

IV-1088 - Produção de água gerada nos ares condicionados dos Blocos 8 e 16 do IFTO Campus Palmas

Rubens de Oliveira Felício⁽¹⁾

Bacharel em Engenharia Civil pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia (IFTO) – Campus Palmas.

Adriana Soraya Alenxadria Monteiro⁽²⁾

Mestre em Engenharia Civil, pela Universidade Federal da Paraíba (UFPb); Bacharel em Engenharia Civil também pela UFPb. Professora coordenação de Construção Civil do IFTO – Campus Palmas.

Endereço⁽¹⁾: Rua NC 17 Quadra 12 Lote 05 - Bela Vista - Palmas – TO - CEP: 77.064-693 – Brasil – Tel (63) 9 9239-1133 – e-mail: rubensfelicio93@gmail.com.

RESUMO

A escassez de água potável é uma realidade em determinadas regiões, que sofrem com grandes períodos de estiagem. A ausência deste recurso básico acarreta no retrocesso social, levando a perda de saúde, aumentando o custo de vida, e inúmeros outros processos que afetam o bem-estar. A conservação dos mananciais é um ponto relevante para a diminuição desta carência, preservando as margens de nossos rios e lagos, e retirando estritamente o necessário para o abastecimento da população, com um uso racional deste recurso finito, estaremos zelando pelo futuro do planeta. Ao fazermos uso da reutilização da água, estamos garantindo uma menor necessidade do uso de nossos corpos hídricos, tendo em mente que com o crescimento populacional houve o aumento da demanda de consumo. Portanto necessitamos minimizar o desperdício para proteger a sobrevivência humana na Terra. É nesse contexto em que se destacam os sistemas alternativos de reaproveitamento de água, que vem a ser o objetivo deste trabalho, vindo a elaborar uma proposta de implantação do sistema de captação e aproveitamento de água oriunda do gotejamento dos ares condicionados dos blocos 8 e 16 do IFTO – Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia do Tocantins, localizado em Palmas - TO. Para o sistema de aproveitamento de água dos ares condicionados, inicialmente foram feitas coletas para se determinar a geração de água de cada aparelho, onde se observou que algumas variáveis tinham determinada relevância na produção de água. Estimou-se o consumo dos aparelhos levando em consideração sua potência, umidade relativa, temperatura ambiente e outros fatores que apresentaram significativa interferência. Foi feito o pré-dimensionamento do sistema de coleta e do reservatório de armazenamento, estabelecendo o período em que o mesmo iria se encontrar em sua capacidade máxima, assim estabelecendo um período de uso desta água. encontrar em sua capacidade máxima, assim estabelecendo um período de uso desta água.

PALAVRAS-CHAVE: Escassez, Sistema de coleta de água dos ares condicionados, Reservatório, dimensionamento.

INTRODUÇÃO

Ao se pensar na quantidade de água disponível no planeta Terra, tem-se a falsa sensação de que não há a necessidade de valorização da mesma, tendo em vista que aproximadamente 2/3 da superfície do planeta é composta por água, porém em sua grande maioria estão contidas nos oceanos, água salgada. Do volume total de água existente no planeta, cerca de 1.386 milhões de quilômetros cúbicos, apenas 2,5% é de água doce, e apenas 0,007% desta está localizado em lugares de fácil acesso, o restante encontra-se em aquíferos subterrâneos e geleiras (SHIKLOMANOV, 2001 apud MAY, 2004).

O Brasil possui uma disponibilidade hídrica estimada em 35.732 m³/hab/ano, sendo considerado um país “rico em água”. Além disso, em relação ao potencial hídrico mundial, o Brasil conta com 12% da quantidade total de água doce no mundo (TOMAZ, 2001, apud LEONARDO WEIERBACHER, 2008). Outro fator

preponderante que demonstra a necessidade da conservação é que a mesma se encontra distribuída de maneira desigual, onde as regiões com maiores demandas têm menores índices de acesso a água.

Atualmente a escassez de recursos hídricos é uma realidade, devido a fatores como:

mau uso e falta de métodos para a reutilização de água. Assim, para amenizar essa problemática existem várias sugestões, como: conservação de recursos hídricos; mudanças culturais e a reutilização da água para fins diversos.

Buscar alternativas de redução do desperdício de água é um dos meios para ajudar a preservação da mesma, sendo fator de elevada importância para a sobrevivência dos seres vivos em geral, o que levará a uma melhor qualidade de vida. Desta forma, buscar fontes alternativas podem ser uma solução viável para redução da escassez.

Neste contexto, em Palmas-TO, município onde predomina o clima tropical com estação seca (Aw, segundo a classificação climática de Köppen-Geiger), a temperatura quente predomina todo o ano, sendo a média das máximas observada em setembro é de 36°C, e a das mínimas é de 22°C, em julho. Assim, a temperatura média anual é em torno de 26°C, INMET (2017).

Tornando necessário a utilização do ar condicionado diuturnamente durante todo ano.

Por isso, em Palmas-TO, a captação da água oriunda do gotejamento dos ares condicionados, pode ser uma solução alternativa para a preservação ou redução do consumo de água potável para fins não potáveis, como: irrigação de jardins, higienização de ambiente, descarga em vasos sanitários, lavagem de roupas e veículos, entre outros.

Este trabalho, desenvolve um estudo de caso para se captar, armazenar e destinar, a água gerada no processo de resfriamento de ambiente por ares condicionados nos Blocos 8 e 16, do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins - Campus Palmas, onde se propõe a elaboração de um levantamento quantitativo do volume de água gerada, e o pré-dimensionamento do sistema hidráulico para o reaproveitamento desta água.

OBJETIVO

Quantificar o volume gerado e propor um sistema de coleta e armazenamento da água oriunda do gotejamento dos aparelhos de Ares Condicionados dos Blocos 8 e 16 do IFTO, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins, localizada na Quadra 310, avenida 10, esquina conjunta avenida LO 5, Centro - Plano Diretor Sul, Palmas – TO, CEP 77021-090.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Efetuar estudos das metodologias disponíveis para o aproveitamento da água do gotejamento do ar condicionado para fins não potáveis;
- Pré-dimensionar o sistema hidráulico de captação da água.
- Determinar o volume ideal do reservatório de água.

PROCEDIMENTOS E METODOLOGIAS

Localizada no centro da Capital do Tocantins, a instituição conta com mais de 70 salas de aula, 40 laboratórios, de diversas áreas, uma biblioteca de dois pavimentos, 1 auditório central para 230 pessoas, 4 minis auditórios e 02 blocos destinados para salas administrativas.



Figura 01: Imagem aérea do Campus Palmas-TO.
Fonte: IFTO - Relatório de gestão 2010/2018

Os blocos 14, 15 e 16 do campus são de dois pisos, com pé direito de 3 metros, e são destinados para salas de aula e para salas administrativas. As salas de aula em priori são utilizadas em três turnos, matutino, vespertino e noturno durante 5 dias por semana. A água neste bloco tem utilização em banheiro, vasos e pia, bebedouros e em torneiras onde são empregadas para higienização dos ambientes e irrigação de jardins.

Já o bloco 8 conta com um pavimento térreo, que contém salas administrativas e laboratórios. Os horários de funcionamento das salas e laboratórios não possuem frequência pré-determinada estando em função da necessidade do uso. Nesse laboratório tem-se o uso da água em pias instaladas nos laboratórios, bebedouro e torneiras que são utilizadas para limpeza do local.

Para a obtenção do conforto térmico, devido as elevadas temperaturas, as utilizações dos aparelhos de refrigeração acontecem durante todo o período de uso das salas que contam com 3 aparelhos 36.000 de Btus e 10 aparelhos de 18.000 de Btus no bloco 8 e 14 aparelhos de 36.000 Btus Inverter no bloco 16.

METODOLOGIA EMPREGADA NO TRABALHO

A metodologia utilizada neste trabalho foi dividida em duas fases. A 1ª fase consistiu na revisão bibliográfica, com interpretações de livros, revistas, teses, dissertações, artigos e publicação. A segunda compreendeu o estudo de caso.

Na 2ª fase, foi realizado um levantamento quantitativo do volume de água gerado pelos aparelhos de ar condicionado dos blocos 8 e 16, realizado o dimensionamento das tubulações e dos reservatórios e sugerido uma destinação para a mesma.

O levantamento quantitativo ocorreu em 3 etapas, onde em cada etapa buscou-se aprimorar a metodologia aplicada. Para a realização da análise dos dados obtidos, foram observados alguns fatores que exercem influência na geração, como: umidade relativa do ar, temperatura ambiente, potência dos aparelhos e temperatura programada do ar condicionado. Na Figura 02, demonstra como ocorreu a instalação do dreno e do recipiente de armazenamento, que permanecia tampado durante o período de coleta, para assegurar que não ocorresse interferência externa no volume gerado.



Figura 02 – Instalação do dreno para coleta de dados
Fonte: Autor Próprio

Para a aferição do volume de água armazenada nos recipientes foi utilizado a proveta graduada. Na Figura 03, apresenta a proveta utilizada para medição do volume.



Figura 03 – Proveta graduada de 1 litro
Fonte: Autor Próprio

Na 1ª etapa do levantamento quantitativo, foi instalado um dreno na sala 5 do bloco 14, que possui um aparelho modelo piso-teto de 35.000 Btus do tipo inverter. Sendo que esta sala foi escolhida por estar em atividade em determinados dias em três períodos, com funcionamento aproximado de 4 horas por turno. As leituras do volume de água gerada foram realizadas durante ao termino das atividades, nos dias em que a sala era utilizada nos turnos manhã, tarde e noite.

Na 2ª etapa do levantamento quantitativo, foram instalados dois drenos no bloco 8, na sala da coordenação de Engenharia Civil e no laboratório de materiais. As escolhas destas salas são justificadas por serem ambientes que se acreditou que seria possível ter maior controle dos períodos de funcionamento e de temperatura de operação. A sala da coordenação possui um aparelho modelo piso-teto de 36.000 Btus, com horário de funcionamento de três turnos e a sala de materiais um aparelho do tipo hi-wall de 18.000 Btus com funcionamento no turno matutino.

Nas 2 primeiras etapas para obtenção da umidade relativa e temperatura ambiente, foram utilizados dados de previsões do tempo fornecidas por sites de meteorologias.

Na 3ª etapa do levantamento quantitativo, foram instalados 4 drenos. O primeiro foi instalado no bloco 14 na sala administrativa da Coordenação de educação inclusiva e diversidade (CEID), que possui aparelho do modelo piso-teto de 35.000 Btus Inverter, e funcionamento nos períodos matutino e vespertino. O segundo no bloco 15 sala de aula 02, no aparelho modelo piso-teto de 35.000 Btus Inverter. O terceiro no bloco 16 sala de aula 1604, que possui aparelho modelo piso-teto de 36.000 Btus Inverter. O quarto foi instalado no bloco 8 no laboratório de hidráulica, no aparelho com modelo hi-wall de 18.000 Btus. Nesta etapa o dreno da sala de coordenação foi mantido.

As salas de aula e laboratório não possuem um horário de funcionamento pré-determinado estando este em função da demanda que a instituição atende. Para a determinação da umidade relativa e temperatura ambiente nesta etapa foi utilizado o Termo Higrômetro, marca Incoterm e modelo 5203.03.0.00, Figura 04. Para medir o volume de água gerado, assim como nas outras etapas, foi utilizado a proveta graduada. A utilização do Termo Higrômetro foi fundamental para a pesquisa melhorando, a correlação entre a umidade e temperatura do local da coleta.

As leituras dos volumes de água gerada foram realizadas inicialmente a cada hora, onde no momento da leitura era aferida a temperatura ambiente e a umidade relativa.

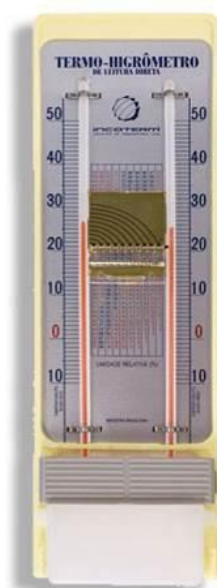


Figura 04 – Termo Higrômetro modelo 5203.03.0.00
Fonte: Autor Próprio

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os dados encontrados na 1ª etapa apresentaram volumes imprecisos para a geração de água, o que foi explicado pela falta de controle no funcionamento dos aparelhos, os mesmos muitas vezes eram desligados e

ligados novamente durante a coleta, onde não se tornou possível aferir o tempo de produção de água, para a determinação da vazão, conforme ilustrado na Tabela 01.

Tabela 01 – Dados coletados bloco 14 sala 05

DATA	HORÁRIO	TEMP. APARELHO	UMIDADE RELATIVA	TEMP. AMBIENTE	VOLUME (L)
08/05/2018	07:30 à 22:00	18º	75%	32º	10,7
10/05/2018	07:30 à 22:01	18º	72%	30º	10,5
15/05/2018	07:30 à 22:02	18º	80%	29º	11,2
17/05/2018	07:30 à 22:03	18º	74%	31º	9,5
25/05/2018	07:30 à 22:04	18º	78%	27º	12,5
10/05/2018	07:30 à 22:05	18º	84%	26º	8,5
29/05/2018	07:30 à 22:06	18º	70%	31º	12,2
07/06/2018	07:30 à 22:07	18º	65%	32º	8,3
12/06/2018	07:30 à 22:08	18º	62%	33º	14,7
22/06/2018	07:30 à 22:09	18º	71%	30º	11,4
26/06/2018	07:30 à 22:10	18º	66%	33º	10,5
28/06/2018	07:30 à 22:11	18º	62%	28º	10
03/07/2018	07:30 à 22:12	18º	60%	29º	11,2

Para facilitar a interpretação dos dados obtidos e comprovar a não uniformidade foram criados gráficos relacionando umidade, volume e o gradiente de temperatura externa com a programada do aparelho. Este último fator tem a função de explicar o funcionamento do aparelho, que quando apresenta valores elevados representa que o aparelho teve seu funcionamento o mais próximo do seu limite máximo, e no oposto, representa que o aparelho não funcionou em sua potência total, podendo inclusive ter entrado no modo stand-by, que é quando iguala a temperatura programa com a temperatura interna do ambiente, o que faz com que seu compressor seja desligado e o gás refrigerante deixa de circular, acarretando numa menor produção de água. O gráfico 01 traz os dados obtidos da primeira coleta do bloco 14 realizada na sala 05.

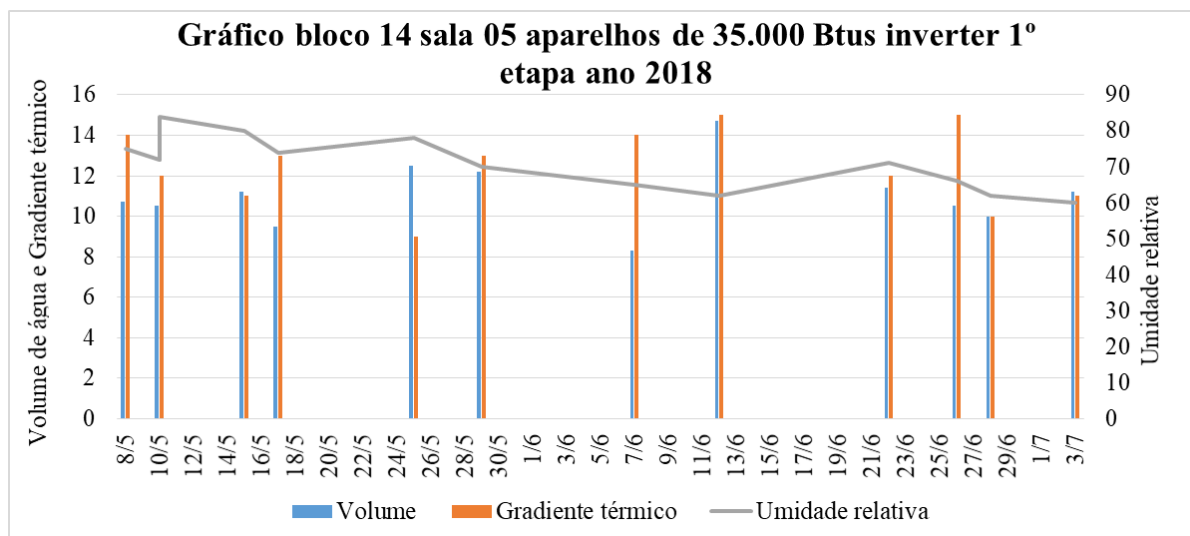


Gráfico 01 – Dados da coleta bloco 14, sala 05 (1º etapa da coleta de dados)

Na 2º etapa do levantamento quantitativo, obtidos nos ambientes do bloco 8, persistiram a não uniformidade no volume de água gerado, como demonstrado na Tabela 02. Nesta parte da pesquisa observou que era necessário obter dados mais reais em relação aos fatores que estão sendo utilizados para correlacionar a geração de água.

Tabela 02 – Volumes de água gerados nos equipamentos monitorados no bloco 8

Dia da Medição	Volume (L)	Período de medição	Umidade do ar	Temperatura Ambiente	Temperatura Aparelho	Potência Ar (BTUs)	Ar condicionado
06/08/2018	10,85	14:00 - 18:00	29%	33°	16	36.000	Coordenação
06/08/2018	0,88	-	29%	33°	16	18.000	Materiais
07/08/2018	4,71	10:00 - 12:00	27%	36°	16	36.000	Coordenação
07/08/2018	2,53	-	27%	36°	16	18.000	Materiais
07/08/2018	15,12	14:00 - 18:00 18:30 - 20:00	45%	28°	26 17	36.000	Coordenação
07/08/2018	0,5	-	45%	29°	20	18.000	Materiais
08/08/2018	10,12	08:00 - 12:00	29%	34°	20	36.000	Coordenação
08/08/2018	0,85	09:00 - 12:00	29%	34°	20	18.000	Materiais
08/08/2018	12,88	14:00 - 18:00 19:00 - 20:00	43%	29°	20	36.000	Coordenação
08/08/2018	2	-	43%	29°	20	18.000	Materiais
09/08/2018	13	08:00 - 12:00	23%	37°	20	36.000	Coordenação
09/08/2018	1,4	-	23%	37°	-	18.000	Materiais
14/08/2018	21,35	08:00 - 12:00	59%	34°	24	36.000	Coordenação
14/08/2018	10,35	08:00 - 12:00	59%	34°	20	18.000	Materiais
14/08/2018	13	14:00 - 18:00	55%	32°	24	36.000	Coordenação
14/08/2018	0	-	-	-	-	-	Materiais
15/08/2018	22,55	08:00 - 12:00 14:00 - 18:30	59%	35°	24	36.000	Coordenação

15/08/2018	10,45	08:00 - 12:00	59%	35°	20	18.000	Materiais
16/08/2018	0	-	34%	34°	-	36.000	Coordenação
16/08/2018	10,36	08:00 - 12:00	34%	34°	20	18.000	Materiais
21/08/2018	13,2	09:00 - 12:00	35%	35°	22	36.000	Coordenação
21/08/2018	0	-	-	-	-	18.000	Materiais
22/08/2018	24,59	08:00 - 12:00	35%	36°	20	36.000	Coordenação
22/08/2018	6,7	08:00 - 11:00	35%	36°	20	18.000	Materiais
29/08/2018	22,85	08:00 - 12:00	33%	33°	20	36.000	Coordenação
29/08/2018	7,35	09:00 - 11:00	32%	33°	20	18.000	Materiais
30/08/2018	13,2	14:00 - 18:00	29%	29°	20	36.000	Coordenação

Os Gráficos 02 e 03, representam os dados coletados apresentados na Tabela 02. Os mesmos foram separados por aparelho, onde o Gráfico 02 traz as informações do dreno instalado na sala da coordenação e o Gráfico 03 do laboratório de materiais. Os dados obtidos nos dias em que não se puderam determinar todos os fatores de correlação usados nos gráficos foram descartados da análise.

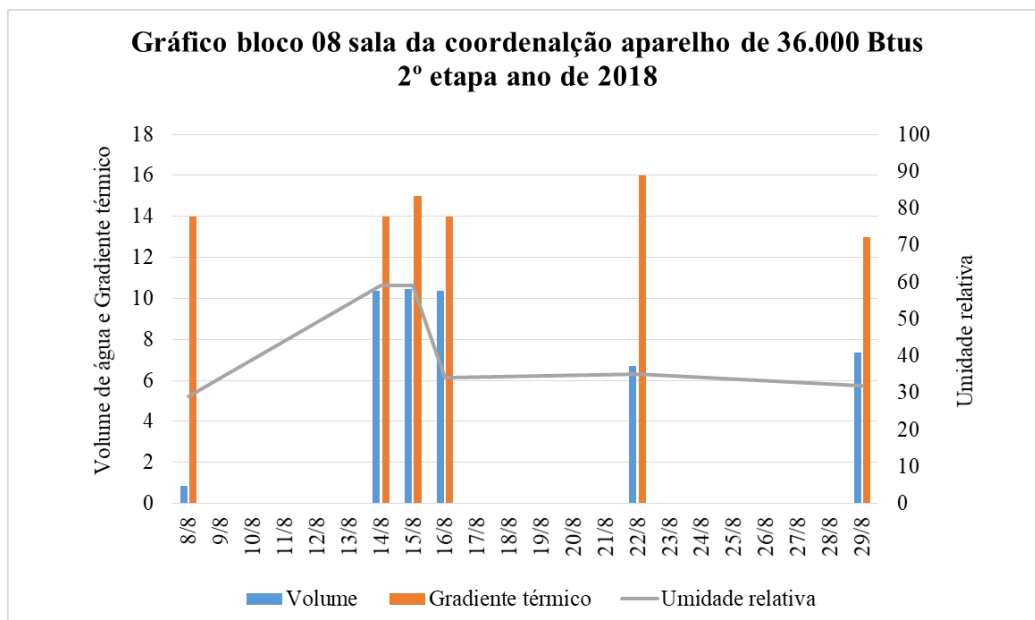


Gráfico 02 – Gráfico bloco 08 - sala da coordenação (2º etapa da coleta de dados)

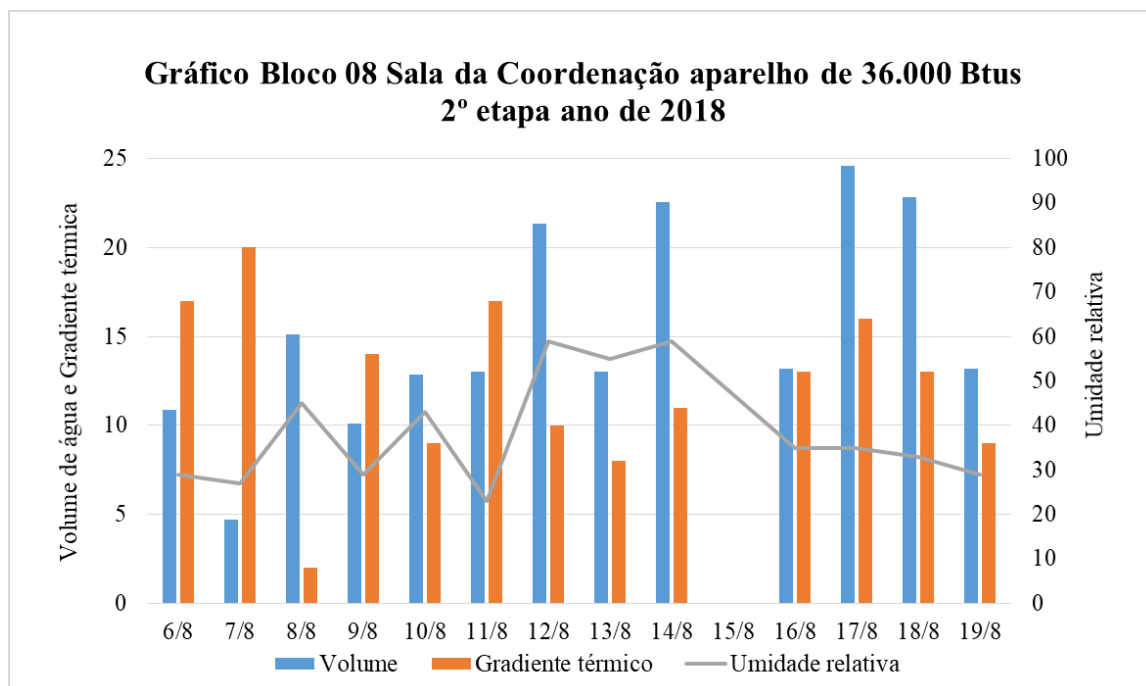


Gráfico 03 – Gráfico bloco 08 - laboratório de materiais (2º etapa da coleta de dados)

A 3ª etapa do levantamento quantitativo se inicia com a interpretação dos dados do bloco 14. O mesmo teve a instalação executada da maneira correta, porém durante a coleta de dados, em algum momento o recipiente de acumulação de água chegou a seu volume máximo não sendo esvaziado em tempo hábil e estando este tampado o sistema ficou pressurizado, dando retorno para dentro do ambiente. Após ocorrido o dreno foi removido e não obteve dados precisos dos aparelhos do bloco, o que inviabilizou a utilização do mesmo no sistema de coleta.

Na coleta de dados do bloco 15 foi utilizado uma mangueira imprópria, sendo a mesma muito rígida, o que levou o dreno a escapar do recipiente, interrompendo a coleta. Nesta ocasião não foi obtido informações suficientes para estimar a vazão do aparelho em estudo, causando a exclusão do bloco para o sistema de coleta.

Devido a todos os ajustes necessários para a conclusão do trabalho, os dados que não apresentaram problemas operacionais foram os dos blocos 8 e 16, então os dados destes dois sistemas serão pré-dimensionados.

As coletas do bloco 8 e 16, foram realizadas inicial a cada hora, buscando uma maior precisão na relação entre os fatores que exercem influência na geração de água. Assim, os dados de umidade relativa e temperatura ambiente foram lidos na aferição do volume do líquido, e a temperatura do aparelho foi controlada, não apresentando alterações durante a coleta, desta forma os dados obtidos estão discriminados nas Tabelas 03, 04 e 05.

Tabela 03 – Volumes de água gerados nos equipamentos monitorados no bloco 16

DATA	HORÁRIO	VOLUME (L/H)	UMIDADE RELATIVA (%)	TEMPERATURA APARELHO (°C)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)
15/03/2019	16:17 às 17:17	4,1	88	18	33
18/03/2019	14:53 às 15:53	3	67	18	34
18/03/2019	15:56 às 16:56	3,5	67	18	34
21/03/2019	13:56 às 14:56	3,94	79	18	33

21/03/2019	15:00 às 15:40	-	79	18	33
21/03/2019	15:40 às 16:40	4,65	85	18	29
25/03/2019	14:58 às 16:28	3,35	92	20	27
25/03/2019	16:30 às 18:30	1,1	92	-	27
27/03/2019	14:30 às 17:30	4,08	92	18	28
28/03/2019	13:55 às 16:55	3,88	86	18	32
29/03/2019	14:20 às 18:20	4,50	85	18	30
03/04/2019	14:11 às 18:11	14,80	92	20	28
04/04/2019	14:25 às 18:25	13,00	92	20	28
09/04/2019	14:30 às 17:30	11,80	92	20	28

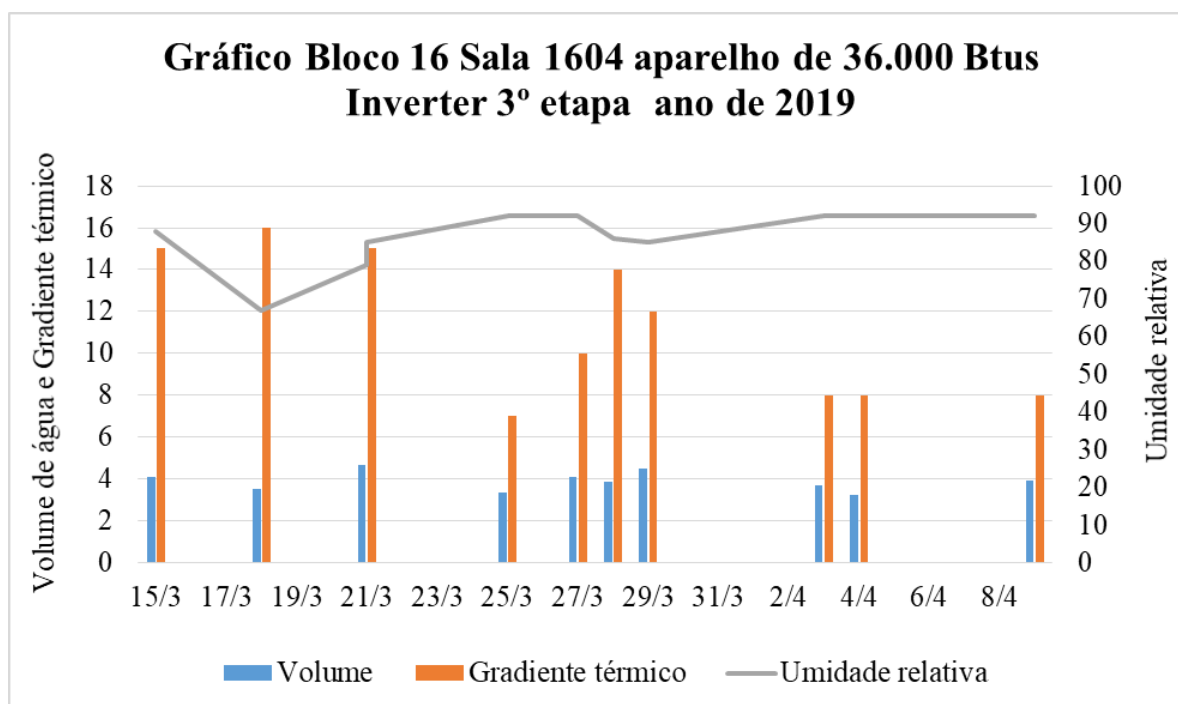


Gráfico 04 – Gráfico bloco 16 sala 1604 (3ª etapa da coleta de dados)

Através da interpretação do Gráfico 04 pode se destacar que o principal fator de influência na geração de água foi a umidade relativa, observando a uniformidade entre os dois dados, maior umidade implica em maior volume de água e, nos pontos onde a umidade relativa e volume de água gerada não seguem a mesma proporção o gradiente de temperatura explica que o aparelho teve variação em relação ao seu funcionamento.

Tabela 04- Coleta dos dados do bloco 08 lab. Hidráulica

DATA	HORÁRIO	VOLUME (L)	UMIDADE	TEMP. APARELHO	TEMP. AMBIENTE
15/03/2019	16:24 à 17:24	3,27	88%	17º	33º
18/03/2019	14:45 à 15:45	2,64	67%	18º	34º
18/03/2019	15:50 à 16:50	2,35	67%	18º	34º
20/03/2019	15:53 à 16:53	2,4	85%	17º	28º
20/03/2019	16:57 à 17:57	2,62	85%	17º	28º
20/03/2019	18:04 à 19:43	4,0	85%	17º	28º
21/03/2019	13:43 à 14:43	4,74	85%	17	30º
21/03/2019	14:52 à 15:52	2,82	85%	17º	30º
21/03/2019	15:56 à 16:56	3,0	92%	17º	27º
25/03/2019	14:18 à 16:18	6,15	92 %	19º	26º
25/03/2019	16:20 à 18:20	4,5	92 %	24º	26º
27/03/2019	14:55 à 17:55	8,6	92 %	17º	27º
28/03/2019	14:12 à 17:12	8,55	85 %	17º	32º
29/03/2019	14:10 à 18:10	9,80	78 %	17º	30º
03/04/2019	14:00 à 18:00	11	85%	17º	30º
04/04/2019	14:12 à 18:12	10,3	92%	17º	27º
09/04/2019	14:22 à 17:22	8,5	92%	17º	27º

Os dados obtidos da Tabela 4, estão representados no Gráfico 05.

Nos dados obtidos do ar condicionado do laboratório de hidráulica, aparelho de 18.000 Btus, Tabela 4, são ilustrados no gráfico 05, e, novamente se observou que se estabeleceu uma relação linear entre a umidade ar e o volume de água gerado, e também que o gradiente de temperatura define se o aparelho vai manter o compressor ligado sem interrupção, o que também promove a maior geração de água.

**Gráfico Laboratório de Hidráulica aparelho de 18.000 Btus
3º etapa ano de 2019**

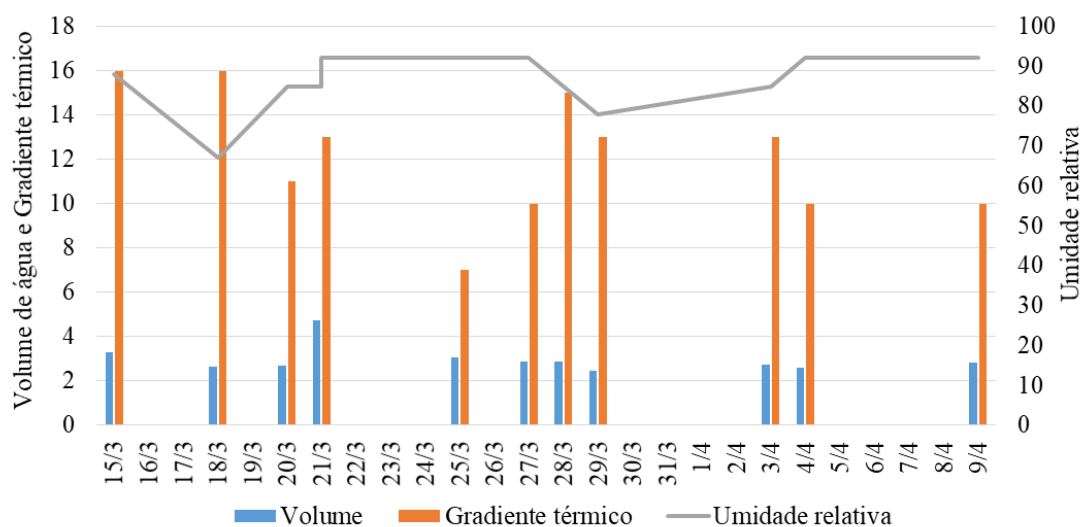


Gráfico 05 – Gráfico bloco 08 - laboratório de hidráulica (3º etapa da coleta de dados)

Tabela 05 - Coleta dos dados do bloco 08 - coordenação

DATA	HORÁRIO	VOLUME (L)	UMIDADE	TEMP. APARELHO	TEMP. AMBIENTE
15/03/2019	16:27 à 17:27	5,54	88%	26º	33º
18/03/2019	14:44 à 15:44	4,7	67%	18º	34º
18/03/2019	15:45 à 16:45	4,4	67%	18º	34º
20/03/2019	15:53 à 16:53	5,32	85%	22º	28º
20/03/2019	16:54 à 17:54	4,34	85%	22º	28º
20/03/2019	18:04 à 19:14	5,5	85%	22º	28º
21/03/2019	13:43 à 14:43	5,94	85%	22º	30º
21/03/2019	14:50 à 15:50	5,5	85%	22º	30º
21/03/2019	15:53 à 16:53	6,4	92%	22º	27º
25/03/2019	14:17 à 16:17	4,0	92%	24º	26º
25/03/2019	16:17 à 18:17	10,38	92%	19º	26º
27/03/2019	14:55 à 17:55	14,10	92%	22º	27º

28/03/2019	14:12 à 17:44	14,40	85%	22º	30º
29/03/2019	14:10 à 17:40	18,4	78 %	20º	30º
03/04/2019	14:00 à 18:00	21	85%	22º	30º
04/04/2019	14:11 à 18:11	27,5	92%	18º	27º
09/04/2019	14:20 à 17:20	17,65	92%	20º	27º

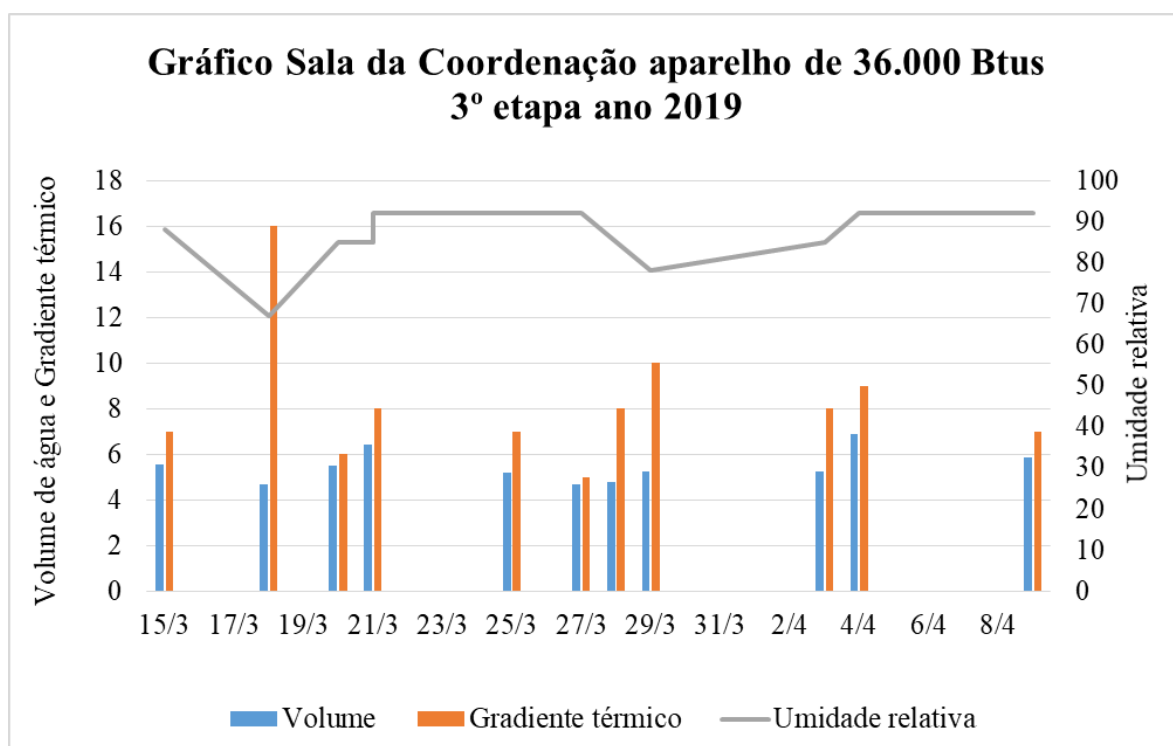


Gráfico 06 – Gráfico bloco 08 - sala da coordenação de Engenharia Civil (3º etapa da coleta de dados)

Após a análise do Gráfico 06, fica evidente que há uma correlação direta entre volume de água produzido e umidade ambiente, e tais observações só foram possíveis de se estabelecer na terceira etapa do monitoramento, quando foi feita a relação entre a umidade local, no horário da coleta e a temperatura do aparelho e a do ambiente, para se ter um gradiente de temperatura.

Ficando evidente também que a potência e o modelo do ar condicionado em questão são outros fatores determinantes, pois com a interpretação gráfica dos três aparelhos analisados é perceptível que o volume de água produzido em aparelhos não inverter e de capacidade superior são mais elevados.

CONCLUSÕES

Os quantitativos da geração de água têm variação, em consideração, ao tipo de aparelho. Os modelos estudados na pesquisa demonstraram geração de volumes diferentes para modelos do tipo inverter e com potências distintas.

Os aparelhos com sistema do tipo inverter, por terem um sistema inteligente na manutenção da temperatura interna, apresentaram uma produção mais baixa de água em relação aos aparelhos com mesma potência, mas que

não possuem o mesmo funcionamento. Os aparelhos com maiores potências naturalmente apresentaram um maior poder na produção de água.

Além das características dos aparelhos, existem outros fatores que desempenham uma influência relevante na geração de água. A principal variável, segundo a pesquisa, é a umidade relativa, sendo que essa é utilizada para representar a quantidade de água disseminada, no seu estado gasoso, no ar.

Para que se explicasse o funcionamento do ar condicionado, durante a análise dos resultados, foi criada uma variável, denominada Gradiente térmico, sendo que mesma é explicada da seguinte maneira: quando o aparelho é programado para estabelecer no ambiente uma temperatura muito distante da temperatura externa, seu compressor trabalha de maneira ininterrupta, pelo fato que a temperatura interna não alcança a temperatura na qual o aparelho foi programado, fazendo com que a geração de água aumente. Assim, quando maior esse gradiente térmico, maior a produção de água.

Como apresentado no decorrer da pesquisa, os sistemas de drenagem dos ares condicionados, não podem funcionar pressurizados, o que se ocorrer, acarretará no retorno de água para o ambiente interno, podendo gerar danos ao aparelho. Desta forma a tubulação do sistema deve trabalhar por gravidade, como conduto livre.

Seguindo o mesmo raciocínio, o reservatório, foi dimensionado para funcionar com uma tubulação de extravasão, para que o mesmo não chegue em sua capacidade máxima de funcionamento, e dificulte a saída da água nos drenos.

Ao término de todas as ações previstas para a pesquisa, aconselha-se a reutilização desta água para fins não potáveis, sendo que neste trabalho não contempla uma análise físico-química para atestar a qualidade desta água. Com a determinação da vazão média de água gerada em cada bloco e com a realização do pré-dimensionamento do sistema de coleta, se sugere que a utilização mais viável para a instituição é na higienização dos ambientes. Sendo feito o levantamento de quantitativo de materiais hidráulicos para implantação dos sistemas de coleta, armazenamento, e um ponto de distribuição proposto, sendo o mesmo anexado ao trabalho.

RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Aprimorar a metodologia da pesquisa, analisando outros fatores, como área do ambiente, temperatura e umidade relativa interna das salas, para se encontrar uma equação de determinação do volume de água gerada;
- Realizar estudo referente aos usos de água de ar condicionado, analisando a qualidade da mesma, além de monitoramento do sistema e se o mesmo for implantado, trazer informações para implantação em outras unidades educacionais, pois nos trabalhos consultados nenhum apresentava uma correlação palpável.
- Verificar o potencial de economia gerada através da utilização da água dos ares condicionados para fins não potáveis, como higienização de ambientes, reduzindo o volume de água consumido diariamente, monitorando mês a mês os valores medidos no bloco, pós sua instalação, analisando a sua eficácia para qual foi elaborado.
- Treinamento e conscientização de alunos e servidores, efetivos e terceirizados, quanto a importância do uso racional da água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A. DIAS AR CONDICIONADO. Princípio de funcionamento de um ar condicionado. Disponível em: <http://www.adias.com.br/funcionamento_do_ar> Acesso em Maio de 2018.

ANNECCHINI, K. P. V.. Aproveitamento da Água da Chuva Para Fins Não Potáveis na Cidade de Vitória (ES). 150p. Dissertação (Mestrado em Engenharia ambiental), Universidade Federal do Espírito Santo, 2005.

ANTONOVICZ, Diego; WEBER, Rhuann Georgio Bueno. PMOC - Plano de



Manutenção Operação e Controle - nos condicionadores de ar do Câmpus Medianeira da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. TCC – Curso de graduação de Tecnologia em Manutenção Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira. 2013. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1380/1/MD_COMIN_2012_2_10.pdf>. Acesso em out.2014>.

BRANCO, S. M., 1991. Aspectos institucionais e legais do controle da poluição. In: Hidrologia Ambiental (R. L. L. Porto, org.), pp. 349-373, São Paulo: Associação Brasileira de Recursos Hídricos/Edusp.

DO CARMO, Paulo Obregon. Patologia das construções. Santa Maria, Programa de atualização profissional – CREA – RS, 2003.

Estados e capitais do Brasil - < <https://www.estadosecapitaisdobrasil.com>>. Acessado em 27 de novembro de 2018.

FAZFÁCIL. Drenagem do Ar Condicionado Split. Disponível em: <<http://www.fazfacil.com.br/manutencao/condicionado-split-drenagem>> Acesso em Maio de 2018.

GHISI, E.. A Influência da Precipitação Pluviométrica, Área de Captação, Número de Moradores e Demandas de Água Potável e Pluvial no Dimensionamento de Reservatórios para Fins de Aproveitamento de Água Pluvial em Residências Unifamiliares. Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para participação no Concurso Público do Edital N° 026/DDPP/2006. Florianópolis, 2006.

IBGE - <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/palmas/panorama>>. Acessado em 27 de novembro de 2018.

IFTO <<http://www.ifto.edu.br/palmas/campuspalmas/cursos/graduacao/tecnologico/construcao-de-edificios/infraestrutura>>. Acessado em 27 de novembro de 2018.

IFTO- Relatório de gestão 2010/2018 <<http://www.ifto.edu.br/palmas/centrais-deconteudos/documentos/relatorios-de-gestao-do-campus-palmas/relatorio-de-gestao-resumido2010-2018.pdf>>. Acesso em 27 de novembro de 2018.

INPE (Instituto Nacional de Pesquisa Espacial, Estação de Palmas - Climatologia Local). Disponível em < http://sonda.ccst.inpe.br/estacoes/palmas_clima.html>, acessado em 14 de Maio de 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA DO BRASIL – INMET. Normais Climatológicas - Gráfico Temperatura Médias Observadas 2017. Disponível em:

<<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/page&page=anomaliasTempMediaAnual>>. Acesso em: 29 setembro. 2018.

(KELMAN, G. 2004), Revista Água online. Disponível em <<http://www.sosmatatlantica.org.br/>> acessado em 12 de Maio de 2018.

Komeco - Ar-condicionado inverter: o que é e como funciona? < <http://www.komeco.com.br/blog/consumidor/ar-condicionado-inverter-o-que-e-e-comofunciona.html>>. Acessado em 29 de março de 2019.

LEONARDO WEIERBACHER – ESTUDO DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA NA INDÚSTRIA MOVELEIRA BENTO MÓVEIS DE ALVORADA – RS. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Luterana do Brasil, Novembro 2008

MAY, S. Caracterização, tratamento e reuso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em edificação. 223 p. Tese (doutorado em Engenharia hidráulica e sanitária) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.

Ministério do Meio Ambiente, (CONSUMO SUSTENTÁVEL: Manual de educação 2002). Disponível <<http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao8.pdf>> acessado em 12 de Maio de 2018.



ONU, Adoção do Acordo de Paris, 2015. Disponível em
<<https://nacoesunidas.org/acordodeparis/>> acessado em 12 de Maio de 2018.

(UNEP 2018) <<http://www.unep.or.jp/ietc/publications/urban/urbanenv-2/index.asp>>,
“Rainwater Harvesting and Utilisation - An Environmentally Sound Approach for Sustainable

Urban Water Management: An Introductory Guide for Decision-Makers”, UNEP, Boletins e Publicações
Técnicas, visto em 20/08/18

Unicef (Fundo das Nações Unidas para a Infância, UNICEF e OMS dizem que muito poucos têm acesso a
melhorias em saneamento. Disponível em
<https://www.unicef.org/brazil/pt/media_12597.htm>, acessado em 12 de Maio de 2018.

RAMOS, A. M.; SANTOS, L. A. R.; FORTES, L. T. G. (org.) Norm. Climat. do Brasil 1961-1990. Brasília:
INMET, 2009.

Silva, Liliane Flávia Guimarães da . Percepção climática e conforto térmico:
contribuição ao estudo interdisciplinar dos aspectos objetivos e subjetivos do clima em Palmas, TO ./ Liliane
Flávia Guimarães da Silva. – Palmas, TO, 2018. 550 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Tocantins
– Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Pós-Graduação (Doutorado) em Ciências do Ambiente, 2018.

SOARES, Sérgio. Treinamento Linha Residencial: Pós Vendas. Apostila de Programa de Capacitação
Profissional Midea Carrier, 2014.

SOUZA, L. B; Novas cidades, velhas querelas: episódios pluviais e seus impactos na área urbana de Palmas
(TO), primavera-verão 2009/2010. Mercator, v.9, número especial (1), p. 165-177, dez. 2010.

SOUZA, Marcos Ferreira de. Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações. Belo Horizonte, 2008.
Disponível em:
<<http://www.pos.demc.ufmg.br/2015/trabalhos/pg1/Patologias%20Ocasionaladas%20Pela%20Umidade%20Nas.pdf>>. Acessado em 14 de Maio de 2018.

SOUZA, Vicente Custódio de; RIPPER, Thomaz. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto.
1ª ed. São Paulo, Pini, 1998.

(Todd e Vittori 1997) Todd W. P., Vittori G., “The Texas Guide to Rainwater Harvesting” (2ª Edição); Center
for Maximun Potential Building Systems, 1997.

TOMAZ, P.. Água pague menos. Versão digital, 2010. Disponível em <
http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/Livro%20Agua%20pague%20menos/livro_pague_menos/novo_120214/Livro%20%20Agua%20pague%20menos%20143%20paginas.pdf> f>. Acesso em
20/08/2018.

TSUTIYA, M. T. Abastecimento de água. 3ª ed. Departamento de Engenharia
Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

VON SPERLING, M.; Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias Introdução à Qualidade das
Águas e ao Tratamento de Esgotos, v 1, 1ª Edição, Belo Horizonte DESAUFMG, 240 p, 1995.

Weather Spark - <<https://pt.weatherspark.com/y/30127/Clima-caracter%C3%ADsticoem-Palmas-Brasil-durante-o-ano>>. Acessado em 27 de novembro de 2018.