOETE T. E. Domestic Rainwater Harvesting: Microbial and Chemical Water Quality and Point-of-Use Treatment Systems. **Water Air Soil Pollution** 224:1629, 2013.

LEE, H.; LAU, S. L.; KAYHANIAN, M.; STENSTROM, M. K. Seasonal first flush phenomenon of urban stormwater discharges. **Water Research** 38, 4153–4163, 2004.

LUNA, Y. H. D. M., BEZERRA, N. C., ANJOS JR, R.H., ATHAYDE JR, G.B. Qualidade da água de chuva em João Pessoa: estudo comparativo com diversos padrões de qualidade conforme os usos pretendidos para água em edificações residenciais. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)**. v. 2, n. 1 p. 53-68, 2014.

LUZ, A. B., LINS, F. F., Rochas & Minerais Industriais. Usos e Especificações. **CETEM-MCT CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL - MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA**, Rio de Janeiro, 2005.

MARINOSKI A. K., VIEIRA, A.S., SILVA, A.S., GHISI, E. Water End-Uses in Low-Income Houses in Southern Brazil. **Water**. 6, 1985-1999, 2014.

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

MELO, M., PRODANOFF J., KELMAN R., CASTRO, T. Sistema de aproveitamento de águas pluviais em comunidades de baixa renda – Estudo de caso na Rocinha. **XXII Simpósio Brasileiro de Recursos hídricos**. 2017.

MIERZWA, J. C., HESPANHOL, I., SILVA, M. C. C., RODRIGUES, L. D. B. Águas pluviais: Método de cálculo do reservatório e conceitos para um aproveitamento adequado. **REGA. Revista de Gestão de Águas da América Latina**, v. 4, p. 29-37, 2007.

MOURA, R. F., SILVA, S. R., BARROS, E. X. R., Análise de implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial em um empreendimento residencial na cidade de Recife-PE. **TECNO-LÓGICA**, Santa Cruz do Sul, v. 22, n. 1, p. 66-72, jan./jun. 2018.

MURIU-NG'ANG', F.W., MUCHERU-MUNA, M., WASWAC, F., MAIRURAA F.S. Socio-economic factors influencing utilisation of rain water harvesting and saving technologies in Tharaka South, Eastern Kenya. **Agricultural Water Management**. Volume 194, December, 2017.

NASCIMENTO, N. O.; HELLER, L. Ciência, Tecnologia e Inovação na Interface entre as Áreas de Recursos Hídricos e Saneamento. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 10, p. 36-48, jan-mar, Belo Horizonte, 2005.

OLIVEIRA, L.H.; SOUSA, L.C.; SILVA, K.A.; PAIXÃO, A. Caracterização do uso da água em habitações unifamiliares de interesse social. **XI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, Florianópolis-SC, Brazil, 23–25 August 2006.

OHNUMA JR., A. A.; MENDIONDO, E. M. Estudo de técnicas compensatórias de drenagem urbana como proposta de gestão das águas pluviais: XI Congresso Brasileiro de Defesa do Meio Ambiente, 2015, Rio de Janeiro. A seca do nordeste já atinge o sudeste. Rio de Janeiro: Conselho Regional de Engenharia e Agronomia, 2015. v. 1. p. 27-47.

ONU. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. 2015.

PANORAMA DOS TERRITÓRIO DE UPP <
<http://portalgeo.rio.rj.gov.br/website/Output/UPP/Panoramas/1%20Panorama%20dos%20Territ%C3%B3rios%20-%20UPP%20Turano.pdf>>, 2015

Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD). Disponível em: https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=40. Acesso em Março/18.

PIMENTEL DA SILVA, L. Hidrologia, engenharia e meio ambiente. **ELSEVIER**. 2015.

PINHEIRO, A. C. F. B., CRIVELARO, M. Gestão de contratos na construção civil. **Editora Érica**. 2018.

PLATAFORMA BRASIL. Disponível em: <http://www.plataformabrasil.saude.gov.br/>. Acesso em janeiro/2018.

PROSAB - Programa de Pesquisas em Saneamento Básico. Uso Racional da Água em Edificações. Capítulo 3 - Aproveitamento da Água de Chuva, 2006.

Projeto PROSAB. **Manejo de Águas Pluviais Urbanas**. Antônio Marozzi Righetto (Coordenador). Rio de Janeiro: ABES. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. 396p. 2009.

Prefeitura do Rio de Janeiro. Mapas do planejamento. http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/5148142/4145881/ListadeBairroseAPs_Mapa.pdf. Acesso em Janeiro/19.

RIO DE JANEIRO (RJ). Lei Complementar Nº 111, de 1º de fevereiro de 1911. Dispõe sobre a Política Urbana e Ambiental do Município, institui o Plano Diretor no Rio de Janeiro e dá outras providências. Disponível em: http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/4600307/4117400/lei_compl_111.pdf>. Acesso em: 01 de ago. 2018.

RIO DE JANEIRO (RJ): Resolução Conjunta SMG/SMO/SMU nº 001 de 27 de janeiro 2005. Disponível em: http://www.rio.rj.gov.br/documents/91265/148105/21_ResConjsmgsmosmu01-05-Dec23940.pdf> . Acesso em: janeiro/2019.

ROBERSON, J.A., CASSIDY, J.J., CHAUDRHRY, M.H., Hydraulic Engineering. Jonh Wiley & Sons, 1995.

RUPP, R. F., MUNARIM, U., GHISI, E., Comparação de métodos para dimensionamento de reservatórios de água pluvial. **Ambiente Construído**. Porto Alegre, v. 11, n. 4, p. 47-64, out./dez. 2011.

SHREEVE P. M., WARD S., BUTLER D. Rainwater Harvesting Typologies for UK Houses: A Multi Criteria Analysis of System Configurations. **Water**. 8, 129; 2016.

SANTOS, G. C. S, A Produção de calhas alternativas a partir de reciclagem de garrafas pet para prevenção a queda de barreias em encontas do bairro dos Estados – Camaragibe – PE. **Relatório de Intervenção apresentado ao Prêmio de Tecnologia Social da Fundação Banco do Brasil**. 2011. Disponível em: <http://tecnologiasocial.fbb.org.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8AE389DB3119C8CA0131215076146D2A&inline=1>> . Acesso em: Janeiro/2019.

SILVA, L. M., FRANCI R. G., Soluções arquitetônicas para reúso de água cinza em habitações de interesse social (HIS). IX encontro nacional, VII encontro latinoamericano, II

encontro latino-americano e europeu sobre edificações e comunidades sustentáveis. **Euro ELECS**. 10 a 13 de maio de 2017.

SNIS – Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. Diagnóstico anual de água e esgotos. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos>. Acesso em Janeiro /19.

SOBSEY, M.D., STAUBER, C.E., CASANOVA, L.M., BROWN, J.M., ELLIOTT, M.A. Point of use household drinking water filtration: a practical, effective solution for providing sustained access to safe drinking water in the developing world. *Environ. Sci. Technol.* 42 (12), 4261–4426, 2008.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 2012.

TESTON, A., GERALDI, M.S., COLASIO, B. M., GHISI, E. Rainwater Harvesting in Buildings in Brazil: A Literature Review. **Water** 10, 471, 2018.

THOMAS, R. B. et al. Rainwater harvesting in the United States: A survey of common system practices. **Journal of Cleaner Production**, v. 75, n. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.03.073>, p. 166–173, 2014.

TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis. São Paulo: **Navegar Editora**. 180p. 2015.

TRATAMENTO DE ÁGUA. Captação de água da chuva gera economia de até 55%; veja potencial do seu telhado. Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/captacao-agua-da-chuva-economia-55-telhado/>. Acesso em fevereiro 2018.

TSUTIYA M. T. Abastecimento de Água. **Editora ABES SÃO PAULO**. 2005

UNICEF and WHO. (2012). Progress on drinking water and sanitation. 2012 **Update WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation**, WHO Library Cataloguing-in-Publication Data.

VIEIRA A. S., WEEBER M., GHISI E. Self-cleaning filtration: A novel concept for rainwater harvesting systems. **Resources, Conservation and Recycling**, 78, 67– 73, 2013.

YWASHIMA, L.A.; CAMPOS, M.A.S.; PIAIA, E.; LUCA, D.M.P.; ILHA, M.S.O. Caracterização do uso de água em residências de interesse social em Paulínia. **XI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, Florianópolis-SC, Brasil, 23–25 agosto, 2006.

ZEN, G. F. N. Calha PET – Construção de calhas de garrafas pet para o aproveitamento da água da chuva. Manual CALHA PET. Universidade Tuiuti do Paraná. 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/216890188_Calha_PET_-_Construcao_de_calhas_de_garrafas_PET_para_aproveitamento_da_agua_da_chuva. Acesso em: Janeiro/2019.

APÊNDICE 01 – QUESTIONÁRIO APLICADO NA COMUNIDADE

CARACTERIZAÇÃO INICIAL		
Escolaridade	Ensino Fundamental Incompleto	
	Ensino Fundamental Completo	
	Ensino Médio Incompleto	
	Ensino Médio Completo	
	Curso técnico	
	Superior Incompleto	
	Superior Completo	
	Pós Graduação	
Quantas pessoas moram na sua casa?		
Qual a principal mudança que observou desde que chegou na comunidade?		Quais os principais problemas? Cite 2
	Desmatamento	
	Aumento da população local	
	Problemas com lixo	
	Deficiência no abastecimento de água	
	Falta de saneamento	
	Deficiência drenagem	
	outro (identificar!!!)	
CARACTERIZAÇÃO QUANTO AO USO GERAL DA ÁGUA		
Vocês já tiveram problema com abastecimento de água em sua casa no último ano? Sim, ou Não.		
Se sim, quantos dias/semana ficaram sem água?		
	1 a 2 dias	
	3 a 5 dias	
	6 a 7 dias	
	1 a 2 semanas	
	Mais de 2 semanas	
O abastecimento de água da sua casa é feito basicamente por:		
	Rede da CEDAE	
	Caminhao pipa	
	Nascente, poço ou outro	
Se sua casa for abastecida pela Nascente, quais as principais mudanças que você observou ao longo dos anos na nascente?		
	Aumento da poluição da água	
	Aumento das construções no Leito do Rio	
	Aumento de lixo na água	
	Redução da quantidade de água	
	Outro	

Você já viu, ou soube de alguma iniciativa pública para tentar melhorar o problema ligado ao abastecimento de água na comunidade? Sim , ou Não . Qual? O que ocorreu?		
Realiza algum tipo de tratamento na água? Ferver, passar em filtro, ou outro.		
Você já ouviu falar em utilizar água da chuva para atividades humanas? Sim , ou Não		
A captação de água de chuva é uma iniciativa de pequena escala que pode ser implantada em sua casa. Você disponibilizaria sua casa para a instalação dos equipamentos? Sim , ou Não , ou Não Sei		
Você acha que aproveitar água da chuva em sua casa pode trazer benefícios pra comunidade? Sim ou Não		
Você ou sua família estariam dispostos a contribuir com a manutenção do sistema de água de chuva, caso o mesmo seja implantado na comunidade? Sim ou Não		
Quanto por mês?	até R\$20,00	
	até R\$50,00	
	até R\$ 100	
Você sabe qual a área de telhado da sua casa? Quanto?		
Teria um espaço na sua casa, ou próxima à ela para se colocar um reservatório?		
USO DOMÉSTICO DA ÁGUA		
Quantos banhos se toma por dia na sua casa?	n°/dia	
Qual a duração média de cada banho?	min	
Tem máquina de lavar roupa?		
Quantas vezes (maquinadas) por semana são lavadas roupas?	vezes/semana	
O acionamento do vaso sanitário é por		
	valvula de descarga	
	caixa acoplada	
	descarga dupla (uma descarga para dejetos líquidos e outra para dejetos sólidos)	
	caixa elevada	
Quantas vezes usa o vaso sanitário por dia na sua casa?	vezes/dia	
Tem plantas ou jardins? Sim ou Não		
Quantas vezes por semana molha as plantas ou jardins?	vezes/semana	
Lava piso, ou área externa? Sim ou Não		
Quantas vezes por semana lava piso, ou área externa?	vezes/semana	

APÊNDICE 02 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

É apresentado a seguir o termo de consentimento livre e esclarecido solicitado que fosse assinado pelos entrevistados antes de iniciar a entrevista.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado participante,

Você está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), do estudo/pesquisa intitulado “Tecnologias de tratamento de águas pluviais de baixo custo para aplicação em comunidades de assentamentos informais”, conduzida por Lívia de Oliveira Ganem, mestrande em Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, sob orientação do Professor Dr. Alfredo Akira Ohnuma Júnior.

Este estudo tem por objetivo desenvolver um **projeto** associado a um sistema integrado de captação, tratamento, armazenamento e aproveitamento de águas pluviais, a ser acoplada às coberturas de telhados das comunidades de baixa renda, e possibilitar o uso da água pluvial pela comunidade Paula Ramos. Pelo presente estudo se tratar de um projeto, nessa pesquisa não haverá obras civis, nem intervenções físicas na comunidade. A pesquisa será um instrumento para coletar informações da comunidade, a fim de tornar viável a execução do em fase posterior.

Você foi selecionado (a) por residir na comunidade. Sua participação é voluntária, isso é, ela não é obrigatória, e você tem plena autonomia para decidir se quer ou não participar, bem como retirar sua participação até o momento. Você não será penalizado de nenhuma maneira caso decida não consentir sua participação, ou desistir da mesma. Contudo, sua participação é muito importante para a realização da pesquisa.

A participação nessa pesquisa não é remunerada. Os custos de desenvolvimento das atividades na comunidade são por conta do pesquisador.

A sua participação se dará em forma de entrevista direta, através de um questionário com perguntas. Não há riscos psicológicos, físicos ou emocionais envolvidos na sua participação na pesquisa.

Serão garantidas a confidencialidade e privacidade das informações por você prestadas.

Para a realização da presente pesquisa, os pesquisadores envolvidos preocupam-se em não causar nenhum tipo de desconforto aos participantes, além de não oferecer nenhum tipo de risco à integridade física dos mesmos. Qualquer informação que desejar ou esclarecimento, poderá ser solicitado diretamente aos pesquisadores.

Os contatos para esclarecimentos são:

Lívia de Oliveira Ganem Alfredo Akira Ohnuma Júnior
Tel: (27) 98845-3101 Tel: (21) 99591-7373
E-mail: liviaganem@hotmail.com Email: akira@uerj.br

Endereço: Rua São Francisco Xavier, nº 524, Quinto Andar, Sala 5029, Bloco F – Maracanã – Rio de Janeiro – RJ.

Caso você tenha dificuldade em entrar em contato com o pesquisador responsável, comunique o fato à Comissão de Ética em Pesquisa da UERJ: Rua São Francisco Xavier, 524, sala 3018, bloco E, 3º andar, - Maracanã - Rio de Janeiro, RJ, e-mail: etica@uerj.br - Telefone: (021) 2334-2180.

Concordo com a divulgação dos resultados, para fins exclusivamente de investigação acadêmica, provenientes da pesquisa, sendo resguardado o direito de sigilo à minha identidade pessoal.

Declaro que recebi esclarecimentos sobre os procedimentos metodológicos a serem empregados pelo pesquisador e estou ciente que tenho liberdade em recusar ou retirar o consentimento sem qualquer penalização.

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa, e que concordo em participar.

Rio de Janeiro, ____ de _____ de 2018.

Assinatura do participante: _____

Assinatura do pesquisador: _____

Muito obrigada pela sua participação nessa pesquisa.

**APÊNDICE 03 – ÁREAS EDIFICADAS DA COMUNIDADE DO
ACOMODADO NO COMPLEXO PAULA RAMOS**

ÁREAS DE COBERTURA COMUNIDADE PAULA RAMOS			
NUMERAÇÃO DAS CASAS	ÁREAS (m²)	NUMERAÇÃO DAS CASAS	ÁREAS (m²)
1	66.74	36	29.49
2	48.71	37	26.73
3	121.28	38	112.9
4	85.14	39	61.57
5	94.22	40	133.12
6	23.06	41	28.25
7	76.54	42	46.26
8	45.57	43	53.15
9	29.34	44	49.69
10	110.81	45	52.83
11	20.44	46	37.23
12	35.77	47	24.94
13	49.09	48	25.8
14	57.13	49	41.56
15	38.04	50	107.32
16	71.41	51	10.59
17	57.94	52	33.2
18	39.32	53	35.65
19	137.32	54	14.51
20	36.69	55	40.35
21	26.06	56	40.14
22	61.95	57	63.07
23	43.84	58	25.64
24	41.02	59	12.19
25	78.65	60	25.45
26	38.23	61	42.75
27	22.46	62	11.46
28	55.69	63	11.29
29	87.67	soma	3 210.83
30	86.32	menor	10.59
31	75.45	maior	137.32
32	22	média	41.29
33	60.12		
34	48.46		
35	21.22		

APÊNDICE 04 – PEÇAS E CUSTO DO FF E CLORADOR

GRUPO 1 - ÁREAS DE 10 A 35 M2

Item	Peça	Quantidade	Preço unitário	Preço total
1	Registro soldável (1/2")	1	R\$6.00	R\$6.00
2	Flange (20 mm)	1	R\$8.00	R\$8.00
3	Adptador (20 mm)	1	R\$1.00	R\$1.00
4	Cap roscável (4")	1	R\$20.00	R\$20.00
5	Adaptador soldável com bolsa e rosca	1	R\$40.00	R\$40.00
6	Tubo PVC (DN150) - Comp. 1,0 m	1	R\$25.00	R\$25.00
7	Argola de PVC	1	R\$3.00	R\$3.00
8	Tê BBB (150 mm)	1	R\$40.00	R\$40.00
9	Flutuador esférico de baixa densidade	1	R\$1.00	R\$1.00
10	Separador de folhas	1	R\$50.00	R\$50.00
11	Tubo PVC (DN150) - Comp. 0,05 m	1	R\$1.25	R\$1.25
12	Placa de PVC com furos	1	R\$3.00	R\$3.00
13	Tê BBB (150 mm)	1	R\$35.00	R\$35.00
14	Cap soldável (150")	1	R\$13.00	R\$13.00
15	Fita isolante	1	R\$4.50	R\$4.50
16	Cola de PVC	1	R\$5.00	R\$5.00
TOTAL				R\$255.75

GRUPO 2 - ÁREAS DE 35.1 A 60 M2

Item	Peça	Quantidade	Preço unitário	Preço total
1	Registro soldável (1/2")	1	R\$6.00	R\$6.00
2	Flange (20 mm)	1	R\$8.00	R\$8.00
3	Adptador (20 mm)	1	R\$1.00	R\$1.00
4	Cap roscável (4")	1	R\$20.00	R\$20.00
5	Adaptador soldável com bolsa e rosca	1	R\$40.00	R\$40.00
6	Tubo PVC (DN150) - Comp. 1.7 m	1	R\$42.50	R\$42.50
7	Argola de PVC	1	R\$3.00	R\$3.00
8	Tê BBB (150 mm)	1	R\$40.00	R\$40.00
9	Flutuador esférico de baixa densidade	1	R\$1.00	R\$1.00
10	Separador de folhas	1	R\$50.00	R\$50.00
11	Tubo PVC (DN150)- Comp. 0,05 m	1	R\$1.25	R\$1.25
12	Placa de PVC com furos	1	R\$3.00	R\$3.00
13	Tê BBB (150 mm)	1	R\$35.00	R\$35.00
14	Cap soldável (150")	1	R\$13.00	R\$13.00
15	Fita isolante	1	R\$4.50	R\$4.50
16	Cola de PVC	1	R\$5.00	R\$5.00
TOTAL				R\$273.25

GRUPO 3 - ÁREAS DE 60.1 A 85 M2

Item	Peça	Quantidade	Preço unitário	Preço total
1	Registro soldável (1/2")	2	R\$6.00	R\$12.00
2	Flange (20 mm)	2	R\$8.00	R\$16.00
3	Adptador (20 mm)	2	R\$1.00	R\$2.00
4	Cap roscável (4")	2	R\$20.00	R\$40.00
5	Adaptador soldável com bolsa e rosca	2	R\$40.00	R\$80.00
6	Tubo PVC (DN150) - Comp. 1.2 m	2	R\$30.00	R\$60.00
7	Argola de PVC	2	R\$3.00	R\$6.00
8	Tê BBB (150 mm)	2	R\$40.00	R\$80.00
9	Flutuador esférico de baixa densidade	2	R\$1.00	R\$2.00
10	Separador de folhas	1	R\$50.00	R\$50.00
11	Tubo PVC (DN150) - Comp. 0,05 m	2	R\$1.25	R\$2.50
12	Placa de PVC com furos	1	R\$3.00	R\$3.00
13	Tê BBP (150 mm)	1	R\$35.00	R\$35.00
14	Cap soldável (150")	1	R\$13.00	R\$13.00
15	Fita isolante	1	R\$4.50	R\$4.50
16	Cola de PVC	1	R\$5.00	R\$5.00
TOTAL				R\$411.00

GRUPO 4 - ÁREAS DE 85.1 A 110 M2

Item	Peça	Quantidade	Preço unitário	Preço total
1	Registro soldável (1/2")	2	R\$6.00	R\$12.00
2	Flange (20 mm)	2	R\$8.00	R\$16.00
3	Adptador (20 mm)	2	R\$1.00	R\$2.00
4	Cap roscável (4")	2	R\$20.00	R\$40.00
5	Adaptador soldável com bolsa e rosca	2	R\$40.00	R\$80.00
6	Tubo PVC (DN150) - Comp. 1,55 m	2	R\$38.75	R\$77.50
7	Argola de PVC	2	R\$3.00	R\$6.00
8	Tê BBB (150 mm)	2	R\$40.00	R\$80.00
9	Flutuador esférico de baixa densidade	2	R\$1.00	R\$2.00
10	Separador de folhas	1	R\$50.00	R\$50.00
11	Tubo PVC (DN150) - Comp. 0,05 m	2	R\$1.25	R\$2.50
12	Placa de PVC com furos	1	R\$3.00	R\$3.00
13	Tê BBP (150 mm)	1	R\$35.00	R\$35.00
14	Cap soldável (150")	1	R\$13.00	R\$13.00
15	Fita isolante	1	R\$4.50	R\$4.50
16	Cola de PVC	1	R\$5.00	R\$5.00
TOTAL				R\$428.50

GRUPO 5 - ÁREAS DE 110.1 A 140 M2

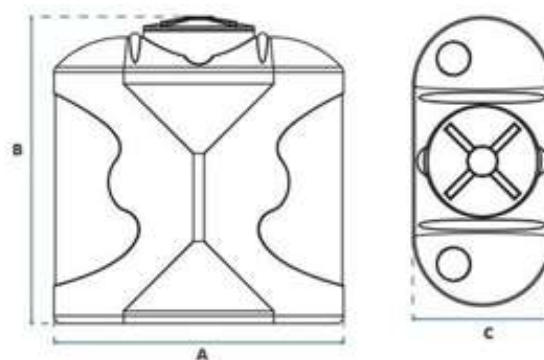
Item	Peça	Quantidade	Preço unitário	Preço total
1	Registro soldável (1/2")	2	R\$6.00	R\$12.00
2	Flange (20 mm)	2	R\$8.00	R\$16.00
3	Adptador (20 mm)	2	R\$1.00	R\$2.00
4	Cap roscável (4")	2	R\$20.00	R\$40.00
5	Adaptador soldável com bolsa e rosca	2	R\$40.00	R\$80.00
6	Tubo PVC (DN150) - Comp. 2,00 m	2	R\$50.00	R\$100.00
7	Argola de PVC	2	R\$3.00	R\$6.00
8	Tê BBB (150 mm)	2	R\$40.00	R\$80.00
9	Flutuador esférico de baixa densidade	2	R\$1.00	R\$2.00
10	Separador de folhas	1	R\$50.00	R\$50.00
11	Tubo PVC (DN150) - Comp. 0,05 m	2	R\$1.25	R\$2.50
12	Placa de PVC com furos	1	R\$3.00	R\$3.00
13	Tê BBB (150 mm)	1	R\$35.00	R\$35.00
14	Cap soldável (150")	1	R\$13.00	R\$13.00
15	Fita isolante	1	R\$4.50	R\$4.50
16	Cola de PVC	1	R\$5.00	R\$5.00
TOTAL				R\$451.00

APÊNDICE 05 – RESERVATÓRIOS SUGERIDOS PARA A SOLUÇÃO INDIVIDUAL

Reservatório Grupo 01: Volume = $0,3\text{m}^3$ / Fabricante: Sansuy



Reservatório Grupo 2 e Grupo 5: Volume = $0,60\text{m}^3$ / Fabricante: Fortlev



Capacidade	Dimensões (metro)		
	A	B	C
600L	1,20	1,30	0,60

Reservatório Grupo 3: Volume = 0,75m³ / Fabricante: Tecnotri



Reservatório Grupo 4: Volume = 1m³ / Fabricante: Tecnotri



APÊNDICE 06 – CUSTO DOS SISTEMAS DE CAPTAÇÃO E TRATAMENTO DE ACORDO COM SUAS ÁREAS

Quantitativo e Custo - Sistema de captação e tratamento					
Grupo 1 - Áreas de 10 a 35 m²					
1	Calhas	17.00	m	R\$5.00	R\$85.00
2	Ripas de madeira	8.50	un	R\$3.00	R\$25.50
3	Fios de cobre	4.25	m	R\$1.00	R\$4.25
4	First Flush e clorador	1.00	un	R\$255.75	R\$255.75
5	Abraçadeiras	4.00	un	R\$8.00	R\$32.00
TOTAL					R\$402,50
Grupo 2- Áreas de 35,1 a 60 m²					
1	Calhas	30.00	m	R\$5.00	R\$150.00
2	Ripas de madeira	15.00	un	R\$3.00	R\$45.00
3	Fios de cobre	7.50	m	R\$1.00	R\$7.50
4	First Flush e clorador	1.00	un	R\$273.25	R\$273.25
5	Abraçadeiras	4.00	un	R\$8.00	R\$32.00
TOTAL					R\$507,75
Grupo 3 - Áreas de 60,1 a 85 m²					
1	Calhas	42.50	m	R\$5.00	R\$212.50
2	Ripas de madeira	21.25	un	R\$3.00	R\$63.75
3	Fios de cobre	10.63	m	R\$1.00	R\$10.63
4	First Flush e clorador	1.00	un	R\$411.00	R\$411.00
5	Abraçadeiras	4.00	un	R\$8.00	R\$32.00
TOTAL					R\$729,88
Grupo 4 - Áreas de 85,1 a 110 m²					
1	Calhas	55.00	m	R\$5.00	R\$275.00
2	Ripas de madeira	27.50	un	R\$3.00	R\$82.50
3	Fios de cobre	13.75	m	R\$1.00	R\$13.75
4	First Flush e clorador	1.00	un	R\$428.50	R\$428.50
5	Abraçadeiras	4.00	un	R\$8.00	R\$32.00
TOTAL					R\$831,75
Grupo 5 - Áreas de 110,1 a 140 m²					
1	Calhas	70.00	m	R\$5.00	R\$350.00
2	Ripas de madeira	35.00	un	R\$3.00	R\$105.00
3	Fios de cobre	17.50	m	R\$1.00	R\$17.50
4	First Flush e clorador	1.00	un	R\$451.00	R\$451.00
5	Abraçadeiras	4.00	un	R\$8.00	R\$32.00
TOTAL					R\$955,50

APÊNDICE 07 – DETALHAMENTO DOS CUSTO DO SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL DE FORMA COLETIVA

GRUPO A

Item	Peça	Quantidade	Unidade	Preço unitário	Preço total
1	Captação e tratamento - Grupo 1	5.00	un	R\$402.50	R\$2 012.50
2	Captação e tratamento - Grupo 2	2.00	un	R\$507.75	R\$1 015.50
3	Captação e tratamento - Grupo 3	1.00	un	R\$729.88	R\$729.88
4	Tubulação para interligação ao reservatório (DN50)	135.00	m	R\$10.00	R\$1 350.00
5	Tubulação para interligação ao reservatório (DN75)	35.00	m	R\$11.33	R\$396.67
6	Tubulação para distribuição do reservatório (DN50)	67.50	m	R\$10.00	R\$675.00
7	Tubulação para distribuição do reservatório (DN75)	35.00	m	R\$11.33	R\$396.67
8	Tubulação para distribuição do reservatório (DN25)	67.50	m	R\$7.00	R\$472.50
9	Reduções	8.00	un	R\$30.00	R\$240.00
10	Registros (DN75)	8.00	un	R\$40.00	R\$320.00
11	Reservatório (20m ³)	4.00	un	R\$9 200.00	R\$36 800.00
12	Base de concreto para apoio do reservatório	7.92	m ³	R\$450.00	R\$3 564.00
13	Unidade elevatória (2,5 cv)	2.00	un	R\$950.00	R\$1 900.00
14	Mão de obra	1.00	un	R\$700.00	R\$700.00
15	Administração	1.00	un	R\$17 700.45	R\$17 700.45
TOTAL					R\$68 273.16

GRUPO B

Item	Peça	Quantidade	Unidade	Preço unitário	Preço total
1	Captação e tratamento - Grupo 1	3.00	un	R\$402.50	R\$1 207.50
2	Captação e tratamento - Grupo 2	3.00	un	R\$507.75	R\$1 523.25
3	Captação e tratamento - Grupo 4	1.00	un	R\$831.75	R\$831.75
4	Tubulação para interligação ao reservatório (DN50)	168.00	m	R\$10.00	R\$1 680.00
5	Tubulação para interligação ao reservatório (DN75)	40.00	m	R\$11.33	R\$453.33
6	Tubulação para distribuição do reservatório (DN50)	84.00	m	R\$10.00	R\$840.00
7	Tubulação para distribuição do reservatório (DN75)	40.00	m	R\$11.33	R\$453.33
8	Tubulação para distribuição do reservatório (DN25)	84.00	m	R\$7.00	R\$588.00
9	Reduções	7.00	un	R\$30.00	R\$210.00
10	Registros (DN75)	7.00	un	R\$40.00	R\$280.00
11	Reservatório (20m ³)	2.00	un	R\$9 200.00	R\$18 400.00
12	Base de concreto para apoio do reservatório	4.56	m ³	R\$450.00	R\$2 052.00
13	Mão de obra	1.00	un	R\$700.00	R\$700.00
14	Administração	1.00	un	R\$10 226.71	R\$10 226.71
TOTAL					R\$39 445.88

GRUPO C

Item	Peça	Quantidade	Unidade	Preço unitário	Preço total
1	Captação e tratamento - Grupo 1	2.00	un	R\$402.50	R\$805.00
2	Captação e tratamento - Grupo 2	5.00	un	R\$507.75	R\$2 538.75
3	Tubulação para interligação ao reservatório (DN50)	168.00	m	R\$10.00	R\$1 680.00
4	Tubulação para interligação ao reservatório (DN75)	20.00	m	R\$11.33	R\$226.67
5	Tubulação para distribuição do reservatório (DN50)	84.00	m	R\$10.00	R\$840.00
6	Tubulação para distribuição do reservatório (DN75)	20.00	m	R\$11.33	R\$226.67
7	Tubulação para distribuição do reservatório (DN25)	84.00	m	R\$7.00	R\$588.00
8	Reduções	7.00	un	R\$30.00	R\$210.00
9	Registros (DN75)	7.00	un	R\$40.00	R\$280.00
10	Reservatório (20m ³)	4.00	un	R\$9 200.00	R\$36 800.00
11	Base de concreto para apoio do reservatório	7.92	m ³	R\$450.00	R\$3 564.00
12	Mão de obra	1.00	un	R\$700.00	R\$700.00
13	Administração	1.00	un	R\$16 960.68	R\$16 960.68
TOTAL					R\$65 419.76

GRUPO D

Item	Peça	Quantidade	Unidade	Preço unitário	Preço total
1	Captação e tratamento - Grupo 1	5.00	un	R\$402.50	R\$2 012.50
2	Captação e tratamento - Grupo 2	2.00	un	R\$507.75	R\$1 015.50
3	Captação e tratamento - Grupo 3	3.00	un	R\$729.88	R\$2 189.63
4	Captação e tratamento - Grupo 4	2.00	un	R\$831.75	R\$1 663.50
5	Captação e tratamento - Grupo 5	2.00	un	R\$955.50	R\$1 911.00
6	Tubulação para interligação ao reservatório (DN50)	258.00	m	R\$10.00	R\$2 580.00
7	Tubulação para interligação ao reservatório (DN75)	36.00	m	R\$11.33	R\$408.00
8	Tubulação para distribuição do reservatório (DN50)	129.00	m	R\$10.00	R\$1 290.00
9	Tubulação para distribuição do reservatório (DN75)	36.00	m	R\$11.33	R\$408.00
10	Tubulação para distribuição do reservatório (DN25)	129.00	m	R\$7.00	R\$903.00
11	Reduções	14.00	un	R\$30.00	R\$420.00
12	Registros (DN75)	14.00	un	R\$40.00	R\$560.00
13	Reservatório (15m ³)	3.00	un	R\$6 300.00	R\$18 900.00
14	Base de concreto para apoio do reservatório	5.28	m ³	R\$450.00	R\$2 376.00
15	Mão de obra	1.00	un	R\$700.00	R\$700.00
16	Administração	1.00	un	R\$13 067.99	R\$13 067.99
TOTAL					R\$50 405.12

GRUPO E

Item	Peça	Quantidade	Unidade	Preço unitário	Preço total
1	Captação e tratamento - Grupo 1	2.00	un	R\$402.50	R\$805.00
2	Captação e tratamento - Grupo 2	4.00	un	R\$507.75	R\$2 031.00
3	Captação e tratamento - Grupo 3	2.00	un	R\$729.88	R\$1 459.75
4	Tubulação para interligação ao reservatório (DN50)	123.00	m	R\$10.00	R\$1 230.00
5	Tubulação para interligação ao reservatório (DN75)	25.00	m	R\$11.33	R\$283.33

6	Tubulação para distribuição do reservatório (DN50)	61.50	m	R\$10.00	R\$615.00
7	Tubulação para distribuição do reservatório (DN75)	25.00	m	R\$11.33	R\$283.33
8	Tubulação para distribuição do reservatório (DN25)	61.50	m	R\$7.00	R\$430.50
9	Reduções	8.00	un	R\$30.00	R\$240.00
10	Registros (DN75)	8.00	un	R\$40.00	R\$320.00
11	Reservatório (20m ³)	3.00	un	R\$9 200.00	R\$27 600.00
12	Base de concreto para apoio do reservatório	6.24	m ³	R\$450.00	R\$2 808.00
13	Mão de obra	1.00	un	R\$700.00	R\$700.00
14	Administração	1.00	un	R\$13 582.07	R\$13 582.07
TOTAL					R\$52 387.99

GRUPO F

Item	Peça	Quantidade	Unidade	Preço unitário	Preço total
1	Captação e tratamento - Grupo 1	2.00	un	R\$402.50	R\$805.00
2	Captação e tratamento - Grupo 2	6.00	un	R\$507.75	R\$3 046.50
3	Captação e tratamento - Grupo 3	1.00	un	R\$729.88	R\$729.88
4	Captação e tratamento - Grupo 5	5.00	un	R\$955.50	R\$4 777.50
5	Tubulação para interligação ao reservatório (DN50)	258.00	m	R\$10.00	R\$2 580.00
6	Tubulação para interligação ao reservatório (DN75)	36.00	m	R\$11.33	R\$408.00
7	Tubulação para distribuição do reservatório (DN50)	129.00	m	R\$10.00	R\$1 290.00
8	Tubulação para distribuição do reservatório (DN75)	36.00	m	R\$11.33	R\$408.00
9	Tubulação para distribuição do reservatório (DN25)	129.00	m	R\$7.00	R\$903.00
10	Reduções	11.00	un	R\$30.00	R\$330.00
11	Registros (DN75)	11.00	un	R\$40.00	R\$440.00
12	Reservatório (15m ³)	3.00	un	R\$6 300.00	R\$18 900.00
13	Base de concreto para apoio do reservatório	5.28	m ³	R\$450.00	R\$2 376.00
14	Mão de obra	1.00	un	R\$700.00	R\$700.00
15	Administração	1.00	un	R\$13 192.86	R\$13 192.86
TOTAL					R\$50 886.73

GRUPO G

Item	Peça	Quantidade	Unidade	Preço unitário	Preço total
7	Tubulação para distribuição do reservatório (DN50)	129.00	m	R\$10.00	R\$1 290.00
8	Tubulação para distribuição do reservatório (DN75)	36.00	m	R\$11.33	R\$408.00
9	Tubulação para distribuição do reservatório (DN25)	129.00	m	R\$7.00	R\$903.00
14	Mão de obra	1.00	un	R\$500.00	R\$500.00
15	Administração	1.00	un	R\$1 085.35	R\$1 085.35
TOTAL					R\$4 186.35

**APÊNDICE 08 – DETALHAMENTO DOS CUSTO DO SISTEMA DE
APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL DE FORMA
INDIVIDUAL**

GRUPO 1 - ÁREAS DE 10 A 35 M2

Item	Peça	Quantidade	Unidade	Preço unitário	Preço total
1	Calhas	17.00	m	R\$5.00	R\$85.00
2	Ripas de madeira	8.50	un	R\$3.00	R\$25.50
3	Fios de cobre	4.15	m	R\$1.00	R\$4.15
4	First Flush e clorador	1.00	un	R\$255.75	R\$255.75
5	Tubulação (DN150)	1.15	m	R\$25.00	R\$28.75
6	Curva (DN150)	1.00	un	R\$30.00	R\$30.00
7	Abraçadeiras	4.00	un	R\$8.00	R\$32.00
8	Reservatório (0,3m ³)	1.00	un	R\$515.00	R\$515.00
9	Mão de obra	1.00	un	R\$500.00	R\$500.00
10	Administração	1.00	un	R\$516.65	R\$516.65
TOTAL					R\$1 992.80

GRUPO 2 - ÁREAS DE 35,1 A 60 M2

Item	Peça	Quantidade	Unidade	Preço unitário	Preço total
1	Calhas	30.00	m	R\$5.00	R\$150.00
2	Ripas de madeira	15.00	un	R\$3.00	R\$45.00
3	Fios de cobre	7.50	m	R\$1.00	R\$7.50
4	First Flush e clorador	1.00	un	R\$273.25	R\$273.25
5	Tubulação (DN150)	1.40	m	R\$25.00	R\$35.00
6	Curva (DN150)	1.00	un	R\$30.00	R\$30.00
7	Abraçadeiras	4.00	un	R\$8.00	R\$32.00
8	Reservatório (0,6m ³)	1.00	un	R\$600.00	R\$600.00
9	Mão de obra	1.00	un	R\$500.00	R\$500.00
10	Administração	1.00	un	R\$585.46	R\$585.46
TOTAL					R\$2 258.21

GRUPO 3 - ÁREAS DE 60,1 A 85 M2

Item	Peça	Quantidade	Unidade	Preço unitário	Preço total
1	Calhas	42.50	m	R\$5.00	R\$212.50
2	Ripas de madeira	21.25	un	R\$3.00	R\$63.75
3	Fios de cobre	10.63	m	R\$1.00	R\$10.63
4	First Flush e clorador	1.00	un	R\$411.00	R\$411.00
5	Tubulação (DN150)	0.20	m	R\$25.00	R\$5.00
6	Curva (DN150)	1.00	un	R\$30.00	R\$30.00
7	Abraçadeiras	4.00	un	R\$8.00	R\$32.00
8	Reservatório (0,75m ³)	1.00	un	R\$1 250.00	R\$1 250.00
9	Mão de obra	1.00	un	R\$500.00	R\$500.00

10	Administração	1.00	un	R\$880.21	R\$880.21
TOTAL					R\$3 395.08

GRUPO 4 - ÁREAS DE 85,1 A 110 M2

Item	Peça	Quantidade	Unidade	Preço unitário	Preço total
1	Calhas	55.00	m	R\$5.00	R\$275.00
2	Ripas de madeira	27.50	un	R\$3.00	R\$82.50
3	Fios de cobre	13.75	m	R\$1.00	R\$13.75
4	First Flush e clorador	1.00	un	R\$428.50	R\$428.50
5	Tubulação (DN150)	0.80	m	R\$25.00	R\$20.00
6	Curva (DN150)	1.00	un	R\$30.00	R\$30.00
7	Abraçadeiras	4.00	un	R\$8.00	R\$32.00
8	Reservatório (1 m ³)	1.00	un	R\$1 290.00	R\$1 290.00
9	Mão de obra	1.00	un	R\$500.00	R\$500.00
10	Administração	1.00	un	R\$935.11	R\$935.11
TOTAL					R\$3 606.86

GRUPO 5 - ÁREAS DE 110,1 A 140 M2

Item	Peça	Quantidade	Unidade	Preço unitário	Preço total
1	Calhas	70.00	m	R\$5.00	R\$350.00
2	Ripas de madeira	35.00	un	R\$3.00	R\$105.00
3	Fios de cobre	17.50	m	R\$1.00	R\$17.50
4	First Flush e clorador	1.00	un	R\$451.00	R\$451.00
5	Tubulação (DN150)	1.60	m	R\$25.00	R\$40.00
6	Curva (DN150)	1.00	un	R\$30.00	R\$30.00
7	Abraçadeiras	4.00	un	R\$8.00	R\$32.00
8	Reservatório (1,2 m ³)	2.00	un	R\$600.00	R\$1 200.00
9	Mão de obra	1.00	un	R\$500.00	R\$500.00
10	Administração	1.00	un	R\$953.93	R\$953.93
TOTAL					R\$3 679.43

ANEXO 01 – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA

UERJ - UNIVERSIDADE DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO;



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Tecnologias de tratamento de águas pluviais de baixo custo para aplicação em comunidades de assentamentos informais

Pesquisador: Alfredo Akira Ohnuma Junior

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 79609817.9.0000.5282

Instituição Proponente: Programa Pós-Graduação Engenharia Ambiental e Meio Ambiente

Patrocinador Principal: FUN CARLOS CHAGAS F. DE AMPARO A PESQUISA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - FAPERJ

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.533.379

Apresentação do Projeto:

Projeto de dissertação de mestrado de Livia de Oliveira Ganem, do Programa Pós-Graduação Engenharia Ambiental e Meio Ambiente e orientada pelo prof. Alfredo Akira Ohnuma Junior.

Comunidades ou assentamentos informais caracterizam-se como locais de infra-estrutura precária, inclusive de acesso e abastecimento de água. Este projeto visa desenvolver uma série de produtos associada a um sistema integrado de captação, tratamento, armazenamento e aproveitamento de águas pluviais (SICURB) como uma tecnologia inovadora a ser acoplada às coberturas de telhados de comunidades de baixa renda. A metodologia consiste em selecionar áreas de cobertura da comunidade urbana Paula Ramos, bairro Rio Comprido, Rio de Janeiro-RJ e a partir daí projetar produtos acessórios de instalações hidráulicas prediais de baixo custo acoplados aos sistemas de águas pluviais de modo a permitir de forma conjugada, seriada e integrada a otimização do uso da água da chuva na comunidade como um todo, sem a necessidade de uso de energia de sistemas de bombeamento. O projeto se apropria de dados de referência de estudo em andamento no CAP-UERJ, cujos resultados extrapolados a área da comunidade se justifica pela proximidade do local. Para adequação ao projeto SICURB são utilizados mapas topográficos, dados pluviométricos de estações do Sistema Alerta Rio e caracterização de consumo de água na comunidade. Como resultados, esperam-se elaborar projetos detalhados de determinados

Endereço: Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. SI 3018
Bairro: Maracanã **CEP:** 20.559-900
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2334-2180 **Fax:** (21)2334-2180 **E-mail:** etica@uerj.br

UERJ - UNIVERSIDADE DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO;



Continuação do Parecer: 2.533.379

produtos para sistemas de aproveitamento de águas pluviais desde o dimensionamento das estruturas de armazenamento, bem como das técnicas de tratamento da água da chuva condicionadas às características físicas e ambientais do local. Além disso, o projeto espera garantir o envolvimento de lideranças comunitárias na disseminação da tecnologia como oportunidade de efetivar mudanças no acesso e uso da água.

Objetivo da Pesquisa:

O projeto tem como objetivo principal desenvolver, a partir de metodologia específica, um produto associado a um sistema integrado de captação, tratamento, armazenamento e aproveitamento de águas pluviais (SICURB) como uma tecnologia inovadora a ser acoplada às coberturas de telhados das comunidades de baixa renda.

Objetivo Secundário:

(a) desafogar sistemas convencionais de abastecimento de água por tecnologia de produtos e processos alternativos de uso da água de chuva;(b) constituir modelo padrão para multiplicar o uso do sistema e/ou do produto tecnológico em outras regiões de comunidades de assentamentos urbanos semelhantes e(c) expandir o conhecimento de tecnologias sustentáveis a partir de produtos de sistemas de uso de águas pluviais em comunidades urbanas para a cidade do Rio de Janeiro. A execução dos objetivos do projeto permite além de (1) tornar-se viável a implantação do sistema em área de comunidade carente, (2) utilizar sistemas de águas pluviais de baixo custo, (3) propor critérios técnicos para o dimensionamento de sistemas para áreas de comunidade assentadas de maneira informal e (4) possibilitar o uso da água pluvial pela comunidade carente.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O questionário não oferece riscos aos participantes.

A participação na pesquisa não oferece benefícios diretos imediatos. Na continuação do projeto o participante poderá receber fontes alternativas de obter água.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa está descrita de maneira clara e contém todos os itens essenciais para sua avaliação ética. A pesquisa é relevante e tem suporte da Faperj.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Folha de rosto devidamente assinada e carimbada pelo diretor da Faculdade de Engenharia da UERJ.

O instrumento de coleta de dados é apropriado à pesquisa.

Endereço: Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. SI 3018
Bairro: Maracanã **CEP:** 20.559-900
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2334-2180 **Fax:** (21)2334-2180 **E-mail:** etica@uerj.br

Continuação do Parecer: 2.533.379

O TCLE contém todos os itens exigidos pela Norma 466/12.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Ante o exposto, a COEP deliberou pela aprovação do projeto, visto que não foram observadas implicações éticas que impeçam a realização do mesmo.

Considerações Finais a critério do CEP:

Faz-se necessário apresentar Relatório Anual - previsto para março de 2019. A COEP deverá ser informada de fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo, devendo o pesquisador apresentar justificativa, caso o projeto venha a ser interrompido e/ou os resultados não sejam publicados.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Recurso do Parecer	recurso.pdf	23/01/2018 18:32:41		Aceito
Outros	QUESTIONARIO.xlsx	23/01/2018 18:32:20	Alfredo Akira Ohnuma Junior	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_DE_CONSENTIMENTO_rev.docx	23/01/2018 18:30:59	Alfredo Akira Ohnuma Junior	Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	PLATBR_Livia_Respostas_rev.docx	23/01/2018 18:30:39	Alfredo Akira Ohnuma Junior	Aceito
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_987702.pdf	17/11/2017 18:25:24		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_INT_FAPERJ_2017_REV1.pdf	03/10/2017 13:02:07	Alfredo Akira Ohnuma Junior	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_DE_CONSENTIMENTO.docx	03/10/2017 12:57:51	Alfredo Akira Ohnuma Junior	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_DE_ROSTO.pdf	03/10/2017 12:54:42	Alfredo Akira Ohnuma Junior	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. SI 3018
Bairro: Maracanã **CEP:** 20.559-900
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2334-2180 **Fax:** (21)2334-2180 **E-mail:** etica@uerj.br

UERJ - UNIVERSIDADE DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO;



Continuação do Parecer: 2.533.379

RIO DE JANEIRO, 08 de Março de 2018

Assinado por:
Patricia Fernandes Campos de Moraes
(Coordenador)

Endereço: Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. SI 3018
Bairro: Maracanã **CEP:** 20.559-900
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2334-2180 **Fax:** (21)2334-2180 **E-mail:** etica@uerj.br

ANEXO 02 – SUBMISSÃO DO PROJETO PELO COMITÊ DE ÉTICA

UERJ - UNIVERSIDADE DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO;



COMPROVANTE DE ENVIO DO PROJETO

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Tecnologias de tratamento de águas pluviais de baixo custo para aplicação em comunidades de assentamentos informais

Pesquisador: Alfredo Akira Ohnuma Junior

Versão: 3

CAAE: 79609817.9.0000.5262

Instituição Proponente: Programa Pós-Graduação Engenharia Ambiental e Meio Ambiente

DADOS DO COMPROVANTE

Número do Comprovante: 130805/2017

Patrocinador Principal: FUN CARLOS CHAGAS F. DE AMPARO A PESQUISA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - FAPERJ

Informamos que o projeto Tecnologias de tratamento de águas pluviais de baixo custo para aplicação em comunidades de assentamentos informais que tem como pesquisador responsável Alfredo Akira Ohnuma Junior, foi recebido para análise ética no CEP UERJ - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, em 06/11/2017 às 13:05.

Endereço: Rua São Francisco Xavier 524, Bl. E 3º and. Sl 3018
 Bairro: Maracanã CEP: 20.559-900
 UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
 Telefone: (21)2334-2180 Fax: (21)2334-2180 E-mail: etica@uerj.br

ANEXO 03 – CARTILHA PARA MONTAGEM DE CALHAS DE GARRAFAS PET

Materiais que são necessários para a construção da Calha



Observações

Para a Construção da calha é necessário que você siga algumas regras:

1ª Regra: Só poderá ser feito a calha com garrafas pet de 2 litros de superfície lisa, como por exemplo a de Fanta e de Kwat, pois ficará mais fácil para que a água da chuva corra.

2ª Regra: O rebite utilizado só poderá ser feito com a referencia 510 pois ele se adéqua mais ao furo do perfurador de papel unitário.

3ª Regra: Cortar as garrafas de modo que elas fiquem cada uma com 16 centímetros.

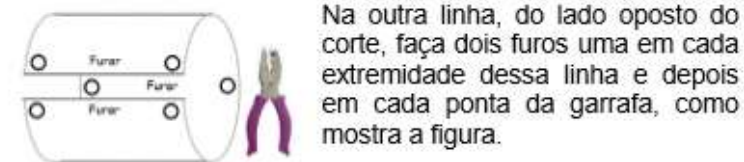
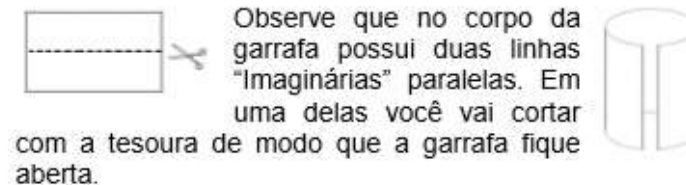
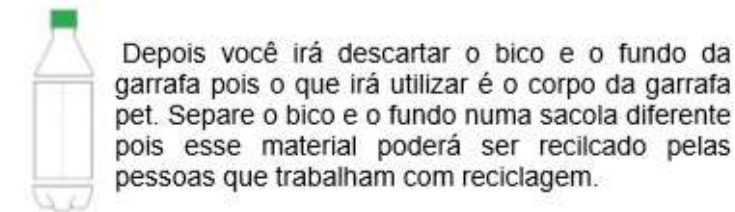
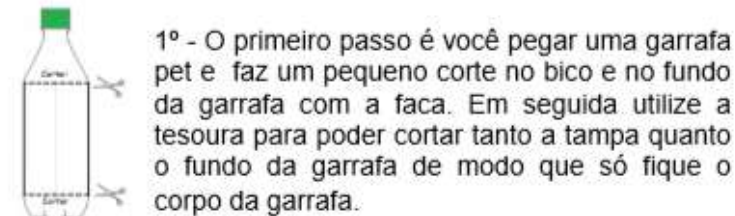
4ª Regra: As garrafas de Coca-Cola podem ser utilizadas para fazer a queda livre pois a água que desce da telha pode ser direcionada a um reservatório ou a uma canaleta.

5ª Regra: Medir o tamanho do telhado e dividir por 16 Centímetro para saber quantas garrafas irão ser precisadas e depois multiplicar por 3 para saberá quantidade de exata de rebite.

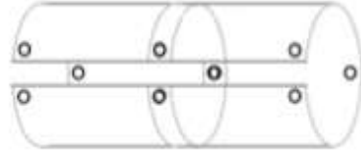
6ª Regra: Sempre colocar duas garrafas a mais do que o correto e sempre comprar 10 rebites a mais pois possa ser que alguns venham com defeito.

7ª Regra: A cada 3 metros de Calha são utilizados 18 garrafas e 60 rebites.

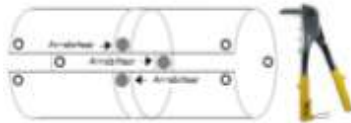
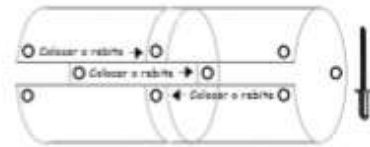
COMO CONSTRUIR UMA CALHA ALTERNATIVA?



Depois de perfurar a garrafa, faça isso em outra garrafa. Depois uma os furos das extremidades de uma garrafa com os furos da extremidade de outra garrafa de forma que cada furo fique alinhado e que o rebite encaixe certo.



Em seguida pegue um rebite e coloque no dos furos que estão alinhados de forma que o ferrinho do rebite fique pro lado de fora da garrafa, ou seja, que o rebite encaixe de fora para dentro.



Depois é só pegar a Maquina Rebitadeira Manual e arrebite os rebites em seus devidos furos, concluindo assim uma parte da calha. Faça isso em

todas as junções de furos da garrafa.

Agora é só fazer varias vezes esse mesmo processo até chegar o tamanho do seu telhado. Para construir a queda livre, você utilizará garrafas de Coca-cola e só irá cortar o fundo e o bico. Depois unir uma na outra com a fita de empacotamento até chegar no reservatório ou numa canaleta. Para poder amarrar a calha no telhado você utilizará tiras da própria garrafa pet e passará entre uma telha e outra e passará por traz da madeira que sustenta o telhado e prenderá a tira com o próprio rebite. Ou também pode prender com fio de cobre.

Como Construir uma Calha Alternativa



Projeto Calha Alternativa
Escola Ministro Jarbas Passarinho

Elaborador do Projeto

Gabriel Cezar Carneiro dos Santos

Prof^a. Orientadora: Raquel Suiene
Prof^a Coorientadora: Rosenilda Vilar

ANEXO 04 – POSTAGENS NA REDE SOCIAL *FACEBOOK* ACERCA DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Louislen Chavea ▶ Paula Ramos
15 de maio às 10:19 · 🌐

acomodado sem agua porfavor olhem mas pelo acomodado estamos largados

2 Curtir Comentar

Paula Ramos
28 de junho · 🌐

A agua ja vai Volta a cair.

51 Curtir 13 comentários Comentar

Louislen Chavea ▶ Paula Ramos
3 de novembro de 2018 · 🌐

Algum porfavor saber quando vai cair agua eu e minha família já não temos oq vesti KD o presidente q não fala nada

1 Curtir Comentar

Louislen Chavea ▶ Paula Ramos
28 de julho às 11:19 · 🌐

Acomodado sem agua nem de cima e nem da rua estamos sem agua e com. Crianças e bb em casa fora os idosos

1 Curtir Comentar

Louislen Chavea ▶ Paula Ramos
1 de novembro de 2018 · 🌐

KD a água tô sem nada já vai fazer um mês que não vai Aki Deus tenha piedade de minhas filhas pequenas o ser humano não tem

1 Curtir Comentar

Simone Oliveira ▶ Paula Ramos
6 de julho às 17:17 · 🌐

Boa tarde Alguém sabe dizer porque não está caindo água???

Curtir Comentar

Louislen Chavea ▸ Paula Ramos 5 h · 🌐

kd a agua já to sem agua a uma semana e a da nascente não cai prq moradores mas acima Tao desviando agua poxa minhas roupas Tao estragando kd o presidente do morro moradores Tao sem agua a da a rua não vem aki ea de cima da nascente não tem prq ta cendo disviada isso já vai fazer um mês kd o presitende do morro olhe mas aki pro acomodado na parte auta

👍 Curtir 💬 Comentar

Louislen Chavea ▸ Paula Ramos 5 de novembro de 2018 · 🌐

Sá b qual é o pior q nimgm fala nada sobre a água com os moradores mas o dia q for lá se eleger de novo vai aperta a mão de todos pra pedir voto.

👍 Curtir 💬 Comentar

Louislen Chavea ▸ Paula Ramos 4 de novembro de 2018 · 🌐

Logo d a água
KD a água
KD a água
KD a água
KD ag.ua

Veronice Diniz ▸ Paula Ramos 18 de julho às 18:06 · 🌐

Boa noite
Sabe pq não veio água?

Cristiane Freitas ▸ Paula Ramos 23 de dezembro de 2018 às 09:33 · 🌐

Bom dia . Gostaria de saber se a Cedae informou pq motivo não esta caindo água ?

👍 🤔 4 4 comentários

👍 Curtir 💬 Comentar

Louislen Chavea ▸ Paula Ramos 17 de maio · 🌐

peessoal do acomodado q tem cano no meio da escada vamos pentágono no próximo se seu cano quebrar converte prq se nao seu vizinho de cima pode ficar sem receber a agua da rua. obg pela atençao

👍 1

Thatta Ferreira Ninguém merece ..Um calor desse 🤔

Curtir · Responder · 3 sem

Cristiane Freitas Vdd

Curtir · Responder · 3 sem

Debora Silva Como sempre a safadeza começou novamente.

Cristina Costa ▸ Paula Ramos 1 de novembro de 2018 · 🌐

Alguem saber informa ser algum lugar da paula ramos ja esta caindo agua.. sera cair agua hj???

👍 1 10 comentários

👍 Curtir 💬 Comentar

Louislen Chavea Olha amiga. Acho que nem o presidente sab

Curtir · Responder · 10 sem 👍 1

Cristina Costa Pois parece que ninguem saber espero que chegue hj estou sem agua.

Curtir · Responder · 10 sem

Louislen Chavea Cristina Costa tô sem água no tempão tenho uma bebê e umas duas crianças meu marido e minhas filhas tão por aí pedindo água por qm ainda tem

Curtir · Responder · 10 sem

Fonte: Página da Paula Ramos no Facebook, 2018.

ANEXO 05 – CONVITE PARA O EVENTO “CAMINHOS DE UM RIO POSSÍVEL”



intervenção temporária e exposição

CAMINHOS DE UM RIO POSSÍVEL

08.
dez.
2018
09:00 às
17:00hs

Praça Condessa Paulo de Frontin
Rio Comprido

realização:

parceiro:   

apoio institucional:  