



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: SANEAMENTO AMBIENTAL

VANESSA DE MORAIS MACIEL

APROVEITAMENTO DA ÁGUA PRODUZIDA PELOS CONDICIONADORES DE  
AR DO CAMPUS SEDE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

Campina Grande, PB  
Dezembro de 2018

VANESSA DE MORAIS MACIEL

APROVEITAMENTO DA ÁGUA PRODUZIDA PELOS CONDICIONADORES DE AR DO CAMPUS  
SEDE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

*Trabalho de Conclusão de Curso submetido à  
Unidade Acadêmica de Engenharia Civil da  
Universidade Federal de Campina Grande  
como requisito necessário para obtenção do  
grau de Bacharel em Engenharia Civil.*

Área de Concentração: Saneamento Ambiental

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Patrícia Hermínio Cunha Feitosa

Co-orientador: Dr. Igor Marques Cavalcante

Campina Grande, PB  
Dezembro de 2018

VANESSA DE MORAIS MACIEL

APROVEITAMENTO DA ÁGUA PRODUZIDA PELOS CONDICIONADORES DE AR DO CAMPUS  
SEDE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

*Trabalho de Conclusão de Curso submetido à  
Unidade Acadêmica de Engenharia Civil da  
Universidade Federal de Campina Grande  
como requisito necessário para obtenção do  
grau de Bacharel em Engenharia Civil.*

Área de Concentração: Saneamento Ambiental

Aprovado em \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

---

**Professora Patrícia Hermínio Cunha Feitosa**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Orientadora, UFCG

---

**Químico Igor Marques Cavalcante**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Co-orientador, UFCG

---

**Professora Dayse Luna Barbosa**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Avaliadora interna, UFCG

---

**Professor Laércio Gomes de Oliveira**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Avaliador externo, UFCG

Dedico este trabalho aos meus pais que tanto me amaram e se esforçaram para suprir minhas necessidades. Ao meu avô Nilton (in memoriam) por todo o auxílio e por acreditar em mim. À minha tia Karina por sempre estar por perto nos momentos de precisão.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que me fortaleceu durante esta etapa que, por vezes, foi bastante dolorosa.

Agradeço à minha mãe, Vanússia, por sempre ter estado disposta a me ouvir e por ter se dedicado tanto para me proporcionar uma boa educação. Ao meu pai, Afonso, que há tempos vem se sacrificando para me proporcionar a realização de um sonho e que nunca deixou de me afagar nos momentos mais desesperadores. Amo vocês!

Agradeço ao meu saudoso avô Nilton por ter sido um dos mais fortes e lindos exemplos de vida para mim, por ter financiado os meus estudos e me incentivado sempre.

Agradeço à minha tia Karina, com quem pude contar nos momentos de adversidade. Desejo-te toda a saúde do mundo!

Agradeço ao meu noivo, Renan, por ter acompanhado a minha luta e por ter ressaltado o meu melhor. Aos meus sogros, Vânia e Francisco, que fizeram por mim o que muitos pais jamais fizeram. Sou grata a Deus por suas vidas!

Não poderia deixar de agradecer ao professor Laércio que se fez bem presente e que não me deixou desistir em nenhum momento. O senhor é muito importante para mim!

Professora Dayse, obrigada por me acompanhar, ajudar e incentivar durante esta etapa. Admiro-te demais!

Agradeço, de coração, à minha orientadora, professora Patrícia, que sempre se mostrou disposta a me auxiliar e corrigir, quando necessário, sendo sempre compreensiva. Agradeço também ao meu co-orientador, Igor, que despendeu seu tempo e paciência para me auxiliar, além de se mostrar um grande amigo. Gratidão!

Lorayne, minha amiga, obrigada por ter me ajudado na coleta de dados deste trabalho e por ter compartilhado momentos bons e difíceis comigo. Siga em frente, pois sua vitória está próxima!

*“Ora, àquele que é poderoso para fazer tudo muito mais abundantemente além daquilo que pedimos ou pensamos, segundo o poder que em nós opera, A esse, glória na igreja, por Jesus Cristo, em todas as gerações, para todo o sempre. Amém”.*

Efésios 3:20-21.

## RESUMO

Procura-se maneiras de amenizar os efeitos da temperatura desde tempos remotos. Na Roma Antiga fazia-se a água fluir através das paredes das casas com o intuito de refrigera-las, porém, o surgimento do condicionador de ar moderno data de 1902, quando o engenheiro Willis Carrier inventou um sistema que permitia o controle da umidade do ar e da temperatura ambiente através de dutos resfriados artificialmente. Apesar dos notórios benefícios, os aparelhos de ar condicionado produzem água e esta não costuma receber destinação correta, ocasionando a formação de poças d'água que podem causar acidentes por deixar o piso escorregadio, favorecer a proliferação de mosquitos da dengue e danificar as marquises das edificações. Além disto, devido a ocorrência de crises hídricas recorrentes, principalmente nas regiões semiáridas, passou-se a buscar meios de evitar o desperdício, de aproveitar e de reaproveitar água. O Campus sede da Universidade Federal de Campina Grande, situado na cidade que nomeia a Instituição, no estado da Paraíba, possui cerca de 2480 equipamentos refrigeradores que geram 1.188.373 litros de água por mês. Observando os possíveis usos a que a água proveniente destes poderia ser utilizada no Campus, pensou-se em aproveitá-la para irrigação de plantas ornamentais, lavagem de automóveis e uso em mictórios. Entretanto, precisa-se avaliar a qualidade da água para saber a viabilidade de usá-la para tais finalidades. Sabendo disto, realizou-se análises laboratoriais de pH (potencial hidrogeniônico), turbidez, condutividade elétrica, DQO (demanda química de oxigênio) e DBO<sub>5</sub> (demanda bioquímica de oxigênio) de acordo com a disponibilidade do Laboratório de Saneamento, chegando-se à conclusão de que a água produzida pelos condicionadores de ar só pode ser aproveitada para a lavagem de automóveis, já que os valores encontrados para a DBO<sub>5</sub> restringiram seu uso, o que contraria algumas literaturas pré-existentes. Este fato é justificado pelas dificuldades enfrentadas na coleta, haja visto que a água ultrapassava alguns obstáculos antes de adentrar o frasco coletor, o que pode ter ocasionado alterações nos valores de DBO<sub>5</sub> encontrados para a subamostra.

**Palavras-chave:** Aproveitamento, Água, Condicionador de Ar, Campus, UFCG.

## ABSTRACT

Ways are sought to mitigate the effects of temperature since remote times. In Ancient Rome the water was flowing through the walls of the houses in order to cool them, but the appearance of the modern air conditioner dates back to 1902 when engineer Willis Carrier invented a system that allowed the humidity to be controlled air temperature and ambient temperature through artificially cooled ducts. Despite the notorious benefits, air-conditioning units produce water and it does not usually receive correct destination, causing the formation of puddles that can cause accidents by leaving the floor slippery, favor the proliferation of dengue mosquitoes and damage the marquees of buildings. In addition, due to the occurrence of recurrent water crises, mainly in the semi-arid regions, we began to find ways to avoid waste, to seize and reuse water. The Campina headquarters of the Federal University of Campina Grande, located in the city that names the Institution, in the state of Paraíba, has about 2480 refrigeration equipment that generates 1,188,373 liters of water per month. Observing the possible uses to which the water from these could be used in the Campus, it was thought to use it for irrigation of ornamental plants, car washing and use in urinals. However, it is necessary to evaluate the water quality to know the feasibility of using it for such purposes. From this point of view, laboratory analyzes of pH (hydrogenation potential), turbidity, electrical conductivity, COD (chemical oxygen demand) and BOD5 (biochemical oxygen demand) were carried out according to the availability of the Sanitation Laboratory, and it was concluded that the water produced by air conditioners can only be used for car washing, since the values found for BOD5 have restricted its use, which is contrary to some pre-existing literature. This fact is justified by the difficulties faced in the collection, since the water surpassed some obstacles before entering the collection flask, which may have caused changes in the BOD5 values found for the sub-sample.

**Keywords:** Exploitation, Water, Air Conditioner, Campus, UFCG.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Princípio de funcionamento de condicionadores de ar .....	31
--	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição dos recursos hídricos, da superfície e da população (% do total do país) .....	21
Tabela 2 – Parâmetros característicos para água de reuso classe 1 .....	28
Tabela 3 – Parâmetros básicos para água de reuso classe 2 .....	29
Tabela 4 – Parâmetros básicos para água de reuso classe 3 .....	29
Tabela 5 – Levantamento quantitativo de condicionadores de ar que compõem a amostra .....	40
Tabela 6 – Quantitativo de aparelhos de mesma potência presentes na amostragem ...	42
Tabela 7 – Média das vazões de água produzida .....	43
Tabela 8 – Estimativa do volume de água gerados pelos condicionadores que compõem a subamostra .....	43
Tabela 9 – Quantitativo de aparelhos de mesma potência presentes no Campus .....	44
Tabela 10 – Volume de água produzido diária, semanal, mensal e anualmente pelos aparelhos .....	45
Tabela 11 – Quantitativo dos condicionadores de ar escolhidos para captação e análise de água .....	48
Tabela 12 – Parâmetros físico-químicos monitorados no 1º dia de análises .....	48
Tabela 13 – Parâmetros físico-químicos monitorados no 2º dia de análises .....	48
Tabela 14 – Parâmetros físico-químicos monitorados no 3º dia de análises .....	49
Tabela 15 – Média dos parâmetros físico-químicos monitorados .....	50
Tabela 16 – Média dos parâmetros físico-químicos monitorados e valores de DBO <sub>5</sub> ...	51
Tabela 17 – Analogia entre resultados .....	51
Tabela 18 – Média dos parâmetros físico-químicos monitorados e valores de DBO <sub>5</sub> ...	52
Tabela 19 – Estimativa do volume de água gasto pelos lavadores de automóveis .....	53
Tabela 20 - Analogia entre o volume de água gerado e o gasto pelos lavadores de automóveis .....	54

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resumo sucinto da base legal dos recursos hídricos .....	60
Quadro 2 – Amostragem correspondente a 10% dos blocos do Campus .....	36
Quadro 3 – Blocos que compõem a subamostra .....	36
Quadro 4 – Parâmetros e métodos de análise .....	40

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

$\mu$ S – MicroSiemen

BTU – British Thermal Unit

cm – Centímetro

L – Litro

LABFREN – Laboratório de Fontes Renováveis

mg - Miligrama

mL - Mililitro

NTU – Nephelometric Turbidity Unit

O<sub>2</sub>- Oxigênio

pH – Potencial Hidrogeniônico

S – Siemes

UH – Unidade de Cor Aparente

UT – Unidade de Turbidez

## LISTA DE SÍMBOLOS

f – Percentagem da amostra diluída dividida pela percentagem da semente no controle da semente

OD<sub>5</sub> – Oxigênio dissolvido da amostra diluída imediatamente após a sua preparação

OD<sub>i</sub> – Oxigênio dissolvido da amostra diluída imediatamente após a sua preparação

ODS<sub>5</sub> – Oxigênio dissolvido do controle da semente após incubação durante 5 dias

ODS<sub>i</sub> – Oxigênio dissolvido do controle da semente antes da incubação

VA – Volume da amostra

V<sub>est</sub> – Volume estimado

VF – Volume do frasco

VP – Volume padrão

VPA – Volume padrão gasto na amostra

VPB – Volume padrão gasto na amostra de água destilada

n<sub>6</sub> – Quantidade estimada de condicionadores de 6000BTU/h do Campus

Q<sub>6</sub> – Vazão de água correspondente à capacidade de 6000BTU/h

n<sub>9</sub> – Quantidade estimada de condicionadores de 9000BTU/h do Campus

Q<sub>9</sub> – Vazão de água correspondente à capacidade de 9000BTU/h

n<sub>10</sub> – Quantidade estimada de condicionadores de 10000BTU/h do Campus

Q<sub>10</sub> – Vazão de água correspondente à capacidade de 10000BTU/h

n<sub>12</sub> – Quantidade estimada de condicionadores de 12000BTU/h do Campus

Q<sub>12</sub> – Vazão de água correspondente à capacidade de 12000BTU/h

n<sub>18</sub> – Quantidade estimada de condicionadores de 18000BTU/h do Campus

Q<sub>18</sub> – Vazão de água correspondente à capacidade de 18000BTU/h

n<sub>22</sub> – Quantidade estimada de condicionadores de 22000BTU/h do Campus

Q<sub>22</sub> – Vazão de água correspondente à capacidade de 22000BTU/h

n<sub>24</sub> – Quantidade estimada de condicionadores de 24000BTU/h do Campus

Q<sub>24</sub> – Vazão de água correspondente à capacidade de 24000BTU/h

n<sub>36</sub> – Quantidade estimada de condicionadores de 36000BTU/h do Campus

Q<sub>36</sub> – Vazão de água correspondente à capacidade de 36000BTU/h

$n_{60}$  - Quantidade estimada de condicionadores de 60000BTU/h do Campus

$Q_{60}$  - Vazão de água correspondente à capacidade de 60000BTU/h

# SUMÁRIO

Agradecimentos.....	v
Resumo.....	vii
Abstract .....	viii
Lista de Figuras .....	ix
Lista de Tabelas.....	x
Lista de Quadros.....	xi
Lista de Abreviaturas e Siglas .....	xii
Lista de Símbolos .....	xiii
Sumário .....	xv
1 Introdução.....	17
2 Objetivos .....	19
2.1 Objetivo Geral.....	19
2.2 Objetivos Específicos.....	19
3 Referencial Teórico .....	20
3.1 Recursos Hídricos .....	20
3.2 Água de Reuso e seus Tipos .....	23
3.2.1 Água de Reuso Tipo 1 .....	28
3.2.2 Água de Reuso Tipo 2 .....	28
3.2.3 Água de Reuso Tipo 3 .....	29
3.3 Aproveitamento da Água Proveniente de Condicionadores de Ar.....	30
3.4 Legislações Brasileiras Acerca do Aproveitamento da Água Proveniente de Condicionadores de Ar .....	32
4 Metodologia.....	34
4.1 Caracterização da Área de Estudo.....	34
4.2 Etapas Metodológicas .....	35
4.2.1 Estratificação da Amostra.....	35
4.2.2 Levantamento Quantitativo dos Condicionadores de Ar .....	37
4.2.3 Estimativa do Volume de Água Gerado .....	37
4.2.4 Entrevista com Lavadores de Automóveis do Campus .....	38
4.2.5 Análises Físico-Químicas da Água.....	39
5 Resultados e Discussões .....	40
5.1 Quantitativo dos Condicionadores de Ar dos Blocos que Compõem a Amostra .....	40
5.2 Estimativa do Volume de Água Produzido .....	42
5.2.1 Volume de água Produzido pela Subamostra .....	42
5.2.2 Estimativa do Volume de Água Produzido pela Amostra e pelo Campus.....	43
5.3 Análise Qualitativa da Água e seu Possível Aproveitamento para Irrigação de Plantas Ornamentais, Lavagem de Automóveis e Mictórios .....	47
5.3.1 Análises Físico-Químicas .....	47

5.3.2	Aproveitamento da Água para Irrigação de Plantas Ornamentais (Reuso Tipo 3) .....	50
5.3.3	Aproveitamento da Água para Lavagem de Automóveis (Reuso Tipo 1) .....	52
5.3.4	Aproveitamento da Água em Mictórios (Reuso Tipo 1).....	54
6	Conclusão .....	55
7	Sugestões para Trabalhos Futuros .....	56
	Referências .....	57
	ANEXO A.....	60

# 1 INTRODUÇÃO

Apesar de ser um recurso vital para todos os seres vivos, a água é finita. A escassez de chuvas, o aumento populacional, a interferência antrópica no meio ambiente, o desperdício e a falha na gestão influenciam diretamente no déficit hídrico. Segundo a Organização das Nações Unidas (2009): “a escassez da água potável afetará mais da metade da população mundial em até 50 anos, devido às atuais tendências...”.

Dentro desta perspectiva, busca-se alternativas para a utilização da água sem gerar prejuízos futuros, e o uso racional do recurso aparece como forma de minimizar a problemática, propiciando a melhoria da eficiência do seu uso através de práticas, técnicas e tecnologias.

O reuso de água não é um conceito novo, pois vem sendo aplicado, mesmo que de maneira incipiente, por todo o mundo há tempos; porém, é extremamente atual. Mesmo diante da majestosa evolução dentre as mais diversas áreas da sociedade, ainda não se tornou óbvio para a maioria da população que a natureza reage, ou direta ou indiretamente, ao bem e ao mal que lhe é feito. Por isso, torna-se imprescindível o exercício da preservação, conservação e sustentabilidade hídrica.

A reutilização de água como prática sustentável proporciona economia, proteção à saúde pública e ao ambiente, além de garantir a sua integridade e perenidade. Entretanto, para usufruir do reuso, deve-se conhecer previamente a que se destinará a água, haja visto que existem parâmetros físico-químicos e microbiológicos que delimitam a sua finalidade.

Diante do exposto, o presente Trabalho de Conclusão de Curso traz como ênfase o aproveitamento da água produzida pelos condicionadores de ar. Estes retiram umidade do local em que estão instalados e realizam o processo de condensação, produzindo água que é expelida através de tubulações drenantes, gerando gotejamento. Sua destinação costuma ser aleatória, desperdiçando considerável volume hídrico, principalmente em instituições privadas e públicas que habitualmente têm grande quantidade desses equipamentos.

Assim sendo, busca-se desenvolver o estudo de caso que se refere ao aproveitamento da água proveniente dos aparelhos condicionadores de ar do Campus

principal da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), situado na cidade que a nomeia, no estado da Paraíba, a fim de analisar a sua viabilidade para possíveis utilizações em mictórios, lavagem de carros e irrigação de plantas ornamentais. Sendo estas atividades já realizadas na Instituição.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a viabilidade do aproveitamento da água proveniente dos condicionadores de ar do Campus principal da UFCG.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar o volume de água gerado pelos condicionadores de ar da UFCG;
- Avaliar a qualidade da água proveniente dos aparelhos; e
- Indicar a possibilidade de sua utilização para irrigação de plantas ornamentais, lavagem de automóveis e uso em mictórios.

## 3 REFERENCIAL TEÓRICO

### 3.1 RECURSOS HÍDRICOS

A água é indispensável para o surgimento e a manutenção da vida de todas as espécies do planeta, além de ser essencial para o desenvolvimento das atividades humanas. Sendo um recurso natural finito, ela apresenta valor econômico, social e cultural.

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA), 2009:

A água doce equivale a menos de 3% de toda a água do mundo – o restante é constituído por água do mar e não potável. Destes 3%, mais de 2,5% está congelada na Antártica, no Ártico e em geleiras, não disponível para o uso humano. Assim sendo, todas as necessidades de água doce do homem e dos ecossistemas dependem de 0,5% de água doce disponível no planeta. A água não está distribuída igualmente em todo o globo. Menos de 10 países concentram 60% do suprimento global de água doce disponível: Brasil, Rússia, China, Canadá, Indonésia, EUA, Índia, Colômbia e a República Democrática do Congo.

“De maneira geral, o Brasil é um país privilegiado quanto ao volume de recursos hídricos, pois abriga 13,7% da água doce do mundo. Porém, a disponibilidade desses recursos não é uniforme” (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2009).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2010, a área da superfície do país corresponde a 8.515.759,090 km<sup>2</sup> e sua população é formada por 190.732.694 pessoas. Em função da sua imensidão territorial, apresenta contrastes relacionados ao clima, vegetação, relevo, distribuição populacional e desenvolvimento socioeconômico, assim como, expressa enorme desigualdade na distribuição espacial dos recursos hídricos. “[...] embora a Região Norte seja a maior do país é a que tem menor população, com baixo PIB, pobreza e maior disponibilidade de recursos hídricos” (GRANJA; WARNER, 2006). Tal heterogeneidade pode ser percebida na Tabela 1.

Tabela 1 – Distribuição dos recursos hídricos, da superfície e da população (% do total do país)

<b>Região</b>	<b>Recursos Hídricos</b>	<b>Superfície</b>	<b>População</b>
Norte	68,50	45,30	06,98
Centro-Oeste	15,70	18,80	06,41
Sul	06,50	06,80	15,05
Sudeste	06,00	10,80	42,65
Nordeste	03,30	18,30	28,91
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Fonte: GRANJA; WARNER (2006)

Além da disposição irregular das fontes hídricas, as ações antrópicas oriundas do crescimento populacional e do desenvolvimento industrial e tecnológico, como a poluição dos mananciais, o desmatamento, o assoreamento dos rios, o uso inadequado da irrigação e a impermeabilização do solo, exigem maior interesse vinculado à gestão dos recursos hídricos, a fim de “[...] garantir a disponibilidade de água em quantidade e qualidade para a atual e as futuras gerações” (JÚNIOR, 2004).

“A interrupção temporária do abastecimento de água traz prejuízos à economia, à saúde e ao bem-estar da população atingida” (RÊGO et al., 2015), como ocorreu, recentemente, na cidade de Campina Grande, situada no estado da Paraíba, no Nordeste brasileiro. Esta é abastecida pelo maior reservatório da Bacia hidrográfica do Rio Paraíba, o açude Epitácio Pessoa, conhecido como açude de Boqueirão, e enfrentou o racionamento de dezembro de 2014 a agosto de 2017.

Sob influência do clima semiárido, a região encarou anos de seca que fizeram com que o açude sofresse um esvaziamento progressivo, chegando ao volume morto; e, mesmo com as dificuldades para captação, incertezas quanto à sua disponibilidade e riscos relativos ao consumo, a maior parte da população viu-se compelida a fazer uso do recurso.

Construído pelo DNOCS (Departamento Nacional de Obras contra as Secas), o Epitácio Pessoa deve ser gerido pela União. Entretanto, por estar totalmente contido no estado de mesmo nome, a gestão do rio Paraíba deve ser estatal. Este fato pode ser um dos grandes causadores da dificuldade de gerir a Bacia. Segundo Rêgo et al. (2015):

A gestão legalmente prevista para o açude de Boqueirão apresenta um aspecto peculiar. Trata-se de uma questão dominial, que surge de a Constituição brasileira estabelecer como bens da União as águas “decorrentes

de obras da União”, que é o caso do Açude Epitácio Pessoa e de tantos outros, construídos pelo DNOCS (Departamento Nacional de Obras contra as Secas) no semiárido nordestino. Sendo o rio Paraíba de domínio estadual, a legislação brasileira determina que o emprego dos importantes instrumentos de gestão de seus recursos hídricos na sua bacia hidrográfica, tais como a outorga de direito e a cobrança pelo uso da água, sejam da competência do sistema estadual de gestão. Porém, as águas do açude público Epitácio Pessoa, por força da lei maior, conforme acima explicitado, fogem a esse controle estadual, indo cair no federal, o que cria uma complicação para a gestão da bacia hidrográfica como um todo, [...].

Estabelecido pela Lei nº 9.433/1997, o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) orienta a gestão das águas no Brasil. Alguns de seus objetivos consistem na melhoria das disponibilidades hídricas, tanto superficiais quanto subterrâneas; na redução dos conflitos reais e potenciais de uso da água; na percepção da conservação da água como valor socioambiental relevante e na redução dos eventos hidrológicos críticos, a exemplo do extenso período de seca vivenciado por Campina Grande e seus arredores.

O racionamento de água, por sua vez, opõe-se à universalização dos serviços de saneamento básico, principal meta do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) que foi instituído pelo artigo 52 da Lei nº 11.445/2007. Abrangendo abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e de águas pluviais, o objetivo do PLANSAB não é apenas fazer com que toda a população tenha acesso a serviços de saneamento de boa qualidade, mas também, torná-los ininterruptamente acessíveis. “A universalização dos serviços, além de melhorar a saúde pública e proteger o meio ambiente, é fator de competitividade, porque melhora a produtividade do trabalhador e movimentam a economia” (Confederação Nacional da Indústria, 2016).

Conforme o *Diretor Presidente da Fundação Conrado Wessel*, Américo Fialdini Jr.(2014):

A escassez de recursos hídricos gera instabilidade agropecuária, insegurança de produção, de abastecimento de água potável, de saneamento básico, de saúde pública. Reflete-se na vulnerabilidade do crescimento sustentável e na intensificação do desequilíbrio social. É um quadro de caos gradativo. Como evita-lo? Não existem instrumentos outros para obviar esse previsível impasse social, senão adotar para os recursos hídricos uma ponderação

equilibrada de todos os fatores envolvidos, com planejamento eficiente, pesquisa metódica, visão estratégica e aplicação científica.

## 3.2 ÁGUA DE REUSO E SEUS TIPOS

A quantidade e a qualidade da água são alteradas, mesmo em condições naturais, devido as inter-relações com os demais constituintes do meio ambiente. Sofrem influência também das demandas dos núcleos urbanos, das indústrias e da agricultura, já que os recursos hídricos são utilizados para supri-las. Estes “[...] têm a capacidade de diluir e assimilar esgotos e resíduos, mediante processos físicos, químicos e biológicos, que proporcionam a sua autodepuração, influenciando seu aspecto qualitativo. Entretanto, essa capacidade é limitada em face da quantidade e qualidade de recursos hídricos já existentes” (SETTI et al., 2001).

Devido ao progressivo crescimento populacional, há maior necessidade de água para abastecimento e para sustentação da agricultura em maior escala e das novas indústrias, que consomem bastante. Além disto, outro aspecto relevante é o aumento do lançamento de efluentes nos corpos hídricos, fazendo com que seja necessária a utilização racional destes que consiste em medidas simultâneas de conservação e minimização dos desperdícios, a exemplo do reuso de água ou uso de águas residuárias. “O reuso reduz a demanda sobre os mananciais de água devido à substituição da água potável por uma água de qualidade inferior. Essa prática, atualmente muito discutida, posta em evidência e já utilizada em alguns países é baseada no conceito de substituição de mananciais. Tal substituição é possível em função da qualidade requerida para um uso específico” (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2010).

De acordo com Bastos (2003):

O conceito de qualidade da água é amplo, já que esta depende principalmente do uso a qual se destinará a água. [...] haverá sempre situações em que serão necessárias tecnologias simples e de baixo custo para o tratamento de esgotos, incluindo a utilização do efluente. [...].

A utilização de águas residuárias proporciona proteção à saúde pública e ao meio ambiente, pois minimizando o despejo de poluentes nos corpos receptores, consegue-se conservar os mananciais com melhor qualidade e destina-los a usos mais

exigentes. Porém, no Brasil, esta prática ainda é incipiente devido ou à escassez ou à ausência de normatização. Alguns estados já despertaram e avançaram na criação de leis sobre o tema, mas isto não tem sido suficiente, sendo necessária a instituição de políticas específicas a este despeito.

Atualmente, a reutilização de água é regida e esclarecida através de algumas legislações, dentre elas a Resolução nº 54, de 28 de novembro de 2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) que estabelece critérios para a prática do reuso direto não potável de água. Seu artigo 2º apresenta 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; e

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

Acerca do que se é determinado na Resolução previamente mencionada, torna-se evidente a existência de uma classificação para o reuso. Esta, mediante exposto por Soares (2011), torna-se lógica a partir de o momento em que se sabe de onde a água vem e qual será o seu uso posterior. Assim sendo, tem-se:

- Reuso indireto: a água utilizada é descartada nos recursos hídricos, podendo ser estes ou superficiais ou subterrâneos, e depois é captada para ser usada novamente, só que de forma diluída;

- **Reuso direto:** a água utilizada não é lançada e não sofre diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos, antes é conduzida ao seu novo local de uso.

Como proposto por Cunha et al. (2012):

O reuso pode ser diferenciado de acordo com a intenção em realiza-lo:

– **Reuso indireto planejado:** ocorre quando os efluentes, depois de tratados, são descarregados de forma planejada nos corpos de águas superficiais ou subterrâneas, para serem utilizadas a jusante, de maneira controlada, no atendimento de algum uso benéfico.

– **Reuso indireto não planejado:** ocorre quando a água, utilizada em alguma atividade humana, é descarregada no meio ambiente e novamente utilizada a jusante, em sua forma diluída, de maneira não intencional e não controlada. Caminhando até o ponto de captação para o novo usuário, a mesma está sujeita às ações naturais do ciclo hidrológico (diluição, autodepuração).

E, ainda de acordo com Soares (2011):

**Reuso planejado ou reuso intencional:** Quando o reuso da água é o resultado de uma ação humana consciente, a partir de uma descarga de efluentes podendo ser de forma direta ou indireta. Neste caso, pressupõe-se a existência de um sistema de tratamento de efluentes que atenda aos padrões de qualidade requeridos pelo uso objetivo.

**Reciclagem de água:** É o reuso interno da água em um determinado processo, antes da sua descarga em um sistema geral de tratamento ou outro local de disposição.

Em suma, pode-se afirmar que o reuso de água pode ser classificado da seguinte maneira:

- Reuso indireto, podendo ser planejado ou não;
- Reuso direto, sendo este planejado, sempre.

Já a reciclagem de água, como propõe Rodrigues (2005), é um caso de reuso direto.

A análise qualitativa relativa às águas residuárias depende do tipo de uso a que elas se destinarão. Isto é, os parâmetros que são avaliados referentes à qualidade da água

de reuso variam de acordo com seu tipo de uso. Faz-se necessário, então, saber quais são as formas potenciais de reutilização, sendo estas:

I - Usos urbanos: O reuso costuma ser bastante diversificado e, por isso, deve-se ter cautela quanto aos usos mais exigentes, pois estes requerem sistemas de tratamento avançado. Entretanto, mediante as considerações de Soares (2011), os esgotos tratados podem ser utilizados para fins potáveis e não potáveis.

- Para fins potáveis: devido à presença de organismos patogênicos em grande parte dos efluentes disponíveis, a exemplo dos oriundos das estações de tratamento de esgotos, tal alternativa se torna arriscada e de alto custo. Porém, existem dois critérios que, se obedecidos, tornam-na plausível: a utilização apenas de sistemas de reuso indireto e o uso exclusivo de esgotos domésticos. O primeiro baseia-se na “[...] diluição dos esgotos, após tratamento, em um corpo hídrico (lago, reservatório, aquífero subterrâneo), no qual, após tempos de detenção relativamente longos, é efetuada a captação, seguida de tratamento adequado e posterior distribuição” (SOARES, 2011), e o segundo busca evitar que mananciais desqualificados, geralmente afluentes líquidos industriais, que possuem enorme quantidade de compostos de alto risco e micro poluentes orgânicos, sejam usados para tal finalidade;
- Para fins não potáveis: apesar de oferecer riscos menores, também se deve ter cuidado com esta prática, pois há a ocorrência do contato direto do público com a água de reuso. Esta pode ser aproveitada na irrigação de parques e áreas ajardinadas ao redor de edifícios públicos (incluindo escolas e universidades), residenciais e industriais, em reservas de proteção contra incêndios, em sistemas decorativos aquáticos (chafarizes), em descargas sanitárias de banheiros públicos, comerciais e residenciais, na lavagem de automóveis, entre outros. Como expõe Soares (2011):

Os problemas associados ao reuso urbano para fins não potáveis são, principalmente, os custos elevados de sistemas duplos de distribuição, dificuldades operacionais e riscos potenciais de ocorrência de conexões cruzadas. Os custos devem ser considerados em relação aos benefícios de conservar a água potável e de, eventualmente, adiar ou eliminar a necessidade de desenvolvimento de novos mananciais para abastecimento público.

II – Usos industriais: Devido à crescente demanda, o consumo de água relacionado à produção nas indústrias também se eleva, fazendo com que os processos se tornem bastante onerosos. Isto incentiva o setor a buscar possibilidades internas de reuso, que pode ser realizado com ou sem tratamento prévio, ou ainda a considerar ofertas potáveis dos sistemas públicos de abastecimento, que consistem no uso dos esgotos tratados provenientes das estações de tratamento das companhias de saneamento. O maior potencial de aproveitamento de água residuária na indústria está presente: na construção civil (incluindo na preparação e cura de concreto, na produção de argamassa e na compactação de solo), nas torres de resfriamento, em lavagens de pisos e peças, nos processos industriais (na manufatura de papel e papelão, nas indústrias têxtil e de material plástico, nas petroquímicas), na produção de vapor e assim por diante.

III – Usos agrícolas: “O maior consumo de água doce está relacionado às práticas agrícolas. A busca de fontes alternativas de água para a situação de escassez e o uso de esgotos tratados para irrigação de culturas são formas de reuso na agricultura” (CUNHA et al., 2012). O uso de esgotos para irrigação de culturas aumentou significativamente devido: à dificuldade de identificar fontes alternativas de água, ao elevado custo dos fertilizantes, à aceitação sociocultural do reuso agrícola e à segurança de que os riscos sobre a saúde humana e sobre o solo são mínimos (desde que as precauções recomendadas sejam tomadas). O benefício econômico advém do aumento da área cultivada e da produtividade agrícola em relação àquelas áreas que são irrigadas apenas pela água das chuvas. Porém, em algumas localidades, como Campina Grande, já existe o histórico de roubo de esgoto, através de furos nas adutoras que se encontram à montante da estação de tratamento, para utilização na agricultura. Esta prática, obviamente, gera inúmeros problemas à saúde da população, já que, sem tratamentos físicos, químicos e biológicos, os patógenos presentes nos efluentes não tratados conseguem penetrar nas produções alimentícias, ocasionando doenças.

Portanto, necessita-se conhecer os fatores limitantes relacionados a cada tipo de uso, sendo estes descritos por diversas legislações que são trazidas, de forma simplificada, no Quadro 1 anexo. Ou seja, após a realização da análise qualitativa da água, pode-se comparar os parâmetros obtidos em laboratório com os fatores limitantes previamente discernidos, e concluir se a água pode ser destinada àquele tipo de uso específico.

### 3.2.1 ÁGUA DE REUSO TIPO 1

Refere-se à reutilização da água em descarga de bacias sanitárias, lavagem de pisos, fins ornamentais e lavagem de roupas e veículos, estando estas atividades sujeitas ao contato do usuário ou possível operário com a água reciclada. Exige-se, portanto, grau de transparência, ausência de odor, cor, espuma ou quaisquer formas de substâncias ou componentes flutuantes. A Tabela 2 apresenta os parâmetros característicos para água de reuso classe 1.

Tabela 2 – Parâmetros característicos para água de reuso classe 1

<b>Parâmetros</b>	<b>Concentrações</b>
Coliformes fecais	Não detectáveis
Potencial hidrogeniônico (pH)	Entre 6,0 e 9,0
Cor (UH)	≤ 10 UH
Turbidez (UT)	≤ 2 UT
Odor e aparência	Não desagradáveis
Óleos e graxas (mg/L)	≤ 1 mg/L
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) (mg/L)	≤ 10 mg/L
Compostos orgânicos voláteis <sup>3</sup>	Ausentes
Nitrato (mg/L)	< 10 mg/L
<b>Parâmetros</b>	<b>Concentrações</b>
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	≤ 20 mg/L
Nitrito (mg/L)	≤ 1 mg/L
Fósforo total (mg/L)	≤ 0,1 mg/L
Sólido suspenso total (SST) (mg/L)	≤ 5 mg/L
Sólido dissolvido total (SDT) (mg/L)	≤ 500 mg/L

Fonte: ANA (2005)

### 3.2.2 ÁGUA DE REUSO TIPO 2

Relaciona-se a diversas fases da construção civil, a saber: lavagem de agregados, preparação de concreto, compactação do solo e controle de poeira. A Tabela 3 mostra os parâmetros básicos de controle de qualidade para água desta classe.

Tabela 3 – Parâmetros básicos para água de reuso classe 2

Parâmetros	Concentrações
Coliformes fecais	≤ 1000/ mL
Potencial hidrogeniônico (pH)	Entre 6,0 e 9,0
Odor e aparência	Não desagradáveis
Óleos e graxas (mg/L)	≤ 1,0 mg/L
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) (mg/L)	≤ 30 mg/L
Compostos orgânicos voláteis	Ausentes
Sólido suspenso total (SST) (mg/L)	≤ 30 mg/L

Fonte: ANA (2005)

### 3.2.3 ÁGUA DE REUSO TIPO 3

Utiliza-se em irrigação de áreas verdes e rega de jardins, por isso, a maior preocupação está condicionada às concentrações de contaminantes químicos e biológicos que incidem sobre o meio ambiente e o homem, tendo este um contato ocasional. A Tabela 4 apresenta os parâmetros básicos para água de reuso classe 3.

Tabela 4– Parâmetros básicos para água de reuso classe 3

Parâmetros	Concentrações		
Potencial hidrogeniônico (pH)	Entre 6,0 e 9,0		
Salinidade	0,7 < EC (dS/m) < 3,0		
	450,0 < SDT (mg/L) < 1500,0		
Toxicidade por íons específicos	Entre 3,0 e 9,0 < 350,0 mg/L	Sódio (SAR)	Entre 3,0 e 9,0
		Cloretos (mg/L)	< 350,0 mg/L
		Cloro residual	≤ 1,0 mg/L
	≥ 3,0 < 100,0 mg/L < 1,0 mg/L	Sódio (SAR)	≥ 3,0
		Cloretos (mg/L)	< 100,0 mg/L
		Cloro residual	< 1,0 mg/L
Boro (mg/L)	0,7 mg/L	0,7 mg/L	
	3,0 mg/L	3,0 mg/L	
Nitrogênio total (mg/L)	Entre 5,0 e 30,0 mg/L		
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) (mg/L) < 20,0 mg/L			
Sólidos suspensos totais (SST) (mg/L)	< 20,0 mg/L		
Turbidez (UT)	< 5,0 UT		
Cor aparente (UH)	< 30,0 UT		
Coliformes fecais (mL)	≤ 200/100 mL		

Fonte: ANA (2005)

Vale salientar que os parâmetros expostos na Tabela 4 não são suficientes para determinar a qualidade da água de reuso tipo 3, porém eles dão um bom indicativo.

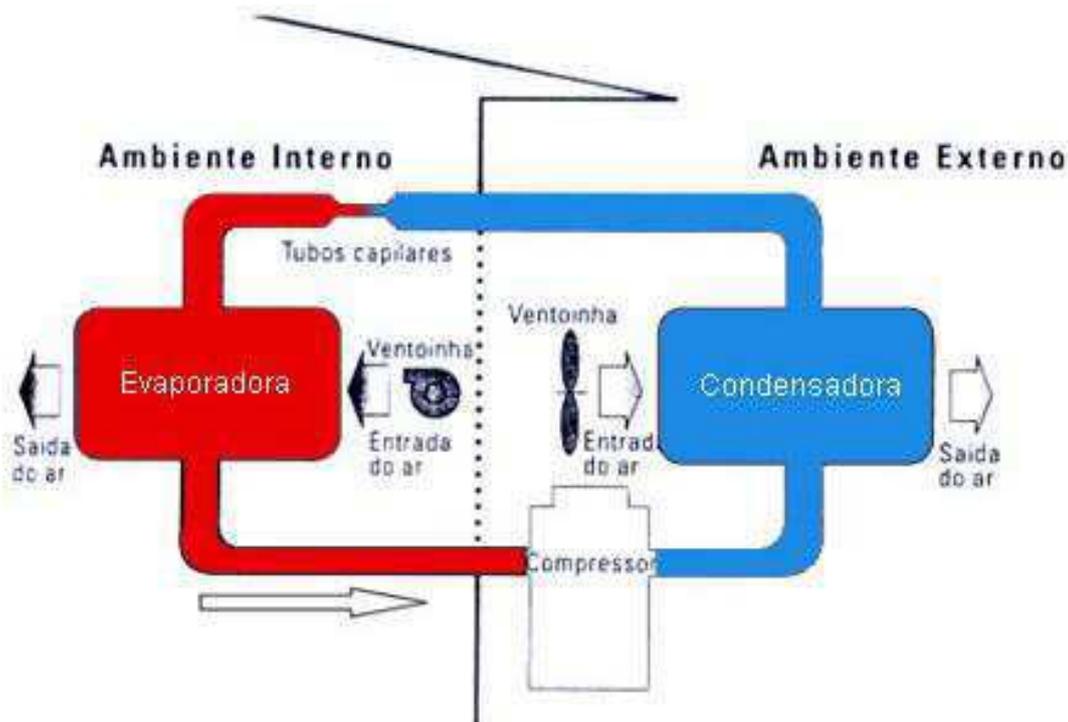
### 3.3 APROVEITAMENTO DA ÁGUA PROVENIENTE DE CONDICIONADORES DE AR

As práticas de reaproveitamento ou mesmo aproveitamento de água vêm sendo difundidas de maneira crescente, devido aos recentes alardes acerca da escassez de água potável. Inclusive, evitar seu desperdício é uma das formas mais simples e econômicas de preservá-la.

A fim de usufruir da água gerada por condicionadores de ar, deve-se, a priori, compreender o funcionamento destes. “Os sistemas de condicionamento de ar, que englobam tanto operações de refrigeração quanto de aquecimento de ar, [...] possuem quatro componentes básicos: compressor, condensador, evaporador e motor ventilador” (FORTES; JARDIM; FERNANDES; 2015). Considerando a situação climática do Brasil, em que se tem baixa amplitude térmica e predominância de altas temperaturas, será exposto apenas o processo de refrigeração dos aparelhos.

Segundo Fortes, Jardim e Fernandes (2015), o arrefecimento inicia-se com a sucção do ar do ambiente interno que ocorre através do ventilador. Logo após, o ar atravessa o evaporador e passa ao redor de uma serpentina, que contém gás refrigerante. Este se encontra em estado líquido, à temperatura de 7°C, e como o ar se encontra a uma temperatura mais elevada, ao entrarem em contato, há a ocorrência de troca de calor, fazendo com que o ar esfrie e retorne para o ambiente interno e com que o gás mude de estado. Posteriormente, o último chega ao compressor e tem seu volume reduzido sob alta pressão, atingindo 52°C. Ele, então, adentra ao condensador, situado na parte externa do equipamento, que possui outra serpentina onde ocorre mais uma troca de calor, mas desta vez, com o ambiente externo. O gás tem sua temperatura diminuída, tornando-se líquido novamente antes mesmo de atingir os 7°C iniciais, já que ainda se encontra sob alta pressão. E, finalmente, ele entra em uma válvula de expansão, cuja função é mantê-lo no estado líquido, à temperatura incipiente. A Figura 1 ilustra o processo.

Figura 1 - Princípio de funcionamento de condicionadores de ar



Fonte: FORTES; JARDIM; FERNANDES (2015)

Ainda mediante exposto por Fortes, Jardim e Fernandes (2015), é durante a passagem do ar pela serpentina do evaporador que ocorre a geração de água, pois devido à troca de calor do mesmo com o gás refrigerante, ele sofre redução em sua temperatura e condensa, ou seja, passa do estado de vapor para o estado líquido. Assim sendo, a água produzida é direcionada para uma tubulação, conhecida como dreno, que a escoo para o ambiente externo.

A água expelida pelos drenos dos condicionadores de ar costuma apresentar destinação aleatória, gerando desperdício e problemas à estrutura da edificação e aos transeuntes do perímetro. O gotejamento nas calçadas propicia escorregamentos, acúmulo de resíduos indesejáveis, presença de lodo e formação de poças de água, podendo ocasionar possíveis focos de procriação de mosquitos da dengue. Além de favorecer a deterioração gradual das marquises do prédio.

Como exposto por Fortes; Jardim; Fernandes (2015):

A água que aparenta ser inconveniente nas calçadas, porém, pode somar vários litros ao final do dia, permitindo ser reutilizada em práticas sustentáveis. Independentemente da inconveniência, a prática sustentável permite que haja economia não apenas financeira, mas também economia dos

recursos de água potável do planeta. O aproveitamento da água é extremamente benéfico para instituições como Universidades e Hospitais.

Apesar do intuito de aproveitar a água oriunda do processo de refrigeração, faz-se necessário saber se a sua qualidade é compatível com o tipo de uso ao qual se pretende destiná-la. Se o ar estiver poluído e for condensado, existe a possibilidade de partículas de poluentes ficarem incrustadas nas gotículas de água. Além disso, no próprio equipamento condicionador de ar existe a presença de metais, que têm como característica a possibilidade de sofrer corrosão, podendo assim, misturarem-se à água.

### 3.4 LEGISLAÇÕES BRASILEIRAS ACERCA DO APROVEITAMENTO DA ÁGUA PROVENIENTE DE CONDICIONADORES DE AR

Em 2015, o Deputado Federal Sarney Filho levou o Projeto de Lei (PL) nº 4.060, que dispõe sobre a coleta, o escoamento e o aproveitamento da água proveniente do processo de condensação de aparelhos condicionadores de ar, à Câmara dos Deputados. Em seu artigo 2º, expõe-se sobre a obrigatoriedade do cumprimento de suas disposições e Sarney Filho afirma, nas justificações:

O condicionador de ar não produz diretamente a água. Ela surge da condensação do ar retirado do ambiente interno. Esta água é perdida no ambiente externo, diminuindo a umidade relativa do ar no ambiente interno. Um ar condicionado, dependendo da umidade relativa do ar local e da potência do aparelho, gera uma quantidade significativa de água, diariamente. Em média de 37 a 57 litros de água são condensados pelos condicionadores de ar, por dia. [...]. A tendência atual é um agravamento desses problemas, uma vez que o Brasil tem o terceiro maior mercado de condicionadores de ar e refrigeração do mundo. [...]. Hoje, 11 milhões de um total de 62,8 milhões de residências, possuem ar condicionado, sem contar os estabelecimentos comerciais em geral.

A Comissão do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável aprovou a PL-4060/2015 em 30 de novembro de 2016, estabelecendo assim, que a água antes

descartada pelos condicionadores de ar passa a ser considerada como fonte alternativa de abastecimento, assim como as águas oriundas da captação pluvial.

Entretanto, não existem apenas iniciativas nacionais. O Diário Oficial do Estado do Mato Grosso publicou a Lei n° 10.446/2016, sancionada pelo Governador Pedro Taques, que obriga a população a aproveitar a água condensada proveniente dos equipamentos condicionadores de ar. Em seu artigo 1° diz:

As novas edificações residenciais multifamiliares, comerciais e industriais situadas no Estado de Mato Grosso ficam obrigadas a instalar mecanismos de captação, armazenamento e conservação para reuso de água proveniente de aparelhos de ar condicionado nas edificações.

O artigo 3° reitera que o descumprimento da Lei é passível de multa.

Em Limeira, situada no estado de São Paulo, alterou-se os artigos 1° e 2° da Lei n° 3396, de 7 de junho de 2002, por aprovação unânime dos vereadores. Agora, os proprietários de condicionadores de ar são responsáveis por coletarem a água proveniente da condensação do ar. O descumprimento da Lei, em primeira instância, é passível de advertência escrita. Em segunda, de pagamento de multa equivalente a 10 UFESP's (Unidades Fiscais do Estado de São Paulo). A cada reincidência, dobra-se o valor em UFESP's.

Apesar de existentes, as legislações brasileiras referentes ao tema são incipientes e, por consequência, a prática de utilização da água oriunda do processo de condensação de aparelhos de ar condicionado ainda não é popular.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

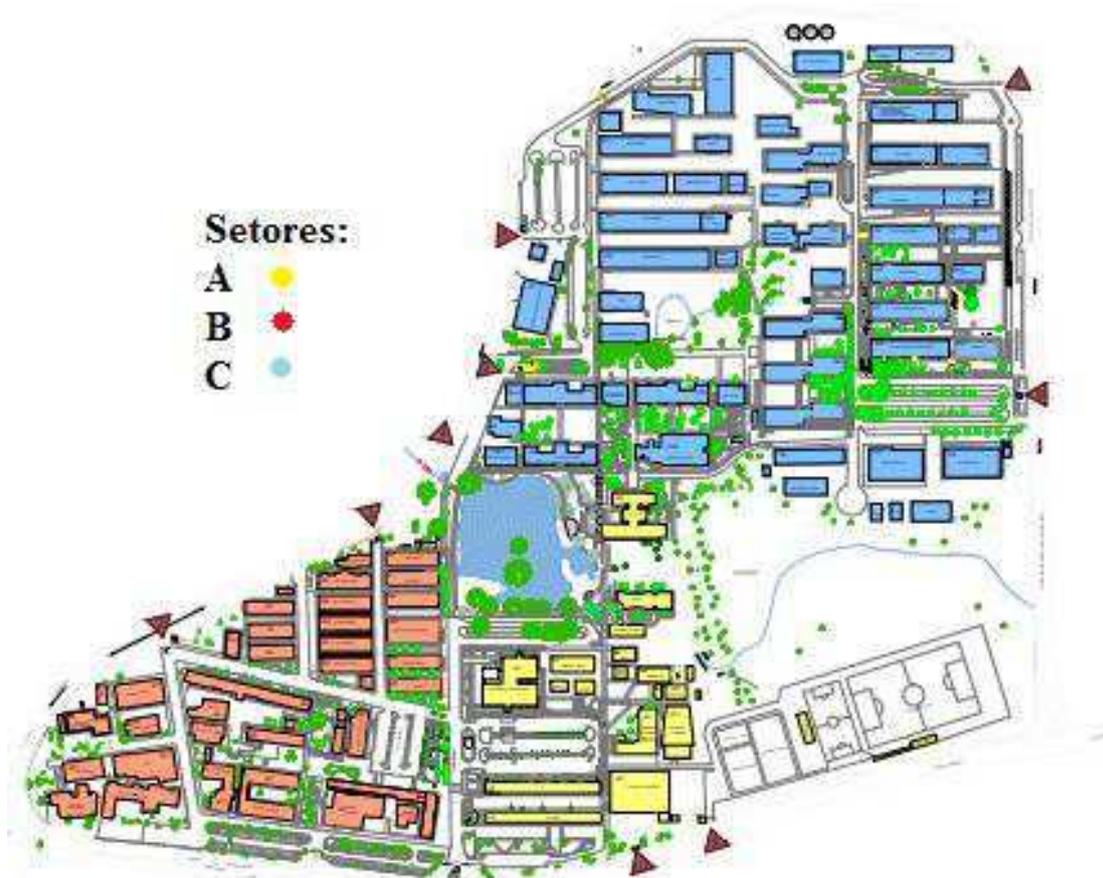
Mediante exposto no *Título I, Capítulo I, Artigo 1º* do Estatuto da Universidade Federal de Campina Grande (2005):

A Universidade Federal de Campina Grande – UFCG -, criada a partir do desmembramento da Universidade Federal da Paraíba – UFPB -, pela Lei 10.419, de 09 de abril de 2002, é uma instituição autárquica pública federal de ensino, pesquisa e extensão, vinculada ao Ministério da Educação, [...].

A referida Instituição possui 7 *Campi*, sendo estes situados nas cidades paraibanas: Campina Grande, Cajazeiras, Sousa, Patos, Cuité, Sumé e Pombal. Entretanto, o presente estudo desenvolve-se no Campus sede da UFCG, situado na Rua Aprígio Veloso, nº 882, no Bairro Universitário da cidade que nomeia a Entidade.

No atual período letivo, 2018.2, o Campus principal possui 6051 alunos efetivamente matriculados, sendo estes distribuídos dentre os 38 *courses* que compõem as 25 *unidades acadêmicas*, formando assim, 5 *grandes centros*, e divide-se em três setores: A, B e C. O primeiro possui 18 blocos, o segundo, 37 e o terceiro, 50, respectivamente, totalizando 105 blocos. O Mapa 1 ilustra a distribuição deles.

Mapa 1 – Campus sede da UFCG



Fonte: PREFEITURA UNIVERSITÁRIA DO CAMPUS SEDE DA UFCG (2018)

## 4.2 ETAPAS METODOLÓGICAS

### 4.2.1 ESTRATIFICAÇÃO DA AMOSTRA

A partir do levantamento quantitativo dos blocos do Campus, selecionou-se 10% dos blocos de cada setor: 2 do setor A, 4 do setor B e 5 do setor C para compor a amostra para estimativa do volume de água gerado. Ou seja, a amostragem utilizada corresponde a 10% de todos os blocos do Campus sede da UFCG.

Porém, é válido salientar que os blocos são destinados a fins diversos, a saber: sala de aula, ambiente de professores, laboratório, empresa (banco) e atividade administrativa, sendo importante que cada finalidade esteja representada na amostra. Assim, a amostragem utilizada para a contagem dos condicionadores de ar é composta

por 11 blocos e engloba todas as atividades a que estes são designados. O Quadro 2 apresenta a nomenclatura dos blocos amostrados e suas respectivas finalidades.

Quadro 2 – Amostragem correspondente a 10% dos blocos do Campus

<b>Setor</b>	<b>Bloco</b>	<b>Finalidade</b>
A	AA	Administrativa
	AK	Empresarial
B	BG	Sala de aula
	BK	Laboratorial
	BP	Empresarial
	BS	Ambiente de professores
C	CAA	Sala de aula
	CB	Sala de aula
	CEEI	Laboratorial
	CM	Ambiente de professores
	LABFREN	Laboratorial

Fonte: própria autoria

Selecionou-se também 6 condicionadores dentre os aparelhos presentes na amostra para compor a subamostra. Esta foi utilizada para a estimativa do volume de água e para a avaliação da qualidade da água gerada. O Quadro 3 apresenta a nomenclatura dos blocos que compõem a subamostra.

Quadro 3 – Blocos que compõem a subamostra

<b>Setor</b>	<b>Bloco</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Capacidade (BTU/h)</b>	<b>Nomenclatura</b>
A	AA	01	24.000	B-24
C	CM	01	6.000	A-06
		01	12.000	B-12
		01	12.000	A-12
		01	24.000	A-24
	LABFREN	01	6.000	B-06

Fonte: própria autoria

#### 4.2.2 LEVANTAMENTO QUANTITATIVO DOS CONDICIONADORES DE AR

Através de visitação aos blocos escolhidos para compor a amostra, realizou-se a contagem dos equipamentos, assim como se verificou a marca, a capacidade e o modelo destes.

#### 4.2.3 ESTIMATIVA DO VOLUME DE ÁGUA GERADO

Dentre os aparelhos presentes na amostra, selecionou-se 6 equipamentos de ar condicionado, sendo 2 de 6.000BTU/h de capacidade, 2 de 12.000BTU/h e 2 de 24.000BTU/h. Valendo salientar que cada grupo possui a mesma potência, porém marcas de fabricação distintas para que se possa observar suas peculiaridades de vazão e parâmetros físico-químicos da água gerada.

A princípio, pensou-se na escolha de condicionadores de ar distantes entre si para que se fosse possível avaliar se haveria mudanças nos parâmetros da água analisada devido à distinção de ambientes em que estão inseridos. Entretanto, grande parte dos blocos amostrados já continha tubulações instaladas, mesmo que de forma rústica, para que a água proveniente dos aparelhos não fosse desperdiçada. Este fato restringiu a escolha dos aparelhos, já que se faz necessária a coleta de água através dos drenos para posterior análise laboratorial.

O volume de água gerado por um aparelho de ar condicionado depende da umidade do ambiente, da temperatura de funcionamento e, também, da potência do mesmo. Porém, neste estudo de caso, só se fez conhecida a capacidade do equipamento.

Para medir a vazão de água expelida pelos drenos dos condicionadores de ar, fez-se necessário o uso de uma proveta de 100mL e de um cronômetro. O procedimento resumiu-se a marcar o intervalo de tempo que cada aparelho levou para atingir um volume de 50mL. Isto foi feito durante 3 dias seguidos, no turno da manhã, sendo então possível calcular uma média relativa à vazão de água, em L/h, correspondente à cada potência.

Considerando que, costumeiramente, as máquinas trabalham 8 horas por dia, 5 dias por semana, 4 semanas por mês e 8 meses por ano, tornou-se possível estimar o volume de água mensal e anual que pode ser aproveitado. Partindo do valor encontrado

para a subamostra, conseguiu-se também extrapolar o resultado para a amostra e para todo o Campus, entretanto, para isto, considerou-se apenas condicionadores com características similares às encontradas na amostra.

Entretanto, segundo informado pela Prefeitura Universitária, o Campus sede da UFCG possui equipamentos com as seguintes potências, em BTU/h: 6000, 9000, 10000, 12000, 18000, 22000, 24000, 36000 e 60000. Sabendo que os blocos amostrados não abrangem todas elas, comparações entre as médias de vazões por potência encontradas e os valores de vazão estabelecidos por diferentes autores foram usados para estimar as demais capacidades inexistentes na subamostra de aparelhos selecionados para coleta.

#### 4.2.4 ENTREVISTA COM LAVADORES DE AUTOMÓVEIS DO CAMPUS

Para estimar o gasto de água com lavagens de carro no Campus e avaliar se a quantidade de água produzida pelos aparelhos seria suficiente para atender essa demanda, foram realizadas entrevistas com seis lavadores. Estima-se que haja doze lavadores em todo o Campus. A seguir estão as perguntas feitas nas entrevistas, na ordem em que foram feitas:

- Questão 1: quantos carros, em média, você lava por dia?
- Questão 2: qual a origem da água utilizada por você na lavagem dos automóveis? É da torneira ou de outro lugar?
- Questão 3: quantos baldes você usa na lavagem de um carro?

Ao primeiro lavador entrevistado, também foi perguntado se era comum o uso de água do "laguinho", o açude que existe dentro do Campus e que é alimentado por águas pluvias e residuárias. Esta pergunta foi feita devido a informações de que a água desse corpo hídrico, já utilizada para irrigação do Campus, também era utilizada na lavagem de carros.

#### 4.2.5 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA

As análises físico-químicas foram realizadas de acordo com a disponibilidade de materiais e equipamentos do Laboratório de Saneamento (LABSAN), situado no bloco CV, do Campus sede da UFCG. Por isso, foram realizadas avaliações de pH (Potencial Hidrogeniônico), turbidez, condutividade elétrica, DQO (Demanda Química de Oxigênio) e DBO<sub>5</sub> (Demanda Bioquímica de Oxigênio), todas em triplicata.

Para a coleta de água dos 6 condicionadores de ar escolhidos, utilizou-se frascos plásticos de polietileno. Antes de usá-los, eles foram lavados com água e detergente, com auxílio de escovas e esponjas, a fim remover resíduos e impurezas do uso anterior, sendo posteriormente enxaguados com água destilada

Os parâmetros físico-químicos monitorados estão listados no Quadro 4 e as análises seguiram as metodologias do Manual de Análises Físico-Químicas de Águas de Abastecimento e Residuárias, de Silva e Oliveira (2001).

Quadro 4 – Parâmetros e métodos de análise

<b>Parâmetro</b>	<b>Método</b>
pH	Instrumental – pHmetro
Turbidez	Determinação por turbidímetro
Condutividade Elétrica	Instrumental – Condutivímetro
DQO	Refluxação Fechada
DBO <sub>5</sub>	Padrão modificado com sementeira - Oxímetro

Fonte: própria autoria

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 QUANTITATIVO DOS CONDICIONADORES DE AR DOS BLOCOS QUE COMPÕEM A AMOSTRA

A Tabela 5 apresenta a quantidade de aparelhos presente nos blocos amostrados juntamente com as marcas, capacidades e modelos desses.

Tabela 5 – Levantamento quantitativo de condicionadores de ar que compõem a amostra

Setor	Bloco	Quantidade	Marca	Capacidade (BTU/h)	Modelo	Total
A	AA	02	Komeco	18.000	KOS18FC2HX	46
		23	Elgin	12.000	SHFE-12000-2	
		01	Consul	10.000	CCS10DB	
		10	LG	24.000	TSUC242TMA0	
		07	York	24.000	YJKA24FS-ADA	
		01	Samsung	12.000	AR12HCSUAWQXAZ	
	AK	02	Midea	22.000	38KCV22M5	04
		01	Komeco	36.000	KOP36FCG2	
B	BG	03	Coolíx	24.000	CLP-24CR1F	04
		18	Komeco	60.000	KOP60FCG2UE360	
	BK	08	Consul	10.000	CCS10DB	08
	BP	06	Electrolux	36.000	CFI36	16
		04	Elgin	12.000	SHFE-12000-2	
		02	Hitachi	12.000	HACIV128	
		01	LG	10.000	WGE103FGA	
		02	Consul	10.000	CCS10DB	
BS	01	Midea	22.000	38KCV22M5	14	
	14	LG	10.000	WGE103FGA		

Setor	Bloco	Quantidade	Marca	Capacidade (BTU/h)	Modelo	Total	
C	CAA	32	Komeco	60.000	KOP60FCG2UE360	32	
	CB	10	Electrolux	36.000	CFI36	32	
		01	York	9.000	YKS09FCAG1		
		10		24.000	YJKA24FS-ADA		
		02	LG	12.000	TSUC122TMA0		
		32	Komeco	60.000	KOP60FCG2UE360		
		10	Electrolux	36.000	CFI36		
		01	York	9.000	YKS09FCAG1		
		10		24.000	YJKA24FS-ADA		
		02	LG	12.000	TSUC122TMA0		
		05	Samsung	12.000	AR12HCSUAWQXAZ		
		03	Carrier	36.000	38CCT036515MC		
		01	Elgin	18.000	SHFE-18000-2		
		CEEI	28	Starcool	6.000		AUS-18C63F52F01
	01		Komeco	24.000	KOS24FC220-G2P		
	02		Electrolux	36.000	CFI36		
	CM	05	Starcool	6.000	AUS-18C63F52F01	47	
		02	Yang	9.000	TCI-09CO-A/TCO-09CO-A		
		07		12.000	TCI-12CO-A/TCO-12CO-A		
		16	LG	12.000	TSUC122TMAO		
		05	Electrolux	36.000	CFI36		
		05	Komeco	24.000	KOS24FC220-G2P		
		03	Midea	22.000	38KCV22M5		
		01	Carrier	36.000	38CCT036515MC		
		03	Consul	10.000	CCS10DB		
	LABFREN	04	Hitachi	12.000	HACIV128	12	
		04	Yang	12.000	TCI-12CO-A/TCO-12CO-A		
		01	Samsung	12.000	AR12HCSUAWQXAZ		
		03	Electrolux	6.000	PE06F		
	<b>Total</b>						260

Fonte: própria autoria

Dentre os blocos que compõem a amostra, pode-se constatar a presença de 260 condicionadores. Entretanto, 3 são de 9000BTU/h, 3 de 18000BTU/h, 6 de

22000BTU/h, 28 de 36000BTU/h, 29 de 10000BTU/h, 36 de 6000BTU/h, 36 de 24000BTU/h, 50 de 60000BTU/h e 69 de 12000BTU/h. A Tabela 6 mostra a quantidade de aparelhos de mesma capacidade e o quanto ela representa da amostra, em termos percentuais.

Tabela 6 – Quantitativo de aparelhos de mesma potência presentes na amostragem

Potência (BTU/h)	Quantidade	Quantidade (%)
<b>6.000</b>	36	13,8
<b>9.000</b>	03	1,2
<b>10.000</b>	29	11,2
<b>12.000</b>	69	26,5
<b>18.000</b>	03	1,2
<b>22.000</b>	06	2,3
<b>24.000</b>	36	13,8
<b>36.000</b>	28	10,8
<b>60.000</b>	50	19,2
<b>Total</b>	260	100,0

Fonte: própria autoria

## 5.2 ESTIMATIVA DO VOLUME DE ÁGUA PRODUZIDO

### 5.2.1 VOLUME DE ÁGUA PRODUZIDO PELA SUBAMOSTRA

A Tabela 7 apresenta a média das vazões encontradas para cada potência analisada. Portanto, estimando que os condicionadores de ar funcionam 8 horas por dia e 5 dias por semana, a Tabela 8 expõe os valores que correspondem ao volume de água mensal e anual, considerando apenas os 8 meses letivos, que pode ser coletado e aproveitado dos 6 condicionadores estudados.

Tabela 7 – Média das vazões de água produzida

Data da medição	A-06	B-06	A-12	B-12	A-24	B-24
	Vazão (L/h)					
1° dia: 21/11/18	1,00	1,50	1,00	1,20	1,80	1,70
2° dia: 22/11/18	1,60	1,00	1,50	1,80	1,50	2,00
3° dia: 23/11/18	1,50	1,20	1,00	1,00	2,10	1,50
Média individual	1,40	1,20	1,20	1,30	1,80	1,70
Média por potência	1,30		1,25		1,75	
Média para a subamostra	1,43					

Fonte: própria autoria

Tabela 8 – Estimativa do volume de água gerados pelos condicionadores que compõem a subamostra

Potência (BTU/h)	Volume (L)			
	Diária	Semanal	Mensal	Anual
6.000	10,4	52,0	208,0	1664,0
12.000	10,0	50,0	200,0	1600,0
24.000	14,0	70,0	280,0	2240,0
Total parcial	34,4	172,0	688,0	5504,0
Total para a subamostra	68,8	344,0	1376,0	11008,0

Fonte: própria autoria

Como citado anteriormente, o presente estudo considera apenas a capacidade do condicionador de ar como influenciador da quantidade de água produzida, pois em alguns blocos não se fez possível tratar com um responsável para obter os dados relativos à temperatura de funcionamento da máquina, por exemplo. Isto, inclusive, influencia no fato de a vazão média dos condicionadores de ar de 6.000BTU/h ter sido superior à dos de 12.000BTU/h, o que é contrário ao esperado, já que a vazão costuma aumentar de acordo com o aumento de capacidade do aparelho.

### 5.2.2 ESTIMATIVA DO VOLUME DE ÁGUA PRODUZIDO PELA AMOSTRA E PELO CAMPUS

Como as vazões médias foram obtidas apenas para os refrigeradores de potências equivalentes a 6000, 12000 e 24000BTU/h, estes valores foram utilizados no

cálculo da estimativa do volume de água gerado pela amostra e pelo Campus e as vazões correspondentes às demais capacidades dos condicionadores que integram a amostra foram retiradas da literatura, já que os manuais dos fabricantes não fornecem tal informação.

Cabral et al. (2015) conclui que, para as capacidades, em BTU/h, de 18000, 24000, 36000 e 60000 encontra-se, respectivamente, vazões de água correspondentes a 1,7 L/h, 2,9 L/h, 4,6 L/h e 7,8 L/h. Já Ferreira e Tose (2016) apontam que as vazões correspondentes às potências de 9000, 10000 e 22000BTU/h são, respectivamente, 0,27L/h, 0,29L/h e 1,48L/h. É bem verdade que estes autores levaram variáveis, além da capacidade de refrigeração, em consideração e que as características regionais, como o clima e a umidade, não coincidem sempre com a do Campus, mas para fins de estimativa, a alternativa é plausível.

Sabendo que os 11 blocos que compõem a amostra possuem 260 aparelhos de ar condicionado, conclui-se, através de uma simples proporção, que os 105 blocos têm aproximadamente 2480 máquinas e considera-se que estes têm as mesmas capacidades presentes na amostra e suas proporções, como indicado na Tabela 6. Já na Tabela 9, mostra-se a quantidade de aparelhos de mesma potência que todo o Campus possui.

Tabela 9 - Quantitativo de aparelhos de mesma potência presentes no Campus

Potência (BTU/h)	Quantidade	Quantidade (%)	Vazão (L/h) por
<b>6.000</b>	342	13,8	1,30
<b>9.000</b>	30	1,2	0,27
<b>10.000</b>	278	11,2	0,29
<b>12.000</b>	657	26,5	1,25
<b>18.000</b>	30	1,2	1,70
<b>22.000</b>	57	2,3	1,48
<b>24.000</b>	342	13,8	2,90
<b>36.000</b>	268	10,8	4,60
<b>60.000</b>	476	19,2	7,80
<b>Total</b>	2480	100,0	-

Fonte: própria autoria

Portanto, a estimativa do volume de água produzido por todos os refrigeradores de ar presentes no Campus sede pode ser estimado através da equação I a seguir:

$$V_{est.} = (n_6 * Q_6) + (n_9 * Q_9) + (n_{10} * Q_{10}) + (n_{12} * Q_{12}) + (n_{18} * Q_{18}) \\ + (n_{22} * Q_{22}) + (n_{24} * Q_{24}) + (n_{36} * Q_{36}) + (n_{60} * Q_{60}) \quad (I)$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow V_{est.} = & (342*1,30) + (30*0,27) + (278*0,29) + (657*1,25) \\ & + (30*1,70) + (57*1,48) + (342*2,90) + (268*4,60) \\ & + (476*7,80) = 7427,33 \text{ L/h} \end{aligned}$$

Em que:

- $n_6$  - Quantidade estimada de condicionadores de 6000BTU/h do Campus;
- $Q_6$  - Vazão de água correspondente à capacidade de 6000BTU/h;
- $n_9$  - Quantidade estimada de condicionadores de 9000BTU/h do Campus;
- $Q_9$  - Vazão de água correspondente à capacidade de 9000BTU/h;
- $n_{10}$  - Quantidade estimada de condicionadores de 10000BTU/h do Campus;
- $Q_{10}$  - Vazão de água correspondente à capacidade de 10000BTU/h;
- $n_{12}$  - Quantidade estimada de condicionadores de 12000BTU/h do Campus;
- $Q_{12}$  - Vazão de água correspondente à capacidade de 12000BTU/h;
- $n_{18}$  - Quantidade estimada de condicionadores de 18000BTU/h do Campus;
- $Q_{18}$  - Vazão de água correspondente à capacidade de 18000BTU/h;
- $n_{22}$  - Quantidade estimada de condicionadores de 22000BTU/h do Campus;
- $Q_{22}$  - Vazão de água correspondente à capacidade de 22000BTU/h;
- $n_{24}$  - Quantidade estimada de condicionadores de 24000BTU/h do Campus;
- $Q_{24}$  - Vazão de água correspondente à capacidade de 24000BTU/h;
- $n_{36}$  - Quantidade estimada de condicionadores de 36000BTU/h do Campus;
- $Q_{36}$  - Vazão de água correspondente à capacidade de 36000BTU/h;
- $n_{60}$  - Quantidade estimada de condicionadores de 60000BTU/h do Campus;
- $Q_{60}$  - Vazão de água correspondente à capacidade de 60000BTU/h.

O volume de água produzido pelos 260 condicionadores que compõem a amostra foi obtido de forma semelhante e os valores estimados de volume de água produzido diária, semanal, mensal e anualmente para a amostragem e para todo o Campus estão dispostos na Tabela 10.

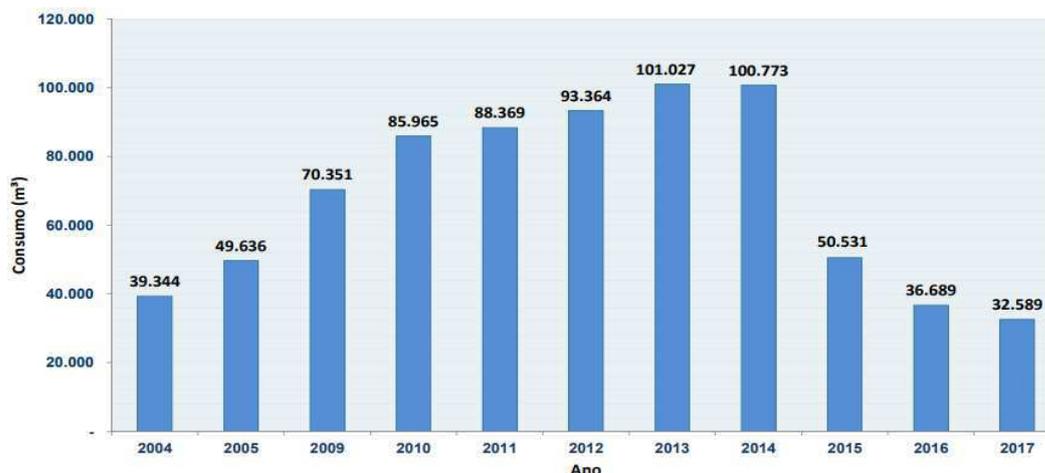
Tabela 10 – Volume de água produzido diária, semanal, mensal e anualmente pelos aparelhos

	Volume de água produzido (L)			
	Diário	Semanal	Mensal	Anual
Amostragem	6.236	31.180	124.720	997.760
Campus	59.419	297.093	1.188.373	9.506.982

Fonte: própria autoria

A partir da estimativa do volume de água produzido anualmente pelos refrigeradores de ar do Campus sede da UFCG, pôde-se comparar o valor estimado com o consumo anual de água do Campus e obter a possível economia financeira gerada. Os Gráficos 1 e 2 ilustram, respectivamente, o consumo de água anual do Campus sede, em m<sup>3</sup>, e os valores referentes à conta de água do Campus desde 2004 até 2017.

Gráfico 1 – Consumo hídrico anual do Campus sede da UFCG



Fonte: PREFEITURA UNIVERSITÁRIA DO CAMPUS SEDE DA UFCG (2018)

Gráfico 2 – Valores da conta de água do Campus sede da UFCG



Fonte: PREFEITURA UNIVERSITÁRIA DO CAMPUS SEDE DA UFCG (2018)

Em 2004, a Prefeitura Universitária implantou um projeto de redução do consumo de água no Campus sede da UFCG e desde então foi gerada uma economia de R\$1.000.000,00. Segundo a própria Prefeitura (2018):

Na implantação do projeto foi investido cerca de R\$ 1,5 milhão, em ações como a construção de novos reservatórios de água e recuperação dos já existentes, execução de uma nova rede de abastecimento, instalação de hidrômetros em cada prédio do campus e a substituição dos vasos sanitários e torneiras por modelos com válvulas de baixo consumo. Além dessas ações infraestruturantes, foram confeccionadas placas alertando para o uso racional da água.

Este pode ser mencionado como o principal motivo de o consumo hídrico ter sido reduzido no Campus a partir de 2014.

Analisando os Gráficos 1 e 2, pôde-se perceber que o consumo de água em 2016 foi maior que o consumo em 2017, todavia, o valor referente à conta de água foi mais elevado no último ano. Possivelmente, isto se justifica devido ao maior valor das tarifas cobradas em 2017.

Levando em consideração o consumo hídrico do Campus e o valor da conta de água de 2017, conseguiu-se estimar a economia financeira gerada ao aproveitar o volume hídrico produzido pelos condicionadores de ar do Campus exposto no presente estudo, através de uma simples proporção. Então, se o Campus consumiu 32.589.000L de água, mas aproveitou 9.506.982L, gastou-se efetivamente 23.082.018L de água. Portanto, ao invés de gastar R\$376.974,00, gastou-se aproximadamente R\$267.002,00, ou seja, conseguiu-se economizar R\$109.972,00, o que corresponde a cerca de 30% do valor total da conta em 2017.

### 5.3 ANÁLISE QUALITATIVA DA ÁGUA E SEU POSSÍVEL APROVEITAMENTO PARA IRRIGAÇÃO DE PLANTAS ORNAMENTAIS, LAVAGEM DE AUTOMÓVEIS E MICTÓRIOS

#### 5.3.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Seis aparelhos, que constituem a subamostra, foram selecionados para a realização da coleta de fluido diretamente de seus drenos com a finalidade de executar posterior análise de qualidade da água em laboratório. A Tabela 11 mostra todos os aparelhos de ar condicionado escolhidos.

Tabela 11 – Quantitativo dos condicionadores de ar escolhidos para captação e análise de água

Setor	Bloco	Quantidade	Marca	Capacidade (BTU/h)	Modelo	Nomenclatura
A	AA	01	LG	24.000	TSUC242TMA0	B-24
C	CM	01	Starcool	6.000	AUS-18C63F52F01	A-06
		01	LG	12.000	TSUC122TMAO	B-12
		01	Yang	12.000	TCI-12CO-A/TCO-12CO-A	A-12
		01	Komeco	24.000	KOS24FC220-G2P	A-24
	LABFREN	01	Electrolux	6.000	PE06F	B-06

Fonte: própria autoria

As Tabelas 12, 13 e 14 revelam os resultados acerca do pH, da turbidez, da condutividade elétrica, da DQO e da DBO<sub>5</sub> para as amostras de água analisadas nos 1º, 2º e 3º dias, respectivamente.

Tabela 12 – Parâmetros físico-químicos monitorados no 1º dia de análises

1º dia: 21/11/18	Parâmetros				
Amostra	pH	Turbidez (NTU)	Condutividade Elétrica (µS/cm)	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)	DBO <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> /L)
A-06	6,6	1,3	23,1	52,6	06,8
B-06	6,8	0,5	15,1	29,2	02,2
A-12	6,4	0,9	23,8	00,00	08,9
B-12	6,6	0,5	24,9	09,8	08,4
A-24	6,6	1,3	52,2	46,8	> 13,6
B-24	6,8	0,9	32,9	13,6	13,2

Fonte: própria autoria

Tabela 13 – Parâmetros físico-químicos monitorados no 2º dia de análises

2º dia: 22/11/18	Parâmetros				
Amostra	pH	Turbidez	Condutividade	DQO	DBO <sub>5</sub>
A-06	7,6	0,8	80,1	136,4	03,7
B-06	7,4	0,6	44,0	054,6	>14,4
A-12	7,3	0,9	28,7	021,4	02,6
B-12	7,4	0,8	28,2	070,2	03,4
A-24	6,9	0,9	58,3	428,8	06,8
B-24	6,9	0,8	35,5	046,8	00,3

Fonte: própria autoria

Tabela 14 – Parâmetros físico-químicos monitorados no 3º dia de análises

3º dia: 23/11/18	Parâmetros				
Amostra	pH	Turbidez (NTU)	Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S/cm}$ )	DQO ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )	DBO <sub>5</sub> ( $\text{mgO}_2/\text{L}$ )
A-06	6,6	1,3	23,1	84,9	>13,8
B-06	6,8	0,5	15,1	69,5	>13,5
A-12	6,4	0,9	23,8	38,6	>13,6
B-12	6,6	0,5	24,9	92,7	>13,8
A-24	6,6	1,3	52,2	97,9	07,3
B-24	6,8	0,9	32,9	38,6	>13,7

Fonte: própria autoria

Os cálculos de DQO e DBO<sub>5</sub> (metodologia com semente) foram realizados a partir das equações II e III:

$$DQO = \frac{(VPB - VPA) \cdot 1000}{VP} \quad (\text{II})$$

$$DBO_5 = \frac{[(OD_i - OD_5) - (ODS_i - ODS_5) \cdot f] \cdot VF}{VA} \quad (\text{III})$$

Em que:

- DQO - Demanda química de oxigênio;
- VPB - - Volume padrão gasto na amostra de água destilada;
- VPA - Volume padrão gasto na amostra;
- VP - Volume padrão;
- DBO<sub>5</sub> - Demanda bioquímica de oxigênio após incubação durante 5 dias;
- OD<sub>i</sub> - Oxigênio dissolvido da amostra diluída imediatamente após a sua preparação;
- OD<sub>5</sub> - Oxigênio dissolvido da amostra diluída imediatamente após a sua preparação;
- ODS<sub>i</sub> - Oxigênio dissolvido do controle da semente antes da incubação;
- ODS<sub>5</sub> - Oxigênio dissolvido do controle da semente após incubação durante 5 dias;
- f - Percentagem da amostra diluída dividida pela percentagem da semente no controle da semente;

- VF – Volume do frasco;
- VA - Volume da amostra.

Dentre a triplicata, cada elemento da subamostra apresentou, pelo menos uma vez, um valor para o oxigênio dissolvido final inferior a 1, contrariando as indicações para o cálculo de DBO<sub>5</sub> pelo Método do Padrão Modificado com Semeadura. Para estes casos, considerou-se o oxigênio dissolvido final igual a 1, tornando-se possível calcular a DBO<sub>5</sub>, mas não sendo factível a obtenção de valores exatos.

A Tabela 15 apresenta as médias dos parâmetros monitorados, com exceção da DBO<sub>5</sub>.

Tabela 15 – Média dos parâmetros físico-químicos monitorados

Amostra	Parâmetros			
	pH	Turbidez (NTU)	Condutividade Elétrica (µS/cm)	DQO (mgO <sub>2</sub> /L)
A-06	6,9	1,1	42,1	091,9
B-06	7,0	0,6	24,7	051,1
A-12	6,7	0,9	25,4	020,0
B-12	6,9	0,6	26,0	057,5
A-24	6,7	1,1	54,2	191,2
B-24	6,9	0,9	33,8	033,0

Fonte: própria autoria

### 5.3.2 APROVEITAMENTO DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO DE PLANTAS ORNAMENTAIS (REUSO TIPO 3)

Mediante exposto por Azevedo (2016):

[...], o alumínio e o cádmio não são utilizados pelos seres vivos como nutrientes. Ao contrário, sua toxicidade prejudica as plantas de várias maneiras-por exemplo, inibindo o desenvolvimento radicular e, assim, rebaixando a absorção de água e nutrientes pelas raízes. [...]. A grande quantidade de alumínio é uma característica natural da crosta terrestre. [...]. Como a hidrólise do alumínio produz íons de hidrogênio, a forte presença desse metal constitui um dos principais fatores de acidificação do solo. [...]. O grande problema em relação ao cádmio, que pode estar no solo ou na água de irrigação, decorre do fato de que ele é facilmente absorvido e acumulado pela planta [...].

Como as análises referentes à presença e à quantidade destes metais nas amostras de água analisadas não se fizeram possíveis, a Tabela 16 expõe a média dos parâmetros avaliados e seus valores limitantes, estando estes de acordo com a Tabela 4.

Tabela 16 – Média dos parâmetros físico-químicos monitorados e valores de DBO<sub>5</sub>

Amostra	Parâmetros				
	pH	Turbidez (NTU)	DBO <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> /L)		
	Entre 6,0 e 9,0*	<5,0*	<20,0*		
			1º dia	2º dia	3º dia
A-06	6,9	1,1	06,8	03,7	>13,8
B-06	7,0	0,6	02,2	>14,4	>13,5
A-12	6,7	0,9	08,9	02,6	>13,6
B-12	6,9	0,6	08,4	03,4	>13,6
A-24	6,7	1,1	> 13,6	06,8	07,3
B-24	6,9	0,9	33,8	03,7	>13,7

\* Indica o valor limitante para cada parâmetro

Fonte: própria autoria

Todos os parâmetros respeitaram seus valores limitantes, exceto a DBO<sub>5</sub>. Em pelo menos um dos dias avaliados, para cada elemento da subamostra, a Demanda Bioquímica de Oxigênio apresentou um valor mínimo como leitura, mas não um máximo. Ou seja, não se pode afirmar que o resultado encontrado não ultrapassou o limite permitido e, portanto, pode-se inferir que a água proveniente dos condicionadores de ar do Campus não pode ser aproveitada para a irrigação de plantas ornamentais.

Para analogia, a Tabela 17 expõe os resultados da análise qualitativa obtidos por Cunha et al. (2016) e os resultados obtidos no presente trabalho.

Tabela 17 – Analogia entre resultados

Amostra	Parâmetros						
	pH	Turbidez	Condutividade	DQO	DBO <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> /L)		
	7,22*	0,29*	50,2*	30,0*	10,2*		
					1º dia	2º dia	3º dia
A-06	6,9	1,1	42,1	091,9	06,8	03,7	>13,8
B-06	7,0	0,6	24,7	051,1	02,2	>14,4	>13,5
A-12	6,7	0,9	25,4	020,0	08,9	02,6	>13,6
B-12	6,9	0,6	26,0	057,5	08,4	03,4	>13,8
A-24	6,7	1,1	54,2	191,2	> 13,6	06,8	07,3
B-24	6,9	0,9	33,8	033,0	33,8	03,7	>13,7

\* Resultados obtidos por Cunha et al. (2016)

Fonte: própria autoria

De um modo geral, os valores de DQO e DBO<sub>5</sub> mostraram-se superiores quando comparados aos encontrados por Cunha et al. (2016). Isto indica que, a grosso modo, a água analisada no presente trabalho revela-se mais poluída. Porém, alguns fatores podem ser considerados responsáveis pela elevação dos valores resultantes: a ausência de esterilização dos frascos de coleta de água, os resíduos presentes nos drenos devido à falta de limpeza destes e a grande distância entre a extremidade do dreno, onde se inicia o gotejamento, e o frasco plástico coletor, fazendo com que as gotículas de água precisassem ultrapassar obstáculos (impuros) antes de adentrar o recipiente.

Quando possível aproveitar a água proveniente dos refrigeradores para a irrigação de plantas ornamentais, uma forma simples e econômica de fazê-la consiste na instalação de tubulações que partem dos drenos dos aparelhos e desaguam nos jardins. Basta furar os canos e estes já servem como irrigadores por gotejamento, que são muito utilizados na agricultura e em algumas partes do Campus, inclusive.

Mediante exposto por Macintyre (2009), o consumo de água para irrigação é equivalente a 1,5 L/dia/m<sup>2</sup>. Como o Campus sede gera cerca de 59.419L/dia, consegue-se irrigar uma área verde de, aproximadamente, 39613 m<sup>2</sup>.

### 5.3.3 APROVEITAMENTO DA ÁGUA PARA LAVAGEM DE AUTOMÓVEIS (REUSO TIPO 1)

O principal problema referente à água utilizada para a lavagem de automóveis diz respeito aos danos que podem ser causados à pintura devido a substâncias corrosivas que estão bastante relacionadas ao seu pH. Portanto, a Tabela 18 expõe a média dos parâmetros avaliados e seus valores limitantes, estando estes de acordo com a Tabela 2 para fins comparativos.

Tabela 18 - Média dos parâmetros físico-químicos monitorados e valores de DBO<sub>5</sub>

Amostra	Parâmetros				
	pH	Turbidez (NTU)	DBO <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> /L)		
			1º dia	2º dia	3º dia
	Entre 6,0 e 9,0*	≤2,0*	<10,0*		
<b>A-06</b>	6,9	1,1	06,8	03,7	>13,8
<b>B-06</b>	7,0	0,6	02,2	>14,4	>13,5
<b>A-12</b>	6,7	0,9	08,9	02,6	>13,6

Amostra	Parâmetros				
	pH	Turbidez (NTU)	DBO <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> /L)		
	Entre 6,0 e 9,0*	≤2,0*	<10,0*		
			1º dia	2º dia	3º dia
<b>B-12</b>	6,9	0,6	08,4	03,4	>13,8
<b>A-24</b>	6,7	1,1	> 13,6	06,8	07,3
<b>B-24</b>	6,9	0,9	33,8	03,7	>13,7

\* Indica o valor limitante para cada parâmetro.

Fonte: própria autoria

Mais uma vez, os valores de DBO<sub>5</sub> indicam que a água produzida não deve ser utilizada, porém alguns autores apontam que não existe um valor limite na legislação brasileira relacionado à destinação da água para lavagem de carros.

Sabendo da existência de vários lavadores de automóveis que trabalham no Campus sede, mesmo não sendo cadastrados na Prefeitura, é importante conhecer a fonte de água utilizada por eles e seu gasto que pode influir diretamente no consumo de água da Instituição. Para isto, realizou-se entrevistas com 6 lavadores do Campus para saber a quantidade de água gasta para lavar um único carro, quantos carros eles costumam lavar por dia e de onde vem a água utilizada por eles. A Tabela 19 traz a estimativa de volume de água gasto pelos 6 lavadores entrevistados.

Tabela 19 – Estimativa do volume de água gasto pelos lavadores de automóveis

Entrevistado	Questão			Volume (L) gasto por dia
	1	2	3	
<b>A</b>	Torneira	1,5	5	112,5
<b>B</b>	Torneira	2,0	5	150,0
<b>C</b>	Torneira	2,0	4	120,0
<b>D</b>	Torneira	4,0	3	180,0
<b>E</b>	Torneira	1,0*	5	75,0
<b>F</b>	Torneira	1,5	3	67,5
<b>Média</b>				117,5

\* Indica que o lavador utiliza jato ecológico como forma de economia hídrica.

Fonte: própria autoria

O volume de água gerado diariamente pela subamostra corresponde a 68,8L. Faz-se necessário, então, que o bloco mais próximo ao local de trabalho de cada lavador contenha cerca de 12 condicionadores de ar, o que geralmente ocorre.

A Tabela 20 apresenta uma analogia entre o volume gasto diária, semanal, mensal e anualmente pelos lavadores e o volume disponível para aproveitamento gerado pelos aparelhos condicionadores de ar do Campus.

Tabela 20 – Analogia entre o volume de água gerado e o gasto pelos lavadores de automóveis

Período	Volume (L)	
	Gasto pelos lavadores	Gerado pelos aparelhos
<b>Dia</b>	705,0	59.419,0
<b>Semana</b>	3.525,0	297.093,0
<b>Mês</b>	14.100,0	1.188.373,0
<b>Ano</b>	112.800,0	9.506.982,0

Fonte: autoria própria

Portanto, pode-se perceber que o aproveitamento da água gerada pelos condicionadores de ar é viável para a finalidade de lavagem de automóveis em termos quantitativos. Uma forma prática de armazenar a água para posterior utilização é levar tubulações desde os drenos das máquinas até uma cisterna, fazendo-se necessária a limpeza regular desta, obviamente.

#### 5.3.4 APROVEITAMENTO DA ÁGUA EM MICTÓRIOS (REUSO TIPO 1)

Os mictórios são aparelhos muito utilizados em banheiros de uso coletivo, principalmente em edifícios públicos e comerciais. Podem ser ou do tipo cuba ou do tipo calha e podem ser providos de descarga contínua como também intermitente, provocada ou automática.

No mictório do tipo calha, cada segmento de 60 cm corresponderá a um mictório tipo cuba. A NBR 5626/98 recomenda que a vazão para mictórios de descarga contínua tipo calha seja de 0,24L/s, o equivalente a 864L/h.

Em um dia, o Campus gera 59.419L de água condensada e um mictório com descarga contínua necessita de 6.912L. Isto indica que, se um bloco possui apenas um mictório tipo calha, ele precisa ter cerca de 288 refrigeradores de ar, considerando as mesmas especificações da amostra, para suprir a demanda de água, o que não ocorre.

Novamente a DBO<sub>5</sub> é um empecilho para o aproveitamento da água proveniente dos condicionadores de ar, como mostra a Tabela 18. Então, o fluido não é indicado para o uso em mictórios, tanto quantitativa quanto qualitativamente.

## 6 CONCLUSÃO

O Campus sede da UFCG possui aproximadamente 2480 condicionadores de ar com potências que variam de 6.000 a 60.000BTU/h. Considerando que o período de funcionamento destes corresponde a 8 horas diárias e 5 dias por semana, o volume de água produzido mensal e anualmente equivale a, respectivamente, 1.188.373L e 9.506.982L.

Apesar de gerar economia, tanto financeira quanto do próprio recurso, o aproveitamento da água condensada só deve ocorrer quando a qualidade desta for compatível com o tipo de uso a que se destinará. Assim, selecionou-se três tipos usuais de emprego de água no Campus e analisou-se cinco parâmetros físico-químicos a fim de avaliar a possibilidade de aproveitamento hídrico.

Para a irrigação de plantas ornamentais, verificou-se que o volume de água produzido pelos aparelhos seria suficiente para irrigar uma área verde de 39.613 m<sup>2</sup>. Já para a lavagem de automóveis, observou-se que cada lavador precisaria que o bloco mais próximo ao seu local de trabalho possuísse cerca de 12 condicionadores de ar, o que normalmente ocorre; e para o uso em mictórios de descarga contínua, pôde-se concluir que seriam necessários 288 condicionadores, considerando as mesmas especificações da amostra, para suprir a demanda de um único mictório. Ou seja, em termos volumétricos, a água proveniente dos refrigeradores de ar só não possui viabilidade garantida para o uso em mictórios.

Quanto à qualidade da água analisada, pôde-se concluir que a DBO<sub>5</sub> chama a atenção por ter apresentado em cerca de metade das coletas valores maiores que o limite indicado para uso em mictórios. Quanto ao uso para irrigação, são necessários novos ensaios de modo a determinar os valores exatos de DBO<sub>5</sub> e para lavagem de automóveis, existe a possibilidade de usá-la.

Salienta-se a escassez de dados de DBO<sub>5</sub> da água proveniente de drenos de ar condicionado na literatura brasileira. Em buscas feitas durante este trabalho apenas uma referência foi encontrada apresentando valor de DBO<sub>5</sub> igual a 10,2 como limite para águas de reuso tipo 1.

## 7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Pesquisar os dados referentes à temperatura de funcionamento de cada condicionador de ar analisado, assim como os de umidade ambiente;
- Verificar a vazão de água correspondente à cada potência de refrigerador que compõe a amostra para que o volume estimado seja o mais próximo possível do valor real;
- Coletar a água de forma mais eficiente, o que inclui a utilização de frascos estéreis e a redução da distância entre a extremidade do dreno e o coletor;
- Avaliar maior quantidade de parâmetros de qualidade da água, incluindo análises microbiológicas e presença de metais e fungos;
- Analisar a possibilidade de aproveitamento da água condensada para diferentes tipos de uso, a economia financeira gerada pela implantação de sistemas de captação e sua viabilidade.

## REFERÊNCIAS

- ANA (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS). **Conservação e reuso da água em edificações**. ProL Editora Gráfica, São Paulo, 2005.
- ANA (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS). **Fatos e tendências sobre a água**. Brasília, 2009.
- AZEVEDO, R. A. **O impacto de metais tóxicos na produtividade agrícola**. 2016. Disponível em: <<http://agencia.fapesp.br/o-impacto-de-metais-toxicos-na-productividade-agricola-/22617/>>. Acesso em: dez. 2018.
- BASTOS, R. K. X. **Utilização de esgotos tratados em fertirrigação, hidroponia e piscicultura**. Projeto PROSAB. 2003, 264p.
- 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.
- CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Meio ambiente aprova projeto que prevê aproveitamento de água de ar condicionado**. 2016. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/camaranoticias/noticias/MEIO-AMBIENTE/520588-MEIO-AMBIENTE-APROVA-PROJETO-QUE-PREVE-APROVEITAMENTO-DE-AGUA-DE-AR-CONDICIONADO.html>>. Acesso em: ago. 2018.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Águas interiores**. 2010. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/informacoes-basicas/tpos-de-agua/reuso-de-agua/>>. Acesso em: jul. 2018.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **País só atingirá meta de universalização dos serviços de saneamento em 2054, diz estudo da CNI**. 2016. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/agenciacni/noticias/2016/01/pais-so-atingira-meta-de-universalizacao-dos-servicos-de-saneamento-em-2054-diz-estudo-da-cni/>>. Acesso em: jun. 2018.
- CUNHA, I. N.; CORTEZ, T. B.; SILVA, S. M. C; CUNHA, A. H. N. **Aspectos regulatórios para reuso de água no Brasil**. III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Goiânia, 2012. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2012/VIII-005.pdf>>. Acesso em: jul. 2018.
- FERREIRA, E. P.; TOSE, M. **Uso sustentável da água produzida por aparelhos de ar condicionado – um estudo de caso**. 2016.
- FORTES, P. D.; JARDIM, P. W. C. F. P. M. G.; FERNANDES, J. G. **Aproveitamento de água proveniente de aparelhos de ar condicionado**. XII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. 2015.
- GRANJA, S. I.; WARNER, J. A. **hidropolítica e o federalismo: possibilidades de construção da subsidiariedade na gestão das águas no Brasil**. Revista de Administração Pública, vol. 40, número 6, Rio de Janeiro, 2006.
- IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2010. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: jun. 2018.
- JÚNIOR, J. **Recursos hídricos – conceituação, disponibilidade e usos**. Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados, Brasília, 2004. Disponível em: <[file:///D:/Downloads/recursos\\_hidricos\\_jose\\_pereira.pdf](file:///D:/Downloads/recursos_hidricos_jose_pereira.pdf)>. Acesso em: jun. 2018.
- LEI Nº 11.445, DE 05 DE JANEIRO DE 2007. **Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/CCiVil\\_03/\\_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm](http://www.planalto.gov.br/CCiVil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm)>. Acesso em: jun. 2018.

LEI N° 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.** Disponível em: < <http://www.camara.gov.br/sileg/integras/470365.pdf>>. Acesso: jun. 2018.

LENZI, C. L. **Sociologia ambiental: risco e sustentabilidade na modernidade.** São Paulo: Anpocs/Edusc, 2006.

MACINTYRE, A. J. **Instalações hidráulicas: Prediais e Industriais.** Editora S.A. 3ª Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

MMA, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Água.** 2009.

NASCIMENTO, E. **Trajatória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico.** 2012. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/ea/v26n74/a05v26n74.pdf>>. Acesso em: jun. 2018.

ONU, ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Água: Escassez afetará metade do planeta.** 2009. Disponível em: <<http://www.vermelho.org.br/noticia/49089-10>>. Acesso em: ag. 2018.

PORTARIA N° 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2012. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.** Disponível em: < [http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)>. Acesso em: ago. 2018.

PREFEITURA UNIVERSITÁRIA DA UFCG. **Projeto de redução de consumo d'água na UFCG gerou economia de R\$1 milhão.** 2018. Disponível em: < <http://www.prefeitura.ufcg.edu.br/programas/109-projeto-de-reducao-de-consumo-d-agua-na-ufcg-gerou-economia-de-r-1-milhao>>. Acesso em: nov. 2018.

PREFEITURA UNIVERSITÁRIA DA UFCG. **UFCG economiza R\$1 milhão na conta de água em 3 anos.** 2018. Disponível em: < <http://www.prefeitura.ufcg.edu.br/images/agua/PU-Dados---Consumo-de-gua-2018-1milho2.pdf>>. Acesso em: nov. 2018.

PROJETO DE LEI, N° 4.060/2015. **Dispõe sobre coleta, escoamento e aproveitamento da água proveniente do processo de condensação de aparelhos de ar condicionado, e dá outras providências.** Disponível em: <[http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra;jsessionid=B55BDD49EB1C954BE09CE64F4A8294A3.proposicoesWebExterno2?codteor=1521162&filename=Avulso+-PL+4060/2015](http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=B55BDD49EB1C954BE09CE64F4A8294A3.proposicoesWebExterno2?codteor=1521162&filename=Avulso+-PL+4060/2015)>. Acesso em: ago. 2018.

RÊGO, J. C.; GALVÃO, C. O.; RIBEIRO, M. M. R.; ALBUQUERQUE, J. P. T.; NUNES, T. H. C. **A crise do abastecimento de Campina Grande: atuações dos gestores, usuários, Poder Público, imprensa e população.** XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Brasília, 2015.

RESOLUÇÃO N° 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.** Disponível: < <http://www.ceivap.org.br/legislacao/Resolucoes-CNRH/Resolucao-CNRH%2054.pdf>>. Acesso em: jul. 2018.

RIGOTTI, P. **Projeto de aproveitamento de água condensada de sistema de condicionadore de ar.** Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Panambi, 2014.

RODRIGUES, R. **As dimensões legais e institucionais do reuso de água no Brasil: proposta de regulamentação de água no Brasil.** Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 2005.

SETTI, A. A.; LIMA, J. E. F. W.; CHAVES, A. G. M.; PEREIRA, I. C. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos.** 2ª edição. ANEEL. ANA. Brasília - Distrito Federal, 2001.

SILVA; S. A.; OLIVEIRA, R. **Manual de análises físico-químicas de águas de abastecimento e residuárias.** Editora G. Marcone. Campina Grande-PB, 2001.

SOARES, R. **Os recursos hídricos brasileiros e o reuso de água no Brasil**. Universidade Cândido Mendes, Rio de Janeiro, 2011.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG. **Estatuto**. Campina Grande-PB, 2005. Disponível em: < <http://www.ufcg.edu.br/administracao/documentosOficiais/estatutoDaUfcg.pdf>>. Acesso em: dez. 2018.

WARD, B.; DUBOS, R. *Uma terra somente: a preservação de um pequeno planeta*. São Paulo: Melhoramentos; Universidade de São Paulo, 1973.

WEB AR CONDICIONADO. **Agora é lei: captação e reaproveitamento da água do ar condicionado em MT**. 2016. Disponível em: <<http://www.webarcondicionado.com.br/agora-e-lei-captacao-e-reaproveitamento-da-agua-do-ar-condicionado-em-mt>>. Acesso em: ago. 2018.

ZINATO, M. C.; OLIVEIRA, C. **Água e Saneamento básico**. POSEAD, Universidade Gama Filho. Brasília-DF, 2008 (apostila).

## ANEXO A

Quadro 1 – Resumo sucinto da base legal dos recursos hídricos

<b>Base Legal</b>	<b>Data</b>	<b>Denominação</b>	<b>Comentário</b>
Decreto n° 24.643	10 de julho de 1934	Código das Águas	Iniciou a intervenção do governo federal em relação ao saneamento. Aos poucos as empresas estrangeiras responsáveis pelos serviços de água e esgotos foram nacionalizadas e estatizadas, pois até a década de 30 o saneamento era delegado às empresas estrangeiras, assim como uma série de outros serviços públicos.
-	1988	Constituição Federal (CF)	Compete à União (artigo 21): instituir o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e definir critérios de outorga de direitos de seu uso (inciso XIX); instituir diretrizes para o desenvolvimento urbano inclusive saneamento básico (inciso XX). Compete ao Estado (artigo 200 inciso IV) participar da formulação da política e da execução das ações de saneamento básico. Compete ao Município (artigo 30 inciso V) organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local, incluído o de transporte coletivo, que tem caráter essencial.

Base Legal	Data	Denominação	Comentário
Art. 2º da Lei nº 9.433	8 de janeiro de 1997	Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH)	<p>São dispostos os objetivos da PNRH: assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável; a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais. Já no artigo 3º constituem diretrizes gerais de ação para implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos: a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade; a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Goiânia/GO - 19 a 22/11/2012 8 IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais das diversas regiões do País; a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental; a articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional; a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo; a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras.</p>

Base Legal	Data	Denominação	Comentário
Portaria nº 518 (atual Portaria nº 2914)	25 de março de 2004	Normas de qualidade da Água para consumo humano	Portaria do Ministério da Saúde, que estabelece as responsabilidades por parte de quem produz a água, no caso, os sistemas de abastecimento de água e de soluções alternativas, a quem cabe o exercício de “controle de qualidade da água” e das autoridades sanitárias das diversas instâncias de governo, a quem cabe a missão de “vigilância da qualidade da água para consumo humano”. Também ressalta a responsabilidade dos órgãos de controle ambiental no que se refere ao monitoramento e ao controle das águas brutas de acordo com os mais diversos usos, incluindo o de fonte de abastecimento de água destinada ao consumo humano. Nesta Portaria foram definidos: água potável – água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde; sistema de abastecimento de água para consumo humano – instalação composta por conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinada à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão; controle da qualidade da água para consumo humano – conjunto de atividades exercidas de forma contínua pelos responsáveis pela operação de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água destinada a verificar se a água fornecida à população é potável, assegurando a manutenção desta condição.

Base Legal	Data	Denominação	Comentário
Resolução nº 357	17 de março de 2005	-	Resolução do Ministério do Meio Ambiente – Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o melhor enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Define os principais impactos ambientais: despejos de efluentes domésticos e industriais nos rios; contaminação difusa pelo uso de fertilizantes e pesticidas de áreas agrícolas; degradação do solo rural pelo desmatamento e práticas agrícolas inadequadas; construção de obras hidráulicas; operação de aterros sanitários; contaminação de aquíferos; mineração.
Resolução nº 54	28 de novembro de 2005	-	Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, o reuso de água constitui-se em prática de racionalização e de conservação de recursos hídricos, conforme princípios estabelecidos na Agenda 21. Tal prática reduz a descarga de poluentes em corpos receptores, conservando os recursos hídricos para o abastecimento público e outros usos mais exigentes quanto à qualidade; reduz os custos associados à poluição e contribui para a proteção do meio ambiente e da saúde pública.

Fonte: CUNHA et al. (2012)