



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CAMPUS PAU DOS FERROS
ENGENHARIA CIVIL

ANA TAÍS FERNANDES DE OLIVEIRA

**POTENCIAL DE REUSO DA ÁGUA CONDENSADA A PARTIR DE CENTRAIS DE
AR DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO PARA FINS NÃO
POTÁVEIS**

PAU DOS FERROS

2017

ANA TAÍS FERNANDES DE OLIVEIRA

**POTENCIAL DE REUSO DA ÁGUA CONDENSADA A PARTIR DE CENTRAIS DE
AR DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO PARA FINS NÃO
POTÁVEIS**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Centro Multidisciplinar de Pau dos Ferros para a obtenção do título de Engenheira Civil.

Orientador: Prof. Me. Alisson Gadelha de Medeiros

PAU DOS FERROS

2017

ANA TAÍS FERNANDES DE OLIVEIRA

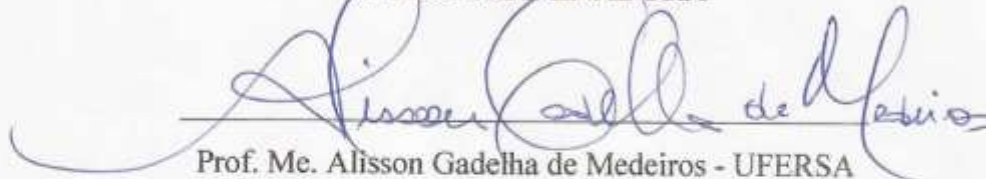
**POTENCIAL DE REUSO DA ÁGUA CONDENSADA A PARTIR DE
CENTRAIS DE AR DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PARA FINS NÃO POTÁVEIS**

Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA,
Centro Multidisciplinar de Pau dos Ferros,
como requisito para a obtenção do título de
Engenheira Civil.

Orientador: Prof. Me. Alisson
Gadelha de Medeiros

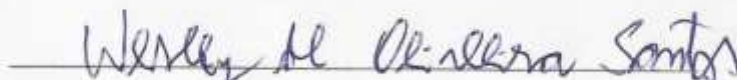
APROVADO EM 20/05/2017

BANCA EXAMINADORA



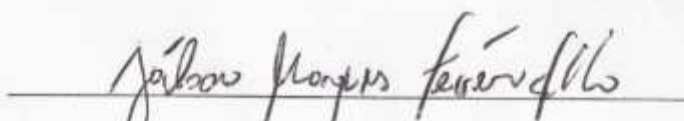
Prof. Me. Alisson Gadelha de Medeiros - UFERSA

Orientador - Presidente



Prof. Dr. Wesley de Oliveira Santos - UFERSA

Primeiro Membro



Me. Joilson Marques Ferreira Filho

Segundo Membro

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

O48p OLIVEIRA, ANA TAÍS FERNANDES DE.
POTENCIAL DE REUSO DA ÁGUA CONDENSADA A PARTIR
DE CENTRAIS DE AR DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL
DO SEMI-ÁRIDO PARA FINS NÃO POTÁVEIS / ANA TAÍS
FERNANDES DE OLIVEIRA. - 2017.
62 f. : il.

Orientador: ALISSON GADELHA DE MEDEIROS.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de , 2017.

1. Recursos hídricos. 2. Volume de efluente
captado. 3. Análise microbiológica. 4. Análise
físico-química. I. MEDEIROS, ALISSON GADELHA DE,
orient. II. Título.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por sempre ter me dado saúde, forças e iluminado minhas decisões para que eu pudesse chegar até aqui.

Agradeço aos meus pais, Raimundo José e Meyre Ketane, por terem me dado suporte, forças e amor incondicional não só no período acadêmico, mas por todos os momentos.

Aos meus irmãos Talles e Tácito por todo companheirismo, carinho, diálogos e crescimento mútuo. Como aos avós, tios e demais familiares.

Ao meu orientador Prof. Me. Alisson Gadelha de Medeiros pela dedicação, compromisso, pelo exemplo de profissional e por todo o aprendizado transmitido para que este trabalho pudesse ser realizado. Aos demais professores e alunos envolvidos no projeto de pesquisa de reuso de água, o qual serviu como base para a produção deste trabalho.

Agradeço aos meus colegas de sala e amigos que estiveram diariamente ao meu lado, ajudando tanto em questões acadêmicas como pessoais.

Dedico este trabalho à todas as pessoas que carregam consigo a preocupação com o futuro da humanidade e, assim como eu, enxergam nossas obrigações, mesmo sendo seres temporários, de preservar o meio ambiente e buscar alternativas para garantir a sobrevivência das gerações que estão por vir.

RESUMO

A partir de uma análise do panorama hídrico atual, do consumo de água e a escassez deste recurso se apresentar gradualmente acentuada, o presente trabalho identificou a possibilidade de gestão sustentável dos recursos hídricos para a região do semiárido brasileiro e buscou estudar o potencial de reuso da água gerada a partir das centrais de ar da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Câmpus Pau dos Ferros, para alternativas de reuso. Com efeito, esta pesquisa se direciona em apurar os parâmetros quantitativos e qualitativos do efluente gerado a partir das máquinas condensadoras de ar. Para isto, fez-se necessário dividir o estudo em três importantes etapas: (I) colher as informações de uso e ocupação das centrais de ar através de questionários aplicados aos usuários e responsáveis pelo manuseio dos controles das centrais; (II) realizar medições volumétricas diárias, a cada turno e registro das quantidades em planilhas; (III) proceder ensaios e as análises microbiológica (coliformes totais e *Escherichia Coli*) e físico-químicas (turbidez, condutividade elétrica, Ph e cor aparente), a fim de verificar o potencial de reuso para fins não potáveis direcionados às edificações do Câmpus. Desta forma, obteve-se um volume total de 6.506,00 litros somando todos os pontos de medição durante as 10 semanas de análises, obtendo uma média semanal de 650,6 litros. Na qual, o ponto de coleta do Bloco A de sala de aula sozinho, obteve média de 311,75 litros. Além disso, os resultados físico-químicos apresentaram os seguintes resultados: 2 amostras necessitam atenção no que se diz respeito a Coliformes Totais, estando com valores acima do permitido; a *E. Coli* menor que 1 NMP/100 ml, Condutividade elétrica entre 20 e 96 $\mu\text{S}/\text{cm}$, turbidez menor que 1 UNT, pH entre 4,4 e 6,3 e enquanto a cor aparente, as amostras se apresentaram abaixo da gama de medição. Com base no volume significativo, nos resultados das análises microbiológicas e físico-químicas, a pesquisa mostra resultado satisfatório para que este efluente seja utilizado para fins de jardinagem, lavagem de pisos e descargas de vasos sanitários do Câmpus.

Palavras-chave: Recursos hídricos. Volume de efluente captado. Análise microbiológica. Análise físico-química.

ABSTRACT

Based on an analysis of the current water picture, water consumption and the scarcity of this resource is gradually increasing, the present study identified the possibility of sustainable management of water resources for the Brazilian semi-arid region and sought to study the potential for reuse of water. Water generated from the air central of the Federal Rural University of the Semi-Arid, Câmpus Pau dos Ferros, for reuse alternatives. In fact, this research is directed at ascertaining the quantitative and qualitative parameters of the effluent generated from the air condensing machines. In order to do this, it was necessary to divide the study into three important stages: (I) to collect information on the use and occupation of air plants through questionnaires applied to users and responsible for handling the control of the plants; (II) perform daily volumetric measurements, with each shift and recording the quantities in spreadsheets; (III) to carry out tests and microbiological (total coliform and *Escherichia Coli*) and physical-chemical analyzes (turbidity, electrical conductivity, Ph and apparent color) in order to verify the reuse potential for non-potable purposes directed to Campus buildings. In this way, a total volume of 6,506.00 liters was added, adding all the measurement points during the 10 weeks of analysis, obtaining a weekly average of 650.6 liters. In which, the collection point of Block A of classroom alone, obtained an average of 311.75 liters. In addition, the physico-chemical results showed the following results: 2 samples need attention in regard to Total Coliforms, being above the values allowed; *E. coli* less than 1 NMP/100 ml, electrical conductivity between 20 and 96 $\mu\text{S}/\text{cm}$, tubing less than 1 UNT, pH between 4.4 and 6.3 and while the apparent color, the samples were below the range Measurement. Based on the significant volume, in the results of the microbiological and physicochemical analyzes, the research shows a satisfactory result so that this effluent is used for gardening, floor washing and toilet flushing of Campus.

Keywords: Water resources. Volume of effluent collected. Microbiological analysis. Physical-chemical analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gráficos de Distribuição da água na Terra e da água doce no mundo.....	17
Figura 2 - Mapa de precipitação média anual no Brasil em 2012	18
Figura 3 - Distribuição das vazões de retirada e de consumo para diferentes usos: 2006 versus 2010.....	21
Figura 4 - Ar condicionado do tipo Split Hi Wall	25
Figura 5 - Ar condicionado Split tipo Piso/Teto.....	26
Figura 6 - Ar condicionado Split tipo Cassete.....	26
Figura 7 - Funcionamento esquemático de um ar condicionado	27
Figura 8 - Fluxograma de metodologia para estudo de viabilidade de reuso da água gerada a partir das centrais de ar	31
Figura 9: Mapa de localização da cidade de Pau dos Ferros.....	33
Figura 10: UFRSA Câmpus Pau dos Ferros com indicação dos prédios analisados	35
Figura 11 - Medição do bloco A de salas de aula.....	36
Figura 12 - Medição da Biblioteca	37
Figura 13 - Medição do bloco administrativo (dreno no mini depósito)	37
Figura 14 - Medição do bloco administrativo (dreno na sala dos terceirizados).....	38
Figura 15: Amostras coletadas	39
Figura 16 - Amostra em cartela pronta para ser incubada.....	40
Figura 17 - Condutímetro utilizado	41
Figura 18 - Análise de Turbidez	41
Figura 20 - Gráfico de vazão média de cada ponto e reta de vazão média total	49
Figura 21 - Vazão média mensal por turno dos pontos de medição do Bloco A, Biblioteca e Bloco Administrativo	49
Figura 22 - Gráfico da vazão média mensal por turno dos pontos de medição da Garagem e Bloco de sala dos professores.....	50
Figura 23 - Vazão média mensal por turno dos pontos de medição do Bloco B de sala de aula e Xerox.....	51
Figura 24 - Porcentagem de volume médio mensal de todos os pontos de coleta	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Exemplo de preenchimento da tabela de medições.....	47
Tabela 2 - Valores de vazão mensal	48
Tabela 3 - Tabela de todos os volumes medidos por cada ponto	52
Tabela 4 - Resultados de Coliformes totais e Escherichia Coli das amostras	54
Tabela 5 - Resultados de pH.....	54
Tabela 6 - Resultados de Turbidez	55
Tabela 7 - Resultados de Condutividade Elétrica.....	55

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVOS	14
1.1.1	Objetivos Geral.....	14
1.1.2	Objetivos Específicos	14
2	REVISÃO LITERÁRIA.....	15
2.1	ÁGUA E SEUS DIVERSOS USOS.....	15
2.2	PANORAMA SOBRE DISPONIBILIDADE HÍDRICA E CONSUMO DE ÁGUA.....	17
2.2.1	Disponibilidade Hídrica	17
2.2.2	Consumo de Água.....	19
2.3	IMPORTÂNCIA DO REUSO E SUAS FORMAS	21
2.4	MÁQUINAS CONDENSADORAS DE AR.....	23
2.4.1	Importância do uso	23
2.4.2	Tipos de centrais de ar usuais	24
2.5	REUSO DE ÁGUA A PARTIR DE MÁQUINAS CONDENSADORAS DE AR E SUA QUALIDADE	28
2.5.1	Indicadores de Qualidade.....	29
3	METODOLOGIA.....	31
3.1	ESTUDO DA AREA DE INSERÇÃO.....	32
3.2	REALIZAÇÃO DE DIAGNÓSTICO (PRÉDIOS, SALAS, MÁQUINAS, TEMPO MÉDIO DE OCUPAÇÃO)	34
3.3	REALIZAÇÃO DE MEDIÇÕES DIÁRIAS E A QUANTIFICAÇÃO DO VOLUME CAPTADO	35
3.4	INDICADORES QUALITATIVOS	38
3.4.1	Realização das análises	38
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	43
4.1	REALIZAÇÃO DE DIAGNÓSTICO (PRÉDIOS, SALAS, MÁQUINAS, TEMPO MÉDIO DE OCUPAÇÃO)	43
4.1.1	Biblioteca	43
4.1.2	Bloco A de sala de aula	43
4.1.3	Bloco Administrativo	44
4.1.4	Bloco B de Sala de Aula.....	44
4.1.5	Bloco de salas de professores.....	45

4.1.6	Garagem.....	46
4.2	QUANTITATIVO DE VAZÃO E VOLUME CAPTADO.....	47
4.2.1	Valores Obtidos de Vazão	47
4.2.2	Valores Obtidos de Volume.....	51
4.3	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	53
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
	REFERÊNCIAS	58
	APÊNDICES.....	61

1 INTRODUÇÃO

O indício de esgotamento de recursos hídricos tem sido uma preocupação frequente entre os ambientalistas, autoridades governamentais e até mesmo a população. Apesar do Brasil ser um país rico em recursos naturais, o indicativo de esgotamento é algo preocupante, tendo em vista o comprometimento da disponibilidade de recursos hídricos e energéticos para as gerações futuras.

Além disso, como a água que é utilizada para consumo próprio dos seres humanos, para as necessidades físicas e biológicas, nos mais variados ramos da indústria e para a natureza como um todo, em caso de esgotamento de matérias primas, todas estas frações estariam comprometidas.

Irrefutavelmente, é indispensável a disseminação da sustentabilidade para que seja cumprido um desenvolvimento regional. Em referência à disponibilidade hídrica, a população enfrenta um cenário crescente de escassez. Por esta realidade não estar muito distante, é urgente a necessidade de tomarem-se medidas para que amenizem o consumo desenfreado e a busca por alternativas sustentáveis de conservação da água, havendo uma maneira de gestão consciente deste recurso hídrico fundamental para a manutenção da vida (FILGUEIRA e DOMBROSKI, 2013).

Dentro desta perspectiva, o uso racional da água pode ser definido como as práticas, técnicas e tecnologias que proporcionam a melhoria da eficiência do seu uso, sendo que a procura por tecnologia de reaproveitamento da água tem crescido nos últimos anos. Empresas e pessoas físicas estão cada vez mais preocupadas com questões ambientais, procuram formas de reciclar a água utilizada em seus prédios ou ainda de coletar água da chuva para aproveitamento em limpeza, jardinagem e esgoto (MOTA, OLIVEIRA; INADA, 2011).

No conjunto de fontes alternativas, é possível pensar no aproveitamento da água de chuva, água residuária tratada, como também, água condensada proveniente de aparelhos condicionadores de ar como limpeza de edificações, lavagem de automóveis e irrigação.

Desse modo, os aparelhos de ar condicionado são utilizados numa grande proporção em prédios comerciais e residenciais, contudo, essas centrais de ar em operação gera o gotejamento de água, oriunda da umidade do ar, condensada pelo aparelho quando este resfria o ar do ambiente interno. Considerando a utilização em larga escala de aparelhos de ar condicionado, o volume de água gerada é significativo e há casos em que esta é lançada ao ambiente de forma inadequada. Esta alternativa provoca uma diminuição nos impactos ambientais, além de fazer

uso de um volume significativo de água que é normalmente desperdiçado (FORTES; JARDIM; FERNANDES, 2015).

Contudo, é importante ressaltar que o estudo proposto tem como área de inserção na região de Pau dos Ferros onde as condicionantes ambientais se apresentam como um problema socioeconômico e ambiental, notadamente a seca e a escassez de recursos hídricos. Assim, é possível aplicar à região uma das alternativas, como a reutilização de água, por meio do reuso da água gerada a partir das máquinas condensadoras de ar.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivos Geral

Este trabalho tem como principal objetivo realizar medições de volume captados de efluentes oriundos das centrais de ar de alguns prédios da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), no Câmpus Pau dos Ferros, para avaliação do potencial de reuso e racionalização da água para fins não potáveis em função da sua quantidade e qualidade.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar um diagnóstico sobre o uso e ocupação dos prédios estudados, número de salas e de máquinas condensadoras de ar (carga elétrica, tipo e marca), bem como o tempo médio de ocupação.
- Identificar as fontes de captação, ou seja, dos drenos geradores de efluentes das centrais de ar.
- Realizar medições diárias de acordo com o tempo de operação médio das centrais de ar, em um determinado período.
- Realizar análises microbiológicas e físico-químicas das amostras dos efluentes, para aplicações em fins não potáveis e destinar seu uso, bem como a caracterização do efluente.
- Quantificar o volume captado de cada prédio avaliado mediante o monitoramento realizado em função do tempo de operação.

2 REVISÃO LITERÁRIA

2.1 ÁGUA E SEUS DIVERSOS USOS

Em meio tantos recursos disponíveis e necessários para o ser humano, o mais significativo é a água, sendo indispensável para a sobrevivência do homem na Terra. Além de ser substancial para a origem e manutenção da vida no planeta, no mundo contemporâneo ela é imprescindível para o desenvolvimento das diferentes atividades desenvolvidas pelas pessoas, por esta razão, apresenta relevância econômica, social e cultural (FORTES; JARDIM; FERNANDES, 2015)

Segundo Bicudo et al. (2010), a água é vital para o funcionamento biológico em todas as circunstâncias, desde o metabolismo dos organismos vivos até o equilíbrio dos ecossistemas, como também, isto se aproveita também à biologia humana, já que é essencial para sua fisiologia, conforto e higiene. Portanto, a água é fundamental em todos segmentos para a manutenção da vida, de forma direta ou indireta, desde os sinais vitais, até a fabricação de produtos que contribuam para a garantia de qualidade de vida das pessoas.

Originalmente, a água era usada principalmente para saciar a sede do ser humano e outros usos domésticos, assim como, para criação de animais e outros usos agrícolas a partir da chuva, pois, pouco se necessitava de irrigação; porém, ao passar do tempo, com o desenvolvimento da civilização, foram surgindo outros tipos de necessidades, disputando águas constantemente escassas e ocasionando conflitos entre os usufruidores (PEREIRA e PEDROSA, 2005).

Segundo Christofidis (2006), são considerados os usos da água em duas categorias: os consuntivos, que consomem parte da água captada do manancial e os não consuntivos, que apenas usam a água e ela retorna ou permanece no corpo de água, deixando-a disponível para outros propósitos. O autor acrescenta que, tradicionalmente se apresenta três principais usos consuntivos da água: uso no consumo doméstico, uso nas indústrias e uso na produção de alimentos. Este trabalho se direciona aos usos consuntivos, mais precisamente para fins não potáveis.

Para Silva et al. (2011), os principais usos da água nos setores urbanos, indústrias, ambientais e agrícolas:

a) Usos urbanos da água:

- Necessidades fisiológicas;

- Higiene pessoal;
- Processamento e preparação de alimentos;
- Higienização de roupas e utensílios;
- Descargas sanitárias;
- Lavagem de pisos e veículos.

b) Utilização na indústria:

- Matéria-prima: indústria de alimentos, de bebidas e farmacêuticas;
- Geração de energia;
- Operação de troca térmica: geração de vapor ou água de resfriamento;
- Operações auxiliares: preparação de reagentes, lavagem de peças e equipamentos.

c) Usos ambientais:

- Preservação da fauna e flora;
- Recreação e paisagismo;
- Transporte e assimilação de poluentes.

d) Usos agrícolas:

- Irrigação;
- Limpeza de galpões de animais.

A gestão integrada da água visa a harmonizar a oferta com as necessidades de água, para atender a todos os usos, evitando conflitos, redução da quantidade ou deterioração da qualidade pela água de retorno pelo lançamento de resíduos nos corpos de água e, também, sendo capaz de atender as necessidades dos ecossistemas (CHRISTOFIDIS, 2006).

Esses conflitos são gerados devido à influência direta da água para o progresso das regiões, estados e países, principalmente de maneira econômica. Desse modo, em muitos países, a carência de água pode ser um dos fatores limitador para o desenvolvimento, pois o modelo tecnológico que, até então, é desenvolvido com base na exploração indiscriminada dos recursos naturais, está esgotado (PAZ; TEODORO; MENDONÇA, 2000).

2.2 PANORAMA SOBRE DISPONIBILIDADE HÍDRICA E CONSUMO DE ÁGUA

2.2.1 Disponibilidade Hídrica

Ilusoriamente, o planeta Terra parece ter um abastecimento de recursos hídricos inesgotável por ser grande parte coberto por água, porém a impressão muda quando é analisado as condições encontradas e distribuição desta. Segundo WWF Brasil (2006), a superfície da Terra é dominada pelas águas, em 75%, enquanto os 25% restantes são terras, assim, a abundância de água cria condições essenciais para a vida e mantém o equilíbrio da natureza.

Porém, a maior parte de água disponível na Terra é imprópria para o consumo humano. Como mostrado na Figura 01, nota-se que 97,3% da água no planeta e encontra-se nos oceanos, restando apenas 2,7% de água doce. Do total de água doce, a maior parte encontra-se nas geleiras de calotas polares, vapor de água e lençóis existentes em grandes profundidades, não sendo viável de maneira econômica seu aproveitamento para o consumo humano (WWF BRASIL, 2006). Assim, analisando a Figura 1, apenas 22,8% da água doce no mundo é disponível para ser usufruído pelo homem.

Figura 1 - Gráficos de Distribuição da água na Terra e da água doce no mundo



Fonte: WWF BRASIL (2006).

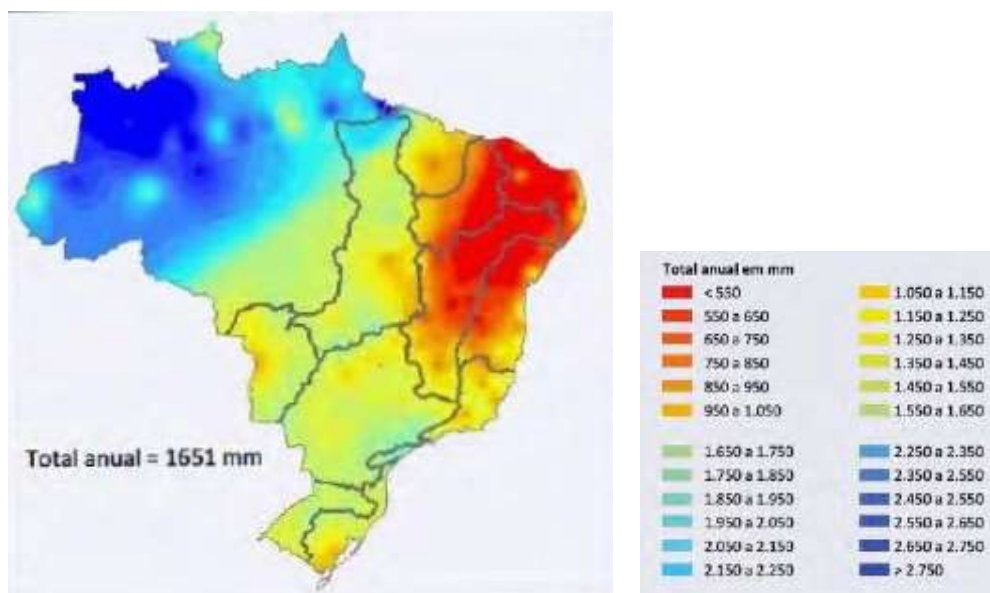
Segundo Pereira e Pedrosa (2005), num âmbito mais particular, o semiárido brasileiro é cortado por várias bacias, sendo a principal a do rio São Francisco, que nasce na serra da

Canastra (MG) e corta o país numa extensão de 2.700 km em sete Estados. No entanto, esta rede é frágil, pois a maioria dos afluentes que a compõem são descontínuos, tornando o aspecto de oferta de água dramático para uma área fortemente povoada.

Segundo Maia Neto (1997), o Brasil é o país mais rico em água potável, com 8% das reservas mundiais, concentrando 18% do potencial de água de superfície do planeta. Apesar da situação favorável no Brasil com relação aos demais países, há uma enorme desigualdade regional na distribuição dos recursos hídricos no país. Isto pode ser observado quando se comparam essas situações com a abundância de água da Bacia Amazônica, que corresponde às regiões Norte e Centro-Oeste, contrapondo-se a problemas de escassez no Nordeste e conflitos de uso nas regiões Sul e Sudeste, a situação se agrava (PAZ; TEODORO; MENDONÇA, 2000).

Além disso, o Nordeste apresenta um período curto de precipitações no verão e período longo sem chuvas, com alta capacidade de evapotranspiração durante todo ano, o que caracteriza um clima semiárido (TUCCI; HESPANHOL; NETTO, 2001). Como se pode notar, no panorama nacional brasileiro de precipitação anual da Figura 02, a região Nordeste apresenta um média anual entre 550 e 750 mm, enquanto a região Norte aponta precipitação média entre 2000 e 2750 mm.

Figura 2 - Mapa de precipitação média anual no Brasil em 2012



Fonte: ANA (2013).

Além disso, a Agência Nacional de Águas (ANA, 2013) apresenta fatores que contribuem para os reduzidos valores de disponibilidade hídrica da região Nordeste: os baixos índices de precipitação e a irregularidade do seu regime. Além dos baixos índices

pluviométricos, a região semiárida caracteriza-se por apresentar temperaturas elevadas durante todo ano, baixas amplitudes térmicas (entre 2°C e 3°C), forte insolação e altas taxas de evapotranspiração. Contudo, ainda existem situações que necessitam de maior atenção na região Nordeste, segundo a ANA (2013) estas áreas foram classificadas com elevado risco hídrico por apresentarem:

- Precipitação média anual inferior a 700 mm;
- Índice de aridez inferior a 0,35, o que indica regiões mais críticas no balanço precipitação evapotranspiração;
- Ausência de sistemas aquíferos sedimentares, que representariam potencial fonte de suprimento e de segurança hídrica para o abastecimento;
- Ausência de rios perenes com elevado porte ou com grande capilaridade, que também significariam fator de segurança hídrica.

Outro agravante para a disponibilidade hídrica no Nordeste é a capacidade de produção de água subterrânea. Pois, segundo Tucci, Hespanhol e Netto (2001), pois esta é limitada - principalmente na região do semiárido – devido às razões já citadas enquanto a precipitação e evapotranspiração, além da capacidade de armazenamento ser baixa.

Em grande parte desta região o substrato é cristalino, o que reduz consideravelmente a capacidade de armazenamento subterrâneo de água, sabendo que, a produção dos poços tem valores inferiores a 3 m³/h e até mesmo nas áreas com significativa capacidade de armazenamento, são encontradas águas subterrâneas em condições salobras, com elevado índice de salinidade, acima de 2.500 mg/l (TUCCI; HESPANHOL; NETTO, 2001).

2.2.2 Consumo de Água

Segundo Machado apud Tucci, Hespanhol e Netto (2001), as poucas fontes disponíveis de água doce estão comprometidas ou correndo risco de serem escassas devido ao crescimento populacional e o desenvolvimento industrial e tecnológico, o desencadeiam a poluição dos mananciais, o desmatamento, o assoreamento dos rios, o uso inadequado de irrigação e a impermeabilização do solo, entre tantas outras ações do homem moderno, são responsáveis pela escassez e contaminação da água. O autor ainda acrescenta que, mais de 1,3 bilhão de pessoas

necessitam de água doce no mundo, e o consumo humano de água duplica a cada 25 anos, aproximadamente.

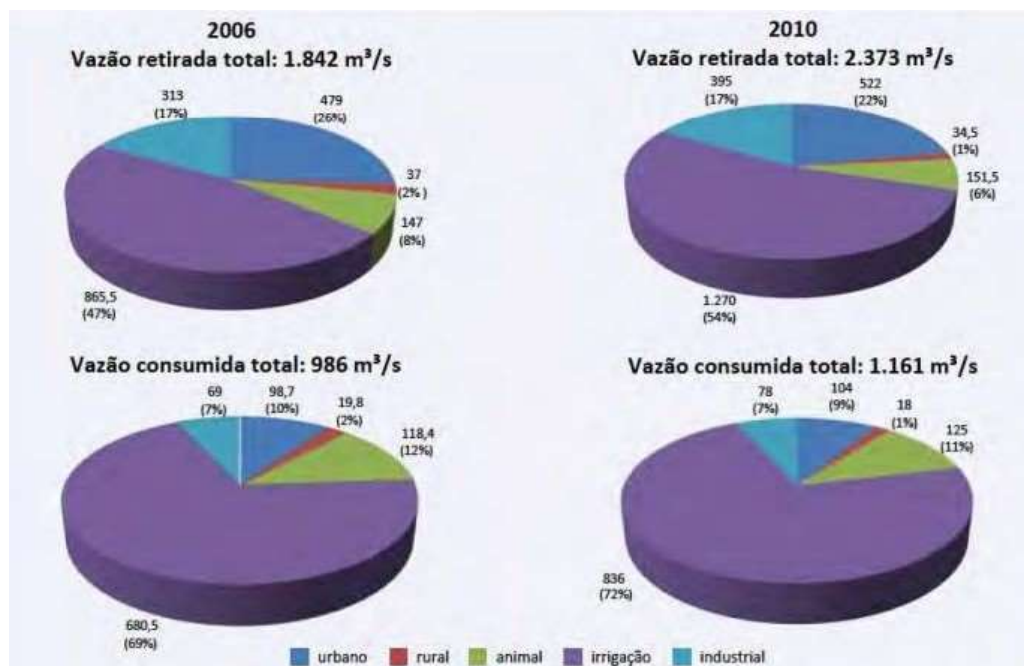
Para Costa e Barros Júnior (2005), os três principais fatores que tiveram contribuição para o aumento na demanda de água ao decorrer do século XX foram: o crescimento demográfico, o desenvolvimento industrial e a ampliação do cultivo irrigado. O autor ainda indica probabilidade de crise mundial no setor em um futuro bem próximo. Com base nisso, pode-se chegar à conclusão que a gestão inadequada do consumo de água, a humanidade encaminha para um quadro alarmante de escassez de água.

Contudo, em função de seu ciclo natural, a água nunca desaparecerá. Entretanto, se o mau uso continuar, encontrar água potável será cada vez mais difícil e raro, pois a contaminação ou poluição acontece facilmente e pode ocorrer em qualquer fase do ciclo (WWF BRASIL, 2006).

Como afirma Paz, Teodoro e Mendonça (2000), a nível mundial, a agricultura consome cerca de 69% de toda a água derivada das fontes – como rios, lagos e aquíferos subterrâneos – e os outros 31% são gastos pelas indústrias e uso doméstico. Sendo este, portanto, o elemento essencial ao desenvolvimento agrícola com descontrole e a administração inadequada, assim, não será possível uma agricultura sustentável.

Em análise aos resultados obtidos pela Agência Nacional de Água (ANA, 2013), o setor agrícola é o maior consumidor de água. Os gráficos apresentados na Figura 02, retratam o cenário brasileiro de vazões retiradas e consumidas totais separadas por cada setor, referentes aos anos de 2006 e 2010. Nestes, percebe-se que a irrigação teve um aumento significativo de vazão retirada e consumida, enquanto o percentual no setor industrial se manteve, e os demais tipos de consumos diminuíram.

Figura 3 - Distribuição das vazões de retirada e de consumo para diferentes usos: 2006 versus 2010



Fonte: ANA (2013).

De acordo com Brasil (2004), a água subterrânea vem sendo acumulada no subsolo há séculos e somente uma fração desprezível é acrescentada anualmente pelas chuvas ou retirada pelo homem e, em compensação, a água dos rios é renovada cerca de 31 vezes, anualmente. Porém, o consumo descontrolado dos lençóis freáticos e dos reservatórios superficiais está provocando o parcial ou total esgotamento de alguns mananciais.

Nessa perspectiva, faz-se necessário introduzir medidas sustentáveis às formas de disponibilidade hídrica e ao saneamento básico para a execução de antigas ou novas técnicas de reuso de água para agir de maneira compensatório no consumo elevado de água e, assim, cessar os estresses hídricos e amenizar os impactos ambientais.

2.3 IMPORTÂNCIA DO REUSO E SUAS FORMAS

O Brasil, ultimamente, em acordo mútuo com as preocupações mundiais na tentativa de garantir desenvolvimento sustentável para todo seu território, tem empregado esforços afim de aperfeiçoar a gestão de seus recursos naturais, mais em particular, da água (PEREIRA; PEDROSA, 2005). Segundo Fetranpor (2017), a prática do reuso possibilita que um maior volume de água permaneça disponível para outras utilidades, assegurando seu uso racional e

diminuindo a demanda de água acerca dos mananciais, uma vez que há substituição do uso de água potável por uma de menor qualidade.

Descentralizar em nível municipal o reuso de água, tornando disponível fontes valiosas de água para diversos usos, é um dos artifícios mais pertinente para otimizar, a reutilização das águas residenciais tratadas, em proporção local” (BICUDO et al., 2010). Desse pressuposto, as soluções para a escassez de água estão mais perto do que se imagina, porém falta um maior interesse e iniciativa da população e das autoridades em concretizar e difundir projetos de reuso.

Segundo Paz, Teodoro e Mendonça (2000), a maioria dos países tem conhecimento dos próprios problemas de disponibilidade e uso dos recursos naturais; no entanto, há muitas dificuldades para a aplicação de tecnologias em grande escala, para resolver ou evitar problemas e para estabelecer programas de preservação desses recursos. Assim, enxerga-se uma necessidade de incentivo fiscal governamental que estimule e facilite a execução de projetos e práticas sustentáveis.

Contudo, segundo Costa e Barros Júnior (2005), o reuso de águas residuais pode ser conduzido de quatro maneiras diferentes, o autor apresenta:

- Reuso indireto não planejado da água: situação em que a água utilizada em atividades humanas é descarregada no meio ambiente e reutilizada, a jusante, de forma diluída, de maneira não intencional e não controlada. Ao caminhar até o ponto de captação para o novo usuário, a mesma está sujeita a diluição e depuração;
- Reuso indireto planejado da água: neste caso, os efluentes, depois de tratados, são descarregados de forma planejada nos corpos de águas superficiais ou subterrâneas, para serem utilizados a jusante, de maneira controlada, no atendimento de algum uso benéfico. O reuso indireto planejado admite que existe algum controle sobre as novas descargas que ocorrem durante o caminho, não alterando, portanto, os requisitos de qualidade de reuso objetivado;
- Reuso direto planejado da água: os efluentes, após tratamento, são jogados diretamente no local de reuso, não sendo descarregados no meio ambiente. É o caso de maior ocorrência, destinando-se a uso em indústria ou irrigação;
- Reciclagem da água: é o caso mais comum de reuso interno da água, antes mesmo de sua descarga em um sistema geral de tratamento ou outro local de disposição. Este é um caso particular de reuso direto planejado.

Para Bicudo et al. (2010), as águas de reuso podem ser utilizadas para as seguintes finalidades:

- Irrigação na agricultura.
- Irrigação de parques, jardins e campos de golfe.
- Uso industrial para resfriamento, construção civil, água para aquecimento térmico.
- Recarga de aquíferos: controle da quantidade de água dos aquíferos, manutenção de água em poços subterrâneos.
- Usos recreacionais e ambientais: lagos, áreas alagadas artificiais, pesca.
- Usos urbanos não potáveis: combate a incêndios, usos em ar condicionado.
- Uso potável: mistura com fontes naturais ou descarga em reservatórios de abastecimento.

Hespanhol (2003) apud Bicudo et al. (2010) destacou que, nas condições de escassez de água no Nordeste semiárido, pode-se salientar como palavras-chave em termos de gestão o reuso e a conservação; o autor avaliou o potencial de reuso de água no Brasil para diversos fins, particularmente para os não potáveis. Ainda é muito tímida e praticamente se resume a projetos-piloto, a reutilização de efluentes sanitários, tratados ou não, para atividades agrícolas.

Os resultados da conferência de Dublin sobre a água foram referendados na ECO-92, que por sua vez, teve como principal foco estudar medidas de sustentabilidade, gerando a Agenda 21 que é o plano de ação para alcançar os objetivos do desenvolvimento sustentável. Uma das metas dessas conferências foi: “Identificar todas as fontes potenciais de água e preparar planos para a proteção, conservação e uso racional delas” (FERNANDES, 2005).

Dessa forma, os projetos de reuso e otimização da gestão de recursos hídricos ganham grande visibilidade para as mais variadas formas possíveis de se fazer essa reutilização. Ainda mais quando se visualiza a possibilidade de utilização de uma água que é comumente desprezada, como o efluente gerado a partir de máquinas condensadoras de ar.

2.4 MÁQUINAS CONDENSADORAS DE AR

2.4.1 Importância do uso

O uso dos aparelhos condicionadores de ar é um item de fundamental importância para amenização da temperatura nos ambientes internos, principalmente onde existe grande movimentação e permanência de pessoas (CARVALHO; CUNHA; FARIA, 2012). Principalmente, em regiões que costumam marcar temperaturas elevadas, o que tornam as

máquinas condensadoras equipamentos primordiais para o conforto e qualidade de vida dos seres humanos.

Nessa perspectiva, Tebchirani (2011), boas condições climáticas elevam o poder de concentração e reduzem a fadiga humana, portanto, o ar condicionado além de proporcionar conforto, serve como um agente de produtividade, além de que, o conforto térmico proporcionado por ar condicionados permite o melhor desempenho de equipamentos eletrônicos.

Segundo Fortes, Jardim e Fernandes (2015), os sistemas de condicionamento de ar, que compreendem tanto as operações de refrigeração quanto de aquecimento de ar, regulam a temperatura de ambientes criando uma sensação de conforto térmico, sendo aquecendo ou refrigerando.

Assim, ao discutir as vantagens de utilização dos sistemas de condicionamento de ar na vida cotidiana, Tebchirani (2011) elenca:

- Controle da temperatura ambiente;
- Controle da umidade ambiente;
- Regulação dos níveis de oxigênio;
- Controle dos odores a níveis abaixo do limite perceptível;
- Manutenção da velocidade de movimentação do ar.

2.4.2 Tipos de centrais de ar usuais

Há dois tipos de aparelhos de ar condicionado usuais, que são os aparelhos do tipo Split e o ar condicionado do tipo Janela. Porém, atualmente, o uso dos aparelhos de ar condicionado do tipo Janela está em redução gradual, encaminhando ao desuso, pois o mercado é praticamente dos aparelhos do tipo Split (FORTES; JARDIM; FERNANDES, 2015).

Segundo Tebchirani (2011), esta redução ocorre devido à essa nova tecnologia tratar da separação da unidade evaporadora e da condensadora, com o objetivo de diminuir o ruído proveniente do processo de compressão dentro dos ambientes climatizados. Dessa forma, o mercado consumidor está optante pelos aparelhos Split por questões de conforto acústico, além de ser mais estético e menos dispendioso para a instalação por não necessitar abrir a janela na parede a qual o outro tipo é instalado.

Assim, a unidade evaporadora permanece ambiente interno a ser climatizado, lançando o ar gelado, enquanto a unidade condensadora é instalada externamente, responsável pelo

processo de refrigeração, sendo estes elementos interligados por tubulação de cobre que conduz o fluido refrigerante (TEBCHIRANI, 2011). As unidades instaladas no ambiente interno podem ser colocadas no teto ou paredes e ter regulação de temperatura por controle remoto conforme o usuário achar necessário e confortável. As unidades externas são instaladas em locais abertos, podendo ser no terraço e fachadas, a depender da facilidade de instalação com a estética das fachadas.

São dois os principais tipos de aparelhos Split para aplicações residenciais e comerciais comercializados no Brasil: tipo Hi Wall (Figura 4) e tipo Piso/Teto (Figura 5):

Figura 4 - Ar condicionado do tipo Split Hi Wall



Fonte: www.centralar.com.br. Acesso em 17 de abril 2017.

O primeiro atende capacidades de 7.000 BTU/h (British Thermal Units - Unidade Térmica Britânica) até 30.000 BTU/h; enquanto o Tipo Piso/Teto atende capacidades de 18.000 BTU/h até 80.000 BTU/h. Enquanto o Tipo Piso/Teto atende capacidades de 18.000 BTU/h até 80.000 BTU/h (TEBCHIRANI, 2011). Sabendo disso, nota-se que o tipo Hi Wall é mais indicado para ambientes menores, com pouca ou intermediária movimentação de pessoas. Já o tipo Piso/Teto é indicado para ambientes maiores, com grande movimentação e permanência de pessoas.

Figura 5 - Ar condicionado Split tipo Piso/Teto



Fonte: www.centralar.com.br. Acesso em 17 de abril de 2017.

Os dois tipos já mostrados são realmente mais usuais, mas ainda há o tipo Split Teto/Cassete, mostrado na Figura 6, muito utilizado em hospitais, auditórios de universidades e espaços com grandes vãos. As vantagens desse tipo são: presença de quatro aberturas de ar, em quatro direções diferentes; possibilitam instalação no meio de vãos; e, ocupam menos espaço ainda no ambiente a ser climatizado.

Figura 6 - Ar condicionado Split tipo Cassete



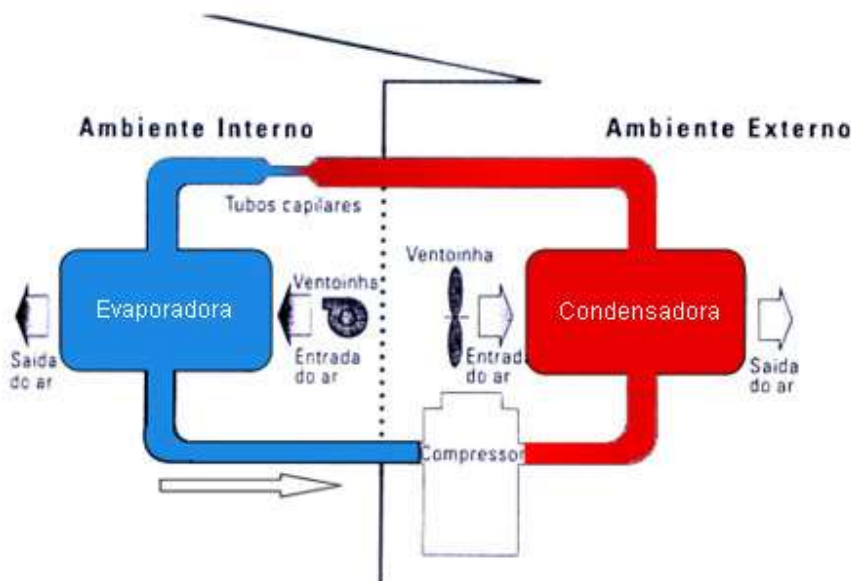
Fonte: www.centralar.com.br. Acesso em 17 de abril de 2017.

A depender do uso e necessidade das centrais de ar, o usuário tem a possibilidade de optar entre os tipos apresentados, porém o princípio de funcionamento deles é basicamente o mesmo.

As máquinas condicionadoras de ar são capazes de efetuam mudanças de temperatura do ambiente através da passagem do ar pela serpentina do evaporador que por contato sofre queda ou aumento de temperatura, diminuindo a umidade relativa do ar dependendo do ciclo utilizado. (FORTES; JARDIM; FERNANDES, 2015). Segundo Jones (1985) apud CABRAL et al. (2015), o condicionamento de ar é o processo que consiste em controlar sua temperatura, umidade, pureza e distribuição no sentido de proporcionar conforto aos ocupantes do recinto condicionado.

De maneira esquemática na Figura 7, explana-se o funcionamento convencional de refrigeração dos sistemas condensadores de ar, que consiste basicamente no ar do ambiente interno sendo absorvido por um ventilador, passando pelo evaporador e dando volta de serpentina, que por sua vez resfria este ar, que volta para o ambiente interno (CABRAL et al., 2015).

Figura 7 - Funcionamento esquemático de um ar condicionado



Fonte: Fortes; Jardim; Fernandes (2015).

No funcionamento dos condicionadores de ar, o condensador é responsável de realizar o processo de condensação, neste caso, o ar externo é transformado em líquido e em seguida transferido para uma bandeja, e posteriormente é direcionado para um dreno do condicionador (CABRAL et al., 2015).

A condensação gerando água que é direcionada para tubulação que a escoar para o ambiente externo, ocorre durante a passagem do ar pela serpentina do evaporador, que por contato sofre mudança de temperatura (FORTES; JARDIM; FERNANDES, 2015). De modo

que, a água gerada é condensada de trocas térmicas, gerando a passagem do estado de vapor d'água presente no ar para o líquido.

Com a utilização desses aparelhos a umidade do ar é condensada e enviada para o ambiente externo, essa água uma vez canalizada podem receber um melhor destino como a irrigação de áreas verdes, ajardinadas e cultivos, contribuindo diretamente para a sustentabilidade que tanto almejamos, evitando a utilização de água potável para tal finalidade (CARVALHO; CUNHA; FARIA, 2012).

2.5 REUSO DE ÁGUA A PARTIR DE MÁQUINAS CONDENSADORAS DE AR E SUA QUALIDADE

O aproveitamento da água gerada a partir de centrais de ar pode ser ter uma contribuição significativa em instituições e estabelecimentos, como escolas, universidades, hospitais e empresas. Isso porquê são ambientes que costumam dispor de um número considerável de máquinas condensadoras de ar, logo, se induz que geram uma quantidade expressiva de água, a depender do uso e ocupação dos ambientes, como também, das características das centrais.

Segundo Fortes, Jardim e Fernandes (2015), o efluente expelido pelas máquinas condensadoras de ar é aparentemente inutilizável e inconveniente nas calçadas ou respingando em locais de passagem de pessoas, no entanto, podem acumular vários litros de água ao final do dia, permitindo sua reutilização em práticas sustentáveis. Independentemente da inconveniência, a prática sustentável permite que haja economia não apenas financeira, mas também o racionamento dos recursos de água potável do planeta.

Para Costa e Barros Júnior (2005), o reuso de água não potável pode ser feito objetivando suprir a demanda em locais que, costumeiramente, utilizavam água potável, com diferentes necessidades de aplicações. Entre elas, citam-se:

- Reserva de proteção contra incêndio;
- Sistemas decorativos aquáticos como fontes e chafarizes, espelhos d'água;
- Descarga de sanitários públicos, edifícios comerciais e industriais;
- Lavagem de trens e ônibus públicos;
- Irrigação de jardins ao redor de edifícios, residências e indústrias, parques, centros esportivos, campos de futebol, quadras de golfe, gramados, árvores e arbustos ao longo de avenidas e rodovias;
- Construção civil e compactação de solos;

- Lavagens de pisos, de galpões industriais e de algumas peças mecânicas.

O reuso de água abrange estimativas de fornecimento de água, saúde humana, infraestrutura, sistemas de tratamento e, principalmente, a elaboração e o preparo de padrões de qualidade que possam viabilizar o reuso. Desse modo, devem ser levadas em consideração para análise indicadores de qualidade para que os devidos fins de uso.

Cada uso implica em diferentes parâmetros de qualidade, pois existem conjuntos de diferentes variáveis que determinam isto. De antemão, define-se os riscos associados ao uso da água, que segundo Silva et al. (2011), são: contaminação microbiológica dos seres vivos, dos cursos d'água e do solo; contaminação química dos seres vivos, dos cursos d'água e do solo; e degradação de materiais e equipamentos nas atividades nas quais a água é utilizada.

Segundo Fernandes (2005), a aplicação do reuso com menor intensidade nos ambientes urbanos deve-se, entre muitos fatores, à carência de uma definição clara dos padrões de reuso não potável, o que tem causado o emprego de padrões semelhantes aos utilizados para as águas potáveis ou a adoção de parâmetros internacionais extremamente restritivos o que pode tornar-se, em alguns casos, inviável técnica e economicamente a sua aplicação.

2.5.1 Indicadores de Qualidade

Para a realização deste estudo, é preciso ter conhecimento de alguns indicadores de qualidade. Neste tópico elenca-se alguns destes para dar luz a este trabalho. Todas as descrições a seguir estão conforme Silva et al. (2011):

2.5.1.1 Indicadores físicos de qualidade da água

- Cor: relacionada à presença de substâncias e compostos químicos na água; pode ser causada pelo ferro ou manganês, pela decomposição da matéria orgânica da água, pelas algas ou pela introdução de esgotos industriais e domésticos.
- Padrão de potabilidade: intensidade de cor inferior a 5 unidades.
- Turbidez: indica a presença de matéria em suspensão na água como os organismos microscópicos e outras partículas, porém, a sua presença em geral não significa um problema de qualidade da água; interfere na transmissão da luz nos corpos d'água, interferindo nos processos biológicos; quando possui valores elevados podem indicar problemas de erosão.

- Sólidos: estão relacionados aos diversos tipos de materiais presentes na água; podem ser divididos em duas categorias, em suspensão ou dissolvidos.
- Condutividade Elétrica: mede a capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. Apresenta relação direta com as espécies iônicas dissolvidas. Quanto maior for à quantidade de íons dissolvidos maior a CE.

2.5.1.2 Indicadores químicos de qualidade da água

- pH (potencial hidrogeniônico): representa o equilíbrio entre íons H^+ e os íons OH^- ; varia de 0 a 14. Quando indica se uma água é ácida (pH inferior a 7), neutra (pH igual a 7) ou alcalina (pH maior do que 7); o pH da água depende de sua origem e características naturais, mas pode ser alterado pela introdução de resíduos; pH baixo torna a água corrosiva; águas com pH elevado tendem a formar incrustações nas tubulações; a vida aquática depende do pH, sendo recomendável a faixa de 6 a 9.

2.5.1.3 Indicadores Microbiológicos de Qualidade da Água

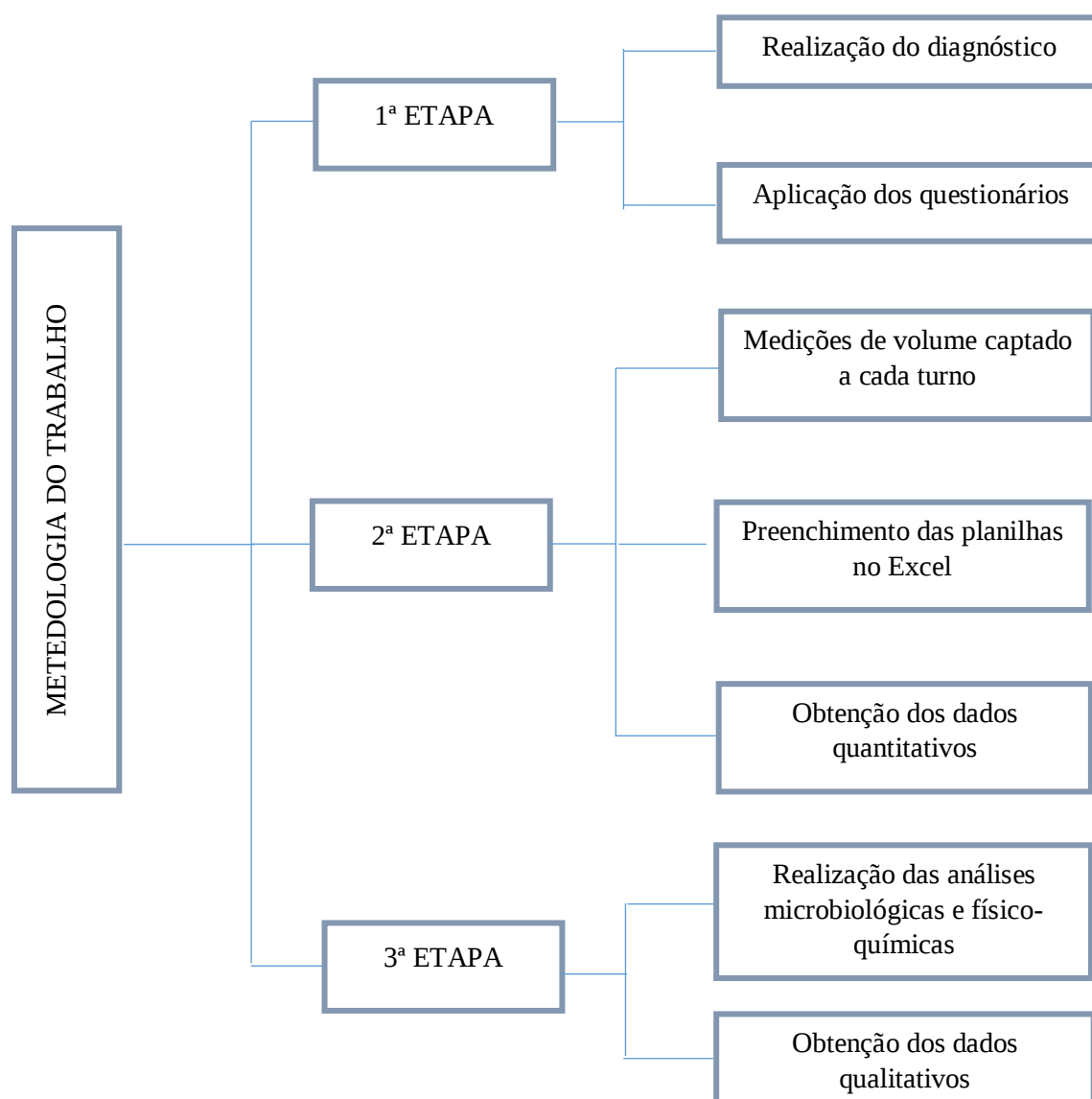
- Coliformes: são indicadores da presença de microrganismos patogênicos na água; os coliformes fecais existentes em grande quantidade nas fezes humanas e, quando encontrados na água, significa que a mesma recebeu esgotos domésticos, podendo conter microrganismos causadores de doenças.

Obs.: O grupo de bactérias denominado coliformes comporta todos os bacilos aeróbicos e é composto por *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klesbiella* e *Enterobacter*. Nem todos esses organismos são patógenos, ou só habitam o trato gastrointestinal. Podem ser encontrados em pastagens, solos, plantas submersas e mesmo em outros lugares do organismo, sendo por isso, denominados “coliformes totais”.

3 METODOLOGIA

Com a pesquisa busca-se a compreensão e alcance dos objetivos e resultados, mediante a utilização de instrumentos de coleta de dados em detrimento de regras ou visões holísticas, já que segue num viés de analogias, interpretações e descrições. Considerando a diversidade de situações inerentes à pesquisa realizada e no intuito de atingir os objetivos propostos, foram desenvolvidos os procedimentos metodológicos relacionados na Figura 8:

Figura 8 - Fluxograma de metodologia para estudo de viabilidade de reuso da água gerada a partir das centrais de ar



Fonte: Autora (2017).

A 1ª etapa ocorreu de forma a investigar e identificar locais propícios para as coletas; bem como, a aplicação de questionários acerca da pesquisa que se viu necessária para a coleta de informações referentes ao uso das máquinas condensadoras de ar das salas dos prédios avaliados desenvolvida para conexão futura com os resultados.

Em seguida, na 2ª etapa, foram realizadas as medições do volume captado a cada turno em cada ponto de coleta, assim, desenvolvendo a tabulação dos dados ao longo do período de estudo, que subsidiaram as considerações e argumentos conclusivos do trabalho.

A 3ª etapa se deu na realização do estudo dos parâmetros microbiológicos e físico-químicos do efluente gerado a partir das centrais de ar em questão, assim, obtendo os resultados qualitativos da pesquisa.

Contudo, para subsidiar o trabalho, a análise do contexto da técnica de reuso de água gerada a partir de máquinas condensadoras de ar, como também, a identificação do potencial de aproveitamento desta para fins não potáveis apresenta-se como elemento importante para compreensão e apreensão do estudo decorrente.

Os procedimentos metodológicos para a realização deste trabalho basearam-se em métodos e técnicas capazes de contemplar a abordagem do objeto de estudo proposto, bem como o planejamento de ações que levam a compreender o estudo realizado na área da pesquisa com emprego de técnicas qualitativas, quantitativas e dialéticas. Os tópicos a seguir tratam de todas as etapas:

3.1 ESTUDO DA AREA DE INSERÇÃO

A cidade de Pau dos Ferros localizada no interior do estado Rio Grande do Norte, mais precisamente no Alto Oeste Potiguar do semiárido nordestino (Figura 9), a 400 km de distância da capital Natal, aproximadamente. Pau dos Ferros é um importante polo econômico para a região e destaca-se economicamente através de atividades agropecuárias, comerciais e de serviços, além de estar se tornando um polo universitário, com instituições federais e estaduais de ensino.

Figura 9: Mapa de localização da cidade de Pau dos Ferros



Fonte: Wikipédia. Acesso em: 20 de maio de 2017.

Segundo o último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2016, a cidade possui população estimada em 30 mil habitantes, com uma área de aproximadamente 260 km². O clima é tipicamente semiárido com temperaturas que variam de 29° C até 35° C, dependendo da época do ano. Nesse sentido, o período chuvoso se estende do mês de fevereiro a junho, mas com precipitação pluviométrica anual de 700 mm, em média.

A barragem pública da cidade foi construída em 1968 pelo Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS) e possui uma bacia hidrográfica de 14 km de extensão, 2050 Km² de área cuja capacidade máxima de armazenamento é de 54.846.000 m³ de água. Seu sangradouro possui 240 m de largura e descarga média de 2237,3 m³/s. (RENOVATO; SENA; SILVA, 2013). Contudo, hoje a barragem se encontra inativada para distribuição de água, pois está totalmente seca. Dessa forma, Pau dos Ferros está sendo abastecida pela adutora de engate rápido com água vinda da Barragem de Santa Cruz, em Apodi.

A Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Campus Pau dos Ferros - RN, é uma instituição de ensino superior, localizada na rodovia BR-226, Km 405, Bairro São Geraldo. Os blocos construídos e em funcionamento até o momento, são: 2 de salas de aulas, 1 de salas dos professores, 1 de laboratórios, 1 administrativo, centro de convivência (onde funciona, temporariamente, a biblioteca) guarita e garagem.

A universidade tem como missão produzir e difundir conhecimentos da educação superior, com destaque para a região Semiárida brasileira, colaborando para o exercício pleno

da cidadania, mediante formação humanística, crítica e reflexiva, preparando profissionais capazes de atender demandas da sociedade (UFERSA, 2005).

Atualmente, a instituição conta com sete cursos, sendo dois deles de primeiro ciclo: Bacharelado em Ciência e Tecnologia (BCT) e Bacharelado em Tecnologia da Informação (BTI). Para o segundo ciclo, são as engenharias: civil, ambiental, da computação e de software. Por fim, o Câmpus dispõe, também, do curso de arquitetura.

3.2 REALIZAÇÃO DE DIAGNÓSTICO (PRÉDIOS, SALAS, MÁQUINAS, TEMPO MÉDIO DE OCUPAÇÃO)

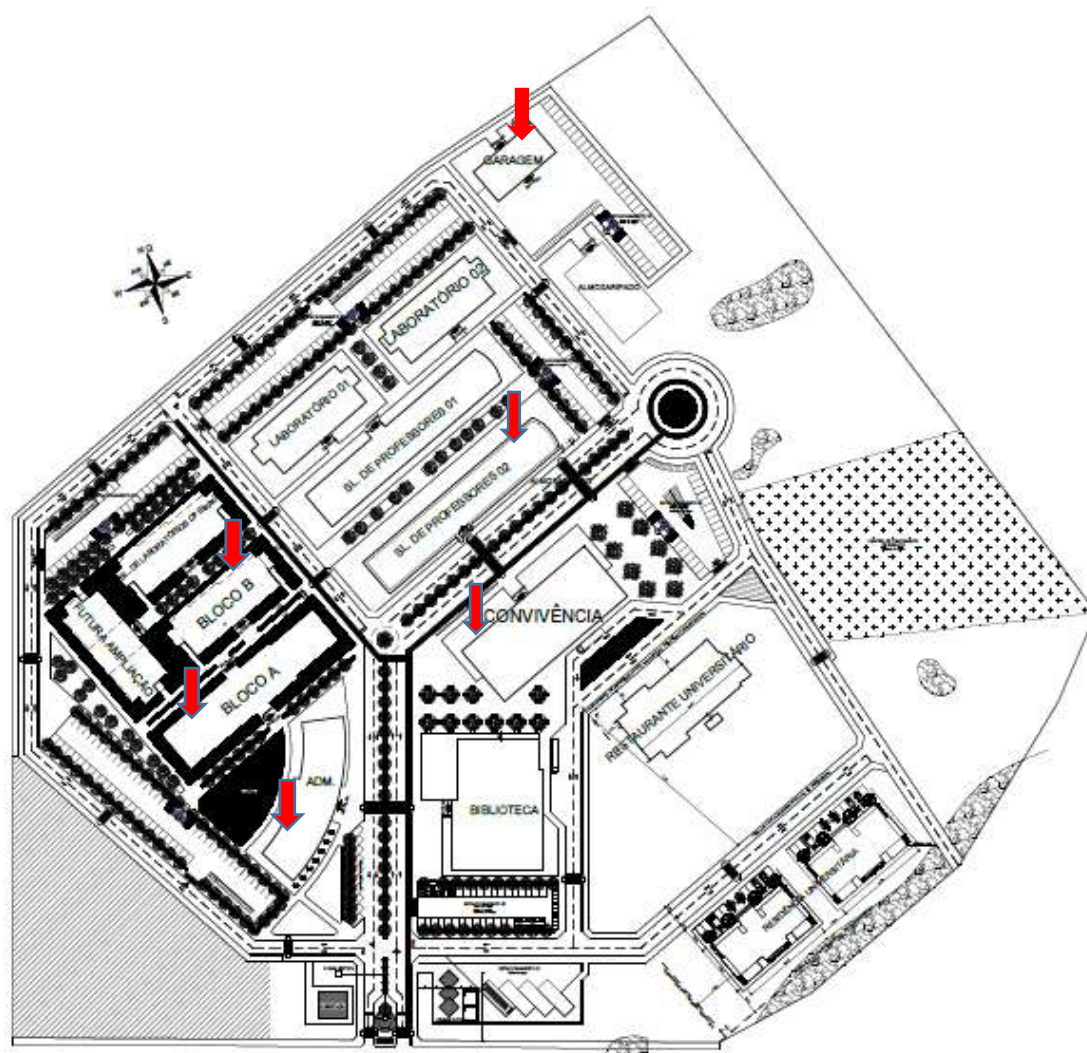
Tal questionário detalha-se no APÊNDICE A apresenta as questões levadas em consideração e, assim, interrogadas aos usuários e controladores dos sistemas condicionados de ar, afim de, posteriormente, aliar as respostas obtidas com os valores encontrados de vazão e volume para cada ponto de coleta.

Assim, o questionário foi aplicado para todos os funcionários e servidores que ocupam o bloco administrativo, como também aos funcionários da biblioteca e aos terceirizados responsáveis pelas aberturas das salas de aula e acionamento e controle das temperaturas de operação das máquinas condicionadoras de ar.

Para a obtenção de valores quantitativos da pesquisa desenvolvida, verificou-se o acesso aos drenos das centrais de ar. Desse modo, apenas alguns estavam disponíveis para coleta, de modo que os demais se encontraram enterrados, portanto inacessíveis. Assim, este trabalho se direcionou à análise, resultados das coletas de informações e medições das águas oriundas das centrais condensadoras de ar dos seguintes prédios do Câmpus (como indicados na planta da Universidade na Figura 10):

- Biblioteca (Temporariamente funcionando no Centro de Convivência)
- Bloco A de salas de aula
- Bloco Administrativo
- Bloco B de salas de aula
- Bloco de Sala dos Professores
- Garagem

Figura 10: UFERSA Câmpus Pau dos Ferros com indicação dos prédios analisados



Fonte: Acervo de projetos da UFERSA.

3.3 REALIZAÇÃO DE MEDIÇÕES DIÁRIAS E A QUANTIFICAÇÃO DO VOLUME CAPTADO

Realizou-se medições em pontos estratégicos na universidade. Os drenos foram escolhidos de modo que seria viável a realização das coletas, pois alguns pontos encontram-se com os drenos das máquinas enterrados no solo, dificultando o acesso. Assim, escolhendo pontos acessíveis, pode-se conciliar uma vazão considerável para coleta, bem como, facilidade na captação.

As medições se iniciaram em 22 de agosto de 2016 e se encerrando em 28 de outubro de 2016 totalizando 10 semanas de coleta, o que nos dá uma malha de dados considerável, assim, transmitindo confiança no momento de quantificar um resultado geral. Houveram

feriados e semanas em que a universidade não trabalhou em horários comuns, assim, estas datas foram substituídas por novas medições em dias normais.

Inicialmente, para as medições foram adotadas bombonas com capacidade de 5 litros nos pontos de coleta, porém, nos primeiros dias já foi observado que essas não seriam suficientes em alguns pontos, devido à elevada vazão, isto porquê, em curto espaço de tempo já ocorria o transbordamento destas bombonas, acarretando a perda da medição.

Assim, nos pontos de maior vazão, bloco A (Figura 11) e biblioteca (Figura 12), as bombonas foram substituídas por garrafões com capacidade de 20 litros, e assim, foi-se possível realizar as medições com maior precisão, de forma que elas foram viabilizadas sem maiores problemas.

O dreno do bloco A, ainda assim, exige mais atenção que os demais, pois a cada turno este gera mais água que a capacidade do garrafão. Então, o responsável pela medição necessita fazer a verificação o bloco A no intervalo entre as aulas para que esta medição não fosse perdida. Além disso, como se pode observar nas imagens, todos os recipientes estão graduados para que pudesse ser feita uma leitura com precisão do volume.

Figura 11 - Medição do bloco A de salas de aula



Fonte: Autora (2016).

Figura 12 - Medição da Biblioteca



Fonte: Autora (2016).

Como as vazões dos drenos dos demais pontos de medição eram menores, as bombonas de 5 litros atenderam as necessidades para a captação de volume coletado. Assim, como mostrado na Figura 13 e 14, a bombona de 5 litros, graduada, coletando a água oriunda de 1 central de 12000 BTUs dos dois pontos de coleta do bloco administrativo.

Figura 13 - Medição do bloco administrativo (dreno no mini depósito)



Fonte: Autora (2016).

De mesmo modo, encontram-se as bombonas da sala dos funcionários terceirizados, sendo que, nesta sala, a vazão é normalmente maior que a citada anteriormente, desse modo era necessária maior atenção e ter outro recipiente ao lado de sobressalente, assim como é mostrado na Figura 14.

Figura 14 - Medição do bloco administrativo (dreno na sala dos terceirizados)



Fonte: Autora (2016).

Contudo, os demais pontos tinham vazões menores, então a bombona de 5 litros supria a necessidade das medições precisas, sem perdas de volume de água.

3.4 INDICADORES QUALITATIVOS

3.4.1 Realização das análises

As amostras foram coletadas em apenas três pontos, devido à grande quantidade de pontos, desse modo, optou-se por analisar os pontos os quais as vazões são aparentemente maiores. Assim, previamente definidos, foram eles: bloco A de sala de aula, biblioteca e bloco administrativo. A coleta das amostras e análises foram realizadas no dia 23 de novembro do ano de 2016.

Logo após a coleta, as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Saneamento (LASAN) no Câmpus sede da UFERSA em Mossoró, onde foram realizadas as análises de

coliformes, turbidez, condutividade elétrica, Ph e cor. Tais procedimentos foram realizados de acordo com as técnicas usuais e disponíveis no laboratório.

3.4.1.1 Análises Microbiológicas

Nestas análises é importante esclarecer o método de coleta utilizado, visto que, resultados de análises microbiológicas estão sujeitos a sofrer alterações dependendo da forma que o efluente é coletado. Dessa maneira, por indisponibilidade de recipientes mais indicados para tais ensaios, os efluentes foram colhidos em frascos coletores de exames laboratoriais. No total foram colhidos 200 ml de cada ponto de coleta citado, armazenados numa caixa de isopor, apresentado na Figura 15, para não sofrer grandes alterações na temperatura.

Figura 15: Amostras coletadas



Fonte: Autora (2016).

Para a quantificação dos indicadores microbiológicos, nesta pesquisa foi utilizado o sistema Colilert (sistema patenteado por IDEXX Laboratories), que é utilizado para detecções simultâneas, identificações específicas e confirmativas de coliformes totais e E. Coli em água continental natural ou tratada.

Após misturar o Colilert em 100 mililitros da amostra e misturá-los em movimentos levemente circulares, o líquido já homogêneo é colocado em uma cartela que por sua vez é

colocado em uma seladora para que o líquido espalhe homogeneamente na cartela. Assim, obtém-se a tabela na forma mostrada na Figura 16. As amostras foram incubadas a uma temperatura de 35°C por 24 horas para que pudessem ser obtidos os resultados por coloração e fluorescência.

Figura 16 - Amostra em cartela pronta para ser incubada



Fonte: Autora (2016).

3.4.1.2 Análises Físico-químicas

Além das análises microbiológicas, foram realizadas análises físico-químicas. O primeiro deles foi o de condutividade elétrica através de um condutivímetro, mostrado na Figura 17, esta análise é importante para determinar se a água em questão pode ser utilizada para jardinagem, sabendo que, se o valor for muito elevado, a planta terá dificuldades em absorver água.

Figura 17 - Condutímetro utilizado



Fonte: Autora (2016).

Para o teste de turbidez foi utilizado o turbidímetro, indicado na Figura 18, este necessita de apenas 10 ml da amostra e disponibiliza o resultado com muita rapidez.

Figura 18 - Análise de Turbidez



Fonte: Autora (2016).

O teste de pH foi realizado através de um medidor de pH. Nesta situação, não foi utilizado o aparelho em seu melhor estado, tendo em vista que se teve problemas com a calibração do aparelho, então, os resultados obtidos nesta análise pode apresentar erros, o que propõe-se possíveis repetições futuras para melhor precisão dos resultados.

Para a análise de cor das amostras, foi utilizado um Espectrofotômetro, o qual as amostras eram colocadas em um recipiente próprio de encaixe na máquina e em fração de segundos esta apresenta o resultado.

Os resultados ensaios efetuados com as amostras foram analisados com base na Resolução CONAMA nº 357, de acordo com os parâmetros de Água Doce – Classe 1, que por sua vez, podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) a proteção das comunidades aquáticas;
- c) a recreação de contato primário;
- d) a irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e
- e) a proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

Para água doce de classe 1, os parâmetros seguidos estão no Artigo 14 da resolução:

- g) não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição aos parâmetros de coliformes termotolerantes de acordo com os limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.
- j) turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT);
- l) cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L; e
- m) pH: 6,0 a 9,0.

Para a condutividade elétrica, foram utilizados os parâmetros segundo Richards (1954) apud Silva et al. (2011).

As conclusões obtidas ao comparar os resultados com os parâmetros escolhidos encontram-se no tópico 4.3 deste trabalho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Fortes, Jardim e Fernandes (2015) e Mota Oliveira e Inada (2011) desenvolveram trabalhos semelhantes enquanto à verificação quantitativa do efluente coletado a partir das centrais de ar. Desse modo, é possível analisar de forma comparativa os resultados obtidos, de modo a interligar os resultados de diagnóstico do uso e ocupação com o volume coletado, pode-se verificar o potencial do reuso desse efluente.

4.1 REALIZAÇÃO DE DIAGNÓSTICO (PRÉDIOS, SALAS, MÁQUINAS, TEMPO MÉDIO DE OCUPAÇÃO)

4.1.1 Biblioteca

Para o funcionamento da biblioteca são utilizados 2 ar-condicionados da marca Eletrolux e com potência de 36000 BTUs. Uma das máquinas utilizada em uma sala fechada, onde permanecem 3 funcionários, entre eles o bibliotecário; a outra central é instalada na biblioteca temporária do Câmpus, onde os alunos fazem os empréstimos de livros. Nesta sala ficam de 2 a 3 funcionários, a depender dos horários de cada um e revezamento entre eles. Nesta, há um espaço entre o meio externo e a sala para que possa haver a comunicação direta entre aluno e funcionário, o que impede o isolamento da sala com o ar externo.

Nestes espaços, a temperatura das centrais costumam ser de 23 °C. Segundo os funcionários, é a temperatura mais agradável para o espaço e por recomendação da própria universidade.

A central da sala de empréstimo dos livros não é desligada entre os turnos, visto que, a biblioteca mantém-se aberta no intervalo entre turnos. Dessa forma, a central de ar opera durante uma média de 15 horas por dia.

4.1.2 Bloco A de sala de aula

As máquinas condicionadoras de ar do bloco A de salas de aula operam com uma frequência muito alta, pois as salas deste bloco são utilizadas nos três turnos e de segunda a sexta, nos seguintes horários:

- Manhã: 7hs às 11h30min
- Tarde: 13hs às 17h30min
- Noite: 19hs às 22h30min

Cada sala de aula possui 2 máquinas, todas da marca LG e com potência de 36000 BTUs. Como este bloco possui 10 salas de aula, totalizam-se 20 máquinas condicionadoras de ar somente no bloco A.

4.1.3 Bloco Administrativo

Após aplicação dos questionários em todas as salas do setor administrativo da UFERSA, pode-se concluir que:

O bloco possui 25 máquinas condicionadoras de ar, sendo 4 delas de maior porte. Com capacidade de 36.000 BTUs, todos da marca LG. As outras 21 máquinas possuem 12.000 BTUs, também da marca LG.

O horário de expediente dos funcionários desse bloco é das 7h30min às 11h30min no período da manhã. No período da tarde, das 13h30min às 17h30min, totalizando a carga horária de 8 horas diárias. De segunda à sexta. Houveram algumas exceções enquanto aos dias de permanência no Câmpus, mas umas foram agindo sobre as outras de maneira compensatória. Além disso, todos os entrevistados afirmaram desligar os ar-condicionados ao deixar suas salas para reuniões ou qualquer outra atividade, mas afirmaram também que deixam muito pouco suas salas no horário de trabalho.

A temperatura na qual regulam as máquinas condensadoras de é em torno de 23°C. Os funcionários da instituição são instruídos a utilizar esta temperatura para manter-se numa temperatura agradável, como também, é uma alternativa para controle no consumo de energia.

4.1.4 Bloco B de Sala de Aula

O bloco B é um prédio de primeiro andar, composto por 18 salas, porém as atividades diárias de maior fluxo, são realizadas no térreo. As salas escolhidas, foram as seguintes: 1, 6, 8 e a sala da xerox. Verificou-se que essas salas eram usadas com maiores frequências pelos professores para ministrarem suas aulas e pelos alunos. O tempo de ocupação delas, dependia

dos horários das aulas, exceto na sala da xerox que é utilizada em tempo integral, só fechando nos intervalos entre os turnos.

Para o período da manhã, as coletas de água foram feitas das 7hs às 11h30min e a tarde de 13hs às 17h30min, totalizando 9 horas de ocupação desse local, nesses turnos. Já para o período da noite, as coletas eram realizadas de 19hs às 22h20min, onde o tempo de permanência das pessoas nesses locais era de 3 h e 20 min.

Entretanto, é importante ressaltar que, embora as coletas fossem feitas nos horários indicados anteriormente, tinham salas em que eram ocupadas por um tempo menor que outras, devido apresentarem apenas dois horários de aulas, portanto, menores volumes de água coletados.

As centrais eram ligadas antes dos professores iniciarem as aulas e geralmente eram acionadas as duas máquinas condensadoras/sala, menos na sala referente à xerox, onde o ar refrigerador normalmente era ligado a partir das 8 horas da manhã, horário no qual iniciava o trabalho da funcionária. Essas centrais ficavam ligadas ininterruptamente e só eram desligadas quando acabavam as aulas, ou no caso da xerox que era desligado quando terminava o horário de expediente de trabalho da funcionária. A temperatura dos ares-condicionados e também a quantidade de alunos que frequentavam as classes, variavam bastante entre as salas e os turnos, por isso não foi possível definir um padrão exato para a temperatura e nem a quantidade de estudantes presentes nesses locais.

Cada sala de aula do bloco B possui 2 máquinas condensadoras de ar, todas elas são da marca Samsung com potência de 12.000 BTUs.

4.1.5 Bloco de salas de professores

Neste bloco o questionário foi aplicado em 21 das salas existentes. Constatou-se que 95% das salas estudadas possuem 2 funcionários, neste caso, docentes. Atividades de ensino, pesquisa e extensão são desenvolvidas neste prédio. Cada sala possui uma central da marca Samsung de 12000 BTUs.

Quando questionados sobre o tempo de permanência em sala, 67% dos profissionais entrevistados, número que corresponde a 14 salas, disseram permanecer entre 6 e 8 horas diárias no local de trabalho, incluindo o tempo em sala de aula. O tempo de permanência mínimo é de 4 horas diárias. Levando em consideração o fato dos docentes deixarem a sala para ministrar aula ou desenvolver outra atividade, como assim disseram, levou-se também a questionar se

durante este tempo de ausência o ar-condicionado era desligado, 100% disseram desligar a central sempre que se ausenta da sala.

Com relação ao número de dias em que os funcionários estão presentes no centro multidisciplinar, 71% dos entrevistados respondeu estar presente durante 5 dias da semana, isto é, de segunda à sexta-feira. O número menor de dias de frequência é 3.

Também foi questionado sobre a temperatura média de cada sala. Da quantidade de entrevistados, 48% citaram uma média de 23°C, e comentando ainda não haver alterações significativas entre os turnos, isto é, a temperatura é constante na maior parte do tempo de permanência em sala. A temperatura mínima constatada foi de 19°C e a maior foi de 24°C. De acordo com os entrevistados a temperatura média de 23°C é uma orientação da direção do centro multidisciplinar.

Neste bloco as coletas foram feitas em dois pontos, salas 8 e 12 com os horários variando de acordo com o funcionamento dos pontos. Na sala 8 as coletas foram realizadas nos turnos da manhã e noite, pois de acordo com o questionário aplicado não há funcionamento pela manhã. Na sala 12 as coletas se deram nos três turnos.

4.1.6 Garagem

No bloco de patrimônio e garagem, os questionários e as medições foram feitas nas salas 1 e 2. O questionário aplicado na sala 1 apresentou as seguintes características:

- 8hs de funcionamento diário em turnos variados;
- 5 dias de funcionamento durante a semana;
- Uma máquina condensadora de LG de 12000 BTUs;
- Temperatura constante de 23°C (Segundo orientação do Câmpus);

A sala citada corresponde ao primeiro ponto de coleta deste bloco, denominado garagem 1, que corresponde a sala do técnico de esportes, ou seja, apenas um funcionário nesta sala e que afirmou desligar a máquina sempre que se ausenta da sala. No segundo ponto de coleta deste bloco, denominado garagem 2, o horário de funcionamento é durante os três turnos, também segue a orientação de manter a temperatura nos 23°C e o número de funcionários na sala é variável, pois é a sala dos motoristas que fazem alternância entre os turnos. Ou seja, necessitou-se conhecer apenas os dados dos pontos de coleta para que o trabalho pudesse

prosseguir. As coletas foram realizadas durante os três turnos, de acordo com o funcionamento das salas instaladas.

4.2 QUANTITATIVO DE VAZÃO E VOLUME CAPTADO

4.2.1 Valores Obtidos de Vazão

No ato da verificação da quantidade de água condensada pelas centrais de ar de cada ponto do Câmpus, a cada turno, o integrante do grupo responsável naquele horário cadastrou na planilha o volume obtido em litros, ilustrada na Tabela 1. Cada ponto foi monitorado e tiveram suas quantidades volumétricas tabuladas por cada equipe durante o período de 2 meses.

Nesta planilha, as vazões a cada medição eram calculadas automaticamente ao inserir o volume, sendo dividido pela quantidade de horas de cada turno para obtenção da vazão na unidade de litros por hora (l/h).

Tabela 1 - Exemplo de preenchimento da tabela de medições

Mês Agosto	BLOCO A: Semana 1 - de 29/08 até 02/09									
	22 de agosto		23 de agosto		24 de agosto		25 de agosto		26 de agosto	
	Segunda		Terça		Quarta		Quinta		Sexta	
Horário (h)	Volume (l)	Vazão (l/h)	Volume (l)	Vazão (l/h)	Volume (l)	Vazão (l/h)	Volume (l)	Vazão (l/h)	Volume (l)	Vazão (l/h)
07:00 - 11:30	20,50	4,56	21,00	4,67	19,00	4,22	30,00	6,67	17,00	3,78
13:00 - 17:30	35,00	7,78	19,00	4,22	25,00	5,56	21,00	4,67	20,00	4,44
19:00 - 22:20	21,00	6,00	22,00	6,29	21,00	4,20	16,00	4,57	25,00	7,14
Total	76,5	-	62	-	65	-	67	-	62	-
Maior Coleta	35		22		25		30		25	
Média Diária	25,50	6,11	20,67	5,06	21,67	4,66	22,33	5,30	20,67	5,12

Fonte: Autora (2016).

A partir de todas as tabelas preenchidas, de todos os pontos, no período de 10 semanas, foram somadas as vazões encontradas a cada turno, gerando as médias de vazões nas 5 primeiras semanas e nas 5 últimas semanas, apresentados na Tabela 2. Portanto, os valores da Tabela 2 estão em uma unidade de litros/hora.

Tabela 2 - Valores de vazão mensal

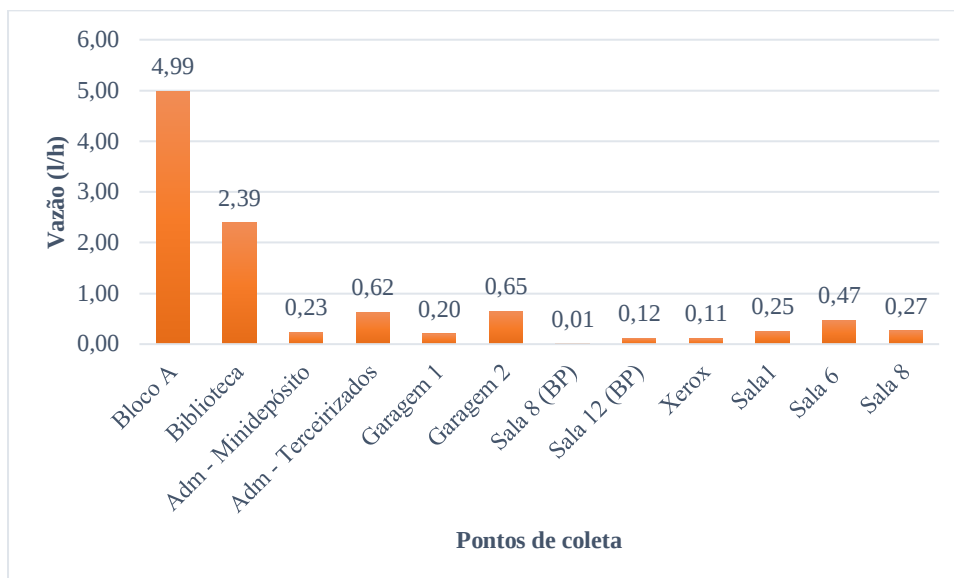
Sala	VAZÃO (L/H)		Média
	1ª a 5ª Semana	6ª a 10ª Semana	
Bloco A	4,96	5,02	4,99
Biblioteca	2,31	2,47	2,39
Adm - Minidepósito	0,28	0,19	0,23
Adm - Terceirizados	0,60	0,65	0,62
Garagem 1	0,13	0,27	0,20
Garagem 2	0,60	0,69	0,65
Sala 8 (BP)	0,02	0,00	0,01
Sala 12 (BP)	0,09	0,15	0,12
Xerox	0,16	0,06	0,11
Sala1	0,33	0,18	0,25
Sala 6	0,42	0,52	0,47
Sala 8	0,28	0,25	0,27

Fonte: Autora (2017).

A Figura 20 foi desenvolvida com barras que representam as médias de vazão durante as 10 semanas de medição e para estes valores médios da vazão, obtém-se uma vazão média geral igual a 0,86 l/h entre todos os pontos.

Dando ênfase aos aparelhos de 12000 BTUs, Fortes, Jardim e Fernandes (2015), que obtiveram uma média de 0,3 litros por hora da água gerada de uma central de ar de 12000 BTUs, ligado por 12hs. Como a capacidade e tipos de condicionadores são diferentes, comparou-se um dos pontos que possuem as mesmas características da pesquisa citada. Desse modo pode-se analisar o ponto do Administrativo, mais especificamente na sala dos funcionários terceirizados, onde a central com as mesmas características, operando a menos tempo (média de 8 horas diárias) obteve-se uma vazão de 0,62 litros por hora.

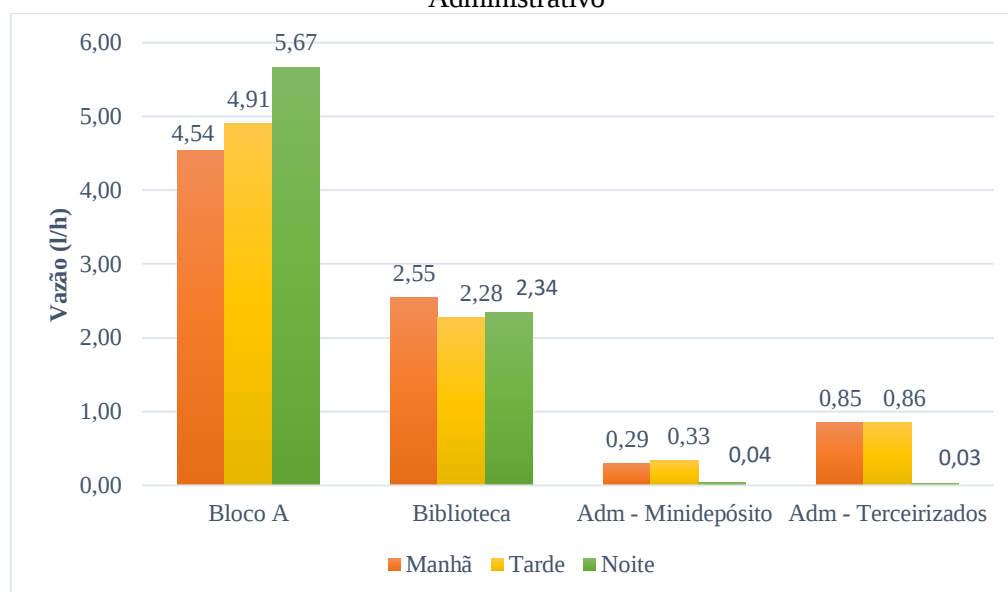
Figura 19 - Gráfico de vazão média de cada ponto e reta de vazão média total



Fonte: Autora (2017).

Além disso, foram gerados gráficos para valores médios mensais de vazão para cada ponto por turno. Estes foram feitos separadamente, para melhor visualização e conforme foram feitas as medições. Assim, a Figura 21 apresenta a vazão média mensal por turno equivalente às medições dos drenos da sala 10 do bloco A de sala de aula, da biblioteca e dois pontos do bloco administrativo.

Figura 20 - Vazão média mensal por turno dos pontos de medição do Bloco A, Biblioteca e Bloco Administrativo

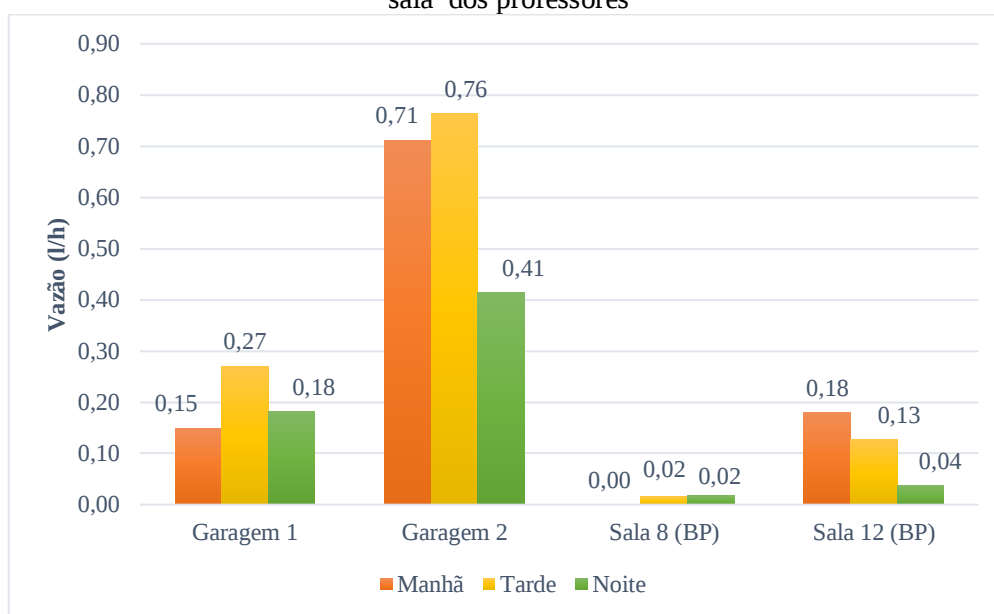


Fonte: Autora (2017).

A partir da Figura 21 pode-se notar o bloco A obteve maior vazão no turno da noite, que pode ser decorrente das turmas mais numerosas estarem presentes à noite. Já a biblioteca obteve resultados mais semelhantes entre os 3 turnos, mas o turno matutino obtém a maior vazão, enquanto os pontos de medição do bloco administrativo tiveram vazões desprezíveis à noite, decorrente da utilização em casos pontuais das centrais de ar neste turno, porém obtiveram vazões muito similares entre os turno matutino e vespertino.

A Figura 22 apresenta as vazões médias mensais separadas por turno de acordo com as medições dos dois pontos de coleta da garagem e dos pontos de coleta de duas salas do bloco de sala dos professores (BP).

Figura 21 - Gráfico da vazão média mensal por turno dos pontos de medição da Garagem e Bloco de sala dos professores

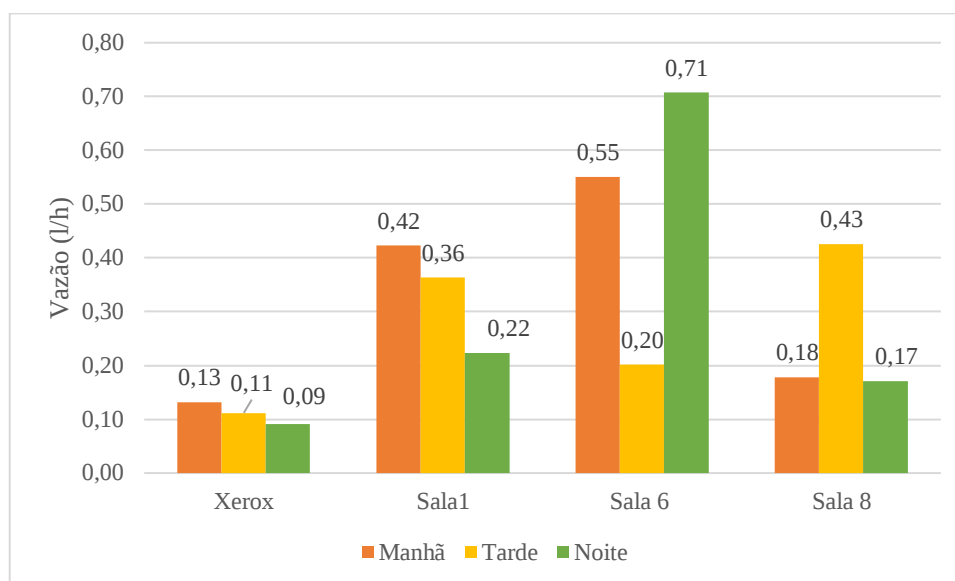


Fonte: Autora (2017).

Na Figura 22, pode-se perceber a diferença considerável entre as medições dos drenos da garagem, sendo a central de ar da Garagem 2 mais utilizada que a da garagem 1, em todos os turnos. A Sala 8 do bloco de sala dos professores apresentou as menores vazões de toda a pesquisa.

Na Figura 23 são apresentados dos pontos da xerox, e de mais três salas de aula. Os quatro pontos estão localizados no bloco B de sala de aula.

Figura 22 - Vazão média mensal por turno dos pontos de medição do Bloco B de sala de aula e Xerox



Fonte: Autora (2017).

É notório na Figura 23, a dificuldade de estabelecer um padrão para todas as salas de um bloco contendo poucos dados. Visto que as salas 1, 6 e 8 tem grandes variações entre si de uso, cada uma contendo maior vazão em turnos diferentes. Enquanto a sala direcionada para a xerox mantem uma média mais aproximada entre os valores da manhã, da tarde e noite.

4.2.2 Valores Obtidos de Volume

É interessante recapitular que, uma das incumbências as quais este trabalho tem a cumprir é a identificação o volume total coletado na vigência deste período de estudo. Assim, a partir de todos os dados encontrados, obtém-se o volume total, para cada ponto de coleta. A partir desses resultados, foi possível encontrar a média mensal volumétrica e o volume total absoluto durante os 2 meses de medições, tais informações estão na Tabela 2.

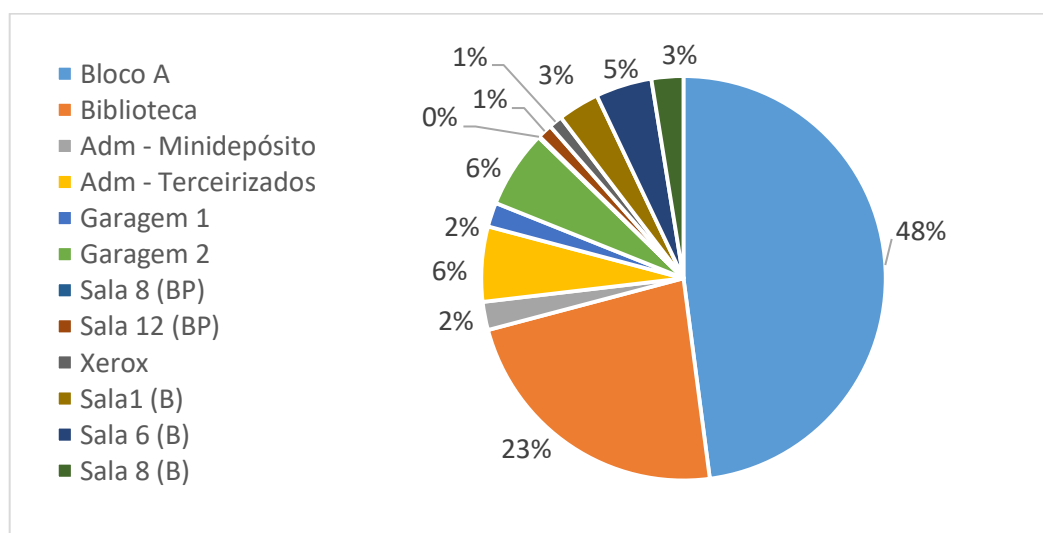
Tabela 3 - Tabela de todos os volumes medidos por cada ponto

Volume				
Sala	1ª a 5ª Semana	6ª a 10ª Semana	Média Semanal	Total Absoluto
Bloco A	1549,50	1568,00	311,75	3117,50
Biblioteca	722,50	771,50	149,40	1494,00
Adm - Minidepósito	86,00	60,50	14,65	146,50
Adm - Terceirizados	187,50	202,50	39,00	390,00
Garagem 1	40,63	85,60	12,62	126,23
Garagem 2	187,63	216,70	40,43	404,33
Sala 8 (BP)	5,50	1,00	0,65	6,50
Sala 12 (BP)	28,82	46,70	7,55	75,52
Xerox	51,28	19,56	7,08	70,84
Sala1 (B)	102,65	113,29	21,59	215,94
Sala 6 (B)	131,73	161,19	29,29	292,92
Sala 8 (B)	86,93	78,79	16,57	165,72
TOTAL			650,60	6506,00

Fonte: Autora (2017).

Para melhor visualização dos pontos que mais obtiveram volumes significativos, o gráfico representado na Figura 21 elenca as porcentagens para o total de volume medido conforme a Tabela 2. Neste, pode-se visualizar rapidamente que o volume captado no ponto de coleta do Bloco A de salas de aula produz quase metade do total de água produzida dos pontos coletados no Câmpus.

Figura 23 - Porcentagem de volume médio mensal de todos os pontos de coleta



Fonte: Autora (2017).

É importante lembrar que, os valores mostrados na Figura 21 referentes ao bloco A, são somente de um ponto de coleta, ou seja, das máquinas da sala 10, porém, este bloco é composto por 10 salas, todas com duas centrais de ar, com as mesas características. Logo, enxerga-se que este bloco produz sozinho, em média, 15.835,4 litros a cada 5 semanas.

Logicamente, cada resultado obtido é reflexo do uso das máquinas, a ocupação dos ambientes, como também suas características técnicas. Assim, interligando as informações obtidas nos questionários, com os quantitativos presentes na Tabela 2, conclui-se que a sala 10 do bloco A de salas de aula produz maior volume de água decorrente a esta conter duas centrais de 36.000 BTUs, utilizadas diariamente durante 12 horas e meia, além de atender a turmas com grande quantidade de alunos.

Em contrapartida, os pontos que obtiveram volumes desprezíveis, como as salas 8 e 12 do bloco dos professores, são decorrentes por conterem apenas uma central de ar por sala, com uma potência de 12.000 BTUs, utilizadas diariamente somente durante a permanência dos 2 professores na sala, que varia entre 6 e 8 horas diárias, frequentemente havendo interrupções quando o profissional deixa a sala para outras atividades.

4.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Os parâmetros físico-químicos foram investigados com base nas pesquisas de Renovato, Sena e Silva (2013) e Silva et al. (2011), dos quais foi possível retirar informações sobre a qualidade da água para fins não potáveis.

Os resultados obtidos das análises físico-químicas, a partir das amostras dos três pontos analisados, mostraram-se discrepantes entre as amostras no que se trata coliformes totais, como mostrados na Tabela 3. Isso pode ocorrer por diversos fatores, como a manutenção das máquinas condensadoras de ar, como também a exposição do dreno no qual a amostra de água foi retirada. Já os resultados de E. Coli então todos dentro do padrão aceitável.

Tabela 4 - Resultados de Coliformes totais e Escherichia Coli das amostras

Amostra	Coliformes Totais (Nmp/100 ML)	Escherichia Coli (Nmp/100 ML)
Bloco A	2	< 1
Biblioteca	272,3	< 1
Bloco Administrativo	> 2419,6	< 1

Fonte: Autora (2016).

Em termos qualitativos, de acordo com a RESOLUÇÃO Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005, que aborda sobre coliformes no Art. 14 g) [...], para os demais usos (sem ser o de qualidade para balneabilidade), não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição aos parâmetros de coliformes termotolerantes de acordo com os limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

Nesta mesma resolução, no Art. 14 m), apresenta que o pH deve estar no intervalo de 6,0 a 9,0 para uso, portanto, a amostra coletada no dreno da biblioteca que apresentou pH de 4,4 está com valor abaixo do aceitável na resolução. Enquanto as outras estão dentro do padrão.

Tabela 5 - Resultados de pH

Amostra	pH
Bloco A	6,3
Biblioteca	4,4
Bloco Administrativo	6,3

Fonte: Autora (2016).

No que se refere ao parâmetro de cor todas as amostras se encontravam abaixo da gama de medição, não sendo assim possível uma leitura com valores que pudessem expressar o índice de cor das amostras.

Os valores de turbidez estão presentes na Tabela 6:

Tabela 6 - Resultados de Turbidez

Amostra	Turbidez (UNT)
Bloco A	0,70
Biblioteca	0,58
Bloco Administrativo	0,69

Fonte: Autora (2016).

Para a análise de turbidez, todas as amostras estão dentro do padrão aceitável, partindo do pressuposto que no Art. 14 J) a turbidez é aceitável até 40 UNT (Unidades Nefelométrica de Turbidez). Os resultados encontrados estão entre 0 e 1.

Os resultados de condutividade elétrica são de extrema importância para a conclusão se há utilidade do efluente para o uso com jardinagem e irrigação. Para esta análise, considerou-se o limite apresentado por Richards (1954) apud Silva et al. (2011), que considera que no intervalo de 0 a 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a água é considerada de baixa salinidade, podendo ser usada para irrigação da maioria das culturas, em quase todos os tipos de solos, com muito pouca probabilidade de que se desenvolvam problemas de salinidade. Se necessária alguma lixiviação de sais, esta é conseguida em condições normais de irrigação, exceto em solos de muito baixa permeabilidade.

Tabela 7 - Resultados de Condutividade Elétrica

Amostra	Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
Bloco A	95,7
Biblioteca	20,62
Bloco Administrativo	42,9

Fonte: Autora (2016).

Dessa forma, deve-se fazer estudos mais aprofundados enquanto a permeabilidade do solo o qual será irrigado, mas enquanto ao comportamento das amostras água analisada gerada pelas centrais de ar do Campus de Pau dos Ferros, estas apresentaram caráter de baixa salinidade, segundo as considerações de Richards (1954) apud Silva et al. (2011).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos com as medições volumétricas, as principais conclusões em termos quantitativos são:

- Há viabilidade do projeto de reuso da água gerada a partir da condensação de centrais de ar, visto que, o volume captado é considerável para contribuir em atividades de fins não potáveis. Nota-se claramente um volume considerável ao analisar o volume captado somente do Bloco A, que ao considerar seu total de 10 salas, produz em uma semana 3117,50 litros, em média. Para tanto, é necessário que façam outros estudos com relação a compatibilização e beneficiamento quanto ao reuso desses volumes.
- Relacionando os resultados volumétricos com as informações coletadas através dos questionários, nota-se claramente que o Bloco A produz maior volume de água devido à cada sala possuir duas centrais, estas operam em média 12 horas e meia, diariamente. Além disso, estas possuem maior potência comparado às demais, como também as salas são maiores e com maior número de alunos.
- Em contrapartida, os pontos de menor coleta foram os drenos dos blocos dos professores e da xerox. Um deles gerou uma média de apenas 6,5 litros em todo o período de medição. Este fato é decorrente à menor permanência dos professores nas suas salas, que estão, na maior parte do tempo, ministrando aulas ou desenvolvendo outras atividades. Além disso, estes controlam o uso das centrais de acordo com o conforto térmico da sala, não as deixando em temperaturas muito baixas.

É importante ressaltar que devem ser consideradas margens de erros ao final da pesquisa, pois existem dificuldades quanto à: identificação das centrais de ar condicionados em função do estado manutenção e operação (funcionamento), quantidade total de máquinas identificadas nos questionários estará contribuindo fielmente como foi previsto. Além disso, fatores como a frequência que o ambiente refrigerado tem contato com o externo quando se abrem as portas e a quantidade de pessoas que permanecem no ambiente, influenciam no volume captado.

No que se refere à qualidade da água, as conclusões alcançadas é um comparativo dos resultados das análises físico-químicas com os padrões estabelecidos pela resolução CONAMA

nº 357 de 17 de março de 2005. As amostras coletadas apresentaram algumas variações que necessitam de uma maior atenção:

- A quantidade de coliformes totais presentes nos efluentes expelidos pelos drenos da biblioteca e do bloco administrativo ultrapassam os valores permitidos. Porém na resolução o valor estabelecido é com base em 6 amostras do mesmo líquido coletadas no período de 1 ano e neste caso, a análise foi baseada em apenas 1 amostra.
- No teste de pH, a amostra da biblioteca apresentou resultado de 4,4, abaixo do permitido para uma faixa entre 6 e 9. Enquanto as demais amostras estão na faixa de valores permitidos.
- Os resultados das análises de E. Coli, turbidez, cor aparente e condutividade elétrica apresentaram resultados satisfatórios de potabilidade da água.

Dessa forma, faz-se necessário a realização de maior número de análises físico-químicas para a obtenção de resultados mais precisos e para maior confiabilidade. Pois além de que apenas uma análise não é suficiente para garantir a confiabilidade dos resultados de coliformes totais, por exemplo, é possível que tenha ocorrido erros na calibração de alguns equipamentos na realização no ato da análise.

Para maior riqueza de detalhes enquanto ao reuso a partir das centrais de ar, é necessário que se faça a compatibilização do consumo e geração de água para o Câmpus para garantir que o volume gerado é uma quantidade significativa frente ao consumido. Porém já se observa uma grande contribuição desse efluente nas atividades de fins não potáveis na UFERSA Pau dos Ferros, como a lavagem de pisos, jardim e descarga de vasos sanitários.

É viável propor que, em um futuro próximo, as Universidades e demais empreendimentos públicos e privados com grande quantidade de salas climatizadas, sejam projetados e construídos com sistemas de reuso de água. Fazendo assim, sistemas de captação interligados e armazenamento da água gerada a partir das máquinas condensadoras de ar para fins não potáveis.

REFERÊNCIAS

- ANA. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: 2013. **Agência Nacional de Águas**. Brasília, 2013.
- BICUDO, C.E.de M.; TUNDISI, J.G.; SCHEUENSTUHL, M.C.B., (orgs.) **Águas do Brasil: análises estratégicas** – São Paulo, Instituto de Botânica, 2010.
- BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 3. ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004.
- BRASIL. **Resolução N° 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, DF, 2005.
- CABRAL, F. S.; PINHEIRO, R. F.; FERREIRA, F. R. M.; FEITOSA, V. A.; TEIXEIRA, T. L. M. **Sustentabilidade Aplicada A Partir Do Reaproveitamento De Água De Condicionadores De Ar**. XXXV Encontro Nacional De Engenharia De Produção. Fortaleza, CE, 2015.
- CARVALHO, M.; CUNHA, S. O.; FARIA, R. A. P. G. Caracterização quali-quantitativa da água da condensadora de aparelhos de ar condicionado. In: **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso. III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. Goiânia/GO. 2012.
- COSTA, D. M. A.; BARROS JÚNIOR, A. C. **Avaliação da Necessidade do Reuso de Águas Residuais**. Holos, Ano 21. RN, 2005.
- CHRISTOFIDIS, D. **Água: gênese, gênero e sustentabilidade alimentar no Brasil**. Brasília–DF, Fevereiro, 2006.
- FILGUEIRA, A. A. L.; DOMBROSKI, S. A. G. **Produção de Água Condensada dos Condicionadores de Ar Utilizados da Universidade Federal Rural Do Semi-Árido: Sustentabilidade No Semiárido**. Mossoró – RN, 2013.
- FERNANDES, V. M. C. **Padrões para reúso de águas residuárias em ambientes urbanos**. Passo Fundo – RS, 2006. Disponível em: <<http://cbhpf.upf.br/phocadownload/2seminario/padroesreusoaguaii.pdf>> Acesso em: 08 de maio de 2017.

FETRANSPOR. Federação das Empresas de Transportes de Passageiros do Estado do Rio de Janeiro. **Reuso de água em garagens de ônibus**. Disponível em: <<http://www.fetranspordocs.com.br/downloads/36Reusoagua.pdf>> Acesso em: 15 abril. 2017.

FORTES, P. D.; JARDIM, P. W. C. F. P. M. G.; FERNANDES, J. G. **Aproveitamento De Água Proveniente De Aparelhos De Ar Condicionado**. Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. AEDB. 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=240940>>. Acesso em: 18 de abril de 2017.

MAIA NETO, R. F. Água para o desenvolvimento sustentável. **Revista água em revista**, Belo Horizonte – MG V.5 nº 9 p. 21-32. Novembro, 1997.

MOTA, T. R.; OLIVEIRA D. M.; INADA, P. Reutilização da água dos aparelhos de ar condicionado em uma escola de ensino médio no município de Umuarama – PR. In: VIII EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica. **Anais eletrônico**. Maringá: CESUMAR, 2011.

PAZ, V. P. S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n. 3, p. 465-473, 2000.

PEREIRA, J. S.; PEDROSA, V. A. **Recursos hídricos e desenvolvimento**. Curso de Especialização em Gestão de Recursos Hídricos UFSC/UFAL. IPH/UFRGS. CNPq, 2005.

RENOVATO D. C. C.; SENA C. P. S.; SILVA, M. M. F. **Análise de parâmetros físico-químicos das águas da barragem pública da cidade de Pau dos Ferros (RN) – Ph, cor, turbidez, acidez, alcalinidade, condutividade, cloreto e salinidade**. IX Congresso de Iniciação Científica do IFRN. Currais Novos – RN. Julho de 2013.

SILVA, I. N.; FONTES, L. O.; TAVELLA, L. B; OLIVEIRA, J. B.; OLIVEIRA A. C. **Qualidade De Água Na Irrigação**. ACSA - Agropecuária Científica no Semi-Árido, v.07, setembro 2011. 15p.

TEBCHIRANI, T. L. **Análise termodinâmica experimental de um sistema de ar condicionado Split utilizando um trocador de calor linha de sucção/linha de líquido**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2011.

TUCCI, Carlos E. M.; HESPANHOL, Ivanildo; NETTO, Oscar de M. C. **Gestão da água no Brasil** – Brasília: UNESCO, 2001. 156p.

WWF - BRASIL. **Cadernos de Educação Ambiental: Água para Vida**, Água para todos: Livro das Águas / André de Ridder Vieira; Larissa Costa e Samuel Roiphe Barrêto (coordenação) – Brasília: WWF-Brasil, 2006.

APÊNDICES

APÊNDICE A

QUESTIONÁRIO

Este questionário tem como objetivo coletar informações referentes ao uso das máquinas condensadoras de ar das salas dos prédios avaliados neste projeto de pesquisa, no Câmpus Pau dos Ferros.

PRÉDIO:

USO E OCUPAÇÃO:

QUANTIDADE DE SALAS:

NÚMERO DA SALA:

EQUIPE DE ENTREVISTA:

1. Quantas horas diárias de permanência na sala? Quais os turnos de funcionamento em média?

2. Quantos dias na semana vem à instituição? No caso dos blocos de salas de aulas e/ou laboratórios, quantos dias da semana em média tem aulas nesta sala?

3. Quantas máquinas condensadoras contem na sua sala? Qual a marca destas? (Informe os BTUs, caso tenha essa informação)

4. Quantos funcionários trabalham nesta sala? No caso dos blocos de salas de aulas e/ou laboratórios, quantos alunos em média?

5. Quando deixa a sala para ministrar aula, para reunião ou qualquer outra atividade, desliga o ar-condicionado ou este permanece ligado?

6. Em qual temperatura costumam deixar o ar-condicionado? (Caso haja variações entre os turnos, informar)

7. Quanto aos blocos de salas de aula, quais são os horários em que se ligam e desligam as centrais de ar? Em média, quantos minutos antes e depois das aulas? Quantas centrais ficam em funcionamento neste período?

Observações:
