
POTENCIAL DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA PELAS FACHADAS PARA USO NÃO POTÁVEL

Rodrigo de Brito Souza¹, Cristina Toca Perez²

¹SENAI-CIMATEC, E-mail: Brirodrigo@gmail.com;

²SENAI-CIMATEC, E-mail: cristina.perez@fieb.org.br

Resumo: *O presente estudo avaliou o potencial de captação de águas pluviais pelas fachadas de edificações. Para tal, foi estudado um empreendimento residencial vertical de quatro pavimentos com uma área de 900 m² de fachada. O cálculo dos valores do Volume Captado (diário e mensal), bem como da Taxa de Atendimento (mensal e diária) foram estudados para os dois tipos mais comuns de revestimentos de fachada encontrados na cidade de Salvador/BA, os argamassados com pintura e os cerâmicos, tendo os dois tipos, apresentado bons resultados quanto aos volumes captados. Os resultados mostram que, a captação de água de chuva para utilização em fins não potáveis se mostrou oportuna, visto que a fachada possui área de captação significativa para suprir a demanda deste tipo de água, nos meses mais secos e pode servir para fins de armazenagem, nos meses mais chuvosos.*

Palavras-Chaves: *Fachadas das Edificações; Captação de água de chuva; Revestimentos de Fachada.*

POTENTIAL FOR COLLECTING RAINWATER THROUGH BUILDING FAÇADES FOR NON-POTABLE PURPOSES

Abstract: *The present study evaluated the potential for collecting rainwater through building façades. For this, a vertical residential project of four floors with an area of 900 m² of facade was studied. The calculations of the Capture Volume (daily and monthly), as well as the Attendance Rate (monthly and daily) were studied for the two most common types of facade coverings found in the city of Salvador/BA, mortar with paint and ceramics, both types have good results in terms of volumes collected. The results show that rainwater harvesting for non-potable purposes was timely, since the façade has a significant catchment area to meet the demand for this type of water in the driest months and can be used for storage purposes, in the rainiest months.*

Keywords: *Facades of Buildings; Rainwater harvesting; Facade Coverings.*

1. INTRODUÇÃO

A escassez de água apresenta-se como um dos grandes desafios atuais. O Brasil, mesmo apresentando uma das maiores bacias hídricas do mundo, possui em suas regiões, diversas zonas de escassez de água potável ocasionada pela inexistência de um equilíbrio entre a distribuição populacional, industrial e agrícola. (TOMAZ, 2010). O contínuo aumento da população, o adensamento das cidades e a mudança na cobertura vegetal, configuram a atual evolução urbana em escala global nas últimas décadas. Como consequência, intensificaram-se as atividades dos diversos setores da construção civil, o que desencadeia numa redução da infiltração das águas pluviais no solo, ocasionada pelo aumento das áreas impermeáveis (SILVA, 2011).

Os grandes centros urbanos por sua vez, sofrem impactos sociais, econômicos e ambientais negativos resultantes de eventos hidrológicos. A impermeabilização do solo provoca a ocorrência de enchentes e inundações afetando grande parte da população, em especial as localizadas em áreas de risco. Além disso, a redução da infiltração das águas no solo suscita a necessidade de uma maior capacidade de captação destas águas por parte do sistema público em um menor tempo (COHIM; GARCIA; KIPERSTOK, 2007).

Neste cenário, a captação direta de águas pluviais nas edificações pode ser tratada como uma forma para a diminuição dos problemas decorrentes das enchentes e inundações, e pode permitir a redução da demanda de captação por parte do sistema público. Esta alternativa, bastante utilizada e difundida nas regiões que não possuem outras formas de captação e recebimento de água, tais como o semiárido brasileiro, caso empregada em regiões urbanas para fins não potáveis, viabiliza o encaminhamento da água potável para atender consumos mais nobres (COHIM; GARCIA; KIPERSTOK, 2007).

No Brasil, a captação da água pluvial é orientada pela NBR 15527:2007 - Água de Chuva - Aproveitamento de Coberturas em Áreas Urbanas Para Fins Não Potáveis. A norma especifica a utilização das águas captadas apenas para fins não potáveis, tais como: irrigação de jardins, uso em descargas sanitárias e lavagens de pisos. Nesta, também podem ser encontrados os principais direcionamentos quanto as referências técnicas, equipamentos e manutenção, além de informações acerca da qualidade final da água.

No entanto, é importante destacar que a NBR 15527 rege apenas a captação da chuva sobre os telhados, não abordando a captação das águas pluviais que escorrem em outros sistemas como fachadas, garagens abertas, playgrounds descobertos e quadras esportivas (CALVIÑO, 2016). Esses locais, ainda não normatizados, necessitam de uma maior atenção em relação ao tratamento da água e seus sistemas específicos, pois representam parcelas significativas das águas que escorrem em uma edificação, aumentando o volume captado que poderá ser destinado a mais usos.

Desta forma, através do presente estudo, buscou-se avaliar o potencial de captação de águas pluviais pelas fachadas de um edifício, a fim de entender as principais características que envolvem este tipo de captação, desenvolvendo, assim, uma análise acerca desta forma alternativa de aproveitamento, o que se justifica pela importância da economia da água, sendo este um dos primeiros passos para atenuar este problema crescente e possibilitar mudanças de hábitos da população para o uso racional do recurso.

2. REVISÃO DA LITERATURA

A NBR 15527 - Água de chuva: aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis, que entrou em vigor desde final de outubro de 2007, norteia a elaboração e adoção deste sistema, mencionando as circunstâncias e destinações para quais as águas pluviais podem ser utilizadas, levando-se em consideração o adequado tratamento. Alguns dos exemplos de uso mencionado pela norma é a utilização em descargas de vasos sanitárias, irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, limpeza de pátios, espelhos d'água, etc.

2.1. Superfície de Captação da água de chuva

Segundo Silva (2011), a captação de água pode ser realizada em diversos tipos de superfícies, tais como: (a) telhados de diversos materiais; (b) áreas pavimentadas; e (c) represas, etc. Um parâmetro importante, que influencia diretamente o volume de água captado e está diretamente ligado a superfície de captação, devendo, portanto, ser levado em consideração, é o chamado Coeficiente de Runoff, também conhecido como Coeficiente de Escoamento. Este, que pode ser definido como o quociente entre o volume de água que escoar na superfície e o total precipitado, altera o valor captado, pois para efeito de cálculo, o volume de água de chuva que irá ser aproveitado não será o mesmo que o volume precipitado. Portanto, o volume de captação é dependente deste coeficiente (TOMAZ, 2010). A depender do tipo de superfície, o coeficiente de Runoff ou de escoamento apresenta valores diversos. Estes são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Coeficiente de Runoff médios para superfícies de cobertura

Material	Coeficiente de Runof
Telhas cerâmicas	0,8 a 0,9
Telhas esmaltadas	0,9 a 0,95
Telhas corrugadas de material	0,8 a 0,9
Cimento amianto	0,8 a 0,9
Plástico	0,9 a 0,95

Fonte: Thomaz (2010)

Torna-se necessário, no entanto, destacar que os estudos sobre aproveitamento de águas pluviais em fachadas são relativamente recentes e, sendo assim, as estimativas do coeficiente de Runoff para este elemento ainda não são amplamente conclusivas. Muitos estudos como os de Brande, Blocken e Roels (2013), utilizam de modelos computacionais para simular o comportamento do escoamento nas fachadas com elaboração de gráfico matemáticos.

Tomaz (2013) por sua vez, destaca a existência de estudos que conseguiram desenvolver, para o caso de bacias hidrográficas, fórmulas que permitissem calcular o coeficiente de Runoff através de alguns parâmetros. Este foi o caso do estudo realizado por Schueler (1987) *apud* Tomaz (2013), que possibilitou o cálculo do coeficiente de escoamento (C) a partir da porcentagem da Área Impermeável (AI) da bacia através da Equação 1: $C = 0,05 + 0,009 \times AI$. Tomaz (2013) recomenda que na existência de fórmulas matemáticas, estas sejam usadas em detrimento dos valores tabelados, visando-se obter coeficientes de Runoff mais próximos da realidade. É importante destacar, no entanto, que ainda não existem equações e tabelas que determinem o coeficiente de escoamento para as fachadas.

2.2 Fachadas para Captação

Entendendo que o coeficiente de escoamento é influenciado pelo material da superfície de captação, faz-se necessário, analisar a composição das fachadas. Além disso, segundo Carvalho e Silva (2006), ao atingir uma superfície, a água precipitada pode infiltrar ou escoar superficialmente. Portanto, a taxa de absorção do material é uma importante variável de análise. Neste trabalho serão estudadas as taxas de absorção dos revestimentos: (1) argamassado com pinturas e (2) cerâmico.

2.2.1 Fachada com Revestimento Argamassado

A ABNT NBR 13529 (2013) define a argamassa para revestimento como sendo “o cobrimento de uma superfície com uma ou mais camadas superpostas de argamassa, apto a receber acabamento decorativo ou constituir-se em acabamento final, decorativo ou não”, sendo essa argamassa uma mistura homogênea de aglomerantes inorgânicos, agregado miúdo e água, podendo conter ou não aditivos ou adições, com a capacidade de melhorar as propriedades de aderência e endurecimento.

2.2.1.1 Taxa de Absorção em Materiais Argamassados

A absorção dos revestimentos em argamassa é uma característica do estado endurecido que apenas sofre influência dos vazios capilares, não tendo relação com a porosidade total. Poros capilares são provenientes da reação de hidratação do cimento, tendo sua elaboração, altamente atrelada à relação água/cimento. (KUO *et al.*, 2005 *apud* ZANELATO, 2015). Tendo em vista a influência da relação água/cimento na taxa de absorção de água das argamassas, sabe-se que seu valor irá depender, dentre outros fatores, da condição de exposição do elemento.

Além disso, entendendo que, em muitos casos, os revestimentos argamassados são protegidos por camadas de tinta, torna-se importante conhecer a taxa de absorção deste último material, por perceber que, de modo geral, a camada de tinta será utilizada para proteger as argamassas de revestimento das intempéries, e portanto, estará maior contato com as águas de chuva. Neste intento, Amaro (2007) realizou estudos com tintas usualmente utilizadas nas fachadas em Portugal, a fim de determinar e classificar, dentre outros fatores, a absorção de água pelas tintas. Para tal, a referida autora realizou ensaios em dois laboratórios distintos e como resultado, desenvolveu-se o Quadro 2 com os valores em percentual da Água Absorvida (AA).

Quadro 2 – Percentuais de Água Absorvida para a tinta estudada em dois laboratórios distintos

Laboratório A	Laboratório B	Média dos Laboratórios
10,0%	6,5%	8,25%

Fonte: Amaro (2007) – adaptado

2.2.2 Fachada com Revestimento Cerâmico

O revestimento cerâmico de fachada é constituído por um grupo de camadas monolíticas, que inclui o emboço do substrato, ligada à base suporte do revestimento de fachada da edificação, podendo ser alvenaria ou estrutura, na qual a camada externa é composta por placas cerâmicas (TOLEDO, 2007).

2.2.2.1 Taxa de Absorção em Materiais Cerâmicos

A absorção de água é uma propriedade dos materiais cerâmico e relaciona-se de forma direta com sua porosidade. A absorção de água dos revestimentos cerâmicos pode variar do quase zero para o caso dos porcelanatos chegando a mais de 10% de absorção para azulejos porosos (ARQTEMA, 2017). Segundo INMETRO (2018), de acordo com níveis de absorção de água, as placas cerâmicas podem ser classificadas em:

- Porcelanatos: baixa absorção - resistência mecânica alta (BI a - de 0 a 0,5 %)
- Grês: baixa absorção - resistência mecânica alta (BI b - de 0,5 a 3%)
- Semi-Grês: média absorção - resistência mecânica média (BII a - de 3 a 6%)
- Semi-Porosos: alta absorção - resistência mecânica baixa (BII b - de 6 a 10%)
- Porosos: alta absorção - resistência mecânica baixa (BIII - acima de 10%)

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada neste trabalho foi um estudo de caso o qual objetivou analisar a capacidade de captação de água de chuva através das fachadas de uma edificação vertical de quatro pavimentos, com 900 m² de área de fachada. Para tal, selecionou-se dois tipos de revestimentos mais comuns encontrados no Brasil, quais sejam: o revestimento argamassado com pintura e o revestimento cerâmico. Para verificar os benefícios obtidos com esta forma de captação, necessitou-se realizar cálculos referentes aos fatores que influenciavam diretamente a análise da captação de água de chuva. Estes fatores foram encontrados através das seguintes fórmulas apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 – Fórmulas utilizadas nos cálculos

Equação	Índice	Fórmula	Variáveis
1	Coefficiente de Escoamento (C)	$C = 0,05 + 0,009 \times AI$	C = Coeficiente de Escoamento (Runoff) AI = Área Impermeável (m ²)
2	Área Impermeável da Fachada	$AI = Atf - Taa \times Atf$	AI = Área Impermeável (m ²) Atf = Área Total da Fachada (m ²) Taa = Taxa de absorção (%) – Relativa ao Material
3	Volume Captado Mensal (Vcap)	$Vcap = C \times A \times Im$	Vcap = Volume captado Mensal (L/mês) C = Coeficiente de Runoff (para cada tipo de fachada) AI = Área de Captação (m ²) Im = Precipitação mensal (mm/mês)
4	Volume Captado Diário (Vcapd)	$Vcapd = C \times A \times Id$	Vcapd = Volume captado diário (L/dia) C = Coeficiente de Runoff (para cada tipo de fachada) A = Área de Captação (m ²) Id = Precipitação diária (mm/dia)
5	Taxa de Atendimento Mensal (%Tam)	$\%Tam = (Vcap/Vdemm) \times 100$	%Tam = Taxa de atendimento mensal (%) Vcap = Volume captado mensal (L/mês) Vdemm = Volume de água de chuva demandado mensal (L/mês)
6	Taxa de Atendimento Diária (%Tad)	$\%Tad = (Vcapd/Vdemd) \times 100$	%Tad = Taxa de atendimento diária (%) Vcapd = Volume captado diário (L/dia) Vdemd = Volume de água de chuva demandado diário (L/dia)

Fonte: Os autores (2018)

Este modelo permite ao usuário utilizar como informações de entrada: (1) demanda mensal e diária; (2) série de precipitação mensal e diária; (3) área de captação, que para este estudo é igual a área impermeável (AI); e (4) coeficiente de escoamento, para obter respostas em relação a taxa de atendimento à demanda diária e mensal para diferentes meses do ano. O Quadro 4 apresenta a demanda residencial de água não potável (TOMAZ, 2000). Este, foi utilizado para cálculo da demanda total de água não potável na simulação.

Quadro 4 – Demanda residencial de água não potável

Demanda	Faixa	Unidade
Interna		
Vaso sanitário - volume	6 a 15	L/descarga
Vaso sanitário - frequência	4 a 6	Descarga/hab/dia
Máquina de lavar roupa - volume	100 a 200	L/ciclo
Máquina de lavar roupa - frequência	0,2 a 0,3	Ciclo/hab/dia
Externa		
Regar jardim - volume	2	L/dia/m ²
Regar jardim - frequência	8 a 12	vezes/mês
Lavagem de carro - volume	80 a 150	L/lavagem/carro
Lavagem de carro - frequência	1 a 4	Lavagem/mês

Fonte: Tomaz (2000) - adaptado

Na aplicação deste estudo, fez-se uma simulação em uma edificação vertical de quatro pavimentos considerando-se a mesma tipologia para cada revestimento estudado. O levantamento do número total da população residente foi realizado por contagem direta, a demanda por água de chuva foi calculada a partir de estimativas adaptadas pelo autor, segundo a realidade da edificação e com base no Quadro 4 e a área total da fachada foi medida em campo, removendo-se os vãos abertos (esquadrias e outros elementos vazados). As características da edificação são apresentadas no Quadro 5, a seguir:

Quadro 5 – Características da edificação estudada

Dados	Valores	Unidades
População	53	peças
Área de captação Total*	900	m ²
Número de dias no mês	31	dias
Demanda por água de chuva per capita - diária	102,00	litros/pessoa.dia
Demanda total por água de chuva - diária	5.406,00	litros/dia
Demanda total por água de chuva - mensal	167.586,00	litros/mês

* A área de captação total leva em consideração as fachadas frontal, laterais e de fundo.

Fonte: Os autores (2018)

Em relação aos parâmetros de entrada, pela falta de valores referentes ao coeficiente de escoamento das fachadas, para efeitos ilustrativos de cálculo, utilizou-se a Equação 1 do Quadro 3 em fachadas com revestimentos argamassado com pintura e cerâmico. Para isso, considerou-se como área impermeável, a área total da fachada menos a porcentagem da área da fachada que irá absorver a água precipitada de acordo com a taxa de absorção de cada material. Este cálculo é demonstrado na Equação 2 do Quadro 3. Para o revestimento argamassado com pintura foi utilizado, como taxa de absorção, os

dados referentes à pesquisa desenvolvida por Amaro (2007), onde levou-se em consideração o valor médio de absorção entre os dois laboratórios pesquisados (8,25%). Já para o revestimento cerâmico, foi utilizado o valor de 0,5% (porcelanatos) para taxa de absorção, visto que são tipos de placas cerâmicas usualmente aplicadas em fachadas. Os valores de coeficientes de escoamento calculados para cada tipo de revestimento são apresentados no Quadro 6.

Quadro 6 – Coeficiente de Escoamento para cada Tipo de Revestimento

Tipo de Revestimento	Taxa de absorção	Coefficiente de Escoamento (C)
<i>Argamassado com Pintura</i>	8,25%	7,48
<i>Cerâmico</i>	0,5%	8,11

Fonte: Os autores (2018)

No tocante a série de precipitação, para o presente estudo, foram utilizados, na análise da capacidade de captação, os índices de precipitação do mês mais chuvoso e do mês mais seco da cidade de Salvador no ano de 2017, estes são: maio e janeiro respectivamente (INMET, 2018). Os valores dos índices pluviométricos mensais e chuvas diárias dos meses de janeiro/2017 e maio/2017, podem ser vistos nas Figuras 1, 2 e 3.

Figura 1 – Índices Pluviométricos de Salvador/BA



Fonte: INMET (2018)

Figura 2 – Chuvas diárias, Salvador/Ba – janeiro/2017



Fonte: INMET (2018)

Figura 3 – Chuvas diárias, Salvador/Ba – maio/2017



Fonte: INMET (2018)

Escolheu-se estes dois meses a fim de verificar a viabilidade desta captação tanto para períodos mais secos quanto para períodos mais chuvosos na cidade de Salvador/BA.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores dos cálculos da Taxa de Atendimento Mensal (%Tam) e da Taxa de Atendimento Diária (%Tad), para os dois tipos de revestimentos, nos dois meses estudados, são apresentados nos quadros abaixo. No Quadro 7 é apresentado a %Eco, que representa a porcentagem de água economizada nos meses de janeiro e maio para os dois tipos de revestimentos estudados.

Quadro 7 – Taxa de Atendimento Mensal nos meses de janeiro e maio para os dois revestimentos estudados

	Argamassa com Pintura		Cerâmica	
	jan/17	mai/17	jan/17	mai/17
Vcap (L)	160.894,8	2.275.416,0	174.446,1	2.467.062,0
Vdeman (L)	167.586,0	167.586,0	167.586,0	167.586,0
%Tam	96%	1358%	104%	1472%

Fonte: Os autores (2018)

Analisando o Quadro 7, percebe-se que para a edificação em estudo, nos dois tipos de revestimento de fachada e considerando tanto o mês mais seco quanto o mais chuvoso, a captação de água de chuva através das fachadas se mostra uma alternativa vantajosa, visto que, o menor valor de porcentagem economizada foi de 96% da demanda de água para fins não potáveis (argamassa com pintura no mês de janeiro/2017). Entendendo que este valor representa o mês mais seco do ano na cidade de Salvador/BA, esta forma de captação também poderá ser utilizada nos demais meses do ano, podendo apresentar valores mais significativos.

As altas porcentagens de economia encontradas no mês de maio, independente do tipo de revestimento, se justifica pelo alto índice de precipitação que este mês possui, aliado a grande área de captação das fachadas das edificações. Quanto ao tipo de revestimento, a fachada com revestimento cerâmico apresentou ligeira vantagem quando comparada com as de revestimento argamassado com pintura (diferença de

aproximadamente 8% no volume captado), embora esta última também demonstrou possuir boa capacidade de captação de água de chuva. A vantagem apresentada pela fachada com revestimento cerâmico se deve pelo maior valor do coeficiente de escoamento calculado, uma vez que a área de contribuição e os índices de chuva são os mesmos para os dois tipos de fachada. Nos Quadros 8 e 9 são apresentadas as Taxas de Atendimento diárias para o mês de janeiro/2017, para as fachadas compostas por revestimento argamassado com pintura e revestimento cerâmico, respectivamente.

Quadro 8 – Taxa de Atendimento diária para o mês de janeiro/2017, considerando Revestimento Argamassado com Pintura

Revestimento Argamassado com Pintura							
Dias (Jan/2017)	Volume Captado (L)	Volume Demandado (L)	Taxa de Atendimento (%)	Dias (Jan/2017)	Volume Captado (L)	Volume Demandado (L)	Taxa de Atendimento (%)
1	1346,4	5406	25	17	0	5406	0
2	0	5406	0	18	5385,6	5406	100
3	0	5406	0	19	0	5406	0
4	0	5406	0	20	16830	5406	311
5	0	5406	0	21	0	5406	0
6	0	5406	0	22	0	5406	0
7	673,2	5406	12	23	0	5406	0
8	8078,4	5406	149	24	673,2	5406	12
9	0	5406	0	25	3366	5406	62
10	0	5406	0	26	0	5406	0
11	0	5406	0	27	0	5406	0
12	0	5406	0	28	53856	5406	996
13	6732	5406	125	29	52509,6	5406	971
14	0	5406	0	30	8078,4	5406	149
15	673,2	5406	12	31	2692,8	5406	50
16	0	5406	0				

Fonte: Os autores (2018)

Quadro 9 – Taxa de Atendimento diária para o mês de janeiro/2017, considerando Revestimento Cerâmico

Revestimento Cerâmico							
Dias (Jan/2017)	Volume Captado (L)	Volume Demandado (L)	Taxa de Atendimento (%)	Dias (Jan/2017)	Volume Captado (L)	Volume Demandado (L)	Taxa de Atendimento (%)
1	1459,8	5406	27	17	0	5406	0
2	0	5406	0	18	5839,2	5406	108
3	0	5406	0	19	0	5406	0
4	0	5406	0	20	18247,5	5406	338
5	0	5406	0	21	0	5406	0
6	0	5406	0	22	0	5406	0
7	729,9	5406	14	23	0	5406	0
8	8758,8	5406	162	24	729,9	5406	14
9	0	5406	0	25	3649,5	5406	68
10	0	5406	0	26	0	5406	0
11	0	5406	0	27	0	5406	0
12	0	5406	0	28	58392	5406	1080
13	7299	5406	135	29	56932,2	5406	1053
14	0	5406	0	30	8758,8	5406	162
15	729,9	5406	14	31	2919,6	5406	54
16	0	5406	0				

Fonte: Os autores (2018)

Antes de tudo, torna-se importante salientar que, na análise da taxa de atendimento diária, os valores apresentados em azul na tabela representam quantos porcentos de água foram captados acima da quantidade demandada, ao passo que, os valores em vermelho indicam que, nos dias em questão, não houve contribuição da água de chuva para suprir a demanda por este tipo de água.

Em relação ao mês de janeiro (mês mais seco no ano de 2017), ao analisar os Quadros 8 e 9, percebe-se que na maioria dos dias desse mês, a contribuição da água de chuva foi nula, visto que em 18 dos 31 dias do mês não houve precipitação e consequentemente, nenhuma captação. A captação de água varia entre 12% (pintura) e 14% (cerâmica) (dias 7, 15 e 24) e 996% (pintura) e 1080% (cerâmica) (dia 28) do valor demandado no mês. No entanto, ao comparar o Quadro 7 com os Quadros 8 e 9, percebe-se que mesmo não ocorrendo precipitação na maioria dos dias desse mês, a economia de água foi significativa para os dois tipos de revestimento de fachada. Isto pode indicar que a área de contribuição da fachada representa fator altamente influente para o balanço hídrico positivo do mês em questão, superando à ausência de água provocada pela quantidade de dias secos do mês. Além disso, como era de se esperar, o revestimento cerâmico apresentou ligeira vantagem em relação ao revestimento argamassado com pintura em todos os dias onde se constatou possibilidade de captação de chuva. Isso se deve ao valor do coeficiente de escoamento, que para o primeiro revestimento é maior, provocando uma maior captação, confirmando, mais uma vez o que foi discutido na análise do Quadro 7.

Já nos Quadros 10 e 11 são apresentadas as Taxas de Atendimento diárias para o mês de maio/2017, mês do ano que apresenta maior índice de chuva na cidade de Salvador/BA. Estes serão apresentados a seguir para fachadas em revestimento argamassado com pintura (Quadro 10) e revestimento cerâmico (Quadro 11).

Quadro 10 – Taxa de Atendimento diária para o mês de maio/2017, considerando Revestimento Argamassado com Pintura

Revestimento Argamassado com Pintura							
Dias (Mai/2017)	Volume Captado (L)	Volume Demandado (L)	Taxa de Atendimento (%)	Dias (Mai/2017)	Volume Captado (L)	Volume Demandado (L)	Taxa de Atendimento (%)
1	13464	5406	249	17	255816	5406	4732
2	67320	5406	1245	18	175032	5406	3238
3	33660	5406	623	19	121176	5406	2242
4	26928	5406	498	20	53856	5406	996
5	397188	5406	7347	21	0	5406	0
6	168300	5406	3113	22	67320	5406	1245
7	0	5406	0	23	13464	5406	249
8	0	5406	0	24	0	5406	0
9	0	5406	0	25	6732	5406	125
10	0	5406	0	26	0	5406	0
11	0	5406	0	27	94248	5406	1743
12	6732	5406	125	28	228888	5406	4234
13	208692	5406	3860	29	33660	5406	623
14	175032	5406	3238	30	6732	5406	125
15	40392	5406	747	31	80784	5406	1494
16	0	5406	0				

Fonte: Os autores (2018)

Quadro 11 – Taxa de Atendimento diária para o mês de maio/2017, considerando Revestimento Cerâmico

Revestimento Cerâmico							
Dias (Mai/2017)	Volume Captado (L)	Volume Demandado (L)	Taxa de Atendimento (%)	Dias (Mai/2017)	Volume Captado (L)	Volume Demandado (L)	Taxa de Atendimento (%)
1	14598	5406	270	17	277362	5406	5131
2	72990	5406	1350	18	189774	5406	3510
3	36495	5406	675	19	131382	5406	2430
4	29196	5406	540	20	58392	5406	1080
5	430641	5406	7966	21	0	5406	0
6	182475	5406	3375	22	72990	5406	1350
7	0	5406	0	23	14598	5406	270
8	0	5406	0	24	0	5406	0
9	0	5406	0	25	7299	5406	135
10	0	5406	0	26	0	5406	0
11	0	5406	0	27	102186	5406	1890
12	7299	5406	135	28	248166	5406	4591
13	226269	5406	4186	29	36495	5406	675
14	189774	5406	3510	30	7299	5406	135
15	43794	5406	810	31	87588	5406	1620
16	0	5406	0				

Fonte: Os autores (2018)

O mês de maio, para ambos os tipos de revestimento, apresentou grande capacidade de suprir a demanda de água para fins não potáveis, visto que em 22 dos 31 dias do mês, são captados grandes volumes de água, variando entre 125% (pintura) e 135% (cerâmica) (dias 12, 25 e 30) e 7347% (pintura) e 7966% (cerâmica) (dia 5) do valor demandado, justificando as altas porcentagens observadas no Quadro 7. Isto pode evidenciar a importância que os meses mais chuvosos têm em viabilizar a estocagem de água para atender as necessidades das edificações em períodos de estiagem.

Neste caso, deve-se buscar por um sistema de armazenagem de água eficiente tendo o correto dimensionamento do reservatório e de todos os componentes do sistema de captação, grande relevância na viabilização do uso da água estocada em outros períodos do ano. Além disso, na maioria dos dias desse mês (Quadros 10 e 11) não houve necessidade de utilizar água oriunda do sistema público para fins não potáveis, o que pode constituir uma economia financeira na conta de água da edificação.

5. CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho o qual era avaliar o potencial de captação de águas pluviais pelas fachadas de um edifício para fins não potáveis, foi atingido visto que pôde-se perceber que o volume de captação é significativo em suprir a demanda por água para fins não potáveis, nos meses mais secos, e pode servir para fins de armazenagem, nos meses mais chuvosos, com o propósito de garantir a disponibilidade de água ao longo do ano, mesmo em extensos períodos sem ocorrência de chuva. Isto foi possível, dentre outros fatores, pelo tamanho da área de captação que as fachadas possuem, sendo consideráveis no intuito de aumentar o volume captado. Além disso, o estudo demonstrou que a captação de água de chuva é possível para os dois tipos mais comuns de revestimentos de fachada encontrados na cidade de Salvador/BA, quais sejam: argamassados com pintura e cerâmico, tendo estes, apresentado bons resultados quanto aos valores de volumes captados, não havendo grande diferença entre estes materiais estudados.

Outro ponto importante advindo do reuso das águas pluviais é a possibilidade de reduzir a demanda por águas puras provenientes do sistema público de abastecimento, o que proporciona não só uma economia do recurso, conservando os mananciais e direcionando estas águas para funções mais nobres, como também uma economia financeira, posto que ao fazer uso das águas pluviais, estará, portanto, reduzindo o consumo desta de origem pública, reduzindo assim, os custos oriundos do fornecimento.

É bem verdade que este estudo não considerou a parcela de água precipitada que realmente escoar pela fachada, proveniente das chuvas dirigidas, assim como o real valor do coeficiente de escoamento (Runoff) que cada tipo de fachada apresenta, uma vez que a obtenção destes valores foram pontos de dificuldades encontrados. No entanto este trabalho não tem a pretensão de finalizar os estudos acerca do aproveitamento de água de chuva pelas fachadas, e sim, demonstrar a importância e relevância que esta forma de captação pode ter principalmente para suprir as necessidades em períodos de estiagem de chuva, cada vez mais comuns em todo o planeta. Além disso, toda ação que tem potencial de contribuir com a economia de água deve ser vista com bons olhos, pois este recurso vem se tornando cada vez mais escasso.

Sugere-se, dessa forma, para estudos futuros, a estimativa correta do coeficiente de Runoff dos diversos tipos de materiais que compõem as fachadas, assim como o cálculo da capacidade de captação levando em conta a chuva dirigida. Ademais, a criação de normas que tragam diretrizes para captação de água, não só nas fachadas, mas também em outros ambientes com grandes áreas de captação, tais como quadras esportivas, praças e decks de piscina, entre outros, podem promover o aumento desta forma de captação e, conseqüentemente melhorar a relação do ser humano com este bem precioso que é a água. Deve-se atentar também a forma de tratamento das águas captadas proveniente destes ambientes, pois as sujeiras existentes nestes não são as mesmas encontradas em outras áreas destinadas a captação e reuso da água.

5. REFERÊNCIAS

AMARO, Mariana Fonseca. Estudo Comparativo de Tintas para Fachadas. Volume I. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Química). Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa. 2007.

ArqTeMa: Arquitetura, Tecnologia e Materiais. Características dos Revestimentos Cerâmicos. Disponível em: <http://www.iau.usp.br/pesquisa/grupos/arqtema/ceramica/principal4.htm>. Acesso em 09 de janeiro de 2018. USP.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13529**: Revestimentos de paredes e tetos de argamassa inorgânicas. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 15527**: água de chuva – aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

BRANDE, T. Van den; BLOCKEN, B.; ROELS, S. Rain water runoff from porous building facades: implementation and application of a First-order runoff model coupled to a HAM model. **Building and Environment**. March. 2013.

CALVIÑO, G. Projeto de captação de água pluvial deve estar alinhado com previsão de demanda do condomínio. **Revista Construção Mercado**. PINI. Maio. 2016.

CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. D. B. da. Escoamento superficial. Capítulo 7. **Apostila de Hidrologia**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2006. Disponível em: <http://www.ufrrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap7-ES.pdf>. Acesso em: 09 de janeiro de 2018.

COHIM, E.; GARCIA, A. P.; KIPERSTOK, A. Captação de água de chuva no meio urbano para usos não potáveis. 6º **Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva**. Belo Horizonte – MG. Julho de 2007.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Gráficos de Precipitação. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=tempo/graficos>. Acesso em: 11 de janeiro de 2018.

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Informação ao Consumidor. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/revestimentos.asp>. Acesso em 11 de janeiro de 2018.

SILVA, Â. M. de A. Mercado de residências de alto padrão como instrumento para inserção de especificações ambientais: captação predial de água de chuva. **Dissertação (Mestrado)** – Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica. Salvador-BA, 2011.

SILVA, M. N.B. Avaliação Quantitativa da Degradação e Vida Útil de Revestimentos de Fachada – Aplicação ao Caso de Brasília/DF [Distrito Federal] 2014. **Tese de Doutorado** – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

TOLEDO, L. B. F. Patologia em revestimentos cerâmicos de fachadas de edificios estudo regionalizado para a cidade de Divinópolis – MG. **Dissertação (Mestrado)**. UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. Belo Horizonte. 2007.

TOMAZ, P. **Curso de Manejo de águas pluviais**. Capítulo 2. Método Racional. São Paulo. 2013.

_____. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis**. São Paulo. 2010.

_____. **Previsão de consumo de água**. São Paulo: Navegar, 2000.

ZANELATO, E. B. Influência do Chapisco na Resistência de Aderência à Tração de Revestimentos de Argamassa em Blocos Cerâmicos. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – Uenf. Campos dos Goytacazes – Rj. 2015.