

Estudo de Viabilidade Econômica Aproveitando Água de Chuva em Torres de Resfriamento no Polo Industrial de Manaus

VINICIUS DE LIMA TAKAHASHI

Estudante Bacharel em Engenharia Civil

Laureate International Universities/UNINORTE (Brasil)

EULER ANDRÉ BARBOSA DE ALENCAR

Engenheiro Civil

Laureate International Universities/UNINORTE (Brasil)

Resumo:

O aproveitamento da água de chuva tem ganhado bastante espaço devido seus benefícios, este trabalho visa fazer um estudo de caso de um projeto de implantação de sistema de aproveitamento de água de chuva em torres de resfriamento aplicado em uma indústria do PIM (Polo Industrial de Manaus), o projeto tem o objetivo de mostrar se haverá economia com relação aos gastos com consumo de água potável além de observar o ganho ambiental. Pra tanto foi levantado a quantidade diária de água consumida pelas torres de resfriamento, o potencial de coleta de água das chuvas da empresa e a partir desses dados foi feito o dimensionamento do reservatório de armazenagem pelo método de Rippl e levantado o custo da implantação do projeto. Por fim, foi verificado o bom retorno financeiro e as vantagens do investimento.

Palavras chave: Água de chuva. Aproveitamento. Economia.

Abstract:

The study of rain water of reuse has earned plenty of space due its benefits. This work aims to make a case study of a deployment project of system of exploitation of rain water of reuse in cooling towers of Central Air Conditioning applied in an industry of the PIM

(Industrial Pole of Manaus City, Brazil). The project has the objective of showing whether there is meaningful economy with consumption of clean water, in addition to observe the important environmental gain. So, it was searched the daily consumption of water consumed by the cooling towers, the potential of collecting rain water from the company's area and from these data, it was done the calculation of the storage reservoir's size by the method of Rippl and raised the cost of deployment of the project. Finally, it was verified the good financial return and the advantages of the investment.

Key words: Rain water. Rreuse. Economy.

1.INTRODUÇÃO

Atualmente, cada vez mais são observadas iniciativas no sentido da adoção de práticas e processos construtivos que promovam a maior sustentabilidade no setor da construção civil, preocupados com o impacto ambiental e com a repercussão do ambiente edificado no futuro do planeta (LEMOS, 2009).

Nos dias de hoje na maioria das edificações a água potável é utilizada para a realização de quase todas as atividades sem uma análise prévia da qualidade da água necessária. O conceito do uso racional para a conservação da água consiste na associação da gestão, não somente da demanda, mas também da oferta de água, de forma que usos menos nobres possam ser supridos, sempre que possível, por água de qualidade inferior (OLIVEIRA et al, 2007).

De acordo com Oliveira et al, 2007, “os sistemas de aproveitamento de água de chuva em edificações consistem na captação, armazenamento e posterior utilização da água precipitada sobre superfícies impermeáveis de uma edificação, tais como: telhados, lajes e pisos. Assim, como os sistemas prediais de reuso de água, a sua aplicação é restrita a atividades que não necessitem da utilização de água potável.”

O estado do Amazonas possui índices pluviométricos médios anuais na casa de 190 mm. A maioria dessa água é proveniente da precipitação atmosférica e não é utilizada para nada, sendo, nas cidades carregadas através de telhados, canaletas e rede de águas pluviais para o esgoto.

Manaus, localizada no coração da floresta Amazônica, caracterizada por ser quente e úmida, possui índices pluviométricos favoráveis para a utilização da água de chuva. Na região é comum duas estações, uma com chuvas em abundancia com pluviosidade acima de 300 mm e outra com poucas chuvas com pluviosidades de 85 mm. Na estação de pouca chuva recomenda-se a utilização de reservatórios, que são capazes de suprir a época com pouca precipitação.

Torres de resfriamento são equipamentos projetados para trocar calor residual proveniente de um processo industrial. Esse calor é gerado por uma maquina que precisa ser resfriada para seu bom funcionamento. As torres de resfriamento a base de agua usam a evaporação para eliminar o calor proveniente da fonte geratriz. Assim, as torres são consumidoras de água, que por contato e evaporação liberam água em forma de vapor para o meio ambiente. A água para suprir a torre pode ser uma água de reuso, como por exemplo, água de chuva, pois o equipamento não demanda alto nível de potabilidade na água.

De baixo custo e com retorno favorável em médio prazo, o aproveitamento da água de chuva necessita de mais números e estudos para sua consolidação. Diante do exposto acima este estudo busca viabilizar economicamente o aproveitamento de água de chuva em torres de resfriamento em uma empresa do Polo Industrial de Manaus (PIM).

2.MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Area de Estudo ou Objeto de Estudo

O estudo analisa a viabilidade de um sistema de aproveitamento de água de chuva em torres de resfriamento, buscando mostrar o retorno financeiro e ambiental para a empresa e sociedade.

2.2 Coleta e Análise dos Dados

A pesquisa iniciou-se com o levantamento de água consumida pelas torres ao longo do ano. A empresa em questão possui 6 torres de resfriamento, 3 do modelo UT-110-918 e 3 do modelo AT-110-4N18, marca EVAPCO, e de acordo com a demanda de carga térmica a ser resfriada, por um processo automatizado as torres vão entrando em funcionamento a fim de equilibrar a temperatura do sistema de resfriamento.

Em seguida, verificamos o potencial de coleta de água de chuva da empresa, levantando as áreas de telhado e averiguando sua possível coleta, identificando relevo do terreno, caimentos e interferências.

Com as áreas levantadas, iniciamos o levantamento da rede coleta, afim de juntar toda água proveniente dos telhados em um único reservatório. Com esse levantamento saberemos quando deveremos investir para implantar esse projeto.

Sabido o custo do projeto e o consumo diário de cada torre, saberemos em quanto tempo o projeto se pagará. Pois, as torres estão funcionando e consumindo água potável proveniente da concessionaria e com a implementação do projeto de aproveitamento da água da chuva esta situação não deverá ocorrer. Portanto a empresa deixará de consumir água potável nas torres e utilizará água da chuva, baixando consequentemente sua conta de água.

Dados:

- Local: Empresa do Polo Industrial de Manaus.
- Área do imóvel: 67.219,15 m².

- Área construída: 58457,00 m².
- Equipamentos: Torre de resfriamento.

3.RESULTADOS E DISCURSÕES

3.1 Consumo de Água das Torres de Resfriamento

As capacidades das Torres que resfriam o sistema de HVAC (em inglês "heating, ventilating and air conditioning" ou AVAC "aquecimento, ventilação e ar condicionado"), foram estabelecidas por um projeto de engenharia mecânica no qual atende a necessidade da empresa.

No projeto de HVAC temos alguns dados importantes das torres de resfriamento, como mostra a tabela 01 abaixo.

Tabela 01: Dados dos equipamentos do sistema HVAC.

DADOS DE OPERAÇÃO		
Vazão água unitária (m ³ /h)	328	
Temperatura de Entrada (°C)	37	
Temperatura de Saída (°C)	31,5	
Temperatura de Bulbo Úmido (°C)	29	
Calor dissipado Unitário (Kcal/h)	1.804.000	
DADOS TÉCNICOS UNITÁRIOS		
Modelo Selecionado	UT-110-4N18	AT-110-4N18
Quantidade de Equipamentos	3	3
Tipo	Contra Corrente /Induzida	
Descarga de Ar / Tomada de Ar	Vertical / 4 lados	
Comprimento x Largura x Altura (mm)	5.486 x 2.991 x 5.251	5.486 x 2.991 x 4.705
Peso operação /Embarque (kg)	5.139 / 8.954	4.822 / 8.637
Material Carcaça / Bacia / Cilindro Ventil.		
Interna	Chapa galvanizada por imersão a quente c/ Pintura Orla Marítima	
Externa	Chapa galvanizada por imersão a quente c/ Pintura Orla Marítima	
Nível de ruído: Obs: A tolerância dos valores são de +/- 3 dbA	55 dbA @ 15 metros na Lateral Torre	65 dbA @ 15 metros na Lateral Torre
Tipo do Ventilador	Axial – Super Low Sound Fan	Axial – Standard Fan
Tipo de acionamento	Polia e correia	
Tipo do enchimento	Filme de PVC Auto Extinguível	
Eliminador de Gotas	PVC Auto Extinguível	
Acessórios standard incluso c/ bacia	V. bóia – Filtro – Ladrão – Dreno	
Perda água por evaporação/ arraste	1,0 / 0,01	

Fonte: Elaborada pelo autor, estas informações são para as condições de cálculo do projeto, na temperatura de bulbo úmido mais severa na região.

3.1.1 Consumos Diários Máximos

Com sistema HVAC operando, coletamos os dados dos equipamentos para consolidarmos nossas análises e chegamos ao valor do consumo máximo diário.

Dados coletados:

- Vazão de recirculação = 328m³/h (vazão da motobomba que faz circular a água entre torre e matriz geradora de calor);
- Perda por arraste e evaporação = 1% (Os dados de evaporação e arraste para sua condição de operação, são dados do fabricante, ficando na ordem de 0,9 a 1% da vazão recirculante do sistema de condensação. O fabricante nesta obra nos informa em 1%.);
- Consumo horário de água = 3,28 m³/h (quantidade de água que passa no hidrômetro para repor o nível da torre).
- No dia (Considerado tralhando 24Horas dia) = 78,72m³/dia.
- Fator médio aplicado = 0,6 (fator de rendimento).
- Volume ajustado = 78,72 x 0,6 = 47 m³/dia.
- Volume mensal = 47 x 30 =1.410m³/mês/Torre de 500TR.

Tabela 02: ilustração de equipamentos funcionando e prospecção para 2024.

CONSUMO MENSAL DE ÁGUA DA CHUVA PARA REPOSIÇÃO DAS TORRES				
Dados	tipo de torre	quant. de Torres	consumo unitario (m3/mês)	consumo total (m3/mês)
Até final de 2017	500TR	2,00	1410,00	2820,00
Até final de 2018	500TR	4,00	1410,00	5640,00
Até final de 2024	500TR	6,00	1410,00	8460,00

Fonte: Elaborada pelo autor

Tabela 03: ilustração de equipamentos funcionando e prospecção para 2024.



Fonte: Elaborada pelo autor

3.2 Dimensionamento do Reservatório

Analisando o consumo mensal de água e a previsão de crescimento e aumento da quantidade de equipamentos de

resfriamento, determinamos a demanda constante de água para o calculo do reservatório em 8460 m³/mês.

Calculado o consumo mensal, utilizamos o Método de Rippl para encontrarmos um valor aproximado de reservatório de agua de chuva (Tabela 06). O método superdimensiona o reservatório, mas é bom usá-lo para verificar o limite superior do volume do reservatório de acumulação de aguas de chuvas. Neste método pode-se usar as séries históricas mensais (mais comum e usado neste estudo) ou diárias.

$$S(t) = D(t) - Q(t)$$

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

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

$$\text{Sendo que : } \sum D(t) < \sum Q(t)$$

Onde:

S(t) é o volume de água no reservatório no tempo t;

Q(t) é o volume de chuva aproveitável no tempo t;

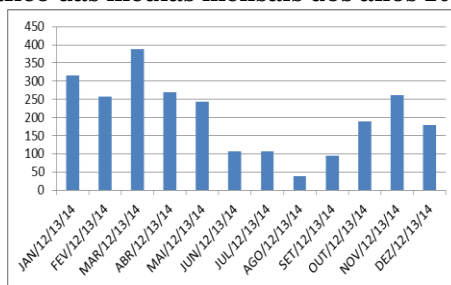
D(t) é a demanda ou consumo no tempo t;

V é o volume do reservatório, em metros cúbicos;

C é o coeficiente de escoamento superficial.

Para uma estimativa inicial utilizamos os dados pluviométricos mensais de 2012, 2013 e 2014. (figura 04)

Figura 04: gráfico das medias mensais dos anos 2012, 2013 e 2014.



Fonte: Elaborada pelo autor

A área de captação utilizada foi de 58457 m². (figura 05)

Tabela 05: tabela das áreas referente ao primeiro levantamento.

MANAUS - SUSTENTABILIDADE - AGUAS PLUVIAIS		
TABELA DE ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS		
LOCAL	Área Coberta	Área Descoberta
LOTE A	15695 m ²	8411 m ²
LOTE B	12974 m ²	13284 m ²
LOTE C	4250 m ²	3843 m ²
LOTE A + B + C	32.919 m ²	25.538 m ²
LOTE A + B + C	58457 m ²	

Fonte: Elaborada pelo autor.

Na primeira estimativa utilizamos a projeção de 2024, que são 6 torres operando com o consumo de 8460m³/mês (1.410m³x6). Pelo método de Rippl, chegamos a um reservatório de 18000m³ aproximadamente.

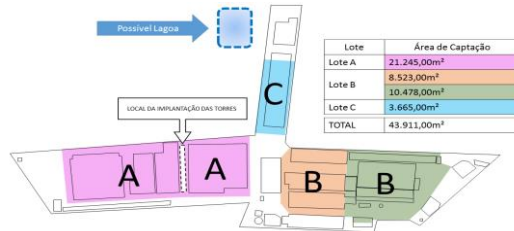
Tabela 06: tabela de calculo do reservatório pelo método de Rippl.

DETERMINAÇÃO DO VOLUME DO RESERVATÓRIO PELO METODO DE RIPPL PARA DEMANDA CONSTANTE <small>(Anexo A - ABNT NBR 15527/2007) S1= D1 - Q1 / Q1= C x Chuva média x Área de captação / V= S1 somente S1 > 0</small>											
Meses	Cm= Chuva média em Manaus (mm)	D1= Demanda constante das Torres 500TR (m ³) = 6 Torres x 1.410 m ³ /mês)	Área de captação		"C" Área de captação		Q= Volume de chuva da área		Q1= Somatória dos Volumes de chuva (m ³) = (Q de Coberta + Q de Descoberta)	S1= Volume de água no reservatório (m ³) = (D1 - Q1)	Determinação do Volume do Reservatório (m ³) = (somatória das S1 > Zero)
			Coberta (m ²)	Descoberta (m ²)	Coberta perda de 20%	Descoberta perda de 40%	Coberta (m ³) = (32.919x0,80xCm)	Descoberta (m ³) = (25.538x0,60xCm)			
JAN/12/13/14	315	8460,00	32919,00	25538,00	0,80	0,60	8295,59	6221,69	14517,28	-6057,28	-
FEV/12/13/14	256,7	8460,00	32919,00	25538,00	0,80	0,60	6760,25	5070,18	11830,43	-3370,43	-
MAR/12/13/14	387,3	8460,00	32919,00	25538,00	0,80	0,60	10199,62	7649,72	17849,34	-9389,34	-
ABR/12/13/14	270	8460,00	32919,00	25538,00	0,80	0,60	7110,50	5332,88	12443,38	-3963,38	-
MAI/12/13/14	243,3	8460,00	32919,00	25538,00	0,80	0,60	6407,35	4805,52	11212,87	-2752,87	-
JUN/12/13/14	105,7	8460,00	32919,00	25538,00	0,80	0,60	2783,63	2087,72	4871,35	3588,65	3588,65
JUL/12/13/14	107,3	8460,00	32919,00	25538,00	0,80	0,60	2825,77	2119,33	4945,09	3514,91	7103,55
AGO/12/13/14	39	8460,00	32919,00	25538,00	0,80	0,60	1027,07	770,30	1797,38	6662,62	13766,18
SET/12/13/14	95	8460,00	32919,00	25538,00	0,80	0,60	2501,84	1876,38	4378,23	4081,77	17847,95
OUT/12/13/14	188,7	8460,00	32919,00	25538,00	0,80	0,60	4969,45	3727,09	8696,54	-236,54	17611,41
NOV/12/13/14	261	8460,00	32919,00	25538,00	0,80	0,60	6873,49	5155,12	12028,60	-3568,60	14042,81
DEZ/12/13/14	180	8460,00	32919,00	25538,00	0,80	0,60	4740,34	3555,25	8295,59	164,41	14207,22
Total	2449	101520,00	-	-	-	-	64494,90	48371,18	112866,08	-	-

Fonte: Elaborada pelo autor.

Analisando melhor as áreas, fizemos um segundo levantamento coleta e detectamos interferências com a topografia, que poderão se tornar empecilho para a unificação de um reservatório. Então optamos por reduzir a área de coleta proveniente de áreas de planimétrica desfavorável. Resultando na soma dos Lotes A, B e C em 43911m². Conforme figura 07 e tabela 08 abaixo:

Figura 07: ilustração das áreas no segundo levantamento.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 08: Tabela das áreas aproveitadas e não aproveitadas.

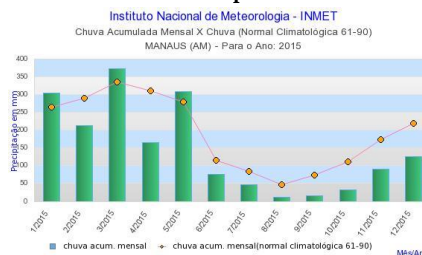
RESUMO DAS ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA				
LOTE	Área Total do Lote (m2)	Área Captável de Piso+ Cobertura do Lote com Aproveitamento de Baixo Custo (m²)	Área Captável de Piso+ Cobertura do Lote com Aproveitamento de Alto Custo (m²)	Área Não Captada de Piso+ Cobertura do Lote Devido ao Baixo Aproveitamento e pela Topografia (m²)
LOTE A	28429,00	21245,00	0,00	7184,00
LOTE B	30424,00	8523,00	10478,00	21901,00
LOTE C	8093,00	3665,00	0,00	4428,00
TOTAL A + B + C	66946,00	33433,00	10478,00	
TOTAL UTILIZÁVEL A + B + C		43911,00	NÃO UTILIZÁVEL	33513,00

Fonte: Elaborada pelo autor.

A quantidade de torres de resfriamento operando atualmente é de quatro unidades. Então calculamos o consumo para 4 unidades, totalizando 5640m³/mês (1.410m³x4).

Com a área reajustada para 43911m² e a quantidade de equipamentos operando também modificada, fizemos o estudo do reservatório com os dados de pluviométrico de 2015 e 2016, e chegamos aos seguintes demandas de reservatórios, 25498,74 m³ e 11645,62 m³ respectivamente. Como em 2015 foi um ano de pouca chuva, levamos em consideração a media dos dois anos, resultando em um reservatório de 18572,18m³.

Figura 09: Gráfico do índice pluviométrico do ano 2015.



Fonte: INMET. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=tempo/graficos>.

Tabela 10: Tabela de calculo do reservatório no ano de 2015.

DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO ANO 2015							
Ano / mês	Índice de Chuva média em Manaus (mm)	Área de captação Adotada LOTE A + B + C (MÁX-MÁXIMO) (m ²)	Escoamento Superficial e perdas	Volume Mensal de chuva Produzido pela área de captação (m ³ mes)	Consumo Mensal das Torres de 500TR para 4x torres em operação (m ³ mes)	Volume de sobra ou falta Mensais de água de chuva (m ³ mes)	Reserva de água da chuva pelo metodo da soma dos volumes POSITIVOS da sobra ou falta mensal (m ³ mes)
2015	(mm)	(m ²)		(m ³ mes)	(m ³ mes)	(m ³ mes)	(m ³ mes)
Janeiro 2015	303,7	43911,00	0,80	10668,62	5640,00	-5028,62	0,00
Fevereiro 2015	214	43911,00	0,80	7517,56	5640,00	-1877,56	0,00
Março 2015	373,7	43911,00	0,80	13127,63	5640,00	-7487,63	0,00
Abril 2015	165,5	43911,00	0,80	5813,82	5640,00	-173,82	0,00
Mai 2015	280,8	43911,00	0,80	9864,17	5640,00	-4224,17	0,00
Junho 2015	75,8	43911,00	0,80	2662,76	5640,00	-2977,24	2977,24
Julho 2015	47,3	43911,00	0,80	1661,59	5640,00	-3978,41	6955,64
Agosto 2015	10,7	43911,00	0,80	375,88	5640,00	-5264,12	12219,77
Setembro 2015	15,8	43911,00	0,80	555,04	5640,00	-5084,96	17304,73
Outubro 2015	31,3	43911,00	0,80	1099,53	5640,00	-4540,47	21845,20
Novembro 2015	90,7	43911,00	0,80	3186,18	5640,00	-2453,82	24299,02
Dezembro 2015	126,4	43911,00	0,80	4440,28	5640,00	-1199,72	25498,74
total Ano 2015	1735,7	43911,00	0,80	60973,06	67680,000		

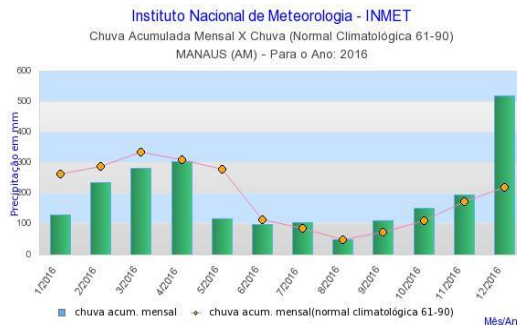
Fonte: Elaborada pelo autor

Tabela 11: Tabela de calculo do reservatório no ano de 2016.

DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO ANO 2016							
Ano / mês	Índice de Chuva média em Manaus (mm)	Área de captação Adotada LOTE A + B + C (MÁX-MÁXIMO) (m ²)	Escoamento Superficial e perdas	Volume Mensal de chuva Produzido pela área de captação (m ³ mes)	Consumo Mensal das Torres de 500TR para 4x torres em operação (m ³ mes)	Volume de sobra ou falta Mensais de água de chuva (m ³ mes)	Reserva de água da chuva pelo metodo da soma dos volumes POSITIVOS (m ³ mes)
2016	(mm)	(m ²)		(m ³ mes)	(m ³ mes)	(m ³ mes)	(m ³ mes)
Janeiro 2016	129,6	43911,00	0,80	4552,69	5640,00	-1087,31	1067,31
Fevereiro 2016	235,3	43911,00	0,80	8265,81	5640,00	-2625,81	0,00
Março 2016	281,9	43911,00	0,80	9902,81	5640,00	-4262,81	0,00
Abril 2016	303,9	43911,00	0,80	10675,64	5640,00	-5035,64	0,00
Mai 2016	117,5	43911,00	0,80	4127,63	5640,00	-1512,37	1512,37
Junho 2016	97,1	43911,00	0,80	3411,01	5640,00	-2228,99	3741,36
Julho 2016	103,2	43911,00	0,80	3625,29	5640,00	-2014,71	5756,67
Agosto 2016	49,8	43911,00	0,80	1749,41	5640,00	-3890,59	9646,65
Setembro 2016	112	43911,00	0,80	3934,43	5640,00	-1705,57	11352,23
Outubro 2016	152,2	43911,00	0,80	5346,60	5640,00	-293,40	11645,62
Novembro 2016	193,7	43911,00	0,80	6804,45	5640,00	-1164,45	10481,18
Dezembro 2016	518,7	43911,00	0,80	18221,31	5640,00	-12581,31	0,00
total Ano 2016	2294,9	43911,00	0,80	80617,08	67680,000		

Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 12: Gráfico do índice pluviométrico do ano 2016.



Fonte: INMET. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/porta/index.php?r=tempo/graficos>.

3.3 CUSTO DO RESERVATÓRIO

Para sabermos o real custo do projeto, levantamos em planilha orçamentaria, os serviços e materiais necessários para

implementar esse sistema de reaproveitamento de água de chuva. O reservatório, optamos pelo mais simples possível, então escolhemos uma lagoa. E com base nos custo reais de obras encontramos o valor de R\$ 1.504.736,50 reais. Nesse orçamento aumentamos o tamanho do reservatório para 25000 m³, pois a empresa pode realizar o reaproveitamento outras águas oriundas de suas atividades. (Tabela 13)

Tabela 13: Planilha orçamentaria.

PLANILHA QUANTITATIVA ORÇAMENTÁRIA DE INSTALAÇÕES HIDRAULICA					
DADOS DA PROPONENTE (RAZÃO SOCIAL E NUMERO DA PROPOSTA)					
IT.	DESCRIÇÃO DE SERVIÇOS	Un.	Quantidade	Custo unitário	Total do Item (R\$)
1	ÁGUA DA CHUVA PARA REUSO NAS TORRES				
1.1	Tubo de aço galvanizado DIN 2440, classe media, sem costura. INCLUSIVE conexões em ferro maleável classe 10 galvanizado, rosca BSP cônica e Prever suportes e pintura.				
1.1.1	Ø 1 1/2"	m	24,00	94,13	2.259,12
1.1.2	Ø 2 1/2"	m	354,00	145,25	51.418,50
1.1.3	Ø 3"	m	24,00	174,35	4.184,40
1.2	Tubo e conexões de PVC Rígido Soldável ou Solda-Rosca, Linha Água, Marrom, Pressão de 7,5 kgf/cm ² , CLASSE 15, Conforme ABNT-NBR 5648/77. INCLUSIVE conexões e Prever suportes e pintura.				
1.2.1	Ø 2"	m	36,00	44,92	1.617,12
1.2.1	Ø 4"	m	300,00	100,00	30.000,00
1.3	Registro de Gaveta. 150 lbs, em latão fundido, com acabamento cromado, modelo especificado pela arquitetura, extremidade roscada BSP. Prever instalação e pintura.				
1.3.1	Ø 1 1/2"	un.	6,00	155,37	932,22
1.3.2	Ø 2"	un.	4,00	171,57	686,28
1.3.3	Ø 2 1/2"	un.	2,00	200,00	400,00
1.3.4	Ø 3"	un.	2,00	250,00	500,00
1.3.5	Ø 4"	un.	2,00	350,00	700,00
1.4	Válvula de globo com corpo e castelo em bronze conf. ASTM B-62; haste ascendente em latão conf. ASTM B-124; internos em bronze; vedação em teflon; com extremidades roscadas BSP; Classe 150#. Prever instalação e pintura.				
1.4.1	Ø 1 1/2"	un.	6,00	200,67	1.204,02
1.5	Válvula de retenção tipo portinhola; corpo em bronze conf. ASTM B-62; tampo rosqueado em bronze; sede e disco intercambiável de bronze e sede retificada; extremidades roscadas BSP; Classe 150#. Prever instalação e pintura.				
1.5.1	Ø 1 1/2"	un.	2,00	194,85	389,70
1.5.2	Ø 2"	un.	2,00	300,00	600,00
1.5.3	Ø 2 1/2"	un.	2,00	281,21	562,42
1.5.4	Ø 4"	un.	2,00	532,28	1.064,56
1.6	Manômetro em aço inoxidável, tipo "Bourdon" mostrador com Ø6", conexão rosqueada Ø1/2" BSP. Prever instalação e pintura.				
1.6.1	escala: 0 a 10 kg/cm ²	un.	3,00	602,00	1.806,00

Vinicius De Lima Takahashi, Euler André Barbosa De Alencar-**Estudo de Viabilidade Econômica Aproveitando Água de Chuva em Torres de Resfriamento No Polo Industrial de Manaus.**

1.7	Medidor de Vazão Multijato Magnético, corpo em Ferro Fundido com tratamento anti-corrosivo, transmissão magnética, blindagem, mecanismo redutor e totalizador, leitura direta através de cilindros ciclométricos, Dispositivo de zeragem, cúpula de alta resistência, Dispositivo para aferições em bancos de provas eletrônicos (disco bicolor), componentes internos em plástico mde engenharia e eixos em aço inox retificado, mancais em safira sintética e fácil manutenção, extremidades Flangeadas. Prever instalação, suporte e pintura.				
1.7.1	Ø2½" - Qn= 15,00 m3/h	un.	2,00	15000,00	30.000,00
1.8	Filtro tipo Cesto, corpo em Ferro Fundido, elemento filtrante substituível em aço inox, tampa parafusada, 150 lbs, extremidades Flangeadas ANSI 150. Prever instalação, suporte e pintura.				
1.8.1	Ø3" - malha 30	un.	3,00	1800,00	5.400,00
1.9	Junta de Expansão de borracha em EPDM tipo Sanitário cor laranja, amortecedor de vibrações, extremidades Flangeadas, modelo JEBA da Dinatecnica. Prever instalação e pintura.				
1.9.1	Ø2"	un.	2,00	600,00	1.200,00
1.9.2	Ø3"	un.	2,00	969,43	1.938,86
2.0	Tubo de concreto armado PA-3 com Bolsa x Ponta. Prever instalação, escavação, berço de concreto magro e reaterro compactado da vala.				
2.1	Ø 600mm	un.	100,00	340,60	34.060,00
2.1	Tubo de Pead corrugado com parede dupla para drenagem, da Tigre ADS N-12, INCLUSIVE conexões de emenda. Prever instalação, escavação, berço de areia e reaterro compactado da vala.			0,00	
2.1.1	Ø 600mm	un.	200,00	93,57	18.714,00
2.2	Caixa de inspeção de Águas Pluviais, em concreto armado, parede, laje de fundo e tampa com 15cm de espessura mínima. Utilizar tampão em FºFº Ø 600mm. Prever execução, escavação, berço de concreto magro e reaterro compactado da cava.				
2.2.1	CAP - (0,60x0,60xHm=1,00m) medidas internas	un.	3,00	1821,26	5.463,78
2.2.2	CAP - (1,00x1,00xHm=1,50m) medidas internas	un.	10,00	3292,39	32.923,90
2.2.3	CAP - (3,00x2,00xHm=5,00m) medidas internas	un.	2,00	15000,00	30.000,00
2.3	Reservatório para Água de chuva BRUTA em concreto armado esp= 0,20m, para carga pesada na tampa, poço de sucção 1,00 x 1,00 x prof= 0,70m e 2x tampão 700mm. Dimensões: 5,00 x 8,70 x Hu=1,50m / Ht=3,70m e Vutil= 65m3. Prever execução, escavação, berço de concreto magro e reaterro compactado da cava.	un.	1,00	80000,00	80.000,00
2.4	Reservatório de água de chuva TRATADA em concreto armado esp=0,20m, carga pesada na tampa, poço de sucção 1,00 x 1,00 x 0,70m e 2x tampão Ø700mm. Dimensões: 5,00 x 5,00 x Hu= 4,00m / Ht=4,50m e Vutil=100m3. Prever execução, escavação, berço de concreto magro e reaterro compactado da cava.	un.	1,00	80000,00	80.000,00
2.5	Bomba submersível EBARA mod. 100DL630, Q= 90 m3/h, H= 46 mca, Pot= 40 cv - 220/280/440V, boia liga / desliga. Prever instalação, suportes e pinturas.	un.	2,00	5000,00	10.000,00
2.6	ETA compacta de água de chuva para reuso automática completa para 15m3/h, pot=3cv, da Alfamec. Prever instalação, suportes e pinturas.	un.	2,00	23887,81	47.775,62

Vinicius De Lima Takahashi, Euler André Barbosa De Alencar-**Estudo de Viabilidade Econômica Aproveitando Água de Chuva em Torres de Resfriamento No Polo Industrial de Manaus.**

2.7	Pressurizador p xxxx megapress, Q=15m3/h, Hman=30,00mca, Pot= 5,4 cv, 220T, c/ inversor de frequência, controlador megapress, transmissor de pressão, V.Retenção, V.Esfera, Vaso de expansão, caixa de comando e conjunto amortecedor vibra stop, da Megapress ou similar Aprovado. Prever cobertura e pilares da casa de bombas. Prever instalação, suportes e pinturas.	un.	2,00	1500,00	3.000,00
2.8	Tanque de Expansão da água, Corpo em aço revestido internamente em polipropileno virgem, membrana interna de cloro butilo impermeavel, tampa da válvula de ar com vedação através de junta torica à prova de vazamento, pes e bases de nylon altamente resistente, conexão da mangueira em aço inoxidavel com dupla vedação, rosca Ø1" BSP, pressão de trabalho 10 kgf/cm2 e temperatura de 90°. Prever instalação, suportes e pinturas.				
2.8.1	capacidade de 100 litros	un.	1,00	5000,00	5.000,00
2.9	Lagoa para Reservação de água da chuva em terra compactada para 25.000 m3, taludes verticais de 1:1 e 1:1,5, tamanho 60 x 104 x altura de 5,00m dimensões medias, (altura utili de 4,00m), revestido internamente no fundo, nos taludes e nas bordas 1,50 m em volta do tanque com lona em geomembrana lisa de Pead para impermeabilização da Lagoa.				
2.9.1	Limpeza do terreno, camada de 0,20m	m²	11156,00	6,00	66.936,00
2.9.2	Escavação, transporte 100m e compactação, com formação de talude 1:1 com 6,00m de altura.	m³	15000,00	8,00	120.000,00
2.9.3	Aterro compactado a 100% do proctor normal, com formação de talude de 1:1,5 com 6,00m de altura.	m³	15000,00	21,00	315.000,00
2.9.4	Lona em Geomenbrana Lisa de Pead, na cor preta, para revestimento de uma lagoa para retenção de águas pluviais para reuso, Prever instalação.	m²	8400,00	20,00	168.000,00
3.0	Casa de Bombas e Tratamento em alvenaria revestida com dimensões de 3,00 x 3,00 x PD= 2,70m com piso em concreto armado, laje de cobertura em concreto armado, portas e janelas. Prever execução da fundação, das bases, instalações hidráulicas e elétricas, reboço, emboço e pinturas.	un.	1,00	36000,00	36.000,00
3.1	Tubulação de interligação da Lagoa.	un.	1,00	300000,00	300.000,00
9	MISCELANIAS				
9.1		vb			
9.2		vb			
10	PROJETO EXECUTIVO e AS BUILT				
10.1	Verba para elaboração do projeto executivo e As Built (complementação e detalhamento do Básico e durante a obra os desenhos como executado in-loco por etapas deverão ser entregues a Gerenciadora e Contratante)	vb	1,00	15000,00	15.000,00
11	OMISSOS				
11.1					
11.2					
11.3					
TOTAL					1.504.736,50

Fonte: Elaborada pelo autor

3.4 Retorno Financeiro “Payback”

Considerando que a empresa pague um valor estimado de R\$ 20,39 por metro cubico (m³) de água para a Concessionária e resolva investir neste projeto, ela teria o valor investido em 01 ano e 2 meses aproximadamente, para o ano de 2018. Pois com o custo do projeto em R\$ 1.504.736,50 reais e o gasto mensal em R\$ 114999,60 reais, temos a razão de 13,08 meses. Conforme tabela 14 abaixo.

Tabela14: Tabela comparando o gasto mensal com o preço do projeto.

ANO	PREÇO DA CONCESSIONÁRIA (R\$/m ³)	CONSUMO/MÊS (m ³)	PREÇO PAGO/ MÊS	CUSTO DO PROJETO	PAYBACK (MÊS)
2018	R\$ 20,39	5640	R\$ 114.999,60	R\$ 1.504.736,50	13,084711

Fonte: Elaborada pelo autor.

4.CONCLUSÃO

Este estudo mostrou o benefício para a empresa no âmbito financeiro e ambiental. Com seu implemento, a empresa se despenderia de verba de R\$ 1.504.736,50, porém ela deixaria de gastar a quantia de R\$ 114999,60 por mês com água proveniente da concessionaria (Águas de Manaus). Sem crescer inflação e outros custos, a empresa pagaria o projeto em 14 meses, ou seja, um retorno muito bom no ramo financeiro.

Da parte ambiental, a empresa estaria aproveitando a água proveniente da chuva, que possivelmente estaria carreando para o igarapé mais próximo. Com o projeto, esta água seria consumida na torre de resfriamento, transformando se em vapor e indo para a atmosfera. Assim não aumentaria diretamente a carga de agua do sistema pluvial. Além desse lado, temos também a redução do consumo, que diminui mesmo que pouco a captação de água potável do manancial da cidade.

Assim, este estudo mostrou-se viável implementar o sistema de aproveitamento de água de chuva em torres de resfriamento, para uma empresa do polo industrial de Manaus.

REFERÊNCIAS

- 1 ÁGUAS DE MANAUS. Disponível em: <http://www.aguasdemanau.com.br/>. Acesso em: 8 abr. 2019.
- 2 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527: Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. 2007.
- 3 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12217: Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público. 1994.
- 4 INMET. Disponível em: < Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/porta/index.php?r=tempo/graficos.>>. Acesso em: 8 abr. 2019.
- 5 FAGUNDES, Renata Magalhães; LEMOS, Paulo Rogério; SCHERER, Minéia Johann. Reaproveitamento de água para fins não potáveis em habitações de interesse social. Disponível em: <http://www.pucrs.br/edipucrs/XSalaoIC/-Ciencias_Sociais_Aplicadas/Arquitetura_e_Urbanismo/70444-PAULO_ROGERIO_LEMOS.pdf>. Acesso em 8 abr. 2019.
- 6 OLIVEIRA, L. H. Projeto Tecnologias para Construção Habitacional mais Sustentável - Levantamento do estado da arte: Água. São Paulo: USP, 2007. Disponível em: <<http://www.habitacaosustentavel.pcc.usp.br>>. Acesso em 8 abr. 2019.