



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

COMUNIDADE EVANGÉLICA LUTERANA "SÃO PAULO"
Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607 - D.O.U. nº 202 de 20/10/2005

Rodrigo Pedroso Costa

**ESTUDO DO REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA PROVENIENTE DOS
CONDICIONADORES DE AR NA UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA DO
HOSPITAL OSVALDO CRUZ EM PALMAS- TO, UM ESTUDO DE CASO.**

Palmas – TO

2018

Rodrigo Pedroso Costa

**ESTUDO DO REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA PROVENIENTE DOS
CONDICIONADORES DE AR NA UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA DO
HOSPITAL OSVALDO CRUZ EM PALMAS- TO, UM ESTUDO DE CASO.**

Monografia apresentada como requisito parcial da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2 (TCCII) do curso de Engenharia Civil, orientado pelo Professor Dr. José Geraldo Delvaux Silva.

Palmas – TO

2018

Rodrigo Pedroso Costa

ESTUDO DO REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA PROVENIENTE DOS
CONDICIONADORES DE AR NA UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA DO
HOSPITAL OSVALDO CRUZ EM PALMAS- TO, UM ESTUDO DE CASO.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC II)
elaborado e apresentado como requisito parcial
para obtenção do título de bacharel em
Engenharia Civil pelo Centro Universitário
Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA). Orientador:
Dr.Sc. José Geraldo Delvaux Silva

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr.Sc. José Geraldo Delvaux Silva
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Prof. M.Sc. Carlos Spartacus da Silva Oliveira
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Prof. M.Sc. Mênfis Bernardes Alves

Palmas – TO

2018

RESUMO

PEDROSO, Rodrigo Costa, **ESTUDO DO REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA PROVENIENTE DOS CONDICIONADORES DE AR NA UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA DO HOSPITAL OSVALDO CRUZ EM PALMAS- TO, UM ESTUDO DE CASO**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas/TO, 2018.

A água é indispensável e necessidade primordial para a vida do ser humano e aos demais seres vivos. A qualidade da água não depende apenas do tratamento e distribuição adequada, mas também do armazenamento do produto. Este trabalho tem como objetivos: estudar a possibilidade do aproveitamento da água, proveniente do sistema de refrigeração de ar da UTI (Unidade de Terapia Intensiva) do Hospital Osvaldo Cruz, orçar o sistema de captação da água proveniente do sistema de ar condicionado da UTI, através do SINAPI, estudar a possibilidade de utilização da água proveniente de ar condicionado para usos não potáveis, calcular a economia gerada com o aproveitamento da água proveniente de ar condicionado. A UTI do Osvaldo Cruz disponibiliza de nove condicionadores de ar. Foi mensurada a quantidade de água liberada por esses condicionadores, utilizando um recipiente, durante um período 10 minutos, com a utilização de um cronômetro. Obtido o volume, dimensionou-se o sistema de captação, utilizando o Programa HYDROS. A captação de água mensal no sistema foi de 12,57 m³, e o tempo necessário para o reembolso do investimento é de 8 meses e 13 dias, e o que acarretará uma economia de 278,75 reais mês para a UTI.

Palavras- chave: SINAPI, UTI Hospital Osvaldo Cruz, Hydros.

ABSTRACT

Water is indispensable and a primordial necessity for the life of the human being and other living beings. Water quality depends not only on proper treatment and distribution, but also on product storage. The objective of this study is to study the possibility of using the water from the air cooling system of the ICU (Intensive Care Unit) of Osvaldo Cruz Hospital, to budget the system for collecting water from the ICU's air conditioning system, through SINAPI, to study the possibility of using water from air conditioning for non-potable uses, to calculate the savings generated by using water from air conditioning. Osvaldo Cruz's ICU has nine air conditioners. The amount of water released by these conditioners was measured using a vessel for a period of 10 minutes using a stopwatch. Once the volume was obtained, the capture system was designed using the HYDROS Program. The monthly water intake in the system was 12.57 m³, and the time required for the reimbursement of the investment is 8 months and 13 days, which will result in a saving of 278.75 reais a month for the ICU.

Key words: SINAPI, ICU Hospital Osvaldo Cruz, Hydros.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE QUADROS.....	7
1. INTRODUÇÃO	10
1.1 Objetivos.....	11
1.1.1 Objetivo Geral	11
1.1.2 Objetivos Específicos	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 Água	13
2.2 Estimativa de Demanda Industrial de Água Potável	13
2.3 Características Químicas da Água	14
2.4 Aspectos Físicos.....	17
2.5 Desenvolvimento Sustentável.....	17
2.6 Reaproveitamento da água.....	18
2.7 Condensadores de ar	19
2.8 Programa AltoQi Hydros	20
2.9 O EBERICK	20
2.10 Sistemas Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI).....	21
2.11 Demanda de água	21
2.12 O desperdício de água potável	22
3. METODOLOGIA	25
3.1 Caracterizações da Área de Estudo	25
3.2 Procedimentos para Coleta de Amostras	26
3.3 Tipo do sistema captação	26
3.4 Reservatório	26
3.5 Distribuição	26
3.6 Orçamentos do sistema	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	32

4.1 Quadro de quantificação da produção da água, pelos condicionadores de ar.	32
4.2 Comparação com o consumo de água da Unidade de Terapia Intensiva, com o reaproveitamento da água dos condicionadores de ar.	34
4.3 Orçamento do sistema.....	37
5. CONCLUSÃO	40
6. REFERÊNCIAS	41
ANEXOS	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Localização dos condensadores de ar da UTI.	25
Figura 2– Local denominado DML	27
Figura 3 - Corredor do Hospital, onde será utilizada a água reaproveitada.	28
Figura 4- Jardim do Hospital, onde será utilizada a água reaproveitada.....	28
Figura 5– Mostra a página do SINAP em PDF.....	29
Figura 6 – Ar condicionado de 58000 BTUS Carrier.	35
Figura 7 – Amostra do condicionador de ar 58000 BTUS Carrier.	35
Figura 8 – Amostra do condicionador de ar 55000 BTUS komecco.....	36
Figura 9 – Amostra do condicionador de ar 55000 BTUS komecco.....	36

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Quantificação da produção de água dos condicionadores de ar da UTI. ..	32
Quadro 2	Consumo de água de Unidade de Terapia Intensiva, e produção do sistema.....	34
Quadro 3	Porcentagem da relação da água produzida pela água consumida.	34
Quadro 4	Orçamento do sistema de captação da água dos condicionadores de ar.	37
Quadro 5	Quantitativo do tempo que o sistema se custeara.....	39

1. INTRODUÇÃO

A água é indispensável e necessidade primordial para a vida do ser humano e aos demais seres vivos, além de ser suporte essencial aos ecossistemas. Retirada de rios, lagos, represas e aquíferos, é utilizada para o consumo humano e para as atividades socioeconômicas, tendo influência direta sobre a saúde, a qualidade de vida e o desenvolvimento das populações, (SOUZA, 2000).

Atualmente, apenas 2,5 por cento de toda água existente no planeta é água doce e 68,9% da água doce estão congeladas em calotas polares do Ártico, Antártica e nas regiões montanhosas. A água subterrânea compreende 29,9% do volume total de água doce do planeta, somente 0,266% da água doce representa toda a água dos lagos, rios e reservatórios. Todo o restante, ou seja, 97,5% é água salgada, (TOMAZ, 2002).

Nesse contexto, estudos realizados indicam que ao longo do tempo, a utilização da água pelo homem como consumo pessoal e de industrialização, tornou este recurso natural mais escasso e poluído. Além disso, a quantidade de água disponível e qualidade adequada têm componentes que são fundamentais para a economia regional, continental e mundial, (TUNDISI, 2003).

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS) “todas as pessoas, em quaisquer estágios de desenvolvimento e condições socioeconômicas têm o direito de ter acesso a um suprimento adequado de água potável e seguro”. A OMS refere-se como “segura”, a disponibilidade de água que não represente um risco significativo à saúde. Nesse contexto, na medida em que o intuito é melhorar a qualidade da saúde pública torna-se imprescindível que tais condições sejam levadas em consideração para o estabelecimento e manutenção dos programas de qualidade de água e seu armazenamento, neste caso nos reservatórios que serão estudados neste trabalho.

O Ministério da Saúde aponta que na maioria dos casos, as doenças são contraídas pelo consumo de água dentro das residências, ocasionando grande número de internações hospitalares em decorrência do consumo de água de má qualidade, seja para beber ou para uso direto doméstico como tomar banho, molhar hortaliças, entre outros fins.

A realização deste estudo foi de grande relevância acadêmica e social, haja vista que um dos grandes problemas que afetam a sociedade atual refere-se à

escassez da água em função do elevado consumo pelo contingente populacional e principalmente, devido ao desperdício.

Nesse sentido, verificou-se que embora o Brasil seja potencialmente rico em recursos hídricos, nas grandes metrópoles se vivencia situações de falta de água e a engenharia entra nesse momento com o importante papel de criar mecanismos de aproveitamento e reaproveitamento de água de diversas formas.

Desta maneira, vale lembrar que o processo de urbanização no país foi em decorrência do êxodo rural principalmente a partir da década de 1970, o que acarretou diversos problemas relacionados à questão da água. Dentre os principais estão o aumento no consumo de água e maior poluição ambiental, visto que atualmente, tem-se um grande incremento de águas residuais de diversas origens.

Tendo em vista os desperdícios ora praticados, como exemplo a água gerada pelos sistemas de refrigeração (condicionadores de ar) que poderiam ser aproveitadas para fins não potáveis, se coletadas e armazenadas de forma adequada e distribuídas atendendo as necessidades de uso se evitaria o desperdício.

Diante desta realidade faz-se necessário como medida preventiva que se planeje o consumo responsável da água e o combate aos desperdícios. E uma das medidas urgentes a se adotar é a possibilidade de reutilização da água, para diversos fins. O estudo teve como principal foco, propor alternativas viáveis de reaproveitamento da água, para outros fins.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Estudar a possibilidade do aproveitamento da água, proveniente do sistema de refrigeração de ar da UTI (Unidade de Terapia Intensiva) do Hospital Osvaldo Cruz.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Orçar o sistema de captação da água proveniente do sistema de ar condicionado da Unidade de terapia Intensiva, através do SINAP (Sistemas Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil);
- Mensurar o volume de água produzida pelos condicionadores de ar, da UTI do Hospital Osvaldo Cruz;
- Calcular a economia gerada com o aproveitamento da água proveniente de ar condicionado.

1.2 JUSTIFICATIVA

O reaproveitamento da água proveniente dos condicionadores de ar da UTI se justifica, pois é uma água de boa qualidade, sem contaminações diversas e minimizando a utilização de água potável em situações diversas em que não se faz necessário o uso da mesma. Será de fundamental importância o reaproveitamento visando a economia de água potável e assim diminuindo os impactos gerados ao meio ambiente. Sabendo que esses condicionadores de ar permanecem ligados 24 horas por dia, gerando um volume de água relativamente grande, podendo ser utilizado na irrigação de jardins e lavagens de partes internas do hospital.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Água

A água é recurso natural indispensável para a manutenção da vida de todas as espécies do planeta, infelizmente é um recurso não finito. Sua incessante poluição e consumo exagerado pelo homem contribuem de forma acelerada para escassez de tal recurso no mundo. Sendo assim, seu uso racionado e sustentável, a preservação de sua qualidade e práticas do seu reuso são fundamentais para todos os vivos no planeta terra.

A água é um fluido perfeito na qual tem movimentação circular. Ela pode se infiltrar em qualquer lugar da terra que como na agricultura, nas indústrias, em nossas casas, em nosso próprio corpo. Com ela e por ela temos vida em nosso planeta, e assim o ser humano relaciona com a água, (PORTO-GONÇALVES, 2004).

Nesta monografia abordam-se questões de sustentabilidade a partir do reuso de recursos hídricos. O objetivo consiste na elaboração de um sistema de captação, armazenamento e reuso da água proveniente do sistema de refrigeração de ar.

O Brasil é considerado o quinto no mundo em extensão territorial, com uma área de 8.547.403 Km², ocupando 20,8% do território das Américas e 47,7% da América do Sul, e ainda possui 55.457 Km² de água doce, o que equivale a 1,66% da superfície do planeta, sendo também considerado um país rico em recursos hídricos, detém aproximadamente 12% de toda a água doce do mundo, possuindo uma disponibilidade hídrica de 35.732 m³/hab/ano. No entanto, esta água não está distribuída de forma homogênea a toda a população do território nacional, (NUNES, 2006).

De acordo com Rebouças (2004), embora o Brasil tenha maior descarga de água doce do mundo nos seus cursos de água. E por sua vez nossos rios secarem ou só transportarem esgotos não tratados das nossas cidades, já não será possível produzir alimentos, plantar árvores e o dinheiro de nada adiantará.

2.2 Estimativa de Demanda Industrial de Água Potável

O setor industrial demanda o uso de muita água seja para funcionamento dos seus sistemas de utilidades (resfriamento, caldeiras etc.), como também para fins sanitários.

Segundo CNI (2013), no processo de fabricação de artefatos de concreto, cimento, fibrocimento, gesso e materiais semelhantes, é utilizado um coeficiente

técnico de uso de água (m³/unidade de atividade) de 0,25 no consumo [...] nas indústrias o consumo de água em bacias sanitárias chega a 70l/operário/dia. É que grande parte de água potável é utilizada para outros fins menos nobres como, lavagem de pisos, rega de jardim e outros, (WEIERBACHR, 2008).

Pode-se considerar positivo o uso de água para fins não potáveis em locais como escolas, prédios públicos e até mesmo em indústrias, podendo ser armazenada para uso posterior e utilizada em torres de resfriamento. Nesse caso, o processo produtivo pode responder por mais de 50% do consumo.

2.3 Características Químicas da Água

Em relação ao ponto de vista sanitário, as características químicas da água são de altíssima importância, uma vez que pode tornar a água inviável para o tratamento, já que cada situação exige uma tecnologia diferenciada para a transformação em água potável, e dependendo da maneira que esses elementos ou compostos químicos se encontram na água é irrealizável a sua remoção, (CORRÊA, 2007).

Na perspectiva de Francisco (2002), a água é uma das substâncias mais abundantes no planeta, podendo ser encontrada em três estados físicos: sólido (geleiras), líquido (oceanos e rios), e gasoso (vapor d'água na atmosfera).

Dada à importância da água, a Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade e se aplica à água proveniente de sistema e solução alternativa de abastecimento de água e suas disposições não se aplicam à água mineral natural, à água natural e às águas adicionadas de sais, destinadas ao consumo humano após o envasamento, e a outras águas utilizadas como matéria prima para elaboração de produtos, conforme Resolução (RDC) nº 274, de 22 de setembro de 2005, da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, (ANVISA) (BRASIL, 2011).

Assim sendo, “Toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água”, (Art. 3º, BRASIL, 2011).

Além disso, conforme determina o Art. 4º da referida Portaria, “Toda água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa individual de abastecimento de água, independentemente da forma de acesso da população, está

sujeita à vigilância da qualidade da água”. E deve obedecer ao padrão de potabilidade, ou seja, deve estar em conformidade com os parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e radioativos (BRASIL, 2011).

Nesse contexto, vale ressaltar que a Portaria nº 2.914/2011, especifica que do ponto de vista sanitário, as características químicas da água são de altíssima importância, uma vez que pode determinar a água como sendo inviável para tratamento. Além disso, cada situação exige uma tecnologia diferenciada para a transformação em água potável e dependendo da maneira como esses elementos ou compostos químicos se encontram na água, sua remoção torna-se impossível.

Desta maneira, para a avaliação das características químicas da água deve-se seguir os seguintes parâmetros:

- Potencial Hidrogeniônico (pH): o pH indica se a água é ácida, básica ou neutra. A água é considerada neutra, quando o seu pH está em torno de 7; ela será ácida quando o intervalo estiver entre 0 e 7; e será básica quando estiver entre 7 e 14. Em água destinada à irrigação de culturas a faixa de pH adequada varia de 6,5 a 8,4. Valores fora desta faixa podem provocar deterioração de equipamentos de irrigação (AYRES & WESTCOT, 1991). A faixa de valores limite de pH para o padrão de potabilidade da Portaria nº 2914 do Ministério da Saúde está entre 6,0 e 9,5, (BRASIL, 2011).

- Alcalinidade: a alcalinidade da água é representada pela presença dos íons hidróxido, carbonato e bicarbonato. Conhecer o nível de concentração dos íons permitirá dizer qual a medida de agentes flocculantes e também informar as características corrosivas ou incrustantes da água analisada. Em teores elevados, a alcalinidade pode proporcionar sabor desagradável à água.

- Acidez: está relacionada com o condicionamento final da água em uma estação de tratamento, podendo ser necessário estabilizar o carbonato de cálcio por meio da adição de um alcalinizante, a fim de evitar problemas de corrosão no sistema de abastecimento, (RITCHER & AZEVEDO NETTO, 2003).

- Dureza: atribuição dada à água devido a comparecimento de sais alcalinos terrosos (cálcio, magnésio e outros) e de alguns metais, em menor expressividade. Quando a solidez é correspondente aos sais bicarbonatos e carbonatos (de cálcio, magnésio e outros), aparece temporária, pois pode ser eliminada quase totalmente pela fervura; quando é correspondente a outros sais, apresenta-se permanente. As águas duras, em papel de condições desvantajosas de equilíbrio químico, podem

gerar camadas nas tubulações e complicar a formação de espumas com o sabão (NBR 9896/1993). A Portaria nº 2.914 do MS permite até 500 mg/L de dureza em água potável, (BRASIL, 2011).

- Cloretos: a presença de cloretos numa concentração mais elevada que a encontrada nas águas naturais de uma região é indicação de poluição. Um excesso de cloretos é usualmente um sinal de perigo. Como os cloretos solúveis não são comumente afetados pelos processos biológicos, são reduzidos em concentrações principalmente por diluição (BABBITT, 1973). A Portaria nº 2914 do MS (BRASIL, 2011) exige que a água potável tenha um máximo de 250 mg/L destes parâmetros.

- DQO (Demanda Química de Oxigênio): a DQO se baseia no fato de alguns compostos orgânicos serem oxidados por agentes químicos oxidantes considerados fortes, como por exemplo, o $K_2Cr_2O_7$ (dicromato de potássio) em meio ácido, sendo o resultado final desta oxidação o dióxido de carbono e água. É a quantidade de O_2 necessária para a oxidação da matéria orgânica através de um agente químico (SILVEIRA, 2007).

- OD (Oxigênio Dissolvido): indica o grau de arejamento da água. É um excelente indicativo da qualidade da água. A presença de oxigênio dissolvido é de vital importância para os seres aquáticos aeróbios. A introdução de OD no recurso hídrico ocorre através da fotossíntese, da ação de aeradores ou do próprio contato do ar atmosférico, e segundo CARMOUZE (1994) a sua determinação é significativa para avaliar as condições naturais da água e detectar impactos ambientais como eutrofização e poluição orgânica.

- Ferro e Manganês: basicamente, o ferro pode se apresentar nas águas nos estados de oxidação Fe^{2+} e Fe^{3+} . O íon ferroso (Fe^{2+}) é mais solúvel do que o férrico (Fe^{3+}). Portanto, os inconvenientes que o ferro traz às águas devem ser atribuídos principalmente ao ferro “ferroso”, que, por ser mais solúvel, é mais frequente. Quando se pretende determinar apenas a fração solúvel, as amostras de água são filtradas antes de serem submetidas à determinação da concentração de ferro. Este parâmetro é denominado “ferro solúvel”. É também comum o uso da expressão “ferro coloidal”, pois as partículas de ferro podem apresentar tal comportamento na água (PIVELI, 1996). Por estes motivos, o ferro constitui-se em padrão de potabilidade, tendo sido estabelecida a concentração limite de 0,3 mg/L na Portaria nº 2914 do MS, (BRASIL, 2011).

- Flúor (Fluoretos): é um elemento químico importante no que se refere à saúde bucal, já que, quando em baixas concentrações na água distribuída à população, proporciona problema de aparecimento de cáries e, em excesso pode causar problema de fluorese (desgaste do esmalte e manchas nos dentes). Nas águas naturais, já foi detectado na forma de fluoreto (F^{-1}) em níveis que alcançam até 50 mg/L de F^{-1} , porém, valores acima de 10 mg/L de F^{-1} são raros, estando a concentração normal até 1 mg/L de F^{-} (MACEDO, 2003). A Portaria nº 2.914 do MS permite até 1,5 mg/L de fluoretos em água potável, (BRASIL, 2011).

2.4 Aspectos Físicos

O entendimento das pessoas nas transformações da qualidade da água através de seus sentidos ocorre pelos caracterizantes físicas da água, deste modo seja transparente, sem cheiro e sem cor. Na verdade, na natureza a água regularmente tem cheiro, cor e até mesmo gosto, Varela, (1996).

A coloração da água é a consequência principal dos processos de decomposição que sucedem no meio ambiente. Por este fundamento, as águas superficiais estão mais sujeitas a ter coloração do que as águas subterrâneas. Além do mais, pode-se ter cor devido ao aparecimento de alguns íons metálicos, como ferro e manganês, plâncton, macrófitas e despejos industriais, Varela (1996).

Segundo o mesmo (1996), as águas superficiais podem aparentar ter cor devido ao material em suspensão. Esta cor é dita evidente, porque é como as pessoas veem, mas a veracidade, em parte o resultado da reflexão e dispersão da luz nas partículas em suspensão, responsáveis pela turbidez.

A cor dita verídica ou real é causada pelo comparecimento de materiais dissolvidos e coloides. As substâncias que mais constantemente contribui para coloração das águas naturais são os ácidos húmicos, Varela (1996).

A diferença da coloração verdadeira e a cor aparente são dadas pela dimensão das partículas, isto é, pode-se desenvolver partículas com diâmetro superior a 1,2 μm , causam turbidez e com diâmetro inferior, já na classe dos coloides e substâncias dissolvidas causam cor verdadeira, Varela (1996).

2.5 Desenvolvimento Sustentável

O princípio “desenvolvimento sustentável” veio a partir de estudos da Organização das Nações Unidas sobre as mudanças climáticas, como uma solução para a humanidade com a crise social e ambiental pela qual todos os países estavam passando a partir da segunda metade do século XX, (CMMAD, 2008).

Segundo a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da Organização das Nações Unidas, conhecemos como desenvolvimento sustentável aquele que suprirá as necessidades dos seres vivos da atualidade, sem sujeitar a capacidade do planeta para suprir as futuras gerações.

Outra denominação para “desenvolvimento sustentável” ou “sustentabilidade” como: a solução para a indispensabilidade humana nas cidades com o mínimo ou nenhuma transferência dos custos da produção, consumo ou lixo para outras pessoas ou ecossistemas, no presente e no futuro, (SATTERTHWAITE, 2004).

O desenvolvimento sustentável é uma união entre outros desenvolvimentos. Seu êxito originará da correlação com os desenvolvimentos sociais, econômico e conservação ambiental, (BARBOSA, 2008).

2.6 Reaproveitamento da água

A água por sua vez é um recurso natural que tem um valor inapreciável. Mais que qualquer coisa é indispensável a produção e um recurso de estratégia para qualquer desenvolvimento econômico. A água é de grande relevância para os ciclos biológicos e químicos que mantêm em equilíbrio os biosistemas, (RANGEL, 2012).

Segundo Ribeiro (2012), o reaproveitamento da água é o passo pelo qual a água, tratada ou não, é novamente utilizada para o mesmo ou outro fim.

O reuso da água, baseia - se no uso de água residuária ou água de menor qualidade que a tratada ou não. Nesse sentido, podendo dizer que, de acordo com o artigo 2º da Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH possui as seguintes definições:

a) Água residuária: esgoto, água descartada, rejeitos líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratadas ou não;

b) Reuso de água: aproveitamento de água excedente;

c) Água de reuso: água residuária, que oferece padrões de uso dentro do requerido a sua modalidade utilização;

d) Reaproveitamento direto de água: é uma utilização planejada de reutilização da água, que será transportada a um local de utilização, sem lançamento da mesma poluída em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos;

XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Perspectivas Globais para a Engenharia de Produção Fortaleza, CE, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2015. 5

e) Produtor de água de reuso: qualquer humano que utilize água, de direito público ou privado, que gera água de reuso;

f) Distribuidor de água de reuso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que distribui água de reuso;

g) Usuário de água de reuso: população de qualquer classe social.

A água proveniente de reaproveitamento, por se tratar de uma água não potável não pode ser utilizada para consumo, podendo ser empregada para uso doméstico como lavagem de áreas, carros e até mesmo aguar plantas. A utilização de águas provenientes de reuso possibilita que um volume maior de água permaneça disponível para outras finalidades, assegurando um uso racional e diminuindo a demanda de água sobre os mananciais, uma vez que há substituição do uso de água potável por uma de qualidade inferior, (FETRANSPOR, 2012).

Hespanhol (2003) apud Fiori et al.(2006) apresentam algumas das principais formas de reutilização das águas:

a) uso no meio urbano: lavagem de vias públicas, pátios, veículos, irrigação de áreas verdes, desobstrução de rede coletora, desobstrução de galerias de água pluviais, abastecimento de fontes, banheiros, incêndios;

b) uso industrial: torres de resfriamento, caldeiras e água de processamento;

c) uso no meio rural: irrigação da plantação e recarga do lençol freático. Observa-se, portanto, que o reuso de águas busca, principalmente, evitar o consumo de água potável em procedimentos em que seu uso seja totalmente dispensável, podendo ser substituída, com vantagens, inclusive econômicas, nas indústrias em grandes condomínios residenciais e comerciais

2.7 Condensadores de ar

O condicionamento de ar é o processo de tratamento do ar interior em locais fechados, assim controlando a qualidade do ar nos requisitos de: temperatura, umidade, pureza e distribuição no sentido de propiciar conforto aos usuários do recinto condicionado, (JONES, 1985).

Segundo Miller (2014), a refrigeração é o processo de eliminação do calor de um local desejado. Por sua vez o calor não desejado é encaminhado mecanicamente para um local em que ele não seja nocente. Um exemplo prático disso é o ar condicionado de janela, que resfria o ar no interior de uma sala e libera ar quente no ambiente externo. O condicionador de ar guia-se por uma troca de temperatura do ambiente. Nesse sentido, pode-se assegurar que o aparelho

trabalha como uma bomba de sucção que recolhe o excesso de calor ou frio externo, ou seja, pode resfriar o ambiente, ou em sentido inverso, aquecer de acordo com a vontade do a conveniência do usufruidor.

Segundo Frota & Schiffer (2009), a condensação consiste na troca térmica úmida derivada da mudança do estado gasoso para o estado líquido.

2.8 Programa AltoQi Hydros

O AltoQi Hydros é um programa para projeto de instalações hidráulicas e sanitárias prediais que permite o lançamento da tubulação do projeto como um todo, englobando seus vários pavimentos e permitindo a visualização tridimensional do conjunto. Possui um ambiente de CAD integrado, no qual objetos gráficos representam tubos e conexões. Ao mesmo tempo em que se desenha o projeto, inserem-se elementos que possuem informações para dimensionamento. O Cadastro de Peças agrupa dados de simbologia, dimensionamento e listagem de materiais.

O dimensionamento da rede hidráulica é baseado nas normas NBR 5626/98 e NBR 7198/93 e o da rede sanitária atende as prescrições da NBR 8160/99 e NBR 7229/93. O programa permite o lançamento de detalhes hidráulicos (isométricos) e sanitários, a geração de vistas laterais (cortes), esquemas verticais de água e de esgoto, além de uma visualização tridimensional completa da tubulação.

2.9 O EBERICK

O Eberick foi produzido pela AltoQi, uma empresa nacional que tem como atividade principal o desenvolvimento e a comercialização de “softwares” para Engenharia.

O AltoQi Eberick é destinado ao projeto de edificações em concreto armado. Possui um poderoso sistema gráfico de entrada de dados, associado à análise da estrutura através de um modelo de pórtico espacial e a diversos recursos de dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais, como lajes, vigas, pilares, blocos sobre estacas e sapatas.

A estrutura da edificação é definida através de pavimentos, que representam os diferentes níveis existentes no projeto arquitetônico. O lançamento dos elementos é feito de forma gráfica, diretamente sobre a planta arquitetônica, permitindo definir diversas hipóteses na análise do modelo. O programa possibilita a visualização da estrutura completa em 3D e os resultados são fornecidos através de janelas de

dimensionamento em forma de planilha. O detalhamento dos elementos segue as práticas usuais do mercado brasileiro.

A cada pavimento é associado um “croquis”, que representa a área gráfica onde o usuário cria o modelo estrutural do pavimento, a partir de uma arquitetura importada em formato DWG/DXF.

É possível definir vínculos entre elementos estruturais, através de rótulas, engastes e nós semirrígidos.

Para a ligação entre vigas e pilares, por exemplo, é possível definir nós semirrígidos, liberar vinculações e reduzir a torção. Para as lajes, pode-se definir a existência de engastamento (continuidade) entre lajes adjacentes ou mantê-las simplesmente apoiadas nos bordos.

O Eberick possui um conjunto de configurações que oferecem ao usuário flexibilidade na análise, dimensionamento e detalhamento da estrutura. Com isso, é possível aproximar o Eberick das necessidades de projeto e das preferências de cada usuário.

2.10 Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI).

É indicado pelo Decreto 7983/2013, que estabelece regras e critérios para elaboração do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos dos orçamentos da União, para obtenção de referência de custo, e pela Lei 13.303/2016, que dispõe sobre o estatuto jurídico da empresa pública, da sociedade de economia mista e de suas subsidiárias.

Essas referências são disponibilizadas pela Caixa Econômica Federal, por meio de links. No qual estes dados sempre estão sendo atualizados, pois o mercado econômico sofre mudanças diariamente.

2.11 Demanda de água

Borsoi (1997), ressalta que o consumo de água pelas populações está ligada diretamente aos padrões e hábitos relacionadas ao poder aquisitivo, posicionamento urbano ou rural, da presença ou não de água. Países em desenvolvimento, suas populações rurais fazem uso de 30 a 90 litros de água por 3 habitantes/dia, sem do que em alguns desses países possuam populações que consuma apenas 5 litros habitantes/dia o que é extremamente abaixo da média necessária para o bem-estar da vida humana.

Rebouças et al. (2015), sustentam que as populações urbanas, mesmo em países desenvolvidos, o consumo de água por habitante é consideravelmente superior. No Chile por exemplo, a média por habitante/dia é de 150 litros para uma população rural sem infraestrutura de esgoto e podendo chegar até 1.500 litros por habitante/dia para populações urbanas. No Brasil, em capitais como o Rio de Janeiro, esse consumo em zonas de favelas é de 100 litros por habitante/dia, classe de baixa renda chega 180 litros por habitante/dia e classe média e alta 300 litros por habitante/dia.

Segundo a (ANA, 2009), no Brasil considera-se que o setor urbano usufrui de 30% da água, a indústria 23% e a irrigação 47%. Observe-se que, atualmente, o percentual consumido pela irrigação deve ser bastante superior.

A atividade econômica que mais consome água é a irrigação de culturas agrícolas, graças às elevadas perdas provocadas pela evapotranspiração. Em termos mundiais, a agricultura utiliza 69% da água disponível, a indústria consome 23% e as residências 8%. O uso da água em países que estão em crescimento na agricultura alcança 80%.

Na indústria, a quantidade de água utilizada é relacionada, para cada setor, à coeficientes técnicos e das perdas além da tecnologia imposta. Existem indústrias que apresentam altas demandas consumidoras e outras baixa demanda, sendo alimentadas ou rede pública ou por poços profundos. Um exemplo são as indústrias cervejeiras, altamente consumidora de água, onde para fabricar 1m³ de cerveja usufrui em média 20m³, por que além do dispêndio para a fabricação, na indústria ocorre o uso da água para o esgotamento de resíduos industriais. (BORSOI, 1997).

2.12 O desperdício de água potável

A água doce, primordial para manutenção da vida no planeta, é um dos recursos mais ameaçados, tanto devido à falta como também a qualidade. As intensas e crescentes agressões colocadas ao meio ambiente vêm comprometendo cada vez mais a qualidade e quantidade dos recursos hídricos disponíveis. Ao mesmo tempo, os recursos hídricos vêm sendo desperdiçados de diferentes formas em todo o mundo, acima de tudo nos grandes centros urbanos. A água é um bem natural finito que está se tornando cada vez mais caro e deficiente (MARINOSKY, 2007).

A incompreensão, a falta de orientação e comovimento das pessoas quanto à quantidade de água perdida pelo mau uso dos aparelhos e equipamentos

hidráulicos, bem como vazamentos nas instalações, são alguns dos fatores responsáveis pelo desperdício de água, principalmente quanto ao desperdício em suas próprias residências (MARINOSKY, 2007).

Além disso, os problemas de vazamentos no sistema público são responsáveis por grande parcela de desperdício de água. (COGERH, 2007).

Nos meios de abastecimento de água podem ocorrer perdas físicas ou não físicas. As perdas físicas são aquelas que estão associadas à água que não chega ao consumidor, devido a vazamentos nas redes de distribuição e nas ligações com as residências ou ramais prediais. Existem também as perdas não físicas ou comerciais, que são os erros na medição de hidrômetros, fraudes, ligações clandestinas ou falhas no próprio cadastro (SABESP, 2007).

O índice de prejuízos da Companhia de Saneamento Básico de São Paulo, empresa que opera em 366 municípios em todo o Estado de São Paulo, atualmente está em 33%; sendo 15% físicas e 18% comerciais. Este índice representa nove mil litros de água perdidos em um único segundo. Mas, estes valores estão próximos da aferição feita por países de Primeiro Mundo, como o Canadá, que perde 14% de água, a Inglaterra 17,3% do total produzido. Em Tóquio, o índice é de apenas 8,4%, pois as tubulações são feitas de aço inoxidável em função de problemas com terremotos (SABESP, 2007 citado por MARINOSKY, 2007).

Os vazamentos podem ser classificados em visíveis e não-visíveis, sendo os visíveis aqueles detectados a olho nu e ocultos os que têm de testes para serem identificados. Os vazamentos visíveis ocorrem nas torneiras de jardim, tanque, pia de cozinha, boia da caixa d'água, duchas e chuveiros. Já os vazamentos não-visíveis ocorrem em tubulações enterradas ou embutidas em pisos e paredes, ou também em reservatórios enterrados (GONÇALVES, 2000).

A descoberta e correção de vazamentos de água em residências são responsabilidade dos usuários. Nas instalações prediais, a detecção de vazamentos deve ser analisada desde a chegada da água no cavalete até os produtos instalados, pois pequenos vazamentos podem significar grande desperdício (ANA, 2005).

Existem ensaios simples que facilitam a verificação da existência de vazamentos em residências. Os vazamentos nas válvulas ou nas caixas de descarga podem ser detectados com os seguintes testes (GONÇALVES, 2000):

- Ensaio da cinza do cigarro: Jogar cinza de cigarro no vaso sanitário. O normal é a cinza ficar depositada no fundo da mesma. Em caso contrário, é sinal de vazamento na válvula ou na caixa de descarga;

- Ensaio para hidrômetros: Para checar se há vazamento entre o hidrômetro e a caixa d'água, abre-se o registro do hidrômetro fechando a boia da caixa até interromper o fluxo de água. O hidrômetro deve ficar parado provando a ausência de vazamento.

- Ensaio para caixas d'água: Para verificar se há vazamento entre a caixa e a instalação interna do imóvel fecha-se a boia marcando o nível da água na caixa. Todas as torneiras e chuveiros são fechados e não utilizados por uma hora. Após isso o nível de água na caixa deve estar inalterado. Caso contrário, há vazamento.

- Ensaio para canos: Ao fechar o registro do cavalete de entrada da água na casa, abre-se uma torneira alimentada diretamente pela rede de água - por exemplo, a do jardim ou a do tanque; e espera-se até escoamento completo. Coloca-se um copo cheio d'água na boca da torneira; se houver sucção da água do copo pela torneira, é sinal que existe vazamento no cano.

3. METODOLOGIA

Por meio de estudos bibliográficos a pesquisa elaborada para analisar a possibilidade da reutilização da água proveniente de condensadores de ar para fins não potáveis.

Para alcançar os objetivos propostos foi elaborado um sistema de captação de água na UTI (Instituto de Terapia Intensiva) do Hospital Osvaldo Cruz.

Essa água será utilizada para a irrigação de jardins e lavar corredores do hospital no qual o consumo é elevado por se tratar de um local amplo.

3.1 Caracterizações da Área de Estudo

O sistema de refrigeração utilizado na UTI do Hospital Osvaldo Cruz, situa-se na Quadra 401 sul, Avenida Ns 1, Lote 07, Conjunto 2, Plano Diretor Sul.

Todos os condicionadores de ar da UTI atualmente são compostos por aparelhos do modelo Split, com diferentes potências, conforme será citado posteriormente.

Por se tratar de um local no qual a temperatura ambiente deve ser mantida em 22°C os condicionadores de ar devem ficar ligados 24 horas por dia, ininterruptamente.

A seguir na Figura 1, é apresentada a localização dos condensadores de ar da UTI do Hospital Osvaldo Cruz em Palmas- TO.

Figura 1 Localização dos condensadores de ar da UTI.



FONTE: Autor (2017)

3.2 Procedimentos para mensurar o volume

.O procedimento escolhido foi por coleta em reservatório com medidor de volume em litro e utilização de um cronômetro.

Para avaliar a viabilidade do reaproveitamento da água proveniente de condicionadores de ar foram feitas a quantificação da água produzida por cada aparelho. Foram calculadas a produção de água durante 1 hora e posteriormente foram mensurados o volume produzido durante 24 horas (1 dia), 1 mês e ano.

Como a coleta teve duração de 10 minutos, posteriormente obteve o volume acumulado durante o período de uma hora.

3.3 Tipo do sistema captação

O sistema de captação da água foi projetado por meio de tubulações em pvc (policloreto de vinila), no qual servirá como drenos para que a água recolhida nos condicionadores de ar seja encaminhada para um reservatório no lado externo do edifício. Esse sistema de captação foi por gravidade na qual a água será conduzida devido à inclinação da tubulação. O diâmetro da tubulação foi mensurado em função do volume de água produzido.

3.4 Reservatório

O dimensionamento do reservatório de polietileno foi calculado mediante a produção e a demanda mensal.

Como os condicionadores de ar da Unidade de Terapia Intensiva estão localizados no segundo piso do prédio não será necessário um reservatório inferior e outro superior. A água recolhida será encaminhada para o reservatório e utilizada no térreo.

O reservatório ficará suspenso por uma estrutura de concreto armado, na parte externa do hospital. A estrutura de concreto armado foi dimensionada mediante o tamanho da caixa d' água e o esforço gerado pela mesma. A estrutura será dimensionada a partir do software Eberick. Com o programa é possível a geração automática da geometria das peças, como lajes, vigas, pilares e fundação, assim podendo ser feito o orçamento da estrutura.

3.5 Distribuição

Para a utilização da água do reservatório, sairão tubulações, passando por dentro da parede até os locais referidos. Nas torneiras foram acopladas mangueiras de jardinagem. E a outra área que recebeu a água do reservatório é denominada DML – Departamento Múltiplo de Limpeza.

Na Figura 2 a seguir é mostrada a localização do DML (Departamento múltiplo de limpeza).

Figura 2– Local denominado DML



FONTE: Autor (2017)

O diâmetro da tubulação, assim como a pressão, perda de carga e a altura do reservatório foram calculados, seguindo a norma NBR 5626/98 que trata das - Instalações Prediais de Água Fria. Foram utilizados o software do AltoQI Hydros para o desenho e o dimensionamento das tubulações. Esse programa utiliza o método de Hunter, que tem alguns passos a serem seguidos, tais como: o número de peças de utilização que esta tubulação atenderá, a quantidade de água (vazão) que cada peça necessita para funcionar perfeitamente, esta quantidade de água está relacionada com um número chamado de 'peso das peças de utilização'. Esses pesos se relacionam aos diâmetros mínimos necessários para o funcionamento, das peças.

Na Figura 3 demonstra-se um dos corredores do hospital, que será realizada o reaproveitamento da água.

Figura 3 - Corredor do Hospital, onde será utilizada a água reaproveitada.



FONTE: Autor (2017)

Na Figura 4 demonstra-se um dos jardins do hospital, onde se utilizara a água reaproveitada dos condicionadores de ar.

Figura 4- Jardim do Hospital, onde será utilizada a água reaproveitada



FONTE: Autor (2017)

3.6 Orçamentos do sistema

Por se tratar de uma pesquisa voltada para o curso de Engenharia Civil foi utilizado o mecanismo para realizar o orçamento o Sistemas Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), essas referências são disponibilizadas pela caixa econômica federal. No qual você entra com o item que

deseja saber o valor, e ele disponibiliza o preço dessa peça atualizado. As referências utilizadas foram de 01/2018 podendo já ter novas atualizações, conforme a figura 5 abaixo.

Figura 5– Mostra a página do SINAP em PDF.

Indicação da origem do preço:

- C – para preço coletado pelo IBGE
- CR – para preço obtido por meio do coeficiente de representatividade do insumo (ver Manual de Metodologia e Conceitos);
- AS – para preço atribuído com base no preço do insumo para a localidade de São Paulo.
- RE – para preço de coleta Regional.

Mês de Coleta: 01/2018 Pesquisa: BANCO NACIONAL

Localidade: PALMAS Encargos Sociais (%) Horista: 120,76 Mensalista: 75,95

Código	Descrição do Insumo	Unid	Origem de Preço	Preço Mediano (R\$)
00000123	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE DE PEGA NORMAL PARA ARGAMASSAS E CONCRETOS SEM ARMACAO	L	AS	4,89
00000127	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE DE PEGA ULTRARRAPIDA	L	AS	11,48
00000133	ADITIVO LIQUIDO INCORPORADOR DE AR PARA CONCRETO E ARGAMASSA	L	AS	4,93
00037538	ADITIVO PLASTIFICANTE E ESTABILIZADOR PARA ARGAMASSAS DE ASSENTAMENTO E REBOCO	18L	AS	122,43
00000132	ADITIVO PLASTIFICANTE RETARDADOR DE PEGA E REDUTOR DE AGUA PARA CONCRETO	L	AS	5,42
00013408	ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE DE PEGA NORMAL PARA CONCRETO (TAMBOR 200 KG)	200KG	AS	1.928,70
00037476	ADUELA/GALERIA DE CONCRETO ARMADO, SECAO RETANGULAR 1.50 X 1.50 M (L X A), C = 1.00 M, E = 20 CM	UN	AS	1.266,11
00037478	ADUELA/GALERIA DE CONCRETO ARMADO, SECAO RETANGULAR 2.00 X 2.00 M (L X A), C = 1.00 M, E = 20 CM	UN	AS	1.791,21
00037477	ADUELA/GALERIA DE CONCRETO ARMADO, SECAO RETANGULAR 2.50 X 2.50 M (L X A), C = 1.00 M, E = 20 CM	UN	AS	2.101,20

FONTE: Autor (2018)

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Quadro de quantificação da produção da água, pelos condicionadores de ar.

Quadro 1 Quantificação da produção de água dos condicionadores de ar da UTI.

RELAÇÃO DE CONDICIONADORES DE AR									
Quantidade	Potência	Marca	Local de utilização	Produção de água					
				Dia	Hora	Qtd. (L/h)	Qtd. (L/d)	Qtd. (L/m)	Qtd. (L/ano)
1	48000	Midea	Situado dentro da UTI	26/jan	10:00	2,7	64,8	1944	23328
1	58000	Carrier	Situado dentro da UTI	25/jan	10:20	2,52	60,48	1814,4	21772,8
1	55000	komecco	Situado dentro da UTI	24/jan	11:00	3	72	2160	25920
1	9000	Eletrolux	Repouso de enfermagem	26/jan	10:20	1,32	31,68	950,4	11404,8
1	9000	Eletrolux	Repouso dos médicos	27/jan	11:20	1,32	31,68	950,4	11404,8
1	9000	Eletrolux	Sala de reunião para familiares	28/jan	12:20	1,32	31,68	950,4	11404,8
2	12000	Midea	Situado isolamentos leito 5 e 6	25/jan	10:36	2,88	69,12	2073,6	24883,2
1	27000	Gree	Situado na Farmácia da UTI	26/jan	09:40	2,4	57,6	1728	20736
Total Produção						17,46	419,04	12,571.2	150,854.4

Fonte: Autor (2018).

Conforme citado anteriormente a UTI disponibiliza de nove condicionadores de ar, com diferentes potências. Isso acarretará uma produção diferenciada de água. O aumento na potência do condicionador de ar, não implica na quantidade de água produzida, conforme se observa no Quadro 1 acima. O de maior potência, 58.000 BTU produziu 2,52 L/h, entretanto o condicionador de ar de 55.000 BTU produziu o maior volume de água por hora, num total de 3 L/h.

4.2 Comparação com o consumo de água da Unidade de Terapia Intensiva, com o reaproveitamento da água dos condicionadores de ar.

Quadro 2 Consumo de água de Unidade de Terapia Intensiva, e produção do sistema.

Consumo de água da UTI				
Mês	m ³	Valor do m ³	Valor Total	Valor com taxa de esgoto
Dez/17	82	12,32	1010,24	1818,43
Jan/18	73	12,32	899,36	1618,84
Fev/18	64	12,32	788,48	1419,26
Média	84	12,32	1034,88	1862,78
Produção de água dos Condicionadores de Ar				
Por mês (L)	m ³	Valor do m ³	Valor Total	Valor com taxa de esgoto
12.571,20	12,57	12,32	154,86	278,75

Fonte: Autor (2018).

No Quadro 2 acima tem-se uma comparação da água consumida pela Unidade de Terapia Intensiva, e a produção de água pelos condicionadores de ar. O consumo médio de água na Unidade de Terapia Intensiva é de 84 m³ de água e a produção dos condicionadores é de 12,57 m³. No entanto pode-se dizer que o volume produzido representa 14,96% do volume consumido mostrado no Quadro 3 abaixo.

Quadro 3 - Porcentagem da relação da água produzida pela água consumida.

Água produzida (m ³)	Água consumida (m ³)
12,57	84
Porcentagem	14,96

Fonte: Autor (2018).

Esse valor pode ser relativo, pois a média do consumo da UTI é bastante variável, devido à quantidade de pacientes e a rotatividade dos mesmos. Sendo assim o aumento no número de pacientes, acarreta um aumento no consumo de água.

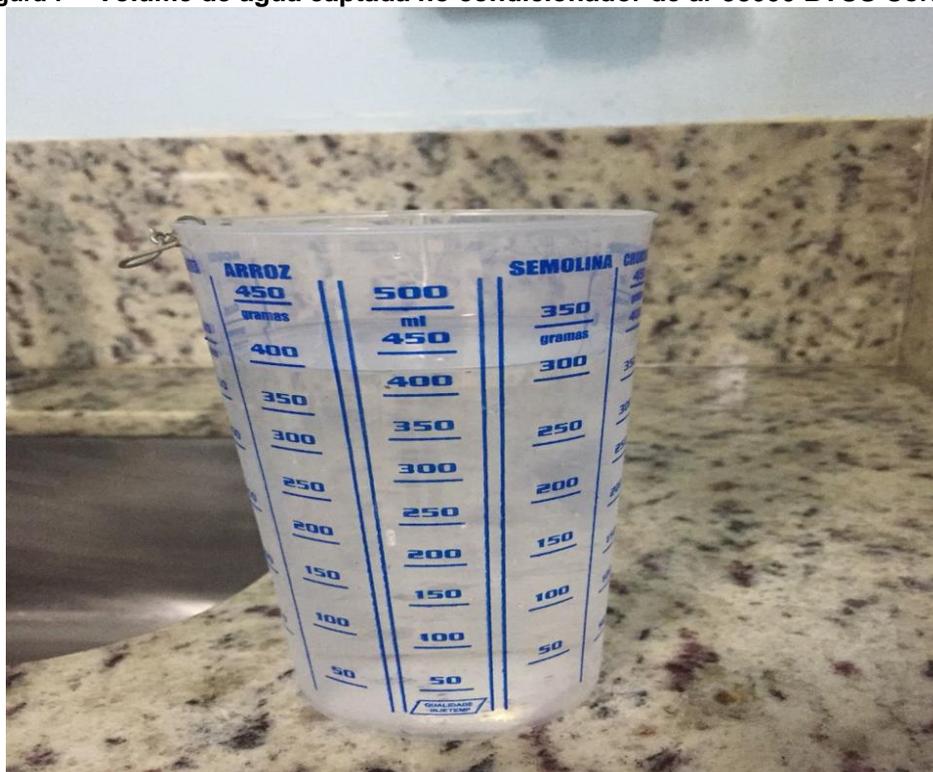
Nas Figuras 6 e 8 são disponibilizados os condicionadores de ar da UTI, aonde conduziu-se o experimento.

Figura 6 – Ar condicionado de 58000 BTUS Carrier.



FONTE: Autor (2018).

Figura 7 – Volume de água captada no condicionador de ar 58000 BTUS Carrier.



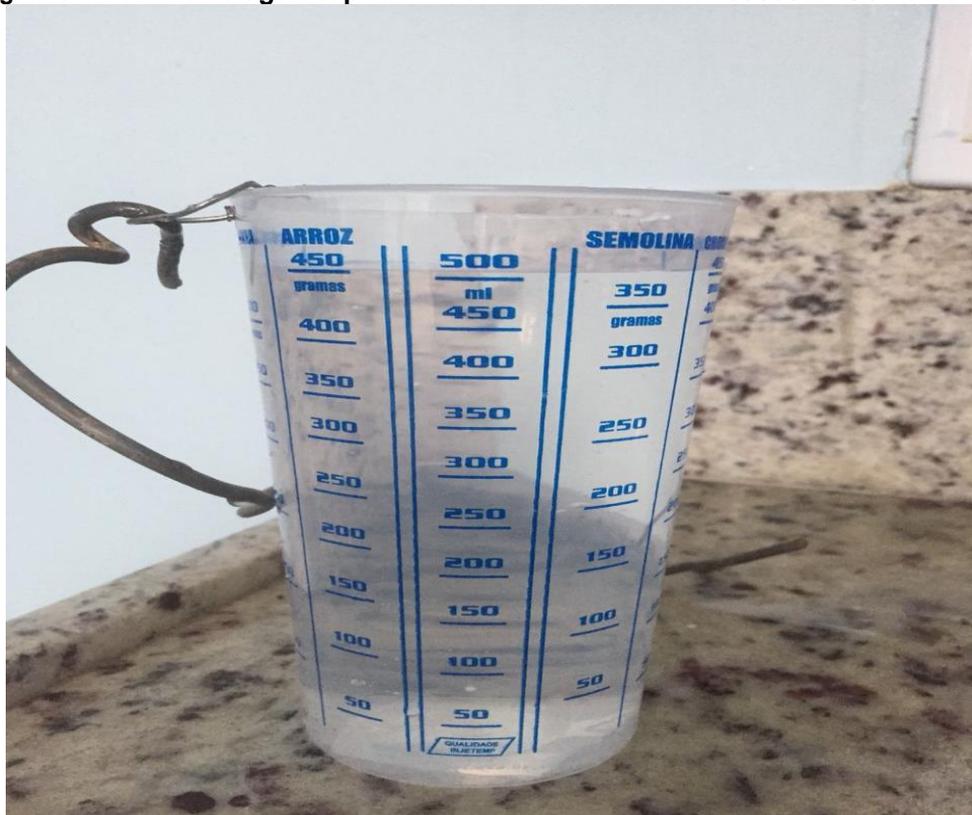
FONTE: Autor (2018).

Figura 8 – Amostra do condicionador de ar 55000 BTUS komecco.



FONTE: Autor (2018).

Figura 9 – Volume de água captada no condicionador de ar 55000 BTUS komecco.



FONTE: Autor (2018)

4.3 Orçamento do sistema

Quadro 4 Orçamento do sistema de captação da água dos condicionadores de ar.

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA							
LOCAL: Hospital Osvaldo Cruz					DATA: 17/04/2018 SINAPI: JANEIRO DE 2018		
MUNICÍPIO: Palmas TO							
OBRA: Sistema de reaproveitamento da água de condicionadores de ar							
AREA: 235,47 M2							
ITEM	BASE	CÓDIGO	SERVIÇOS INICIAIS	UNID	QTDE	V. UNITÁRIO	V. TOTAL
1.0	Sistema de distribuição						
1.1	Instalação predial de água fria						
1.1.1	SINAPI	11831	TORNEIRA PLASTICA PARA TANQUE 1/2 " OU 3/4 " COM BICO PARA MANGUEIRA	UN	3,00	18,94	56,82
1.1.2	SINAPI	38998	CONECTOR / ADAPTADOR FEMEA, COM INSERTO METALICO, PPR, DN 25 MM X 1/2", PARA UN 6,80 AGUA QUENTE E FRIA PREDIAL	UN	2,00	6,80	13,6
1.1.3	SINAPI	39282	CONEXAO FIXA, ROSCA FEMEA, EM PLASTICO, DN 25 MM X 3/4", PARA CONEXAO COM CRIMPAGEM EM TUBO PEX	UN	1,00	15,59	15,59
1.1.4	SINAPI	6016	REGISTRO GAVETA BRUTO EM LATAO FORJADO, BITOLA 3/4 " (REF 1509)	UN	1,00	17,08	17,08
1.1.5	SINAPI	71	ADAPTADOR PVC ROSCAVEL, COM FLANGES E ANEL DE VEDACAO, 1", PARA CAIXA D' AGUA	UN	1,00	14,08	14,08
1.1.6	SINAPI	829	BUCHA DE REDUCAO DE PVC, SOLDAVEL, CURTA, COM 32 X 25 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	2,00	0,47	0,94
1.1.7	SINAPI	37415	COTOVELO/JOELHO COM ADAPTADOR, 90 GRAUS, EM POLIPROPILENO, PN 16, PARA TUBOS PEAD, 32 MM X 1" - LIGACAO PREDIAL DE AGUA	UN	1,00	5,64	5,64
1.1.8	SINAPI	36360	JOELHO PPR, 90 GRAUS, SOLDAVEL, DN 25 MM, PARA AGUA QUENTE PREDIAL	UN	2,00	1,65	3,3
1.1.9	SINAPI	7140	TE SOLDAVEL, PVC, 90 GRAUS, 32 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL (NBR 5648)	UN	1,00	2,24	2,24

1.1.10	SINAPI	7139	TE SOLDAVEL, PVC, 90 GRAUS, 25 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL (NBR 5648)	UN	1,00	0,9	0,9
1.1.11	SINAPI	3886	LUVA DE CORRER PARA TUBO ROSCAVEL, PVC, 3/4", PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	2,00	9,16	18,32
1.1.12	SINAPI	9868	TUBO PVC, SOLDAVEL, DN 25 MM, AGUA FRIA (NBR-5648)	M	26,00	2,63	68,38
1.1.13	SINAPI	38927	JOELHO 90 GRAUS, ROSCA FEMEA TERMINAL, METALICO, PARA CONEXAO COM ANEL UN 14,51 DESLIZANTE EM TUBO PEX, DN 25 MM X 3/4"	UN	1,00	14,51	14,51
1.1.14	COMP	2	MÃO DE OBRA DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO	UN	1,00	200	200,0
					TOTAL DO ITEM 1.0		431,4
2.0 Sistema de captação							
2.1 Sistema de captação da água dos condicionadores de ar							
2.1.1	SINAPI	34636	CAIXA D'AGUA EM POLIETILENO 1000 LITROS, COM TAMPA	UN	1,00	346,86	346,86
2.1.2	SINAPI	1956	CURVA DE PVC 90 GRAUS, SOLDAVEL, 25 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL (NBR 5648)	UN	1,00	1,36	1,36
2.1.3	SINAPI	3531	JOELHO PVC, SOLDAVEL COM ROSCA, 90 GRAUS, 25 MM X 1/2", PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	19,00	1,28	24,32
2.1.4	SINAPI	9868	TUBO PVC, SOLDAVEL, DN 25 MM, AGUA FRIA (NBR-5648)	UN	78,00	2,63	205,14
2.1.5	SINAPI	7139	TE SOLDAVEL, PVC, 90 GRAUS, 25 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL (NBR 5648)	UN	7,00	0,9	6,3
2.1.6	COMP	2	MÃO DE OBRA DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO	UN	1,00	200	200,0
					TOTAL DO ITEM 2.0		783,98
Base do reservatório							
3.1 Base para a caixa d' água do sistema de reaproveitamento de água							
3.1.1	SINAPI	14041	CONCRETO USINADO CONVENCIONAL (NAO BOMBEAVEL) CLASSE DE RESISTENCIA C10, COM BRITA 1 E 2, SLUMP = 80 MM +/- 10 MM (NBR 8953)	M³	2,10	257,32	540,372
3.1.2	SINAPI	3990	TABUA DE MADEIRA APARELHADA *2,5 X 25* CM, MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	48,00	4,30	206,4

3.1.3	SINAPI	3991	AÇO BARRA 10MM	UN	4,00	7,80	31,2
3.1.4	SINAPI	3992	AÇO BARRA 5.0MM	UN	8,00	3,60	28,8
3.1.5	SINAPI	3993	AÇO BARRA 6.3MM	UN	4,00	5,30	21,2
3.1.6	COMP	1	MÃO DE OBRA DA BASE	M²	3,00	100,00	300,0
				TOTAL DO ITEM 3.0			1127,97
Total do sistema							2343,35

FONTE: Autor (2018)

No Quadro 4 tem-se o orçamento total do sistema com material e mão de obra, onde foi obtido o valor total de R\$ 2.343,35. Com este valor podemos fazer uma relação entre valor do sistema e a economia gerada pelo reaproveitamento da água produzida pelos condicionadores de ar. Lembrando que esse orçamento foi feito pelo sistema SINAPI então pode variar com os valores locais.

A quantificação dos materiais usados foi gerada pelos programas.

O custo da mão de obra do sistema foi feito por meio de orçamento de empresas de construção civil. Foram feitos três orçamentos e escolhido aquele de menor preço.

Quadro 5 tem-se o tempo necessário para custear a implantação do sistema.

Quadro 5 Quantitativo do tempo que o sistema se custeara.

Valor do sistema	Economia gerada pelo sistema por mês
2343,35	278,75
Quantidade de meses para se pagar	8,41

FONTE: Autor (2018)

Por meio destes dados acima, tem-se a quantificação de água produzida no sistema, e o valor que se economiza com o uso desse sistema. Com o orçamento do sistema, calculou-se o custo total e o tempo necessário para a quitação do projeto.

Seguem em anexos os projetos gerados pelos programas HYDROS e EBERIK, que são: o projeto arquitetônico do local, o projeto isométrico da distribuição do sistema e a planta baixa do mesmo, o projeto da base da caixa de água.

5. CONCLUSÃO

- A produção mensal do sistema de reaproveitamento de água por meio de condicionadores de ar é de 12,57 m³.
- A economia mensal gerada é de R\$ 278,75 (duzentos e Setenta e Oito reais e setenta e cinco centavos).
- A implantação de um sistema de captação de águas provenientes dos condicionadores de ar da UTI do Hospital Osvaldo Cruz, levará 8 meses e 13 dias para se custear.
- O sistema abastecerá duas torneiras de jardim, e uma torneira localizada no DML. A água reaproveitada pelo sistema será utilizada para lavagem de corredores e irrigação de jardins.

6. REFERÊNCIAS

- ANA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2009, Brasília. **Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios Tocantins e Araguaia: Relatório Síntese**. Brasília: TDA Comunicação, 2009.
- BARBOSA, Gisele. **O desafio do desenvolvimento sustentável**. 4a Ed. Rio de Janeiro: **Revista Visões**, (2008).
- BENEDET, Alex Vieira. **QUALIDADE DA ÁGUA EM ESCOLAS DE IÇARA SC**. 65 f. TCC (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental). ORGANIZACION, (2008).
- BORSOI, Zilda; TORRES, Solange. A Política de Recursos Hídricos no Brasil. Revista do BNDES, Revista, v. 1, n. 8, p.01-15, dez. 1997.
- BRASIL. **Ministério da Saúde. Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.
- CMMAD – **Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Nosso futuro comum. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas (2008).
- CORRÊA, J. M. **Estudo do controle da capacidade de processo de produção de água potável. Dissertação de Mestrado**. Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia (PPGMNE). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, (2007).
- FRANCISCO, W. C. **Água**. 2002. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/geografia/agua.htm>>. Acesso em: 5/set./2017.
- FROTA & SCHIFFER. **Condensação** - Manual de Conforto Térmico – 8ª Ed. Disponível em: < <http://www.caramuru.com.br/pdf/condesacao.pdf>> Acesso em: 19 agosto de 2017.
- MARINOSKY, A. K. **Aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis em instituição de ensino: Estudo de caso em Florianópolis** – Trabalho de Conclusão de Curso da Universidade Federal de Santa Catarina, 2007 - SC. Florianópolis. Acesso em JANEIRO de 2018.
- MILLER, Rex. **Ar - condicionado e Refrigeração** - 2ª Ed. São Paulo: Ed. LTC, 2014. ONU, Organização das Nações unidas. ONU e a água. Disponível em: . Acesso em: 30 agosto de 2017.
- MUNDIAL DE LA SALUD – OMS. **Guias para La calidad del agua potable**. 2. Ed. Genebra: OMS, 1995. 195p. v.1.

NUNES, Riane Torres Santiago. **Conservação da Água em Edifícios Comerciais: Potencial de Uso Racional e Reúso em Shopping Center.** Rio De Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/rtsnunes.pdf>>. Acesso em set. 2017.

PORTO, GONÇALVES, C. **Os Porquês da desordem mundial: o desafio ambiental.** Tese de Doutorado do Programa de Pós Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 144f, 2004. Rio de Janeiro: Ed. Record.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha. **Uso Inteligente da Água.** São Paulo. Escrituras, 2004.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha; BRAGA, Benedito; TUNDISI, José Galizia. **Água doces no Brasil - capital ecológica, uso e conservação.** 4. ed. São Paulo: Escrituras, 2015. 748 p

RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETTO, J. M. **Tratamento de água.** Tecnologia atualizada. Editora: **Edgard Blucher Ltda.** 5ª Reimpressão. São Paulo. 2003.

RIBEIRO, Giselle Smocking Rosa Bernardes; RANGEL, Morgana Batista Alves. **Reuso de água: em garagem de ônibus.** Rio de Janeiro: Fetranspor, 2012.

SATTERTHWAITE, David. **Como as cidades podem contribuir para o Desenvolvimento Sustentável.** Porto Alegre: **UFRGS** Editora, 2004.

SILVA, N; NETO, R.C.; JUNQUEIRA A.C.V.; SILVEIRA, A.F.N. **Manual de métodos de análise microbiológica da água.** São Paulo: Varela, 2005.

SOUZA, D. A. **Desenvolvimento de metodologia analítica para determinação de multiresíduos de pesticidas em águas de abastecimento de São Carlos – SP.** 109f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

STOECKER, Wilbert. JONES, Jerold W. **Refrigeração e Ar Condicionado.** São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1985.

TOMAZ, PLINIO. **Aproveitamento de água de chuva – para fins não potáveis.** São Paulo, Navegar, 2003, 180p.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; RODRÍGUEZ, S. L. **Gerenciamento e Recuperação das Bacias Hidrográficas dos Rios Itaqueri e do Lobo e da Represa Carlos Botelho (Lobo-Broa).** IIE, IIEGA, PROAQUA, ELEKTRO, (2003).

Disponível em: <<http://forum.ecivilnet.com/about49040.html>>. **Curso AltoQI Hydros V4**. Acesso em set. 2017.

XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. **Perspectivas Globais para a Engenharia de Produção Fortaleza**, CE, Brasil (2015).

ANEXOS

Figura 10– Projeto do sistema de captação de águas provenientes de condicionadores de ar.