



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

RUBENS DE OLIVEIRA FELÍCIO

**Produção de água gerada nos ares condicionados dos Blocos 8 e 16 do IFTO Campus
Palmas e pré-dimensionamento de sistema de reuso para fins não potáveis**

**Palmas
2019**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

RUBENS DE OLIVEIRA FELÍCIO

**Produção de água gerada nos ares condicionados dos Blocos 8 e 16 do IFTO Campus
Palmas e pré-dimensionamento de sistema de reuso para fins não potáveis**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como requisito parcial para obtenção do título
de Bacharel no Curso Superior de Engenheiro
Civil do Instituto Federal do Tocantins,
Campus Palmas.

Orientadora: Prof^ª. Me. Adriana Soraya
Alexandria Monteiro

**Palmas
2019**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

FELÍCIO R. O.

Estudo de caso: Produção de água gerada nos ares condicionados dos Blocos 8 e 16 do IFTO Campus Palmas e pré-dimensionamento de sistema de reuso. / Rubens de Oliveira Felício – Palmas, 2019. 63 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação do Tocantins, *Campus* Palmas, 2019.

Orientadora: Adriana Soraya Alexandria Monteiro

1. Instalações hidráulicas. 2. Aproveitamento. I. Estudo de caso: Produção de água gerada nos ares condicionados dos Blocos 8 e 16 do IFTO Campus Palmas e pré-dimensionamento de sistema de reuso.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

RUBENS DE OLIVEIRA FELÍCIO

ESTUDO DE CASO: PRODUÇÃO DE ÁGUA GERADA NOS ARES
CONDICIONADOS DOS BLOCOS 8 E 16 DO IFTO CAMPUS PALMAS E PRÉ-
DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE REUSO.

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
coordenação do curso de Engenharia Civil do
Instituto Federal do Tocantins, Campus
Palmas, como exigência à obtenção do grau de
Engenheiro Civil.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA AVALIADORA

Profa. Me. Adriana Soraya Alexandria Monteiro (Orientador)
IFTO – Campus Palmas

Prof. Me. Danilo Gomes Martins
IFTO – Campus Palmas

Prof. Me. Octaviano Sidnei Furtado
IFTO – Campus Palmas



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Aos meus pais, Gislene e Nilton.

Aos meus avôs, Geraldo Magela Teixeira, Geralda dos Reis Felício e

Joaquim Jones Felício (In memoriam).



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

AGRADECIMENTOS

A Deus por ser meu guia e estar sempre a me fortalecer, me guiando pelos caminhos corretos e me dando sabedoria na tomada de decisões, me levando a ser o que hoje sou, e estar concluindo mais uma etapa de minha vida.

Aos meus pais e meu irmão que estão ao meu lado em todos os momentos, bons e ruins, sendo minha base para meu sucesso, tanto profissional quanto pessoal, dando-me conselhos e ensinamentos fundamentais para formação do meu caráter.

Aos amigos Artur, Felipe, Larissa, Iury, Paulo, Rhenick, Trajano, Wender e Zailon pela amizade incontestável, por todas as noites sem dormir em intermináveis grupos de estudo, que veio a fortalecer nosso laço de amizade.

A todos meus colegas de curso e professores, pela contribuição direta ou indireta na minha formação.

A minha orientadora, Profa. Me. Adriana Soraya Alexandria Monteiro, pela dedicação em minha orientação, demonstrando todo o carinho e amor que possui pela profissão.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

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.

Palavras-chave: Escassez, Sistema de coleta de água dos ares condicionados, Reservatório, dimensionamento.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

ABSTRACT

The scarcity of drinking water is a reality in certain regions, which suffer from great periods of drought. The absence of this basic resource leads to social regression, leading to loss of health, increasing the cost of living, and numerous other processes that affect well-being. The conservation of water sources is a relevant point to reduce this lack, preserving the banks of our rivers and lakes, and taking strictly what is necessary to supply the population, with a rational use of this finite resource, we will be watching over the future of the planet. By using water reuse, we are ensuring a lower need for the use of our water bodies, keeping in mind that with population growth there has been an increase in consumption demand. So we need to minimize wastage to protect human survival on Earth. It is in this context that we highlight the alternative systems of water reuse, which is the purpose of this work, and elaborated a proposal to implement the system for capturing and recovering water from the dripping of conditioned air from blocks 8 and 16 of the IFTO - Federal Institute of Education Sciences and Technology of Tocantins, located in Palmas - TO. For the system of water utilization of the conditioned air, samples were initially collected to determine the water generation of each apparatus, where it was observed that some variables had a certain relevance in the water production. It was estimated the consumption of the devices taking into account their power, relative humidity, ambient temperature and other factors that presented significant interference. It was pre-sizing the collection system and the storage tank, establishing the period in which it would be at its maximum capacity, thus establishing a period of use of this water.

Key words: Shortage, Condensate air collection system, Reservoir, sizing..



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Imagem representativa do Ciclo Hidrológico	18
Figura 02 - Por volta de 2025, dois terços da população mundial pode estar sujeito a escassez de água	27
Figura 03 - Imagem representativa do princípio de funcionamento de ar condicionado.....	31
Figura 04 – Imagem representativa da Tubulação de drenagem na parte traseira da lateral do aparelho	32
Figura 05 – Imagem representativa instalação do dreno para aparelho do tipo Split.....	33
Figura 06 – Funcionamento aparelho tipo inverter.....	34
Figura 07 – Imagem aérea do Campus Palmas-TO.....	35
Figura 08 – Recipiente de coleta instalado no bloco 04 sala 05.....	37
Figura 09 – Proveta graduada de 1 litro.....	37
Figura 10 – Termo Higrômetro modelo 5203.03.0.00.....	39



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

LISTA DE TABELA

Tabela 01 – Produção hídrica do mundo por regiões.....	21
Tabela 02 – vazão média de água no Brasil em comparação com outros países da América do Sul.....	21
Tabela 03 – Proporção de área territorial, disponibilidade de água e população para as cinco regiões do Brasil.....	22
Tabela 04 – Uso final de água tratada para consumo doméstico no Brasil.....	23
Tabela 05 - Estimativa de demanda residencial de água.....	24
Tabela 06 – Umidade relativa média de Palmas.....	28
Tabela 07 – Dados coletados bloco 14 sala 05.....	40
Tabela 08 – Volumes de água gerados nos equipamentos monitorados no bloco 8.....	41
Tabela 09 – Coleta dos dados do bloco 16.....	44
Tabela 10 – Coleta dos dados do bloco 08 lab. Hidráulica.....	46
Tabela 11 – Coleta dos dados do bloco 08 coordenação.....	47
Tabela 12 – Dimensionamento reservatório bloco 08.....	50
Tabela 13 – Dimensionamento reservatório bloco 16.....	50
Tabela 14 – Pré-dimensionamento tubulação bloco 16.....	51
Tabela 15 – Pré-dimensionamento tubulação bloco 08.....	52



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Dados da coleta bloco 14, sala 05 (1º etapa da coleta de dados)	41
Gráfico 02 – Gráfico bloco 08 sala da coordenação (2º etapa da coleta de dados)	43
Gráfico 03 – Gráfico bloco 08 laboratório de materiais (2º etapa da coleta de dados)	43
Gráfico 04 – Gráfico bloco 16, sala 1604 (3º etapa da coleta de dados)	45
Gráfico 05 – Gráfico bloco 08 laboratório de hidráulica (3º etapa da pesquisa)	47
Gráfico 06 – Gráfico bloco 08 sala da coordenação de Engenharia Civil (3º etapa da coleta de dados)	48



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

LISTA DE SIGLAS

MMA - Ministério do Meio Ambiente

USP – Universidade de São Paulo

ONU – Organização das Nações Unidas

UNEP - United Nations Environment Programme

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil

INPE - Instituto Nacional de Pesquisa Espacial

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR - Norma Brasileira

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PIB – Produto Interno Bruto

IFTO – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia

ETF – Escola Técnica Federal

EAFA - Escola Agrotécnica Federal de Araguatins

PROEJA - Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos

CEID - Coordenação de Educação Inclusiva e Diversidade



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 PROBLEMA DE PESQUISA	16
3 JUSTIFICATIVA	16
4 OBJETIVOS	17
4.1 Objetivo Geral	17
4.2 Objetivos Específicos	17
5 REVISÃO DE LITERATURA	18
5.1 Ciclo Hidrológico	18
5.2 Classificação das águas para reaproveitamento	19
5.3 Distribuição de recursos hídricos no Brasil e em nível mundial	20
5.4 Consumo de água	22
5.5 Utilização da Água	25
5.6 Escassez dos Recursos Hídricos	26
5.7 Caracterização climática da área de estudo	27
5.8 Patologias decorrentes do gotejamento da Água	29
5.9 Sistema de Condicionamento de Ar	30
5.10 Sistema de Drenagem	32
5.11 Modelos e sistemas de ares condicionados	33
5.12 Tubulações de água fria	34
6. PROCEDIMENTO METODOLÓGICOS	35
6.1 Caracterização do local escolhido para estudo de caso	35
6.2 Metodologia empregada no trabalho	36
6.3 Apresentação e análise dos resultados	39
7.0 DIMENSIONAMENTO	49
7.1 Reservatórios	49
7.2 Tubulação de coleta de água e alimentação do reservatório	50
8. PROPOSTA DE REUSO	Erro! Indicador não definido.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

9. CONCLUSÕES	53
10. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	55
11. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	56
12. ANEXOS	60
ANEXO 1 – PROJETO HIDRÁULICO DE SISTEMA DE DRENAGEM DOS APARELHOS DE ARES CONDICIONADOS	60
ANEXO 2 – LISTA DE MATERIAIS E ORÇAMENTO DO SISTEMA PROPOSTO	60
11.3.1 Lista de materiais	60
11.3.2 Planilha orçamentária	61
12. APÊNDICE	63
12.1 Nomograma de pesos, vazões e diâmetros.....	63



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

1 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.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

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.

2 PROBLEMA DE PESQUISA

A água, um bem primordial para a sobrevivência dos seres vivos, se enquadrando em diferentes usos cotidiano. Com o desenvolvimento das cidades e o crescimento populacional, surge a necessidade do melhor aproveitamento, evitando perdas, e promovendo o uso de maneira consciente, contribuindo para a longevidade deste recurso.

Uma maneira de contribuir para a conservação deste bem, é evitar o desperdício.

Em um País tropical com temperaturas elevadas em determinadas estações do ano, o estado do Tocantins figura com o clima predominantemente quente; sendo essencial a necessidade de utilização de ares condicionados, que ao resfriarem o ambiente geram água por gotejamento. A proposta deste trabalho é desenvolver um sistema de coleta desta água para a utilização da mesma para fins não potáveis, analisando o potencial de geração e propondo um sistema hidráulico para captação e armazenamento da mesma.

3 JUSTIFICATIVA

Com a escassez de água enfrentada em nível mundial, torna cada vez mais obrigado a buscar alternativas para preservar esse bem e o reaproveitamento da água de aparelhos de ares condicionados vem ao encontro dessa necessidade.

A principal vantagem da implantação desse sistema, é a redução na utilização de água potável para fins não potáveis. Toda a água utilizada no Instituto é fornecida pela empresa de abastecimento como dita potável, entretanto há situações que viabiliza o uso de



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

água sem a necessidade do padrão de potabilidade, como por exemplo: descargas nos aparelhos sanitários, irrigação do jardim e higienização dos ambientes.

A economia da água potável não é a única vantagem que este método oferece. O sistema atual de drenagem da água dos aparelhos de ares condicionados, despeja a mesma na própria fachada da edificação, que escorre e empoça na laje da marquise. Esse procedimento tende a gerar patologia fazendo com que a água penetre na laje, que não é impermeabilizada, e ainda danifica o revestimento das paredes externas por onde escoar. Assim, o projeto propõe economia, por redução de consumo de água, além da prevenção de patologias nas edificações. Agregado a isso tem-se a preservação dos recursos hídricos por meio da redução do consumo de água potável.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo Geral

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.

4.2 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.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

5 REVISÃO DE LITERATURA

5.1 Ciclo Hidrológico

A troca interminável da água da atmosfera para os oceanos e vice-versa é conhecida como o ciclo hidrológico. Este ciclo é a fonte de todas as formas de precipitação (saraiva, chuva, granizo e neve) e, portanto, de toda a água. A precipitação armazenada em rios, lagos, e solos evapora-se enquanto a água armazenada em plantas respira para formar nuvens que armazenam a água na atmosfera (Todd e Vittori 1997).

Na figura 01 é detalhado como ocorre as mudanças de estado da água no ciclo hidrológico.

Figura 01 – Imagem representativa do Ciclo Hidrológico



Fonte: <http://slideplayer.com.br/slide/7337241/>

Esse ciclo acontece basicamente em 5 etapas, não se tem um ponto inicial desse ciclo, para exemplificar adote que tudo começa com o aquecimento das águas dos oceanos pela incidências dos raios solares, essa água então sofre a sua primeira mudança de estado saindo do líquido para o gasoso chamado de vaporização, as correntes de ar a levam para a atmosfera onde se junta com a água da evapotranspiração contidas no ar, tem perda de temperatura e se condensa, quando muda novamente de estado, do gasoso para o líquido, liquefação, nesse



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

novo estado formam-se as nuvens, que com o aumento dessa condensação se torna mais pesada e desce na forma de chuva ou neve, a mesma em contato com o solo se infiltra e se armazena nas águas subterrâneas ou se deposita em rios, lagos ou voltando para o próprio oceano, encerrando o ciclo.

5.2 Classificação das águas para reaproveitamento

Silva (2010) classifica os tipos de água, de acordo com o potencial de reutilização, neste contexto ele a diferencia em 4 classes distintas, que são:

- **Águas Azuis:** São águas das chuvas ou águas oriundas do gotejamento do ar condicionado, que são captadas e armazenadas. Após serem armazenamento podem ser utilizadas sem tratamento para fins não potáveis, como: lavagem de roupas, calçadas, utilização em descargas e para a irrigação.
- **Águas Cinzas:** São águas de lavatórios, chuveiros, pias de cozinha que são captadas para reuso. Assim como a classe anterior pode ser utilizada para fins não potáveis sem a necessidade de tratamento.
- **Águas Amarelas:** São águas compostas por urina. Para a utilização das águas com essa classificação, devem se atentar aos seus índices de fosforo e nitrogênio, que podem enriquecer as camadas de solo. Por sua vez podem ser empregadas em algumas irrigações na agricultura.
- **Águas Negras:** São águas compostas por fezes, tendo esta que passar por um processo de tratamento antes de ser despejadas em mananciais, ou em corpos receptores hídricos, que após ser tratado pode ser reaproveitada.

Neste trabalho será empregado o uso de água azuis, captadas por drenos instalados nos ares condicionados, nos blocos de salas de aula e salas administrativas, desta instituição de ensino, que serão armazenadas para a reutilização para fins não potáveis (higienização de ambientes e irrigação).



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

5.3 Distribuição de recursos hídricos no Brasil e em nível mundial

Conforme a consultoria legislativa, a parcela de água doce acessível a humanidade, no estágio tecnológico atual e à custos compatíveis com seus diversos usos, é denominado “recursos hídricos”. De uma maneira simplificada é considerado recurso hídrico, águas superficiais e subterrâneas disponíveis para uso.

De todo o volume compreendido em nosso planeta, estima-se que 2,5% desse total seja de água doce, 68,9% do volume de água doce estão congelados nas geleiras polares do Ártico, Antártida e nas regiões montanhosas, no estado sólido, e apenas 29,9% estão localizados no subterrâneo, desta maneira observamos que apesar da quantidade de água existente em nosso planeta, a obtenção da mesma é difícil aquisição. Assim se avalia que somente 0,0007% de toda a água doce do existente no mundo encontra-se de maneira alcançável à humanidade, o considerado recurso hídrico (TOMAZ, 2010).

Na América do Sul temos disposição um dos maiores reservatórios de água subterrânea do mundo, o Aquífero Guarani, que compreende uma área quadrada de cerca de 1.087.000 quilômetros quadrados, localizado entre os países Paraguai, Uruguai, Argentina e o Brasil. Esse aquífero constitui-se a principal reserva de recurso hídrico subterrâneo da América do Sul, composta de um volume apreciado de 37.000 quilômetros cúbicos, estando situando em nosso país em oito estados sendo eles: Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo (MMA, 2018).

Uma das grandes dificuldades quando falamos em relação a recursos hídricos está na má distribuição do mesmo a nível mundial, que existe de maneira não uniforme, sendo que Ásia e América do Sul possuem os maiores volumes a sua disposição. Os Asiáticos detêm a maior parcela mundial deste recurso, totalizando aproximadamente 31,6% e alcançando vazões de 458.000 metros cúbicos por segundo. Nesta má distribuição a Oceania, Austrália e Tasmânia são os que possuem os menores volumes, como está apresentado no Tabela 01.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Tabela 01 – Produção hídrica do mundo por regiões

Regiões do Mundo	Vazão média (m³/s)	Porcentagem (%)
Ásia	458.000	31,6
América do Sul	334.000	23,1
América do Norte	260.000	18,0
África	145.000	10,0
Europa	102.000	7,0
Antártica	73.000	5,0
Oceania	65.000	4,5
Austrália e Tasmânia	11.000	0,8
Total	1.448.000	100,0

Fonte: TOMAZ, 2010

Um país abundante em água, assim é conhecido o Brasil. Os brasileiros possuem a sua disposição um imenso potencial hídrico em relação aos demais países do mundo. O mesmo conta com cerca de 12% do volume total de água doce do planeta, e ao comparado aos seus vizinhos americanos tem um elevado destaque com uma quantidade de 177.900 metros cúbicos por segundo deste bem, o que representa impressionantes 53% da vazão total da América do Sul (TOMAZ, 2010), apresentado no Tabela 02.

Tabela 02 – vazão média de água no Brasil em comparação com outros países da América do Sul

América do Sul	Vazão média (m³/s)	Porcentagem (%)
Brasil	177.900	53
Outros países	156.100	47
Total	334.000	100

Fonte: TOMAZ, 2010

No Brasil é possível observar que nas regiões com maior adensamento populacional são justamente onde existe uma menor disponibilidade de água, onde o oposto também é verídico, áreas com pouca população possuem uma disponibilidade maior de água, com algumas exceções. A exemplo disso pode ser citada a região sudeste do Brasil, que dispõe de um potencial hídrico de apenas 6% do total nacional, porém conta com 43% do total de habitantes do país, enquanto a região norte do país, apresenta 69% de água disponível, sendo



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

que possui apenas 8% da população nacional (GHISI, 2006). Na Tabela 03 é ilustrado o estudo onde aponta esses índices de distribuição da água por região do Brasil.

Tabela 03- Proporção de área territorial, disponibilidade de água e população para as cinco regiões do Brasil

Região do Brasil	Área territorial (%)	Disponibilidade de água (%)	População (%)
Norte	45	69	8
Nordeste	18	3	28
Sudeste	11	6	43
Sul	7	6	15
Centro-Oeste	19	15	7

Fonte: GHISI, 2006

5.4 Consumo de água

Para a existência de um projeto de captação de água dos Ares condicionados, deve se atentar em relação a sua viabilidade, levando em consideração a sua limitação de uso, tendo que ter um sistema sustentável sem custos adicionais de funcionamento.

Segundo Tsutiya (2005), o consumo de água nas residências é influenciado por muitos fatores distintos, podendo citar o clima da região, número de pessoas por residência, renda familiar, as características culturais da localidade e a forma de gerenciamento do sistema de abastecimento aplicado pela concessionária de água, que podem interferir na micromedição e nas tarifas adotadas. Estima-se um consumo médio de água nas residências seja de 200 L/hab/dia, ocorrendo variações significativas, podendo ir de 50 L/hab/dia a 600 L/hab/dia.

Nas residências familiares existem dois tipos de utilizações da água para o consumo humano, uma é o uso na higiene pessoal, preparação de alimentos, usos potáveis. Sendo o segundo para finalidades não potáveis, como por exemplo, higienização de ambientes, lavagens de roupas e veículos, irrigação de plantas e para a utilização nas descargas de bacias sanitárias (ANNECCHINE 2005).

Estudos apontam que nas residências os principais consumidores de água são as descargas, a lavagem de roupas e o uso do chuveiro. Alguns estudos realizados para



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

quantificar esses gastos se divergem no levantamento do volume de água utilizado por finalidade, no Tabela 04 são ilustrados esses dados, realizados por diferentes instituições nos anos de 1999, 2005 e 2007.

Tabela 04 – Uso final de água tratada para consumo doméstico no Brasil

Ponto de Consumo	Uso Final (%)		
	Pesquisa realizada pela USP, 1999	Pesquisa realizada pela DECA, 2005	Pesquisa realizada pelo IPT, 2007
Vaso sanitário	29	14	5
Chuveiro	28	46,7	54
Pia da cozinha	17	14,6	17
Máquina de lavar roupa	5	8,1	4
Lavatório	6	11,7	7
Tanque	6	4,9	10
Máquina de lavar louça	9	0	3
Total	100	100	100
Total não potável*	40	27	19

Fonte: MAY, 2009

Através destes dados foi possível avaliar como é viável o reaproveitamento de água para o destino não potável, pois segundo em os levantamentos, 40% da água utilizada é destinado para fins não potáveis, apesar das divergências dos percentuais encontradas nas pesquisas.

Na Tabela 05 é retratada uma estimativa de demanda de água, utilizada para o cálculo do consumo total de uma edificação.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Tabela 05 - Estimativa de demanda residencial de água

Uso Interno	Unidades	Faixa
Gasto mensal	m ³ /pessoa/mês	3 5
Nº de pessoas na casa	Pessoa	3 5
Descarga do vaso sanitário	Descarga/pessoa/dia	4 6
Volume de descarga	Litros/descarga	6,8 18
Vazamento nas toilets	Porcentagem (%)	0 30
Frequência de banho	Banho/pessoa/dia	0 1
Duração do banho	Minutos	5 15
Vazão nos chuveiros	Litros/segundo	0,09 0,31
Uso da banheira	Banho/pessoa/dia	0 0,2
Volume de água	Litros/banho	113 189
Máquina de lavar roupa	Nº de vezes/pessoa/dia	0,2 0,3
Volume de água	Litros/ciclo	170,1 189
Torneira de cozinha	Minuto/pessoa/dia	0,5 3
Vazão da torneira	Litros/segundos	0,126 0,189
Torneira de banheiro	Minutos/pessoa/dia	0,5 4
Vazão da torneira	Litros/segundo	0,126 0,189
Uso externo	Unidades	Faixa
Casa com piscina	Porcentagem (%)	0,1
Gramado ou jardim	Litros/dia/m ²	2
Lavagem de carros	Litros/lavagem/carro	150
Lavagem de carros: frequência	Lavagem/mês	2
Mangueira de jardim 1/2" x 20m	Litros/dia	50
Manutenção de piscina	Litros/dia/m ²	3
Perdas por evaporação em piscinas	Litros/dia/m ²	5,75
Reenchimento de piscina	Anos	5
Tamanho da casa	m ²	30 a 450
Tamanho do lote	m ²	125 a 750

Fonte: TOMAZ, 2010



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

5.5 Utilização da Água

Todos sabemos da importância da água para a sobrevivência humana, porém devido a sua abundância em nosso planeta não damos para a ela o seu devido valor. Este bem, está enfrentando uma diminuição em seu volume para o consumo humano, principalmente por conta da má utilização e do crescimento da demanda.

A água constitui parte integrante do organismo humano, representando cerca de 70% da sua composição, indispensável ao desempenho de funções fisiológicas fundamentais (BRANCO, 1991).

A ONU - Organização das Nações Unidas - considera que o volume de água suficiente para a vida em comunidade e exercício das atividades humanas, sociais e econômicas, é de 2.500 metros cúbicos de água/habitante/ano. Em regiões onde a disponibilidade de água/habitante/ano está abaixo de 1.500 metros cúbicos, a situação é considerada crítica (KELMANN, 2004).

Segundo essa mesma Organização o setor que mais consome água em nosso país e em todo o mundo é a agricultura, que é essencial para a sobrevivência humana. Cerca de 70% de toda água potável disponível no mundo é utilizada para irrigação das lavouras, enquanto apenas 10% é utilizado para uso doméstico. Os outros 20% pelas indústrias. A ONU afirma que o uso da água irá crescer a uma taxa duas vezes maior do que o crescimento da população em relação ao último século. A previsão é que para 2025 já tenhamos esse aumento em 50% em países em desenvolvimento, o caso do Brasil, e de 18% nos desenvolvidos. Ela ainda traz dados do desperdício desse bem em nosso país, que pode variar entre 50% e 70% nas cidades em relação a toda água consumida.

De acordo com (VON SPERLING, 1995) o homem faz uso da água principalmente para os fins descritos abaixo:

- Irrigação;
- Abastecimento industrial;
- Abastecimento doméstico;
- Dessedentação de animais;
- Preservação da flora e fauna;



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

- Recreação e lazer;
- Geração de energia elétrica;
- Navegação;
- Diluição de despejos.

5.6 Escassez dos Recursos Hídricos

A problemática da falta de água é enfrentada praticamente por todos os países, não sendo diferente para o Brasil, com o crescimento desordenado, poluição dos rios, e a industrialização, que gera um aumento na demanda pela água, vem acarretando no aumento dessa escassez.

Nessa problemática, dados apresentam que cerca de 20% da população atualmente não tem acesso a água potável segura. A redução da água dos lençóis freáticos está se tornando comum e vem causando sérias adversidades, como a intrusão salina em zonas costeiras e a diminuição de oferta deste recurso para uso humano. A reserva mundial de água doce não pode ser aumentada. Cada vez mais pessoas estão se tornando dependentes de reservas limitadas de água doce que são cada vez mais poluídas. Segurança da água, como a segurança alimentar, está se tornando uma prioridade nacional e regional em muitas áreas do mundo (UNEP 2018).

Fatores relevantes que tem influência direta no agrave é a desigualdade social, e a falta de um uso sustentável desse recurso. A ONU traz alguns números que representa o acréscimo de poder ao controlar a água. Em países do Continente Africano, onde a média de consumo de água por pessoa é de dezenove metros cúbicos/dia, ou de dez a quinze litros/pessoa, se encontra um dos mais elevados índices de pobreza. Já em Nova York, situada em um país considerado desenvolvido, há um consumo exagerado de água doce tratada e potável, onde um cidadão chega a gastar dois mil litros/dia.

Outro fator que vem a aumentar essa carência, são mudanças climáticas que está sofrendo o nosso planeta, que estão levando a efeitos de redução das épocas de precipitação e o aumento da sua intensidade, dificultado a penetração da mesma nos lençóis freáticos. A mudança climática refere-se à variação do clima global ou regional ao longo do tempo.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Descreve a variabilidade da média no estado da atmosfera ao longo de períodos de tempo que vão desde de décadas a milhões de anos. Estas variações podem ser causadas por processos internos na Terra ou por forças externas tais como variações na intensidade da luz do sol e, mais recentemente, a atividade humana. No contexto, o termo mudanças climáticas frequentemente se refere às mudanças no clima moderno que são provavelmente causadas, em parte, pela ação humana.

Figura 02 - Por volta de 2025, dois terços da população mundial pode estar sujeito a escassez de água



Fonte: <http://www.unep.or.jp/ietc/publications/urban/urbanenv-2/index.asp>

5.7 Caracterização climática da área de estudo

A cidade de Palmas - TO está inserida numa região com altas temperaturas, praticamente o ano todo, sendo que as normais climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) demonstram que a temperatura máxima média é de 32,1°C e a mínima média é de 19,4°C, gerando uma temperatura média anual em torno de 25°C (RAMOS et al, 2009).



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Segundo Souza (2010), no estado em estudo, Tocantins, a gênese climáticas atuantes são tropicais, equatoriais e eventualmente as polares, contudo as polares estão em avançado estado de tropicalização, não tendo grande influência no clima do estado. Sendo que as temperaturas mais baixas estão nas proximidades do solstício de inverno (em situação de estabilidade, implicando em aumento da amplitude térmica) e em episódios pontuais no período de primavera verão, com sequências de dias chuvosos.

Com informações obtidas através de um estudo climático de Palmas, observamos que a umidade relativa de Palmas sofre grandes variações durante os períodos do ano, chegando a atingir níveis críticos em determinadas estações. A Tabela 06 utiliza as informações do Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE), para mostrar a média de cada mês, da umidade relativa do ar na cidade em estudo.

Tabela 06 – Umidade relativa média de Palmas

MÊS DE ESTUDO	UMIDADE RELATIVA DO AR
JANEIRO	80%
FEVEREIRO	82%
MARÇO	83%
ABRIL	80%
MAIO	74%
JUNHO	64%
JULHO	54%
AGOSTO	48%
SETEMBRO	52%
OUTUBRO	69%
NOVEMBRO	75%
DEZEMBRO	79%

Fonte: Adaptado INPE (Instituto Nacional de Pesquisa Espacial)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

5.8 Patologias decorrentes do gotejamento da Água

Desde os primórdios da civilização o homem tem se preocupado com a construção de estruturas adaptadas às suas necessidades, com isso a humanidade acumulou um grande acervo científico ao longo dos séculos, o que permitiu o desenvolvimento da tecnologia da construção, abrangendo a concepção, o cálculo, a análise e o detalhamento das estruturas. Apesar disto e por ainda existirem limitações ao desenvolvimento científico e tecnológico, além das inevitáveis falhas involuntárias, têm-se constatado que algumas estruturas acabam por ter desempenho insatisfatório, gerando as patologias da construção civil (RIPPER; SOUZA, 1998).

Os problemas relacionados com a umidade nas edificações, sempre trazem um grande desconforto e degradam a construção rapidamente, sendo as soluções destes problemas extremamente onerosas. O aparecimento frequente de problemas ocasionados por umidade é decorrência das características construtivas adotadas assim como os novos materiais e sistemas construtivos empregados que muitas vezes não são executados corretamente, e a falta de manutenção e limpeza em locais onde há possibilidade de acúmulo de água da chuva e umidade. Por outro lado, as técnicas de projetar trabalhos de manutenção não evoluíram, dando importância por parte dos interessados na construção civil, apenas ao projeto estrutural e de instalações elétricas e hidráulicas. Essa postura já está sendo modificada atualmente, surgindo uma cultura de realização de manutenções preventivas em edificações a fim de diminuir os níveis de surgimento de manifestações devido a problemas dos sistemas de impermeabilização (SOUZA, 2008).

As patologias das impermeabilizações podem ser dos mais variados tipos, dentre os principais pode-se citar a corrosão dos elementos de aço componentes da edificação, degradação do concreto por dissolução de sais e lixiviação, degradação de forros e elementos de gesso através de bolor ou descolamento da pintura, desagregação dos elementos de argamassa decorrente da perda gradual do caráter aglomerante do cimento, desagregação dos blocos cerâmicos por exagerados níveis de pressão hidrostática interna, eflorescências e estalactites causadas por gotas provenientes de acúmulos de água, crescimento de vegetação e formação de vesículas (DO CARMO, 2003).



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

O gotejamento desta água oriunda do Ar Condicionado, em sua grande maioria não apresenta problemas danosos para a estrutura, contudo se negligenciado pode gerar danos ao revestimento, danificação da pintura, lixiviação das peças estruturais, expor a estrutura de aço, corroendo a mesma, o que acarretará em perda de resistência da estrutura.

5.9 Sistema de Condicionamento de Ar

Para melhorar o entendimento do aproveitamento da água oriunda dos aparelhos de ares condicionado iremos entender inicialmente os princípios básicos de seu funcionamento, e como essa água é gerada. Este sistema engloba a refrigeração e aquecimento do ar, manipulando a temperatura ambiente de onde está instalado, buscando o conforto térmico para o usuário.

O sistema de ar condicionado do tipo Split, que do inglês significa separado, é composto por dois dispositivos, um instalado na parte interna do ambiente a ser refrigerado o outro na parte externa. Estes dois aparelhos têm funções distintas, o evaporador localizado internamente, funciona tragando o ar ambiente que passa pelo filtro, para a retirada das impurezas existentes no ar, em seguida passa pela serpentina do evaporador, que está refrigerada a uma temperatura entre 0°C e 5°C, onde o ar em contato com a serpentina perde temperatura quente voltando para o ambiente refrigerado.

Nesta troca de calor fica armazenado na serpentina do evaporador a temperatura quente retirada do ar ambiente, que usando fluídos na forma de gás conduz essa temperatura ao segundo dispositivo. Este por sua vez é fixado na parte externa do ambiente, chamado de condensadora, e tem a função de refrigerar este gás e manda-lo novamente para a evaporadora. O processo que ocorre dentro da condensadora se inicia na chegada do gás oriundo da parte interna, este chega com uma temperatura mais elevada e precisa ser refrigerado. A condensadora usa um compressor para sugar o fluído, que é lançado em uma segunda serpentina, que dessa vez exerce uma função diferente da anterior, dissipando para o ambiente externo, com auxílio de um ventilador, a temperatura quente. Este ar, agora refrigerado, volta para o aparelho interno completando o ciclo.

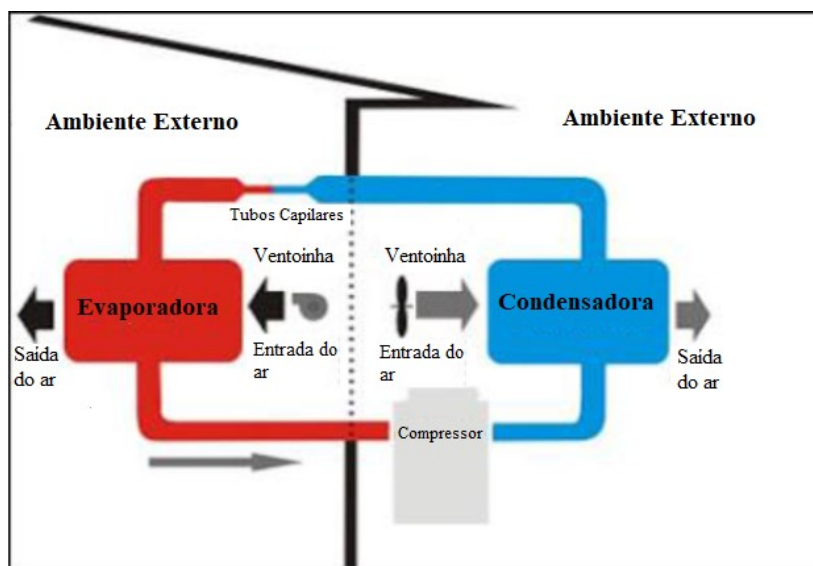


MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Para o controle da temperatura que foi programado é realizado uma leitura por meio de sensor localizado no evaporador, que tem a função de armar e desarmar o compressor, assim o mesmo controla a temperatura interna do ambiente. Na mudança de temperatura ambiente o compressor é novamente acionado fazendo com que circule o gás refrigerante dentro do sistema, que é constituído basicamente pelo compressor, condensador, evaporador e motor ventilador.

A função do fluido no processo ocorre absorvendo o calor do ar (troca de calor), que através do contato com o mesmo muda de estado e torna-se gás, posteriormente passando pelo compressor que o comprime até que, sob alta pressão, ele se torna um gás quente, a 52 °C. Em seguida é direcionada para a serpentina da condensadora perdendo temperatura. Desta maneira, ele se torna líquido novamente mesmo antes de chegar aos 7°C, pois está sob alta pressão. Finalmente, esse entra em uma válvula de expansão, onde o líquido perde pressão rapidamente, fazendo com que o fluido se resfria até os 7°C que o mantém em estado líquido. Os fluidos mais utilizados para esse processo são os HCFC R-22 e o HFC R410A. O tipo de fluido refrigerante varia de acordo com modelo e marca de cada aparelho. Todo este processo pode ser claramente visualizado na Figura 03.

Figura 03 - Imagem representativa do princípio de funcionamento de ar condicionado



Fonte: A. DIAS AR CONDICIONADO.



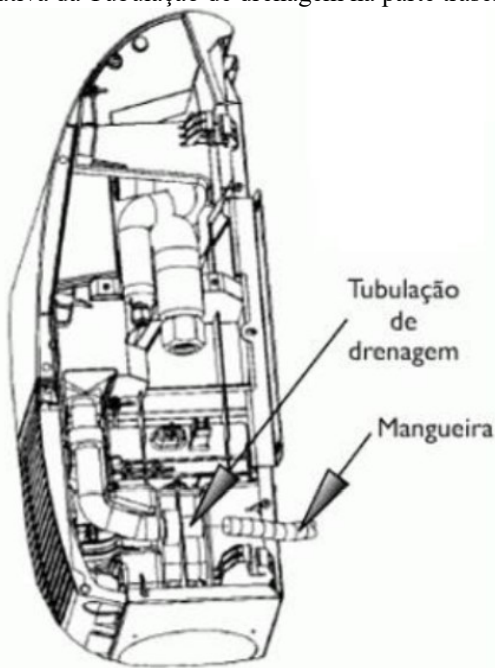
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

É durante a passagem do ar pela serpentina do evaporador, que por contato sofre mudança de temperatura, que ocorre a sua condensação gerando água que é direcionada para tubulação que a escoa para o ambiente externo.

5.10 Sistema de Drenagem

Os dois tipos mais utilizados de dreno são para aparelhos tipo Split e aparelhos tipo janela, sendo que este último está entrando em desuso. Os aparelhos que são empregados nas dependências da instituição são predominantes do tipo Split, sendo desse tipo o utilizado nos blocos de estudo. Nesse tipo de aparelho a drenagem é feita obrigatoriamente por meio de dutos, partindo da evaporadora, localizada na parte interna e direcionando para o ambiente externo. Na unidade interna, recomenda-se usar o lado direito para saída de dreno, enquanto as demais tubulações ficam do lado esquerdo da evaporadora. A saída da tubulação de dreno fica na parte traseira da lateral plástica do aparelho, conforme pode ser observado na Figura 04.

Figura 04 – Imagem representativa da Tubulação de drenagem na parte traseira da lateral do aparelho



Fonte: FAZFÁCIL Dicas & Manutenção.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Um fator de fundamental importância que deve se ter em mente na hora de efetuar a instalação desse dreno, é que o mesmo escoar a água através da gravidade. Portanto deve se atentar as inclinações necessárias para o escoamento do líquido para o ambiente externo, sendo que a má instalação pode resultar na diminuição na efetividade da drenagem. Na figura 05 a seguir está exemplificado a maneira certa e a errada da configuração da tubulação do dreno.

Figura 05 – Imagem representativa instalação do dreno para aparelho do tipo Split.



Fonte: WEB AR CONDICIONADO.

5.11 Modelos e sistemas de ares condicionados

O modelo Piso-teto, fornece a possibilidade de instalação tanto no teto quanto no piso, podendo variar sua capacidade entre 18.000 e 80.000 Btus/h, sendo este modelo utilizado para o resfriando de grandes ambientes, (SOARES, 2014).

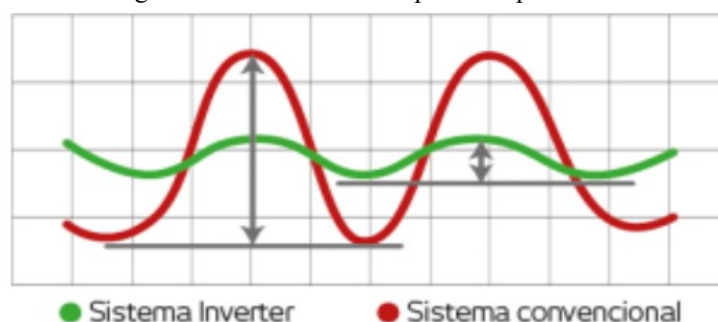


MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

O aparelho de resfriamento tipo hi-wall é utilizado para a climatização de pequenas áreas, sendo instalados próximos do teto, com poder de resfriamento medido em Btus com variação de 7.000 à 30.000. Uma de suas vantagens em relação aos demais modelos, está ligada na baixa geração de ruídos e economia no funcionamento, (ANTONOVICZ e WEBER, 2013).

O sistema de resfriamento inverter, disponíveis em vários modelos de ares condicionado, se diferencia dos sistemas comuns por manter o compressor sempre em funcionamento regulando apenas sua rotação, o que mantém a temperatura do ambiente com uma pequena variação. Este sistema inteligente, é mais econômico por não apresentar picos de funcionamento por parte do compressor. Na Figura 06, traz o funcionamento dos compressores no sistema inverter e no convencional.

Figura 06: Funcionamento aparelho tipo inverter



Fonte: Komeco, 2016

5.12 Tubulações de água fria

O dimensionamento das tubulações de água fria seguirá o critério do consumo máximo provável preconizado pela ABNT NBR 5626:1998, porém serão realizadas adaptações para adequar ao tipo de sistema na qual será empregada. A norma fornece um roteiro e uma planilha de cálculo para o dimensionamento das tubulações, contendo o passo a passo, conceitos e recomendações, tais como: a identificação do trecho de tubulação a ser dimensionado, a soma dos pesos alimentados pelo trecho, a vazão estimada dos trechos, o cálculo do diâmetro dos trechos, o cálculo da velocidade em cada trecho, a perda de carga



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

acidental e distribuída, entretanto as pressões disponíveis nos pontos de utilização serão obtidas em função da cota no reservatório de nível e/ou de acumulação do volume coletado, pois diferentemente do sistema convencional a coleta de água dos ares será feita por gravidade, então o conduto funcionará como conduto livre.

6. PROCEDIMENTO METODOLÓGICOS

6.1 Caracterização do local escolhido para estudo de caso

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 07: 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 pias, bebedouros e em torneiras onde são empregadas para higienização dos ambientes e irrigação de jardins.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

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**.

6.2 Metodologia empregada no trabalho

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

Na **2º fase**, foi realizado um levantamento quantitativo do volume de água gerado pelos aparelhos de ares condicionados 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 08, 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.



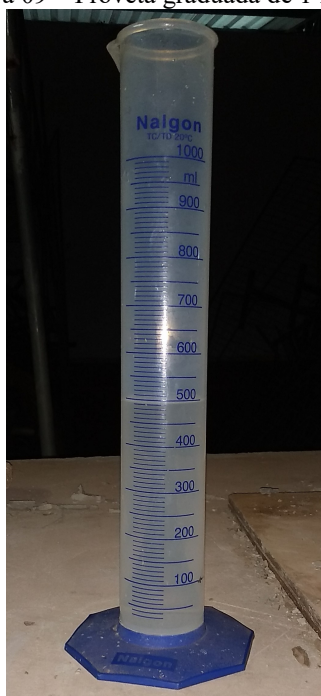
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Figura 08 – Instalação do dreno para coleta de dados



Para a aferição do volume de água armazenada nos recipientes foi utilizado a proveta graduada. Na Figura 09, apresenta a proveta utilizada para medição do volume.

Figura 09 – Proveta graduada de 1 litro





MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Na **1º 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 **2º 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 **3º 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 do 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 10. Para medir o volume de água gerado, assim como nas outras etapas, foi utilizado a proveta graduada. A

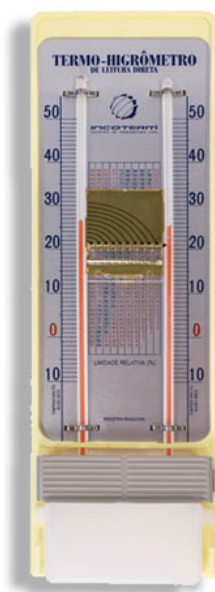


MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

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 10 – Termo Higrômetro modelo 5203.03.0.00



6.3 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 mesmo 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 07.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Tabela 07 – Dados coletados bloco 14 sala 05

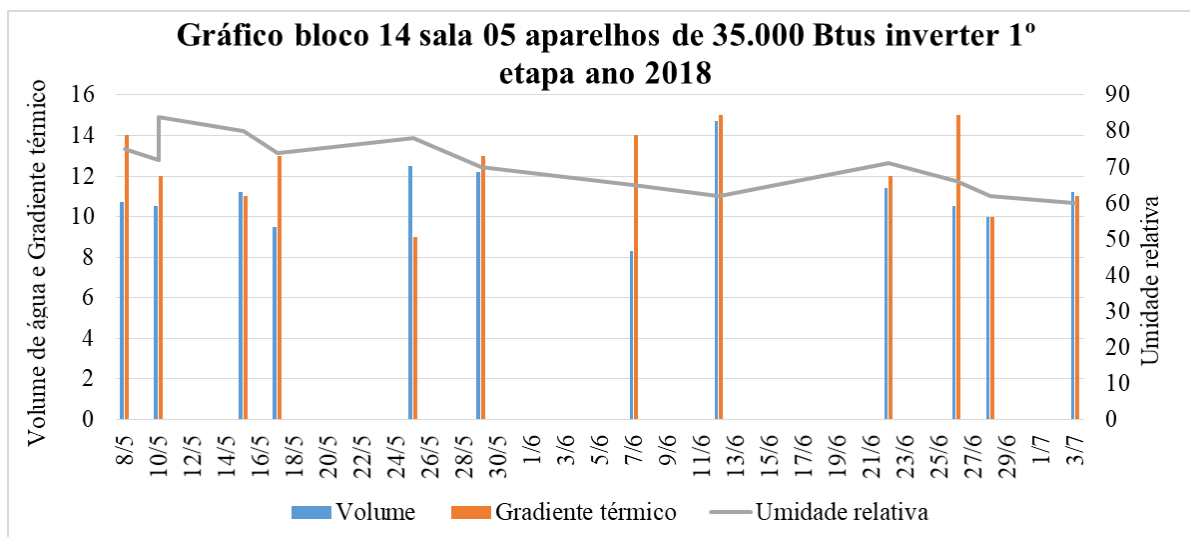
DATA	HORÁRIO	TEMP. APARELHO	UMIDADE RELATIVA	TEMP. AMBIENTE	VOLUME (L)
08/05/2018	07:30 à 22:00	18°	75%	32°	10,7
10/05/2018	07:30 à 22:01	18°	72%	30°	10,5
15/05/2018	07:30 à 22:02	18°	80%	29°	11,2
17/05/2018	07:30 à 22:03	18°	74%	31°	9,5
25/05/2018	07:30 à 22:04	18°	78%	27°	12,5
10/05/2018	07:30 à 22:05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



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

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



Na 2ª etapa do levantamento quantitativo, obtidos nos ambientes do bloco 8, persistiram a não uniformidade no volume de água gerado, como demonstrado na Tabela 08. 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 08 – Volumes de água gerados nos equipamentos monitorados no bloco 8

Dia da Medição	Volume (L)	Período de medição	Umidade do ar	Temp. Ambiente	Temp. Aparelho	Ar condicionado
06/08/18	10,85	14:00-18:00	29%	33°	16	Coordenação
06/08/18	0,88	-	29%	33°	16	Materiais
07/08/18	4,71	10:00-12:00	27%	36°	16	Coordenação
07/08/18	2,53	-	27%	36°	16	Materiais
07/08/18	15,12	14:00-18:00 18:30-20:00	45%	28°	26	Coordenação
07/08/18	0,5		45%	29°	20	Materiais
08/08/18	10,12	08:00-12:00	29%	34°	20	Coordenação
08/08/18	0,85	09:00-12:00	29%	34°	20	Materiais
08/08/18	12,88	14:00-18:00 19:00-20:00	43%	29°	20	Coordenação



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Cont. Tabela 08

Dia da Medição	Volume (L)	Período de medição	Umidade do ar	Temp. Ambiente	Temp. Aparelho	Ar condicionado
08/08/18	2	-	43%	29°	20	Materiais
09/08/18	13	08:00-12:00	23%	37°	20	Coordenação
09/08/18	1,4	-	23%	37°	-	Materiais
14/08/18	21,35	08:00-12:00	59%	34°	24	Coordenação
14/08/18	10,35	08:00-12:00	59%	34°	20	Materiais
14/08/18	13	14:00-18:00	55%	32°	24	Coordenação
14/08/18	0	-	-	-	-	Materiais
15/08/18	22,55	08:00-12:00 14:00-18:30	59%	35°	24	Coordenação
15/08/18	10,45	08:00-12:00	59%	35°	20	Materiais
16/08/18	0	-	34%	34°	-	Coordenação
16/08/18	10,36	08:00-12:00	34%	34°	20	Materiais
21/08/18	13,2	09:00-12:00	35%	35°	22	Coordenação
21/08/18	0	-	-	-	-	Materiais
22/08/18	24,59	08:00-12:00	35%	36°	20	Coordenação
22/08/18	6,7	08:00-11:00	35%	36°	20	Materiais
29/08/18	22,85	08:00-12:00	33%	33°	20	Coordenação
29/08/18	7,35	09:00-11:00	32%	33°	20	Materiais
30/08/18	13,2	14:00-18:00	29%	29°	20	Coordenação
30/08/18	0	-	29%	29°	20	Materiais

Os Gráficos 02 e 03, representam os dados coletados apresentados na Tabela 08. 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.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

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

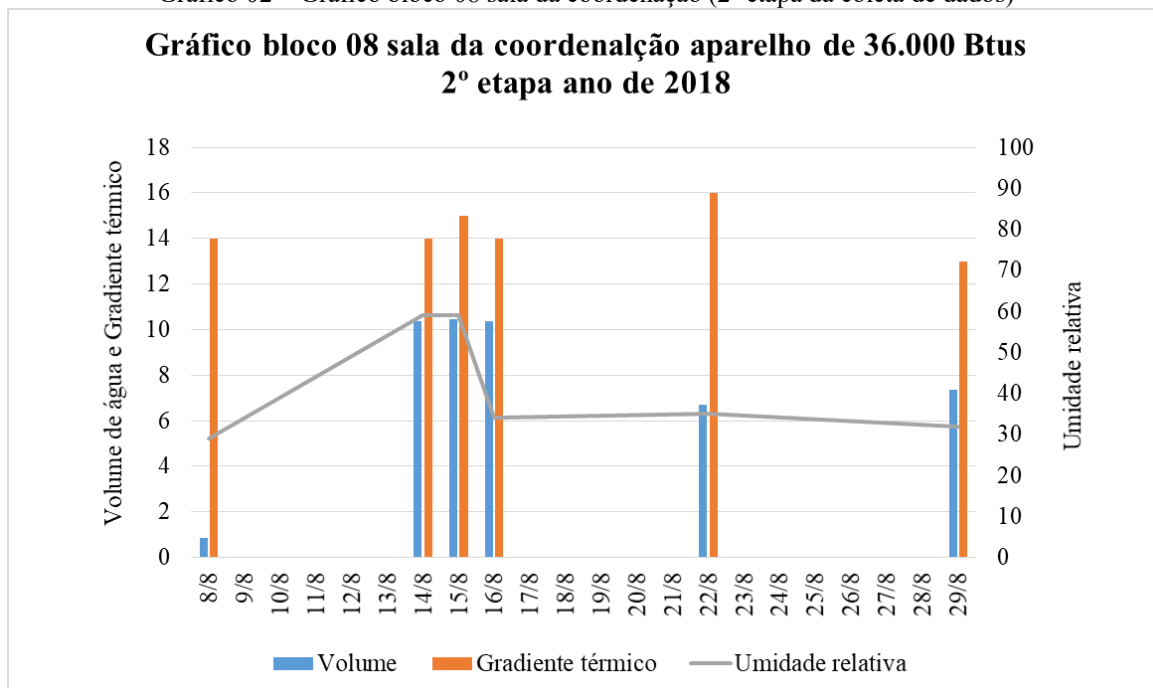
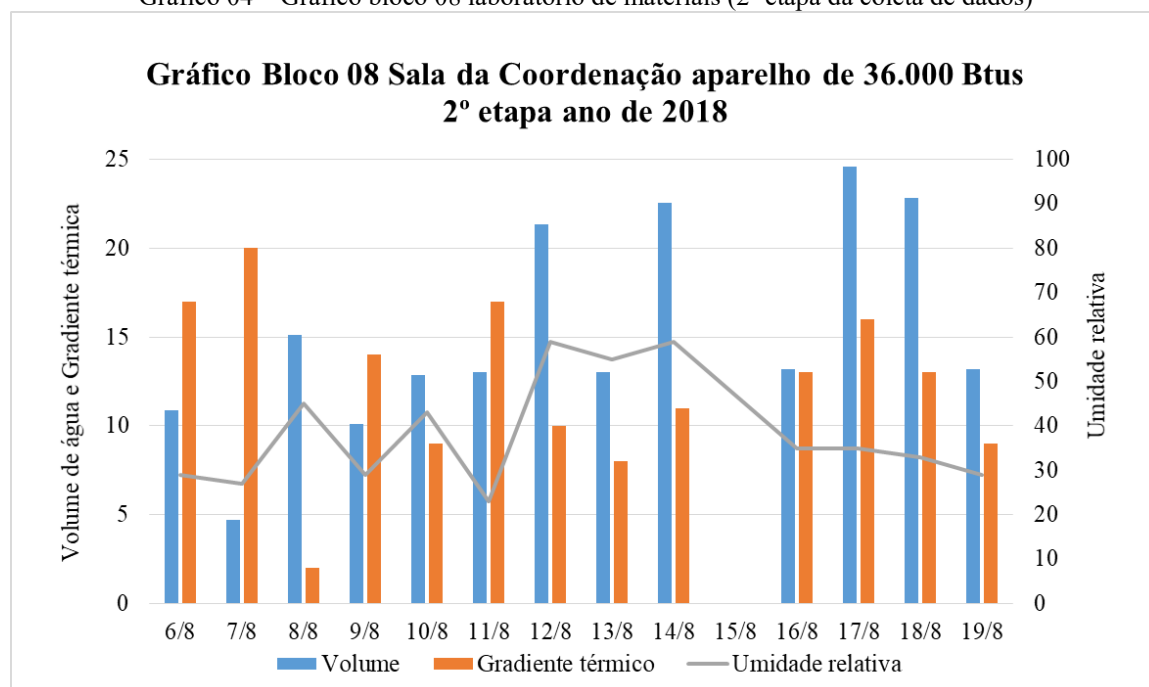


Gráfico 04 – Gráfico bloco 08 laboratório de materiais (2º etapa da coleta de dados)





MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

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 09, 10 e 11.

Tabela 09- Coleta dos dados do bloco 16

DATA	HORÁRIO	VOLUME (L)	UMIDADE	TEMP. APARELHO	TEMP. AMBIENTE
15/03/2019	16:17 à 17:17	4,1	88%	18°	33°
18/03/2019	14:53 à 15:53	3,0	67%	18°	34°
18/03/2019	15:56 à 16:56	3,5	67%	18°	34°
21/03/2019	13:56 à 14:56	3,94	79%	18°	33°
21/03/2019	15:00 à 15:40	-	79%	18°	33°
21/03/2019	15:40 à 16:40	4,650	85%	18°	29°
25/03/2019	14:28 à 16:28	6,7	92%	20°	27°

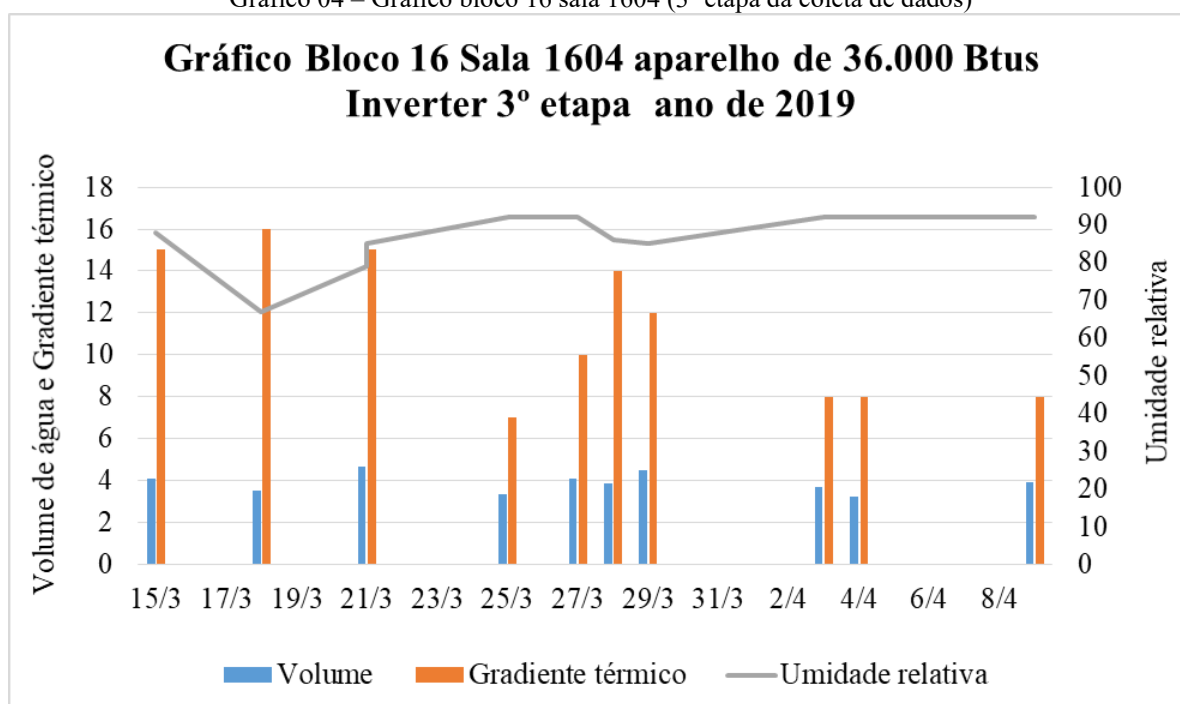


MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Cont. Tabela 09

DATA	HORÁRIO	VOLUME (L)	UMIDADE	TEMP. APARELHO	TEMP. AMBIENTE
25/03/2019	16:30 à 18:30	1,1	92%	-	27°
27/03/2019	14:30 à 17:30	12,25	92%	18°	28°
28/03/2019	13:55 à 16:55	11,65	86%	18°	32°
29/03/2019	14:20 à 18:20	13,5	85%	18°	30,5 °
03/04/2019	14:11 à 18:11	14,8	92%	20°	28°
04/04/2019	14:25 à 18:25	13	92%	20°	28°
09/04/2019	14:30 à 17:30	11,8	92%	20°	28°

Gráfico 04 – Gráfico bloco 16 sala 1604 (3º 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



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

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 10- 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%	17°	33°
18/03/2019	14:45 à 15:45	2,64	67%	18°	34°
18/03/2019	15:50 à 16:50	2,35	67%	18°	34°
20/03/2019	15:53 à 16:53	2,4	85%	17°	28°
20/03/2019	16:57 à 17:57	2,62	85%	17°	28°
20/03/2019	18:04 à 19:43	4,0	85%	17°	28°
21/03/2019	13:43 à 14:43	4,74	85%	17	30°
21/03/2019	14:52 à 15:52	2,82	85%	17°	30°
21/03/2019	15:56 à 16:56	3,0	92%	17°	27°
25/03/2019	14:18 à 16:18	6,15	92 %	19°	26°
25/03/2019	16:20 à 18:20	4,5	92 %	24°	26°
27/03/2019	14:55 à 17:55	8,6	92 %	17°	27°
28/03/2019	14:12 à 17:12	8,55	85 %	17°	32°
29/03/2019	14:10 á 18:10	9,80	78 %	17°	30°
03/04/2019	14:00 à 18:00	11	85%	17°	30°
04/04/2019	14:12 à 18:12	10,3	92%	17°	27°
09/04/2019	14:22 à 17:22	8,5	92%	17°	27°

Os dados obtidos da Tabela 10, foram representados no Gráfico 05.

Nos dados obtidos do ar condicionado do laboratório de hidráulica, aparelho de 18.000 Btus, Tabela 10, 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.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

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

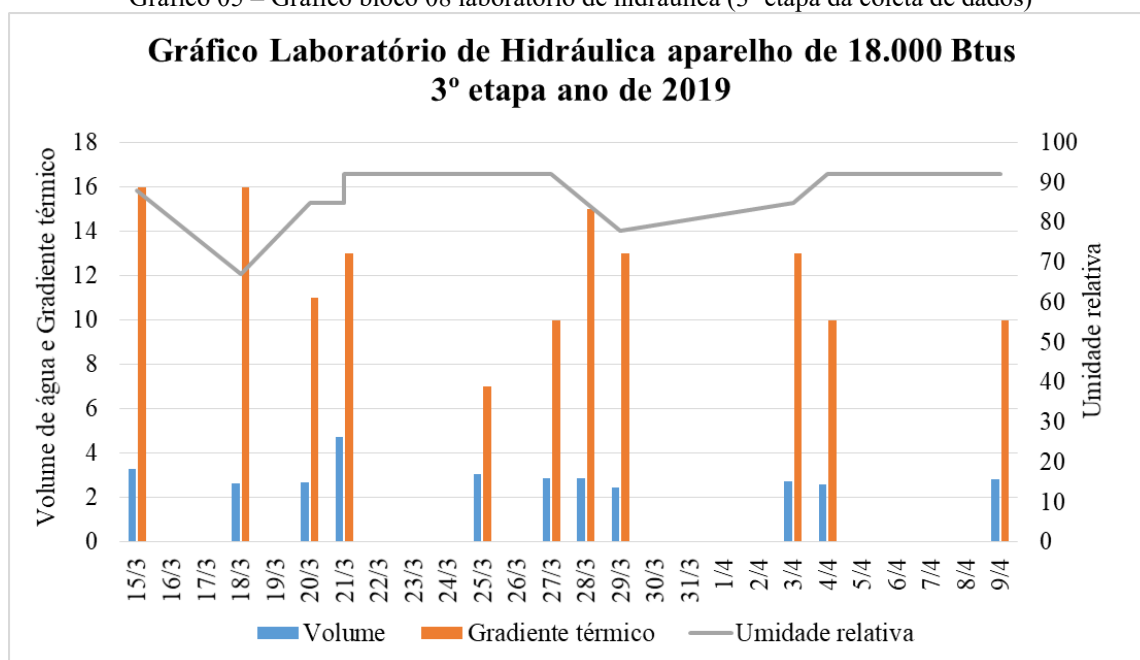


Tabela 11 - Coleta dos dados do bloco 08 coordenação

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

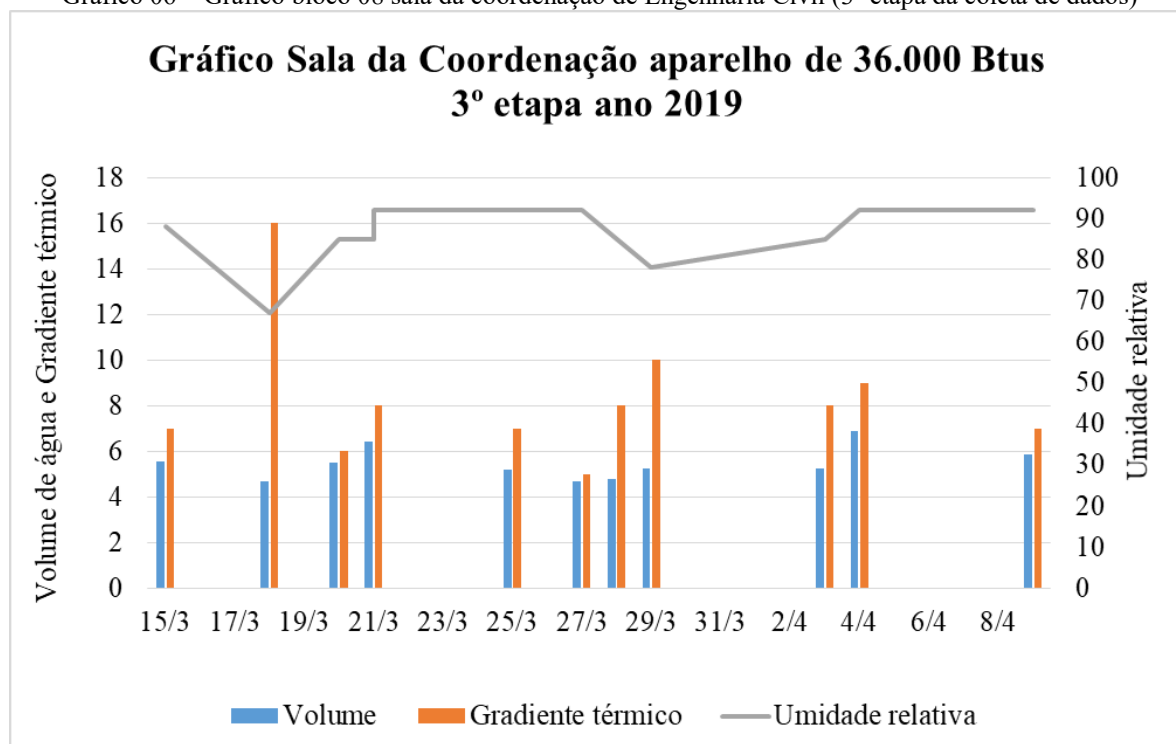


MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Cont. Tabela 11

DATA	HORÁRIO	VOLUME (L)	UMIDADE	TEMP. APARELHO	TEMP. AMBIENTE
27/03/2019	14:55 à 17:55	14,10	92%	22°	27°
28/03/2019	14:12 à 17:44	14,40	85%	22°	30°
29/03/2019	14:10 à 17:40	18,4	78 %	20°	30°
03/04/2019	14:00 à 18:00	21	85%	22°	30°
04/04/2019	14:11 à 18:11	27,5	92%	18°	27°
09/04/2019	14:20 à 17:20	17,65	92%	20°	27°

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



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

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.

7.0 DIMENSIONAMENTO

A partir dos resultados obtidos foi possível estabelecer a produção média de água produzida por hora trabalhada, e com essas informações foram feitos pré-dimensionamento das unidades de coleta e armazenamento das unidades de ares condicionados dos blocos estudados.

7.1 Reservatórios

Os dimensionamentos dos reservatórios foram realizados considerando a geração de cada ar condicionado estudado, os valores adotados foram calculados através da média das medições diárias. Para fins de dimensionamento dos reservatórios, foi considerado um horário de funcionamento de 8 horas diárias, tendo em mente que algumas salas têm carga horária superior e outras o oposto, foi utilizado esta agenda de funcionamento como um valor de ponderação. Não foi realizado um estudo mais aprimorado em relação aos horários específicos de funcionamento de cada sala, pois as mesmas sofrem alterações nas trocas de semestres.

O reservatório do Bloco 08, foi dimensionado considerando que os ares funcionarão 8 horas por dia. O bloco em questão **conta com 3 ares de 36.000 Btus** e 10 aparelhos de 18.000 Btus, a Tabela 12 apresenta como foi realizado tal dimensionamento. Para o bloco foi considerado um uso da água diário, tendo em vista que higienização dos ambientes do mesmo é realizado todos os dias. Encontrado um valor médio coletado 353,11 Litros, o reservatório indicado para o sistema é de 500 Litros.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Tabela 12 – Dimensionamento reservatório bloco 08

VOLUME MÉDIO EM (l/h) DE APARELHOS DE 36.000 Btus	VOLUME MÉDIO EM (l/h) DE APARELHOS DE 18.000 Btus	QUANT. DE APARELHOS DE 36.000 Btus	QUANT. DE APARELHOS DE 18.000 Btus	CARGA HORÁRIA DIÁRIO (h)	PRODUÇÃO DIÁRIA (l)
5,27	2,83	3,00	10,00	8,00	353,11

Para o bloco **16** o reservatório seguiu a mesmo método de cálculo realizado no bloco 08. O bloco 16 possui todos os aparelhos de refrigeração iguais, sendo todos do tipo inverter de 36.000 Btus da marca Carrier, como já mencionado. Para a realização do dimensionamento foram contabilizados **14** aparelhos que atualmente estão todos em perfeito estado de funcionamento. A Tabela 13, traz os dados dos valores médios utilizados para a determinação da capacidade do reservatório. A mesma apresenta volume de 428,31 litros de água gerada por dia, com uma capacidade de armazenamento de até 2 dias, visto que as salas de aula ficam no piso superior e a higienização com água não é feita diariamente, assim o reservatório indicado para o sistema é o de 1.000 litros.

Tabela 13 – Dimensionamento reservatório bloco 16

VOLUME MÉDIO EM (l/h) DOS APARELHOS DE 36.000 Btus	QUANTIDADE DE APARELHOS DE 36.000 Btus	CARGA HORÁRIA DIÁRIO (h)	PRODUÇÃO DIÁRIA (l)
3,82	14,00	8,00	428,31

7.2 Tubulação de coleta de água e alimentação do reservatório.

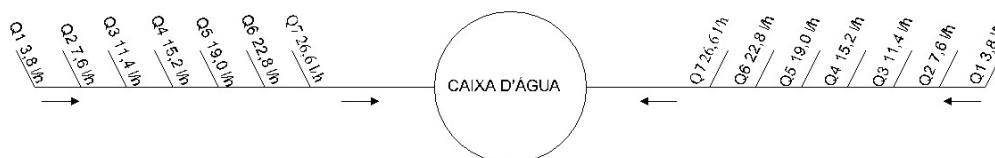
O pré-dimensionamento foi realizado admitindo que o sistema trabalhe como conduto livre à seção plena, adotando a velocidade mínima de 0,6 m/s, para se encontrar a seção mínima do tubo. Em seguida foi feita a aferição através do nomograma de pesos, vazões e diâmetro (apêndice 01), que relaciona as vazões e pesos, buscando correlacionar a vazão com soma das vazões e pesos, onde foi encontrado 0,1 unidade Hunter de contribuição, correspondendo ao diâmetro de ½ polegada.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

No bloco **16**, o dimensionamento foi realizado da mesma maneira que o do bloco 08. E novamente o diâmetro encontrado foi de ½ polegada. Conforme

Figura 15 – Representação sistema hidráulico bloco 16



Para fins de calculado foi utilizado velocidade do fluido de 0,6 m/s, consideração feita através de análise da água com base no estudo representado no item 5.2 deste trabalho, que à classifica como água azul, tendo baixa turbidez. Os cálculos deste dimensionamento estão representados na Tabela 14.

Tabela 14 – Pré-dimensionamento tubulação bloco16

VAZÃO (l/h)	VAZÃO (M³/S)	QUANTIDADE DE APARELHOS	VELOCIDADE (M/S)	DIÂMETRO (MM)
3,8	1,05556E-06	7	0,6	3,96

$$Q=V.A$$

Q = Vazão média de cada aparelho;

V = Velocidade de escoamento do fluido;

A = Área da seção.

$$A = (\pi.D^2)/4$$

D = Diâmetro

Por este método foi encontrado o diâmetro mínimo de 3,96mm, onde para o sistema seria adotado DN de ½ polegada, para aferição do pré-dimensionamento foi realizada verificação pelo nomograma de pesos, vazões e diâmetros, sendo confirmado DN de ½ polegada.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Para o bloco 8, o dimensionamento ocorreu de maneira similar, as mesmas considerações e as mesmas formulas foram utilizadas para o pré-dimensionamento que está representado na Tabela 15. A Figura 16 traz um esboço do sistema de drenagem.

Figura 16 – Representação sistema hidráulico bloco 08

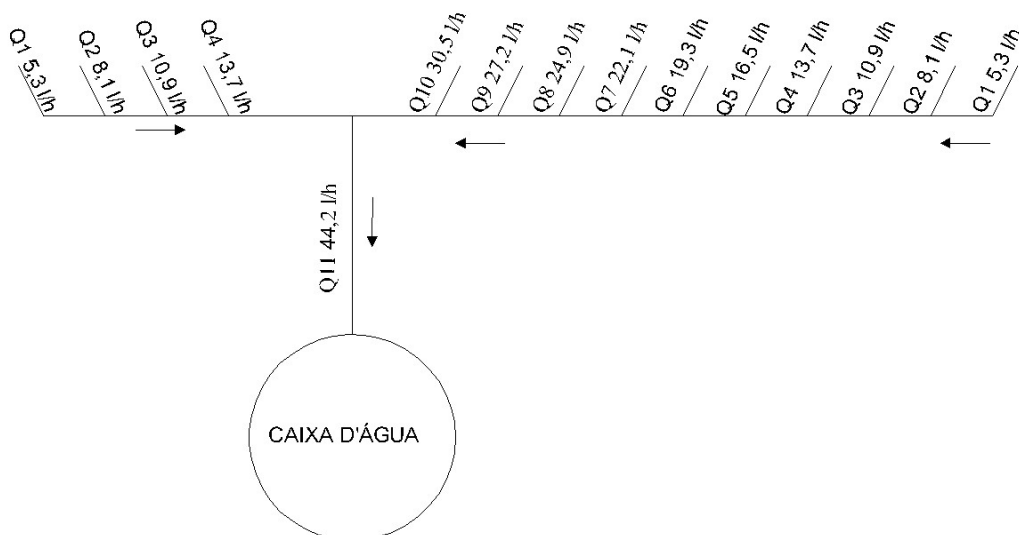


Tabela 15 – Pré-dimensionamento tubulação bloco 08

VAZÃO EM (l/h) APARELHOS 36.000 Btus	VAZÃO EM (l/h) APARELHOS 18.000 Btus	VAZÃO EM (m³/h) APARELHOS 36.000 Btus	VAZÃO EM (m³/h) APARELHOS 18.000 Btus
5,3	2,8	1,47222E-06	7,77778E-07
CÁLCULO DO PRÉ-DIMENSIONAMENTO DA TUBULAÇÃO DO BLOCO 08			
QUANTIDADE DE APARELHOS 36.000 Btus	QUANTIDADE DE APARELHOS 18.000 Btus	VELOCIDADE (m/s)	DIÂMETRO (mm)
2	12	0,6	4,62

O dimensionamento para o bloco 08, foi realizado na seção **Q11**, conforme apresentado na Tabela 17, apresentando maior geração de água, recebendo toda a vazão do



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

sistema. O diâmetro mínimo encontrado para os tubos foi de 5,11mm, então desta forma toda a tubulação foi dimensionada com o DN de 20 mm.

8. 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.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

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.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

9. 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.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

10. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

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.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

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-de-conteudos/documentos/relatorios-de-gestao-do-campus-palmas/relatorio-de-gestao-resumido-2010-2018.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=anomalTempMediaAnual>>. 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-como-funciona.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



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

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” (2ªEdição); 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>. 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.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
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%ADstico-
em-Palmas-Brasil-durante-o-ano](https://pt.weatherspark.com/y/30127/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Palmas-Brasil-durante-o-ano)>. Acessado em 27 de novembro de 2018.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

11. ANEXOS

ANEXO 1 – PROJETO HIDRÁULICO DE SISTEMA DE DRENAGEM DOS APARELHOS DE ARES CONDICIONADOS

- PROJETO HIDRÁULICO BLOCO 08 IFTO - CAMPUS PALMAS PRANCHA 1/1
- PROJETO HIDRÁULICO BLOCO 16 IFTO - CAMPUS PALMAS PRANCHA 1/1

ANEXO 2 – LISTA DE MATERIAIS E ORÇAMENTO DO SISTEMA PROPOSTO

11.2.1 Lista de materiais

LISTA DE MATERIAIS			
Itens	Descrição	Quantidade	Unidade
1	Torneira de Jardim 25mmx3/4"	1	pç
2	Adapt. Sold. c/ flange livre p/ cx. 25mmx3/4"	4	pç
3	Joelho 90° soldável 25mm	2	pç
4	Luva soldável 25mm	5	pç
5	Tubo 25mm	22,35	m
6	Joelho 90° Soldável com bucha de latão 25mmx3/4"	1	pç
7	Torneira de jardim 20mmx1/2"	2	pç
8	Adapt. Sold. c/ flange livre p/ cx. D'água 20mmx1/2"	19	pç
9	Adapt. Sold. Longo c/ flange p/ cx. D'água 20mmx1/2"	16	pç
10	Adapt. Sold. Longo c/ flange p/ cx. D'água 25mmx3/4"	1	pç
11	Curva 45 Soldável 25mm	1	pç
12	Curva 45 Soldável 20mm	1	pç
13	Joelho 90° Soldável 20mm	7	pç
14	Joelho 90° Soldável 25mm	4	pç
15	Tubos 20mm	162	m
16	Tê 90° Soldável 20mm	27	pç
17	Joelho 90° Soldável com bucha de latão 20mmx1/2"	2	pç
18	Reservatório cilíndrico polietileno 1.000L	1	pç
19	Reservatório cilíndrico polietileno 500L	1	pç



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

11.2.2 Planilha orçamentária

O orçamento foi realizado utilizando a lista de materiais extraída do projeto. O mesmo foi executado com base na tabela do Sinapi do mês de fevereiro. Não foi realizado cálculo para a composição do BDI, pois a instalação do sistema não terá fins lucrativos, a implantação ocorrerá pela equipe já contratada de manutenção, por isto, não foi considerado valor de mão de obra na composição da planilha orçamentária, onde está incluso apenas os valores dos insumos dos materiais hidráulicos.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

IMPLANTACÃO DE SISTEMA DE DRENAGEM DOS APARELHOS DE AR CONDICIONADO NOS BLOCOS 08 E 16, DO IFTO -										VALOR TOTAL	
1. INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM BLOCO 08 E 16										-	1.412,99
1.1. SISTEMA HIDRÁULICO										-	1.412,99
1.1.1.	SINAPH	7602	TORNEIRA METAL AMARELO COM BICO PARA JARDIM, PADRAO POPULAR, 1/2" OU 3/4" (REF 1128)	UN	3,00	13,29	0,00%	13,29	0,00%	13,29	39,87
1.1.2.	SINAPH	96	ADAPTADOR PVC SOLDADVEL, COM FLANGE E ANEL DE VEDACAO, 25 MM X 3/4", PARA CAIXA D'AGUA	UN	4,00	7,50	0,00%	7,50	0,00%	7,50	30,00
1.1.3.	SINAPH	3529	JOELHO PVC, SOLDADVEL, 90 GRAUS, 25 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	2,00	0,49	0,00%	0,49	0,00%	0,49	0,98
1.1.4.	SINAPH	3904	LUBA PVC SOLDADVEL, 25 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	5,00	0,53	0,00%	0,53	0,00%	0,53	2,65
1.1.5.	SINAPH	9868	TUBO PVC, SOLDADVEL, DN 25 MM, AGUA FRIA (NBR-5648)	M	22,35	2,50	0,00%	2,50	0,00%	2,50	55,88
1.1.6.	SINAPH	3524	JOELHO PVC, SOLDADVEL, COM BUCHA DE LATAO, 90 GRAUS, 25 MM X 3/4", PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	1,00	4,88	0,00%	4,88	0,00%	4,88	4,88
1.1.7.	SINAPH	7602	TORNEIRA METAL AMARELO COM BICO PARA JARDIM, PADRAO POPULAR, 1/2" OU 3/4" (REF 1128)	UN	2,00	13,29	0,00%	13,29	0,00%	13,29	26,58
1.1.8.	SINAPH	95	ADAPTADOR PVC SOLDADVEL, COM FLANGE E ANEL DE VEDACAO, 20 MM X 1/2", PARA CAIXA D'AGUA	UN	19,00	6,52	0,00%	6,52	0,00%	6,52	123,88
1.1.9.	SINAPH	001	ADAPTADOR PVC SOLDADVEL, LONGO, COM FLANGE LIVRE, 25 MM X 3/4" OU 20MM X 1/2", PARA CAIXA D'AGUA	UN	17,00	11,85	0,00%	11,85	0,00%	11,85	201,45
1.1.10.	SINAPH	1927	CURVA DE PVC 45 GRAUS, SOLDADVEL, 25 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL (NBR 5648)	UN	1,00	1,59	0,00%	1,59	0,00%	1,59	1,59
1.1.11.	SINAPH	1926	CURVA DE PVC 45 GRAUS, SOLDADVEL, 20 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL (NBR 5648)	UN	1,00	1,21	0,00%	1,21	0,00%	1,21	1,21
1.1.12.	SINAPH	3542	JOELHO PVC, SOLDADVEL, 90 GRAUS, 20 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	7,00	0,35	0,00%	0,35	0,00%	0,35	2,45
1.1.13.	SINAPH	3529	JOELHO PVC, SOLDADVEL, 90 GRAUS, 25 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	4,00	0,49	0,00%	0,49	0,00%	0,49	1,96
1.1.14.	SINAPH	9867	TUBO PVC, SOLDADVEL, DN 20 MM, AGUA FRIA (NBR-5648)	M	160,80	1,95	0,00%	1,95	0,00%	1,95	313,56
1.1.15.	SINAPH	3542	JOELHO PVC, SOLDADVEL, 90 GRAUS, 20 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	27,00	0,35	0,00%	0,35	0,00%	0,35	9,45
1.1.16.	SINAPH	3515	JOELHO PVC, SOLDADVEL, COM BUCHA DE LATAO, 90 GRAUS, 20 MM X 1/2", PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	2,00	3,82	0,00%	3,82	0,00%	3,82	7,64
1.1.17.	SINAPH	34636	CAIXA D'AGUA EM POLIETILENO 1000 LITROS, COM TAMPA	UN	1,00	339,96	0,00%	339,96	0,00%	339,96	339,96
1.1.18.	SINAPH	11871	CAIXA D'AGUA DE FIBRA DE VIDRO, PARA 500 LITROS, COM TAMPA	UN	1,00	249,00	0,00%	249,00	0,00%	249,00	249,00



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

12. APÊNDICE

12.1 Nomograma de pesos, vazões e diâmetros

