

APROVEITAMENTO DA ÁGUA DOS APARELHOS CONDICIONADORES DE AR PARA FINS NÃO POTÁVEIS: AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO EM UM BLOCO DO UNIPÊ

**REUSE OF WASTED WATER FROM AIR CONDITIONING SYSTEMS FOR NON-
POTABLE NEEDS: EVALUATION OF THE IMPLEMENTATION AT THE UNIPÊ
UNIVERSITY CAMPUS**

Julliana Caldas¹

Wil Lavôr Lucena Camboim²

RESUMO

O Brasil detém cerca de 12% de água doce superficial disponível no planeta, mas suprir a demanda, em algumas regiões, está se tornando um impasse decorrente do crescimento populacional, da poluição e do uso não racional das reservas naturais de água, além de fatores climatológicos. A região Nordeste é a mais afetada pela crise hídrica, tendo o estado da Paraíba em situação mais favorável, apenas, que o estado de Pernambuco. A AESA afirma que dos 126 reservatórios monitorados pelo órgão, 28 encontram-se em situação estável e 98 em situação de emergência. Como forma de mitigar a demanda de água doce, tem a reutilização de águas residuais, principalmente para realizar as atividades que não necessitam de água potável. Assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a viabilidade do sistema de aproveitamento de águas condensadas, coletado por meio de aparelhos condicionadores de ar, para fins não potáveis em um bloco do UNIPÊ, contribuindo para a redução do consumo de água subterrânea e sustentabilidade dos recursos hídricos da região. Para tal, foram realizadas pesquisas bibliográficas e documentais, além do estudo de caso. Com a obtenção dos resultados, notou que a implantação do sistema, mesmo não atendendo por completo a demanda de água não potável, traria economia financeiro-econômica e benefícios ambientais, evitando o consumo exagerado de água potável para suprir a demanda. Espera-se que haja conscientização da população sobre a precisão do compromisso com o desenvolvimento sustentável, garantindo o atendimento às necessidades dessa e futuras gerações.

¹ Graduada em Design de Interiores pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) e em Engenharia Civil pelo Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ). E-mail: jullianacaldas8@gmail.com

² Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Professor do Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ). E-mail: wil.camboim@unipe.br

Palavras-chave: Reuso de água. Desenvolvimento sustentável. Fins não potáveis. Crise hídrica.

ABSTRACT

Brazil holds around 12% of the freshwater available on the planet's surface, but supplying its needs, in some regions, is becoming a dead end due to population growth, pollution and the non-rational use of natural water reserves, as well as climatological factors. The Brazilian northeast region is the most affected by the water crisis and the state of Paraíba is still in a better situation than the state of Pernambuco. The AESA agency states that of all 126 reservoirs monitored, 28 are in a stable situation and 98 are in emergency. The reuse of wasted water, especially to carry out activities that don't require the use of drinking water, is a good way to mitigate the demand for fresh water. This study aims to evaluate the viability of a system for the use of condensed water, collected through air conditioning devices, for non-potable purposes in a block located at the UNIPÊ University, contribute to reduce the consumption of groundwater and to the sustainability of the region's water resources. To achieve this goal, bibliographical, documentary researches, a case study. After getting the results, it became clear that the implementation of this system brought financial economics as well as environmental, it avoids excessive consumption of drinking water to supply. It's hoped that, in this way, the population will be aware of the urgent need to commit to sustainable development, ensuring that it meets the needs of this and future generations.

Keywords: Reuse of water. Sustainable development. Non-potable needs. Water crisis.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural de valor inestimável visto que se torna essencial para a manutenção dos ciclos biológicos, geológicos e químicos, além de manter o equilíbrio entre o ecossistema.

Segundo Sperling (2005), estima-se que $1,36 \times 10^{18} \text{m}^3$ de água disponível existente na Terra está distribuído da seguinte forma: 97,0% em água do mar, 2,2% nas geleiras e 0,8% são água doce. Destes 97% é água subterrânea contra 3% de água superficial.

ABC (2014) afirma que “o Brasil detém cerca de 12% de água doce superficial disponível no planeta”, mas suprir a demanda, em algumas regiões, está se tornando um impasse decorrente do crescimento populacional e da poluição e do uso não racional das reservas naturais de água.

Considerando a limitação dos mananciais de superfície, é provável que,

em poucos anos, as águas subterrâneas sejam preferencialmente destinadas ao abastecimento público (MANCUSO E SANTOS, 2003).

Nesta perspectiva, visando reconhecer a água como um bem econômico e incentivar a racionalização do seu uso, foi promulgado o Decreto nº 33.613, de 14 de dezembro de 2012, em que regulamenta a cobrança pelo uso da água bruta de domínio do Estado da Paraíba, prevista pela Lei nº 6.308, de 02 de julho de 1996, e dá outras providências.

De acordo com Mancuso e Santos (2003), uma das alternativas viáveis para mitigar a demanda, preservando a água doce existente, é reutilizar as águas residuais, principalmente para realizar as atividades que não necessitam de água potável.

Várias práticas de reuso de água já estão sendo adotadas, como o reaproveitamento de águas pluviais e de águas cinzas; o reaproveitamento da água para determinados ciclos de produção dentro das indústrias, dentre outros.

Uma alternativa sustentável na construção civil de reuso de água pouco difundida é o aproveitamento de água gerada por meio da condensação dos aparelhos condicionadores de ar, em que, na maioria das vezes, é desperdiçada no solo ou no esgoto.

Os equipamentos de condicionador de ar são utilizados em larga escala nos prédios escolares, comerciais e residenciais, fazendo com que a quantidade de água gerada pelo total de aparelhos seja considerável, permitindo a coleta e o reaproveitamento da mesma em seus diversos fins, como irrigação do jardim, lavagens de pisos e descargas dos aparelhos sanitários.

A técnica do reuso de água vai depender do meio de onde a água foi gerada e do seu destino final, sendo ou não para o consumo humano. Para tal, deve atender critérios estabelecidos pelo Ministério da Saúde através da Portaria nº 2914 de dezembro de 2011, que tem como objetivo dispor de procedimentos relativos ao controle e a vigilância da qualidade da água para consumo humano e o seu padrão de potabilidade.

Diante do exposto, o artigo tem como objetivo avaliar a viabilidade do aproveitamento da água condensada, coletada por meio de aparelhos condicionadores de ar, para fins não potáveis em um bloco do Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ), localizado à margem da Rodovia BR-230, km 22, s/n, no bairro de Água Fria, na cidade de João Pessoa, Capital do Estado da Paraíba.

O presente artigo se justifica pela conjuntura atual da instituição de ensino em ter seu abastecimento de água por meio de poços subterrâneos, onde a implementação do sistema, além da questão financeiro-econômica, contribui com benefícios ambientais, onde para suprir a demanda de água potável teremos o aproveitamento de água condensada para tais fins.

Por fim, espera-se que o estudo se torne relevante como base científica para novos projetos de aproveitamento de águas condensadas, em decorrência da escassez de acervo da referente temática, e servindo de conscientização para a população sobre a precisão do compromisso com o desenvolvimento sustentável, garantindo o atendimento às necessidades dessa e das futuras gerações.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para embasamento teórico do estudo de caso, serão tratados assuntos pertinentes ao tema do referente trabalho de conclusão de curso, dentre os quais estão discriminados nos subitens do presente capítulo, a seguir.

Recursos hídricos

Recursos hídricos é tido como a parcela de água doce, superficial ou subterrânea, acessível à humanidade e a custos compatíveis com os seus diversos usos, em que a sua disponibilidade varia de acordo com o país e as regiões que o abrange. (JÚNIOR, 2004)

RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

O Brasil detém, aproximadamente, 12% das águas doces disponíveis no planeta Terra, distribuindo tal recurso de forma irregular em torno do país como consequência da grande variedade de processos climatológicos que regulam a distribuição e a disponibilidade da água. (ABC, 2014, p.4)

“Três bacias hidrográficas têm um papel relevante do ponto de vista de disponibilidade de recursos hídricos, reserva estratégica de águas e de economia regional e nacional: a Bacia Amazônica; a bacia do Rio da Prata; e a bacia do Rio São Francisco” (ABC, 2014, p.5). Entretanto, a distribuição dos recursos hídricos no Brasil não é proporcional a respectiva demanda da população de cada região. (Tabela 1)

Tabela 1 – Distribuição da população, recursos hídricos e disponibilidade hídrica no Brasil

Região	População	População (%)	Recurso hídrico (%)	Disponibilidade hídrica (m ³ /hab.ano)
Norte	12.919.949	7,6	68,5	494.445
Nordeste	47.676.381	28,1	3,3	3.853
Sudeste	72.262.411	42,6	6	4.545
Sul	25.071.211	14,8	6,5	14.824
Centro - oeste	11.611.491	6,8	15,7	64.273

Fonte: Adaptado de Dias (2007)

Conforme a Tabela 1, a região Norte, com pouco mais que 7% da população brasileira, reúne 68% da água doce do país na bacia amazônica. Enquanto que o Nordeste, com 29% da população, apresenta pouco mais 3% de água doce. No Sudeste, a situação é ainda pior, pois reúne 6% da água doce de superfície para 43% da população.

A região brasileira mais afetada pela escassez de água é o Nordeste, principalmente para os habitantes das regiões do semiárido, pois além da má distribuição dos recursos hídricos se depara com os baixos índices pluviométricos, o que dificulta inclusive a manutenção hídrica dos reservatórios.

Segundo dados da ANA (2017), dos 533 reservatórios monitorados na região Nordeste, 144 estão secos, com destaque para os que estão localizados nos seguintes estados: Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí e Rio Grande do Norte.

De acordo com os dados do IBGE (2010), atualmente a população urbana do Brasil representa 84% do total da população, gerando, assim, grande consumo dos recursos hídricos, tendo em vista que os usos múltiplos dependem de águas superficiais e subterrâneas.

Com o intuito de obter o controle e a gestão das águas foi elaborado o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), estabelecido pela Lei nº 9.433/97, que tem como objetivo específico: “a melhoria das disponibilidades hídricas, superficiais e subterrâneas, em qualidade e quantidade; a redução dos conflitos reais e potenciais de uso da água; e, a percepção da conservação da água como valor socioambiental relevante”.

RECURSOS HÍDRICOS NA PARAÍBA

Tratando-se de disponibilidade hídrica da região Nordeste, a Paraíba é um dos estados mais críticos, estando em melhor situação apenas quando comparado ao estado de Pernambuco, conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2 – Distribuição da população e disponibilidade hídrica no Nordeste

Região	População	Disponibilidade hídrica (m ³ /hab.ano)
Pernambuco	7.911.937	1.171
Paraíba	3.439.344	1.320
Sergipe	1.781.714	1.431
Rio Grande do Norte Alagoas	2.771.538 2.816.172	1.526 1.546
Ceará	7.418.476	2.058
Bahia	13.066.910	2.720
Piauí Maranhão	2.841.202 5.642.960	8.604 14.794

Fonte: Adaptado de Dias (2007)

Observa-se que a disponibilidade hídrica não é proporcional a população existente em cada região, causando, assim, certo desequilíbrio e maior preocupação em determinados estados, inclusive na Paraíba.

A situação agrava mediante os baixos índices pluviométricos em que o estado da Paraíba se depara nos últimos seis anos, dificultando a manutenção hídrica dos reservatórios e necessitando de um acompanhamento constante e de regras do uso da água por parte da ANA e dos órgãos gestores do respectivo estado.

Existem, atualmente, 126 açudes monitorados pela AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba) e que são destinados para abastecimento público, irrigação, dessedentação de animais e indústrias do estado paraibano. A

capacidade máxima total de todos os reservatórios é de 3.783.915.864m³, porém, o volume atual é de 397.466.759 m³ de água (AESAs, 2017).

Tabela 3 – Situação dos 126 reservatórios monitorados pela AESA

Situação atual do (s) reservatório (s)	Quantificação do (s) reservatório (s)
Sangrando	01
Com capacidade armazenada superior a 20% do seu volume total	27
Em observação (menor que 20% do seu volume total)	43
Crítica (menor que 5% do seu volume total)	56

Fonte: AESA (2017)

Percebe-se a situação atual e crítica em que o estado está configurado, onde de 126 reservatórios, apenas 28 encontram-se em situação estável contra 98 em situação de emergência.

A maior barragem do estado é a de Coremas, localizada no Sertão paraibano, responsável pelo abastecimento de cerca de 300 mil pessoas na Paraíba e 100 mil pessoas no Rio Grande do Norte. Atualmente o açude encontra-se em observação, pois possui 5,1% de água do seu volume total, sendo, inclusive, indevida ao uso por causa da sua má qualidade (AESAs, 2017).

Na microrregião do Cariri paraibano a situação é semelhante, a barragem Epitácio Pessoa, conhecida como Boqueirão, conta com apenas 3% do seu volume total de água para abastecer a cidade de Campina Grande e outras dezoito cidades do Agreste paraibano (AESAs, 2017).

Diante a situação em que o açude de Boqueirão se encontra, a irrigação do entorno foi suspensa desde julho de 2014 e houve corte de 50% na captação da companhia de saneamento, a Cagepa (Companhia de Água e Esgotos da Paraíba), desde 6 de dezembro de 2014 (ANA, 2017).

Como consequência do baixo nível da água de superfície, teve que usar um sistema de captação flutuante para retirar a água, pois o sistema de captação por gravidade perdeu a eficácia. Além disso, houve diminuição da qualidade da água e presença de cianobactérias e toxinas liberadas, necessitando de um maior tratamento da água por parte da Cagepa.

O que contribui também para que a escassez das barragens seja evidenciada é a característica dos rios paraibanos serem temporários, ou seja, diminuem bastante o seu volume ou, até mesmo, secam em períodos de seca, principalmente no sertão do estado.

Com o intuito de assegurar a oferta de água à população, o governo federal nomeou o Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, que tem como objetivo a integração do rio São Francisco às bacias dos rios temporários do semiárido.

O projeto pretende destinar o montante hídrico à população urbana de 390 municípios do agreste e do sertão dos quatro estados do Nordeste Setentrional, são eles: Pernambuco, Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba. Neste dar-se-á por meio dos

rios Paraíba e Piranhas.

Assim, a racionalização da água tem como objetivo manter a economia do seu uso pelos usuários, devendo as regras concedidas pelos órgãos responsáveis serem suficientes para conservar a capacidade hídrica dos reservatórios até o mês de abril, do corrente ano, quando a água da transposição do rio São Francisco deve abastecer as localidades beneficiadas pelo projeto (ANA, 2017).

Como alerta encontra-se em vigor a Lei nº 10.559 de 18 de novembro de 2015 que “dispõe sobre a Instituição da Campanha Permanente de Mobilização Estadual contra o Desperdício de Água no Estado da Paraíba e dá outras providências”, promovendo, assim, a consciência da população paraibana e estimulando práticas e hábitos na sociedade condizentes ao uso da água de forma racional e/ou por meio de fontes alternativas e/ou pelo seu reuso.

Diante do exposto, percebe-se a extrema importância que deve ter a prática da lei em questão, citada acima, pois a crise hídrica não é consequência apenas de fatores climáticos e geográficos, mas do crescimento populacional frente ao seu uso de forma irracional.

Reuso de água

O reuso de água condiz ao aproveitamento de águas que foram utilizadas, uma ou mais vezes, em determinada atividade humana, com o objetivo de suprir as necessidades de outros usos benéficos, inclusive o original. Pode ser de modo direto ou indireto, assim como decorrer de ações planejadas ou não planejadas (LAVRADOR FILHO, 1987 apud NUNES, 2006, p. 27).

Segundo Brega Filho e Mancuso (2003), o tratamento da água de reuso vai depender dos fins ao qual se destina concomitante ao modo de como foi utilizada anteriormente.

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), de acordo com o artigo 2º da Resolução nº54 de 28 de novembro de 2005, pontua as seguintes definições:

- I – água **residuária**: esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratados ou não;
- II – **reuso de água**: utilização de água residuária;
- III – água de reuso: água residuária, que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas;
- IV – **reuso direto de água**: uso planejado de água de reuso, conduzida ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos;
- V – **produtor de água de reuso**: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que produz água de reuso;

VI – **distribuidor de água de reuso:** pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que distribui água de reuso;

VII – **usuário de água de reuso:** pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que utiliza água de reuso.

Ademais, a OMS (1973) *apud* Moruzzi (2008, p. 272) qualifica os tipos de reuso de água como: reuso indireto e direto, reciclagem interna, reuso potável direto ou indireto; caracterizando-os de acordo com seus usos e finalidades:

reuso indireto: ocorre quando a água já usada, uma ou mais vezes para uso doméstico ou industrial, é descarregada nas águas superficiais ou subterrâneas e utilizada novamente a jusante, de forma diluída. Trata-se da forma mais difundida onde a autodepuração do corpo de água é utilizada, muitas vezes sem controle, para degradar os poluentes descartados com o esgoto in natura;

reuso direto: é o uso planejado e deliberado de esgotos tratados para certas finalidades como irrigação, uso industrial, recarga de aquífero e água potável. Exige a concepção e implantação de tecnologias apropriadas de tratamento para adequação da qualidade do efluente à estação à qualidade definida pelo uso requerido;

reciclagem interna: é o reuso da água internamente as instalações industriais, tendo como objetivo a economia de água e o controle da poluição. É constituído por um sistema em ciclo fechado onde a reposição de água de outra fonte deve-se às perdas e ao consumo de água para manutenção dos processos e operações de tratamento;

reuso potável direto: ocorre quando o esgoto recuperado, através de tratamento avançado, é diretamente reutilizado no sistema de água potável. É praticamente inviável devido ao baixo custo de água nas cidades brasileiras, ao elevado custo do tratamento e ao alto risco sanitário associado;

reuso potável indireto: caso em que o esgoto, após tratamento, é disposto na coleção de águas superficiais ou subterrâneas para diluição, purificação natural e subsequente captação, tratamento e finalmente utilização como água potável. Compreende o fluxo-grama onde o tratamento do esgoto é empregado visando adequar a qualidade do efluente à estação aos padrões de emissão e lançamento nos corpos d'água.

Tratando-se do reuso direto não potável de água, o qual envolve riscos menores e é comumente utilizado, o mesmo é fundamentado pela Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005, do CNRH, que classifica da seguinte forma:

I - reuso para fins urbanos: utilização de água de reuso para fins de irrigação paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações, combate a incêndio, dentro da área urbana;

II - reuso para fins agrícolas e florestais: aplicação de água de reuso para produção agrícola e cultivo de florestas plantadas;

III - reuso para fins ambientais: utilização de água de reuso para implantação de projetos de recuperação do meio ambiente;

IV - reuso para fins industriais: utilização de água de reuso em processos, atividades e operações industriais;

V - reuso na aquicultura: utilização de água de reuso para a criação de animais ou cultivo de vegetais aquáticos.

O reuso planejado de água para fins não potáveis teve a sua culminância, frente aos demais, mediante a dificuldade em atender a demanda dos centros urbanos e rurais proveniente da crescente escassez de mananciais próximos ou da necessidade de qualidade adequada para abastecimento após o tratamento convencional.

Assim, os usos não potáveis de águas são indicados para atender a fins menos nobres, como: descarga de vasos sanitários; lavagem de pisos; lagos para viveiro de peixes; irrigação de campos, canteiros, jardins e agrícolas; construção civil; recargas de aquíferos e águas superficiais; geração de energia; fluido auxiliar de resfriamento e de aquecimento em processos industriais, dentre outros.

Condicionador de ar

“O condicionador de ar é um aparelho que tem como objetivo tratar do ar de um ambiente, proporcionando condições de temperatura e umidade ideais para o ser humano” (ALBERICO, 2003 *apud* GONÇALVES, 2005, p. 35).

Segundo Miller e Miller (2017), os equipamentos em ambientes têm o objetivo de resfriar, desumidificar, filtrar e circular o ar. Podendo, ainda, incluir a renovação do ar e o seu aquecimento.

SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO

Apesar da variedade de equipamentos condicionadores de ares, o princípio do sistema de refrigeração de expansão direta segue o mesmo modelo, onde a refrigeração se dá basicamente por meio de um fluido refrigerante. Normalmente, o fluido mais utilizado é o *freon*, termo característico dos vários fluorcarbonos não inflamáveis que passam facilmente do estado de gás frio para gás quente de alta pressão (ANTONOVICZ E WEBER, 2013).

Inicialmente, o mecanismo de refrigeração é proveniente da troca de temperatura do ambiente, que ocorre por meio da passagem de ar pela serpentina

do evaporador. Nestas serpentinas encontra-se o fluido refrigerante que refrigera ou esquentar o ar de acordo com a temperatura solicitada pelo consumidor. O responsável pela circulação do gás dentro do equipamento é o compressor.

Quando o ar entra pelo evaporador e passa pela serpentina, ele retorna para o ambiente. Repetindo-se o ciclo até atingir a temperatura desejada. O termostato é quem mede a temperatura do ar que volta para o aparelho. Ao perceber que o ar do ambiente se encontra na temperatura solicitada, o termostato desliga o compressor, mantendo, apenas, a ventilação do condicionador de ar.

Ocorrendo variação de temperatura o compressor é acionado novamente, por meio do termostato, fazendo circular o fluido que vai esfriar ou esquentar o ar do ambiente, o qual depende da necessidade do consumidor.

No caso da operação de aquecimento, existe uma válvula reversora que muda o caminho do gás, direcionando-o primeiramente para o evaporador. Assim, quem fica quente é o evaporador e o condensador fica frio.

O funcionamento do aparelho faz com que a umidade do ambiente presente no ar diminua por causa da condensação que ocorre quando este entra em contato com a serpentina da evaporadora, mantida a certa temperatura inferior à do ponto de orvalho (ANTONOVICZ E WEBER, 2013). Assim, são produzidas gotas de águas que são expelidas por meio dos drenos localizados nas evaporadoras (MOTTA, 2004).

Tratando-se do sistema de expansão indireta, também conhecido como sistema de água gelada, o equipamento de refrigeração – *chillers* – é instalado em uma área da edificação chamada de Central de Água Gelada (CAG). A água gelada, produzida nos *chillers*, é bombeada e distribuída, por meio de uma rede de tubulações, para todas as áreas que serão condicionadas (THERMOPRESS, 2014).

Para o resfriamento do ar é utilizado aparelho condicionador de ar denominado *fan-coils*, compostos por um ventilador – responsável pela movimentação do ar – e por uma serpentina – onde circula a água gelada – que é atravessada pelo que será tratado e em contato com ele resfria. Da serpentina, o ar é encaminhado aos ambientes através das redes de dutos, sendo difundido por meio de difusores e grelhas.

Os equipamentos *fan-coils* são de grande porte – instalados em casa de máquinas e com a distribuição do ar por dutos – ou de pequeno porte – com instalação aparente e conhecidos por *fancoletes*. Estes possuem aparência semelhante aos aparelhos do tipo *split* (THERMOPRESS, 2014).

Normalmente, este sistema de expansão indireta é utilizado para ambientes de grande porte ou que necessitem de algum tipo de controle severo de temperatura, umidade e filtragem, como *shopping centers*, hotéis, edifícios comerciais e residenciais, etc.

TIPOS DE EQUIPAMENTOS

Os aparelhos condicionadores de ar são classificados de acordo com a sua utilização – podendo ser residencial, automotivo, comercial, hospitalar ou industrial – e quanto a sua capacidade – em pequeno, médio ou grande porte – que vai depender da potência de refrigeração do aparelho, a qual é fornecida em BTU (*British Thermal Unit* – Unidade Térmica Britânica).

Tratando-se das tecnologias das máquinas, estas podem ser convencional ou *inverter*, sendo este desenvolvido com o intuito de minimizar o custo de energia durante o seu funcionamento.

Ademais, os aparelhos são classificados de acordo com o tipo de sistema, seja ele de expansão direta – operam com a utilização direta de um gás refrigerante para o resfriamento do ar a ser condicionado – ou indireta – utilizando o refrigerante secundário sendo este a água gelada.

Os tipos de aparelhos residenciais e comerciais comuns, de pequeno porte, são: janela, *hi-wall*, *cassete*, piso-teto e o dutado; variam entre si quanto a forma de instalação, os formatos e as potências de refrigeração.

Enquanto que os aparelhos comerciais de grande porte são conhecidos como *fan-coil* e apresentam as seguintes linhas: *hi-wall*, *cassete*, console (semelhante ao piso-teto) e o dutado (*built-in*). Estes são encontrados com capacidade, em BTU, maior que os de pequeno porte.

JANELA

A linha destes aparelhos são chamadas de WRAC (*Window Room Air Conditioner*), podendo apresentar acionamento mecânico ou eletrônico, nas versões frio (FR – somente frio) ou quente/frio (CR – Ciclo Reverso), com tensões de 110 e 220 volts. Os produtos apresentam baixa capacidade, variando a potência entre 7500 e 30000 BTU.

Neste tipo de condicionador de ar, todos os componentes fazem parte de um único equipamento compacto, onde a condensadora, o compressor e a evaporadora são no mesmo gabinete. Assim, o ruído emitido pelo funcionamento da máquina pode ser facilmente ouvido no ambiente.

HI-WALL

No sistema de expansão direta, o condicionador de ar do tipo *hi-wall* é um *split* que permite a instalação na parede. É o modelo mais comum de *split*, sendo encontrado principalmente em residências e em estabelecimentos comerciais de pequeno porte.

A linha deste aparelho pode ser encontrada nas versões frio (FR – somente frio) ou quente/frio (CR – Ciclo Reverso), com tensões de 110 e 220 volts. Os produtos

apresentam capacidade variando a potência entre 7000 e 30000 BTU.

O sistema de instalação do tipo *split* consiste em uma unidade condensadora na área externa e uma unidade evaporadora na área interna, evitando, assim, que o ruído emitido durante o seu funcionamento adentre ao ambiente.

Segundo Gonçalves (2005), outra vantagem encontra-se na possibilidade de controle individual e nos compressores de alta eficiência. O condicionador de ar Split interliga as duas unidades – evaporadoras e condensadoras – através da linha frigorígena.

Enquanto que o condicionador de ar do tipo *hi-wall*, de sistema de expansão indireta, conhecido como *fan-coil*, apresenta a unidade evaporadora que se liga à CAG por meio do equipamento refrigerador, *chiller*.

Normalmente, estes aparelhos são utilizados em prédios residências e comerciais que partilhem de uma central de refrigeração, ou seja, sendo o estabelecimento de grande porte.

CASSETTE

No sistema de expansão direta, a linha *split* cassette apresenta as duas unidades, condensadora e evaporadora, separadas. A última é instalada tanto no teto quanto no forro, garantindo uma distribuição de ar equilibrada, enquanto que a primeira é instalada do lado externo do ambiente.

É possível encontrar, no mercado brasileiro, *split* cassette com capacidade variando de 18000 a 60000 BTU, sendo, assim, indicados para ambientes de médio porte, como universidades bancos escritórios, salões de festas, etc.

O modelo do tipo *split* cassette é mais discreto no ambiente, por ficar embutido no forro, e possui quatro vias para a saída do ar, sendo possível controlar o fluxo de ar em cada aleta, individualmente, a depender do fabricante.

Com relação ao condicionador de ar do tipo cassette de sistema de expansão indireta, conhecido como *fan-coil*, o mesmo apresenta a mesma estética e local de instalação do equipamento ilustrado acima, porém, a unidade evaporadora se liga à CAG por meio do equipamento refrigerador, *chiller*.

PISO-TETO

No sistema de expansão direta, os condicionadores de ar do tipo *split* piso-teto foram projetados para atender grandes ambientes residenciais, comerciais e institucionais, com capacidade variando de 18000 a 80000 BTU. Estes equipamentos dispõem de maior vazão de ar e encontram-se disponíveis nas versões frio (FR – somente frio) ou quente/frio (CR – Ciclo Reverso).

A principal característica do aparelho é proporcionar ao consumidor um bom aproveitamento de espaço, permitindo uma versátil instalação, seja na parede, no teto

ou sobre o piso.

O sistema de instalação do tipo *split* piso-teto consiste em uma unidade condensadora na área externa e uma unidade evaporadora na área interna, evitando, assim, que o ruído emitido durante o seu funcionamento adentre ao ambiente.

A instalação do equipamento é indicada para ambientes que tenham muita circulação, aglomeração de pessoas e com pé direito alto, devido a vazão de ar ser maior que os tradicionais *split hi-wall*.

Tratando-se do condicionador de ar do tipo piso-teto de sistema de expansão indireta, conhecido como *fan-coil*, o mesmo apresenta a mesma estética e local de instalação do equipamento ilustrado acima, porém, a unidade evaporadora se liga à CAG por meio do equipamento refrigerador, *chiller*.

DUTADO

No sistema de expansão direta, a linha *split* dutado – também conhecida como *split built in* – apresenta as duas unidades, condensadora e evaporadora, separadas. A última é instalada no forro enquanto que a primeira é instalada do lado externo do ambiente.

Os aparelhos estão disponíveis no mercado brasileiro com capacidade variando entre 1800 e 6000 BTU, nas versões frio (FR – somente frio) ou quente/frio (CR – Ciclo Reverso). São instalados em ambientes como escritórios, consultórios, shoppings, casa de shows, etc.

Normalmente, o equipamento é dutado quando existem várias áreas necessitando de conforto térmico ao mesmo tempo ou quando há uma área muito grande em que o ar deve ser uniformemente distribuído (ANTONOVICZ E WEBER, 2013).

Com relação ao condicionador de ar do tipo dutado – também conhecido como *built in* – de sistema de expansão indireta, conhecido como *fan-coil*, o mesmo apresenta a mesma estética e local de instalação do equipamento ilustrado acima, porém, a unidade evaporadora se liga à CAG por meio do equipamento refrigerador, *chiller*.

DRENAGEM

O dreno é responsável por remover a água produzida pelo condicionador de ar, proveniente do processo de condensação, quando o mesmo se encontra em funcionamento.

Existem dois tipos de dreno, por gravidade e por bombeamento. Este necessita de uma bomba de remoção de condensados responsável por remover a água condensada em lugares que não possuam um dreno próximo a instalação.

PERCURSO METODOLÓGICO

Inicialmente, a coleta de dados foi de caráter exploratório, por meio das pesquisas bibliográficas de artigos, teses, dissertações, livros e normas brasileiras pertinentes ao tema em questão.

Em contrapartida, fez-se necessário pesquisas documentais em relação ao projeto arquitetônico do bloco F e de informações a respeito da quantidade de discentes e docentes que transitam no referente bloco. Ambos os dados foram obtidos com o auxílio da coordenação do curso de engenharia civil.

Após a obtenção do projeto arquitetônico do bloco F, foram realizadas visitas *in loco* para conferência do mesmo, além de analisar a quantidade e o modelo dos equipamentos que interferem na pesquisa, como equipamentos de condicionador de ar e aparelhos de descarga dos vasos sanitários.

Durante a conferência *in loco*, também foi analisado o entorno do bloco F no que tange à jardinagem para o processo de irrigação e a lavagem dos pisos. Ambas as possíveis dúvidas foram sanadas por meio dos funcionários presentes na instituição de ensino e que realizam as respectivas atividades.

Tratando-se da vazão de água liberada pelo equipamento condicionador de ar, a análise se deu por meio do dreno da evaporadora de três aparelhos: um instalado na coordenação do curso, outro na sala dos professores e o terceiro foi de uma sala de aula. O processo de observação foi por um prazo de uma hora, duas vezes, no turno da tarde.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo de caso do presente trabalho se encontra dentro do Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ), sendo em um bloco, dos vários existentes, identificado pela letra F – Engenharia Civil.

O campus ocupa uma área de trinta hectares, comportando salas de aula climatizadas, auditório, praça de eventos e de alimentação, café expresso, agência bancária, xerox, laboratórios e banheiros.

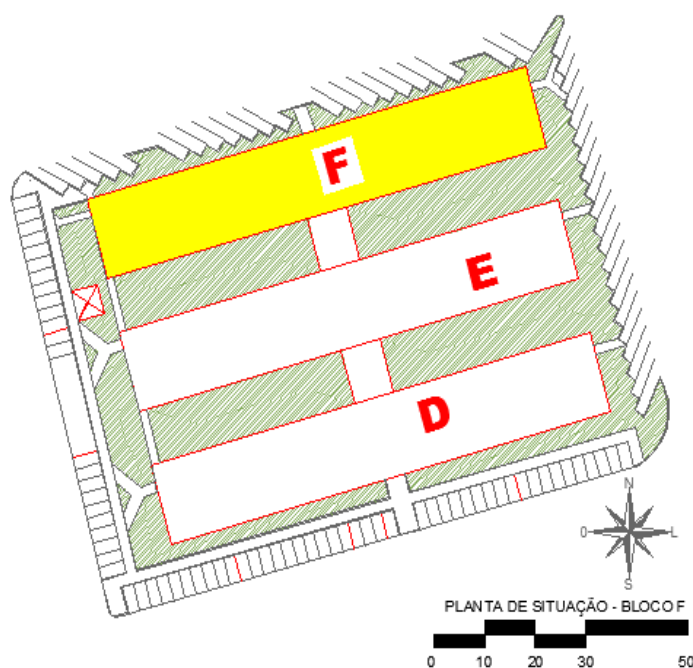
São ofertados 24 cursos na área de graduação – bacharelado, licenciatura ou superiores de tecnologia – e vários cursos na área de pós-graduação, os quais são distribuídos em vários blocos existentes no Unipê. O campus funciona nos três turnos: matutino, vespertino e noturno; e, de segunda à sábado, sendo este dia o de menor fluxo de pessoas.

O bloco F – Engenharia Civil acomoda estudantes durante os três turnos, sendo o matutino frequentado pelos alunos do curso de direito e o vespertino e noturno pelos alunos do curso de engenharia civil. Estima-se, segundo a coordenação dos dois cursos, que, em média, a um total de 14 docentes e 487 discentes matriculados que transitam diariamente nas cinco salas do respectivo bloco.

No entorno do bloco F, e de toda a quadra em que o mesmo está situado, tem estacionamento e jardim. Este totaliza a sua área em aproximadamente 2.650 m² de jardinagem dentro do perímetro da quadra vermelha, conforme ilustra a planta de situação a seguir.

Vale salientar que, a nível de cálculo, só é contabilizado o consumo de água para o jardim localizado ao entorno do bloco F, correspondendo a uma área de 600 m², já que para suprir a demanda a quadra conta com mais dois blocos, E e D.

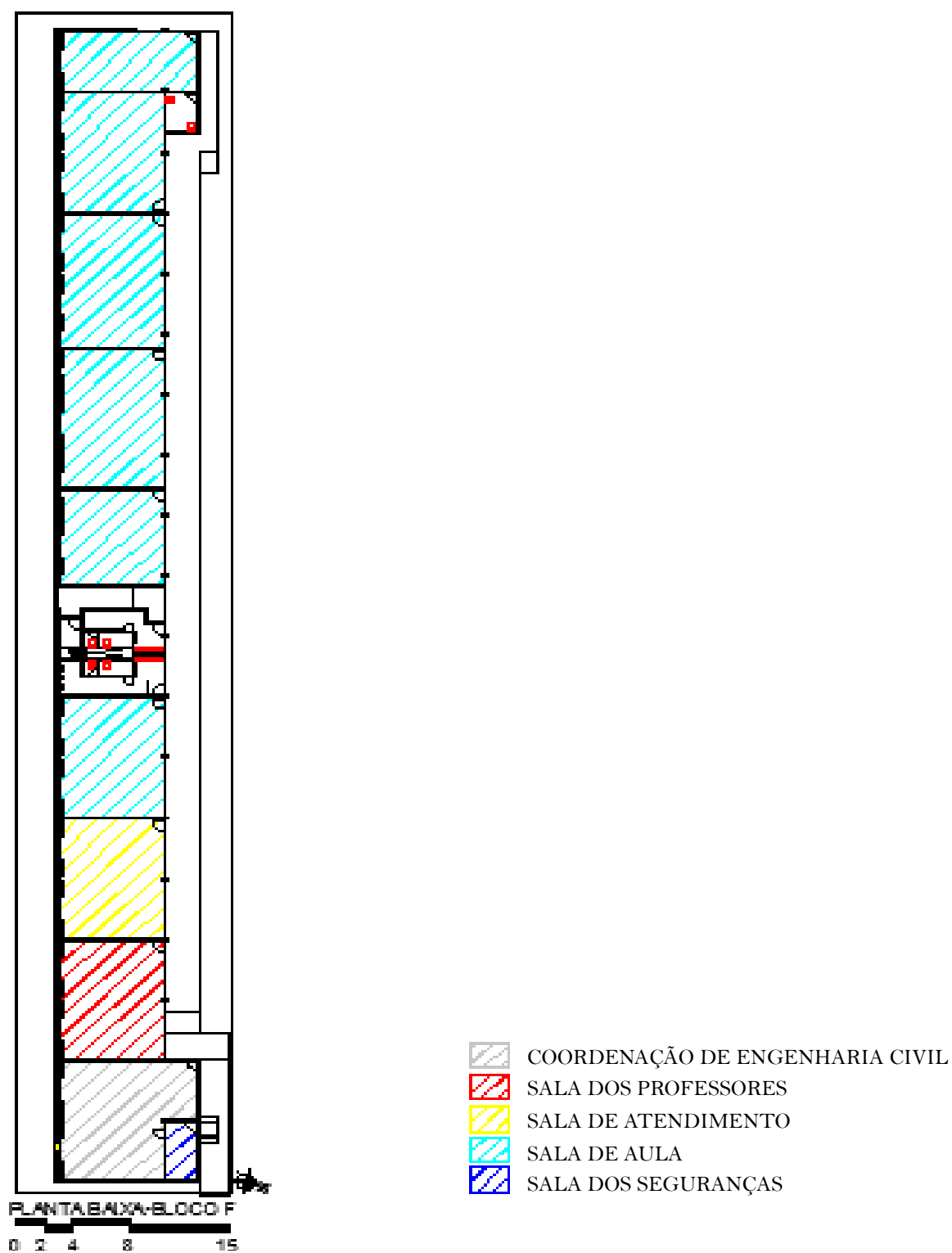
Figura 1 – Planta de situação do bloco F de engenharia civil da quadra vermelha



Fonte: Setor de Projetos – UNIPÊ (2017)

Composto por um único pavimento – térreo – o bloco F conta com 957,82m² de área construída, sendo seis salas de aula climatizadas, uma coordenação de ensino superior do curso de engenharia civil incluso uma sala para os professores, uma sala para os seguranças, uma sala para atendimento de alunos e três banheiros – masculino, feminino e para portadores de necessidades especiais (PNE), conforme o projeto arquitetônico.

Figura 2 – Projeto arquitetônico do bloco F



Fonte: Setor de Projetos – UNIPÊ (2017)

Apesar das salas apresentarem variados tamanhos, cada qual comporta dois aparelhos condicionadores de ar do tipo piso-teto, com exceção da sala A (ver Figura 2) que contém apenas um aparelho do tipo *hi-wall* e da sala B (ver Figura 2) com três equipamentos piso-teto. Enquanto que a coordenação do curso possui três equipamentos do tipo piso-teto. O bloco funciona com os condicionadores de ar ligados de 8 às 22h.

Consumo de água não potável

A estimativa do consumo de água descrita a seguir faz jus à vazão de água não potável utilizada em algumas atividades realizadas no bloco F, em estudo, durante o período letivo. Como o bloco não possui hidrômetro, o cálculo realizado é de cunho empírico.

BANHEIROS

O consumo de água não potável nos banheiros é estimado levando em consideração o tipo de acionamento das descargas dos vasos sanitários e a média de pessoas que usufruem do mesmo.

Faz parte da composição do bloco F três banheiros, sendo um feminino, um masculino e um para PNE. O banheiro masculino conta com três mictórios e dois vasos sanitários com caixa de descarga, sendo uma acoplada e outra de sobrepor. Já o feminino, possui os mesmos aparelhos com exceção dos mictórios. Enquanto que o banheiro para PNE possui, apenas, um vaso sanitário com caixa de descarga do tipo acoplada.

As caixas de descargas do tipo acoplada são todas de acionamento *dual*, o que caracteriza a vazão de 3 litros e 6 litros para eliminar desejos líquidos e sólidos, respectivamente. Enquanto que as caixas de descargas do tipo sobrepor, quando acionada, elimina uma vazão de 6 litros, independente dos dejetos.

Segundo a coordenação do curso de engenharia civil e de direito há um total de 487 discentes matriculados e 14 docentes que lecionam no bloco durante os três turnos. Porém, estima-se que, do total de discentes, esteja presente diariamente 85%, o que corresponde a 414 alunos. Totalizando em 428 pessoas que transitam no bloco, diariamente.

Considerando que das 428 pessoas, 60% sejam frequentadoras dos banheiros, temos um total de 257 usuários. Destes, segundo Deboita e Back (2014), 70% das pessoas normalmente utilizam a descarga para eliminar dejetos líquidos, enquanto que 30% para dejetos sólidos.

Assim, a demanda diária é calculada em função da quantidade de pessoas e da vazão de água liberada em cada acionamento da descarga. Considerando que cada pessoa utiliza o banheiro uma vez ao dia, temos:

$$D_{\text{diária}} = n^{\circ} \text{ usuários} \times \text{volume por acionamento}$$

De acordo com a expressão acima, para cada tipo de dejetos temos a demanda diária, semanal e mensal explanada na tabela a seguir.

Tabela 8 – Consumo de água não potável - descargas

DEJETOS	USUÁRIOS	VAZÃO	DEMANDA DIÁRIA	DEMANDA SEMANAL	DEMANDA MENSAL
Líquido	176	3l/acionamento	528 litros	2640 litros	10.560 litros
Sólido	81	6l/acionamento	486 litros	2.430 litros	9.729 litros
TOTAL	257	-	1.014 litros	5.070 litros	20.289 litros

Fonte: Arquivo pessoal

Levando em consideração que o bloco funciona de segunda à sexta, semanalmente a descarga é utilizada pelas pessoas durante cinco dias. E, mensalmente, o bloco funciona durante quatro semanas.

LIMPEZA

Para calcular a demanda para limpeza foi considerada a quantidade de baldes – implicitamente o seu volume – e com que frequência os funcionários o utilizam para lavar os corredores, as salas e os banheiros do bloco F, dados estes obtidos de forma verbal após perguntas realizadas aos mesmos.

A água que lava os corredores é a mesma utilizada na limpeza das salas, em que ocorre uma vez por semana. Para a limpeza de cada sala utiliza-se um balde com capacidade para 10 litros, sendo o bloco composto por nove salas. Assim, temos:

$$D_{\text{semanal}} = n^{\circ} \text{ salas} \times \text{volume do balde por sala} \times \text{frequência semanal}$$

$$D_{\text{semanal}} = 9 \times 10 \times 1 = 90 \text{ litros/semana}$$

Os banheiros, masculino e feminino, são lavados 6 vezes ao dia e para tal utiliza-se um balde com volume de 8 litros. Enquanto que o banheiro para PNE é lavado 3 vezes ao dia com balde de capacidade para 6 litros de água.

Para os banheiros, tanto masculino quanto feminino temos o seguinte cálculo:

$$D_{\text{diária}} = n^{\circ} \text{ wc} \times \text{volume do balde por wc} \times \text{frequência diária}$$

$$D_{\text{diária}} = 2 \times 8 \times 6 = 96 \text{ litros/dia}$$

Enquanto que o banheiro para PNE, segundo os dados, temos a seguinte demanda:

$$D_{\text{diária}} = n^{\circ} \text{ wc} \times \text{volume do balde por wc} \times \text{frequência diária}$$

$$D_{\text{diária}} = 1 \times 6 \times 3 = 18 \text{ litros/dia}$$

Assim, de acordo com os cálculos realizados, temos:

Tabela 4 – Consumo de água não potável - limpeza

LIMPEZA	FREQUÊNCIA	VAZÃO	DEMANDA DIÁRIA	DEMANDA SEMANAL	DEMANDA MENSAL
Sala/corredor	1/semana	10litros/sala	-	90 litros	360 litros
WC fem/mas	6/dia	8litros/vez	96 litros	480 litros	1.920litros
WC PNE	3/dia	6litros/vez	18 litros	90 litros	360 litros
TOTAL	-	-	114 litros	660 litros	2.640 litros

Fonte: Arquivo pessoal

Levando em consideração que o bloco funciona de segunda à sexta, semanalmente a limpeza é realizada durante cinco dias. E, mensalmente, o bloco funciona durante quatro semanas.

IRRIGAÇÃO

Para irrigar a grama, o jardineiro responsável relatou que o irrigador fica ligado durante 3 horas no turno da manhã e no turno da tarde, e que durante o período chuvoso ou no inverno não é realizada a irrigação da grama.

Como não tem medidor durante a atividade de irrigação, não se tem a vazão liberada pelo equipamento para que se faça uma média de consumo gasto em contraponto ao tempo em que fica ligado.

Segundo Macintyre (2009), o consumo de água para irrigação é de 1,5litros/dia/m². Partindo do pressuposto que a nível de cálculo considera-se, somente, a área do entorno do bloco F – Engenharia Civil tendo em vista que na quadra encontram-se mais dois blocos para suprir a demanda de irrigação, temos:

$$D_{diária} = 1,5 \text{ litros} \times m^2 \text{ para irrigação} \times \text{qtd. de dias}$$

A metragem para a irrigação é de 600 m², conforme o ilustrado na Figura 12. Sendo assim, temos:

Tabela 5 – Consumo de água não potável - irrigação

Irrigação	VAZÃO	ÁREA GRAMA	DEMANDA DIÁRIA	DEMANDA SEMANAL	DEMANDA MENSAL
Grama	1,5 litros	600 m ²	900 litros	4.500 litros	18.000 litros
TOTAL	-	-	900 litros	4.500 litros	18.000 litros

Fonte: Arquivo pessoal

Levando em consideração que o bloco funciona de segunda à sexta, semanalmente a irrigação é realizada durante cinco dias. E, mensalmente, o bloco funciona durante quatro semanas.

Estimativa da vazão de água liberada pelo aparelho condicionador de ar

Para calcular a vazão de água liberada pelos equipamentos foram realizadas duas coletas no turno da tarde, ambas com o período de duas horas. Para tal, a escolha se deu por meio do dreno de três evaporadoras: uma da coordenação do curso de engenharia civil, outra da sala dos professores e a terceira foi da sala de aula F.

As coletas da água condensada foram realizadas nos dias 08 e 09 de maio do corrente ano, das 15h às 17h, onde foi feita uma média do volume medido de cada evaporadora em função do intervalo de tempo de uma hora.

Tendo ciência do volume medido por hora e da quantidade de aparelhos do bloco, fez-se uma média da vazão liberada por dia, semana e mês. O cálculo da vazão foi realizado da seguinte forma:

$$Q = n^{\circ} \text{ aparelhos} \times \text{volume por hora} \times \text{qtd. de horas}$$

Vale salientar que, a nível de cálculo, levou em consideração que os aparelhos ficam ligados durante o funcionamento das atividades dentro da instituição, ou seja, quatorze horas diariamente. Assim, temos:

Tabela 6 – Volume de água liberado pelos aparelhos condicionadores de ares.

EVAPORADORA (local de inst.)	VOLUME (medido)	QUANTIDADE (equipamentos)	VAZÃO DIÁRIA	VAZÃO SEMANAL	VAZÃO MENSAL
Coord. Eng. Civil	3litros/h	3	126 litros	630 litros	2.520 litros
Sala dos prof.	2litros/h	2	56 litros	280 litros	1.120 litros
Sala de aula	1,7litros/h	12	287 litros	1.435 litros	5.740 litros
Sala do segurança	3litros/h	2	84 litros	420 litros	1.680 litros
TOTAL	-	-	553 litros	2.765 litros	11.060 litros

Fonte: Arquivo pessoal

Levando em consideração que o bloco funciona de segunda à sexta, semanalmente o equipamento de ar é ligado durante cinco dias. E, mensalmente, o bloco funciona durante quatro semanas.

Percebe-se, conforme mostra a tabela, que o volume coletado varia de acordo com o ambiente, sendo o de fluxo de pessoas mais intenso com vazão de água maior, como exemplo da coordenação do curso. Enquanto que na sala de aula, a medição foi realizada no dia em que não estava tendo aula, ou seja, a sala encontrava-se sem alunos e, conseqüentemente, sem fluxo constante de pessoas.

Alguns fatores como área do ambiente, fluxo de pessoas, umidade relativa do ar, etc são característicos para determinar a quantidade de água que o aparelho de ar libera por meio dos drenos. Dessa forma, a estimativa de coleta de água do equipamento pode variar diariamente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a obtenção de dados foi notório que o volume de água coletada é inferior ao de demanda de água não potável do bloco F, necessitando de uma complementação de água potável por parte da concessionária. Porém, acarreta numa economia de água e de esgoto.

Dessa forma, percebe-se que a implantação do sistema mesmo não atendendo a demanda de água não potável para a realização das respectivas atividades, trouxe economia financeiro-econômica, além de benefícios ambientais, evitando, assim, um consumo exagerado de água potável para suprir a demanda em contraponto do aproveitamento de água condensada para tais fins.

Espera-se que, assim, haja conscientização por parte da população sobre a precisão do compromisso com o desenvolvimento sustentável, garantindo o atendimento às necessidades dessa e das futuras gerações.

REFERÊNCIAS

ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS - ABC. **Recursos hídricos no Brasil: problemas, desafios e estratégias para o futuro.** Rio de Janeiro: Fundação Conrado Wessel, 2014.

_____. Ibid., p.4

_____. Ibid., p.5

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA – AESA. Últimos volumes informados dos açudes. Paraíba, 2017. Disponível em: < <http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/volumesAcudes.do?metodo=preparaUltimosVolumesPorBacia>> Acesso em: 12 abril 2017

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS – ANA. **Açude do semiárido.** 2017. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/saladesituacao/v2/acudesdosemiarido.aspx>>. Acesso em: 12 abril 2017.

ALBERICO, A. **Visão Geral do Condicionamento de Ar.** Apostila Ansett Tecnologia e Engenharia. São Paulo: 2003.

ANTONOVICZ, Diego; WEBER, Rhuann Georgio Bueno. **PMOC – Plano de Manutenção Operação e Controle – nos condicionadores de ar do Campus Medianeira da Universidade Tecnológica 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: 23 fev. 2017.

BRASIL, Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília, DF: 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm> Acesso em: 18 fev. 2017.

_____. Resolução Nº 54, de 28 de novembro de 2005. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água e dá outras providências.

BREGA FILHO, D.; MANCUSO, P. Conceito de reuso de água. In: Mancuso, P; Santos, H. dos (org). **Reuso de água**. Barueri, SP: Monole (USP), 2003.

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DA PARAÍBA – CAGEPA. **Estrutura tarifária**. Paraíba, 2017. Disponível em: <<http://www.cagepa.pb.gov.br/wp-content/uploads/2015/01/Estrutura-Tarif%C3%A1ria-Final-2017.pdf>> Acesso em: 25 maio 2017.

DEBOITA, Michele; BACK, Nestor. **Consumo de água em bacias sanitárias com a utilização de descarga de duplo acionamento: estudo de viabilidade econômica**. Trabalho de Conclusão de Curso. Santa Catarina: Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2014.

DIAS, Isabelly Cícera Souza. **Estudo da viabilidade técnica, econômica e social do aproveitamento de água de chuva em residências na cidade de João Pessoa**. Dissertação. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2007.

GONÇALVES, Luciene Pavanello. **Condicionamento de área e sua evolução tecnológica**. Trabalho de Conclusão de Curso. São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2005. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/5292114-Condicionamento-de-ar-e-sua-evolucao-tecnologica.html>>. Acesso em: 19 fev 2017

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo da População do Brasil 2010.

JÚNIOR, José de Sena Pereira. **Recursos Hídricos – conceituação, disponibilidade e usos**. Brasília: Biblioteca Digital Câmara, 2004. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/documentos-e-pesquisa/publicacoes/estnottec/areas-da-conle/tema14/2004_2687.pdf>. Acesso em: 15 março 2017

LAVRADOR FILHO, J. **Contribuição para o entendimento do reuso planejado da água e algumas considerações sobre suas possibilidades no Brasil**. Dissertação – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

MACINTYRE, Archibald Joseph. **Instalações hidráulicas: Prediais e Industriais**.

Editora S.A. 3ª Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; SANTOS, Hilton Felício dos. **Reúso de Água**. Barueri: Manole, 2013. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/planejamento/download/rodrigo/reuso.pdf>>. Acesso em: 15 março 2017

MORUZZI, Rodrigo Braga. **Reuso de água no contexto da gestão de recursos hídricos: impacto, tecnologias e desafios**. Revista OLAM. Ano VIII, Vol.8. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/planejamento/download/rodrigo/reuso.pdf>> Acesso em: 16 março 2017.

MILLER, Rex; MILLER, Mark. **Ar-condicionado e Refrigeração**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

MOTTA, A. G. **O clima de Natal**. São José dos Campos: INPE, 2004. Disponível em: <<http://mtc-m16.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/marciana/2004/10.21.09.04/doc/LivroClima.pdf>>. Acesso em: 18 fev 2017.

PARAÍBA, Lei Nº 6.308, de 02 de julho de 1996. Institui a Política de Recursos Hídricos, suas diretrizes e dá outras providências. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/cerh/legisl_cerh-pb/Lei%20n.%206.308_96%20-%20Politi%20ca%20Estadual%20-%20Atualizada.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2017.

_____. Lei Nº 10.559, de 18 de novembro de 2015. Dispõe sobre a Instituição da Campanha Permanente de Mobilização Estadual contra o Desperdício de Água no Estado da Paraíba e dá outras providências. Disponível em: <<http://static.paraiba.pb.gov.br/2015/11/Diario-Oficial-19-11-2015.pdf>> Acesso em: 18 fev. 2017.

_____. Decreto Nº 33.613, de 14 de dezembro de 2012. Regulamenta a cobrança pelo uso da água bruta de domínio do Estado da Paraíba e dá outras providências. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/legislacao/decretos/estadual/DECRETO_N_33.613_12_cobranca.pdf> Acesso em: 18 fev. 2017.

SPERLING, Marco Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

THERMOPRESS. Soluções Profissionais em climatização. Disponível em: <<http://thermopressar.com.br/default.asp>>. Acesso em: 13 abril 2017.

Recebido em: 01/10/2017.

Aceito em: 13/10/2017.