

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
GESTÃO AMBIENTAL**

**ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA TRATAMENTO E REUSO DE  
ÁGUAS RESIDUAIS NA FACULDADE UNB PLANALTINA (FUP).**

**JÉSSICA DAIANA CAETANO**

**BRASÍLIA  
2019**

JÉSSICA DAIANA CAETANO

**ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA TRATAMENTO E REUSO DE  
ÁGUAS RESIDUAIS NA FACULDADE UnB PLANALTINA (FUP).**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Bacharelado em Gestão Ambiental da Faculdade UnB Planaltina, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Gestão Ambiental.

Orientador (a): Prof.<sup>a</sup> Dra. Lucijane Monteiro de Abreu

Planaltina-DF

2019

## FICHA CATALOGRÁFICA

Caetano, Jéssica Daiana

Alternativa Sustentável para Tratamento e Reuso de Águas Residuais na Faculdade UnB Planaltina (FUP). / Jéssica Daiana Caetano.

Planaltina-DF, 2019. 33 p.

Monografia-Faculdade UnB Planaltina, Universidade de Brasília.

Curso de Bacharelado em Gestão Ambiental.

Orientadora: Lucijane Monteiro de Abreu.

1. [Sistema alternativo de tratamento].
2. [Fontes alternativas de água].
3. [Tratamento de esgoto]. Caetano, Jéssica Daiana. II. Título.

JÉSSICA DAIANA CAETANO

**ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA TRATAMENTO E REUSO DE  
ÁGUAS RESIDUAIS NA FACULDADE UNB PLANALTINA (FUP).**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Gestão Ambiental da Faculdade UnB Planaltina, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Gestão Ambiental.

Banca Examinadora:

Planaltina-DF, 05 de Dezembro de 2019.

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Lucijane Monteiro de Abreu

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Elaine Nolasco Ribeiro

---

Prof. Dr. Luiz Felipe Salemi

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus por permitir a conclusão dessa etapa da minha vida, por estar sempre me fortalecendo por todo o meu percurso.

À minha família pelo apoio e compreensão, aos meus amigos que foram um dos melhores presentes que pude receber da FUP. A todas as pessoas que de alguma forma fizeram parte desse percurso (em especial: Joyce, Andressa e Neimar) que estiveram comigo nos momentos em que eu precisei trazendo palavras de conforto, motivação e apoio.

Aos professores que são excelentes profissionais e me capacitaram permitindo que se concretizasse a minha formação.

Em especial à minha professora orientadora Lucijane, pela disposição, por toda dedicação e paciência.

E a querida FUP por me proporcionar toda essa experiência. Obrigada.

## RESUMO

Com a demanda crescente de água, as águas residuárias sem tratamento adequado, visto como um problema ambiental, após ser tratada passa a ser parte da solução, sendo uma importante ferramenta para conservação e planejamento de recursos hídricos. Diante disso essa pesquisa visa propor um sistema alternativo e sustentável de tratamento das águas residuárias e de reuso para fins não potáveis para a Faculdade UnB Planaltina (FUP), um campus da Universidade de Brasília. Para o desenvolvimento do estudo levou-se em consideração o sistema atual de esgotamento sanitário existente no campus FUP; a análise histórica populacional e consumo de água; e sistemas alternativos de tratamento e reuso de água disponível no mercado. Para a coleta de dados foi utilizado, registros acadêmicos, e pesquisa no *campus*. Analisando os dados de consumo é possível perceber o crescente aumento do consumo de água derivado do crescimento populacional do *campus*. Dessa maneira, diante dessa problemática socioambiental essa pesquisa torna-se relevante para a Gestão Ambiental na medida em que há uma grande produção de águas residuárias tendo em vista o grande consumo de água per capita na Universidade UnB Planaltina. O estudo propõe um sistema de tratamento e reuso de água garantindo o uso eficiente e racional da água, uma importante iniciativa diante dos riscos de escassez de água derivado da elevada demanda pelo uso dos recursos hídricos.

Palavras chave: 1. Sistema alternativo de tratamento. 2. Fontes alternativas de água. 3. Tratamento de esgoto.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Edifícios do Campus UNB Planaltina (FUP).....	22
<b>Figura 2:</b> Crescimento populacional da FUP e consumo de água.....	24
<b>Figura 3:</b> Consumo de água na FUP por hidrômetro.....	25
<b>Figura 4:</b> Planta baixa da FUP.....	26
<b>Figura 5:</b> Estação Elevatória de Esgoto da FUP.....	26
<b>Figura 6:</b> Etapas do funcionamento do sistema.....	28
<b>Figura 7:</b> Fossa séptica.....	29
<b>Figura 8:</b> Pré filtro.....	29
<b>Figura 9:</b> Conjunto de filtros biológicos.....	29

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	9
1 OBJETIVO GERAL .....	10
2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	10
3 REFERENCIAL TEÓRICO .....	11
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESGOTO.....	11
3.2 SOLUÇÕES ALTERNATIVAS PARA TRATAMENTO DO ESGOTO.....	11
3.3 REUSO DE ÁGUA.....	14
3.4 SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO E REUSO DE ÁGUA.....	15
3.5 NORMAS DE REUSO .....	20
4 METODOLOGIA .....	21
4.1 ÁREA DE ESTUDO.....	22
4.2 LEVANTAMENTO DE DADOS .....	22
4.3 AGENTES CONSUMIDORES.....	23
4.4 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO EXISTENTE .....	23
5 RESULTADOS.....	23
5.1 CRESCIMENTO POPULACIONAL E CONSUMO DE ÁGUA .....	23
5.2 SISTEMA EXISTENTE INSTALADO: ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO.....	25
5.3 SISTEMA PROPOSTO .....	27
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	32



## INTRODUÇÃO

O crescimento populacional é um fato decorrente, e a demanda por recursos necessários para vida na terra só aumenta. Nesse cenário, a água, essencialmente necessária para a sobrevivência se torna um recurso finito e de muito valor. Por isso é necessário que esse bem seja utilizado de forma racional.

O Brasil tem abundância desse recurso, mas passou a ser desvalorizado com hábitos de desperdício e contaminação, e, além disso, o crescimento econômico junto ao crescimento da população só aumenta a demanda por recursos hídricos, e a garantia de água potável para as próximas décadas tem sido um dos grandes desafios ambientais, principalmente em regiões urbanizadas, e em locais onde há má distribuição de água. Por isso é necessário mudança de hábitos e investimento em tecnologias de modo a tratar e reutilizar águas servidas, para que futuramente não venhamos agravar a crise hídrica já existente.

As águas residuárias lançadas em corpos hídricos sem nenhum tipo de tratamento causam poluição nos ecossistemas, contaminando as águas e influenciando negativamente no aspecto social, econômico e ambiental. Nessa situação as águas residuais passam a ser vista como um grande problema que precisa ser solucionado.

“As conseqüências da liberação de águas residuais não tratadas ou inadequadamente tratadas podem ser classificadas em três grupos: i) efeitos nocivos à saúde humana; ii) impactos ambientais negativos; e iii) repercussões adversas nas atividades econômicas”. (UNESCO. , 2017).

“Diante do aumento da produção de efluentes e da escassez de água potável, diversos atores sociais como órgãos públicos, privados e a comunidade científica têm buscado formas de disponibilizar recursos hídricos alternativos a fim de atender a demanda atual” (ZABOTTO, 2019).

Com a demanda crescente de água, as águas residuárias vistas como um problema ambiental passa a ser parte da solução, sendo uma importante ferramenta para conservação e planejamento de recursos hídricos. Nesse contexto, foi estudado o sistema de esgotamento sanitário atual existente na Faculdade UnB Planaltina (FUP) e, por não existir um sistema de tratamento de esgoto, toda água de esgoto produzida é bombeada e lançada para rede coletora, e o sistema atual não está respondendo as

necessidades do *campus*. Por exemplo, a estação elevatória não tem capacidade instalada suficiente para bombear a água residuária gerada pelo restaurante universitário (RU) existente no campus, pois existe uma grande concentração de sólidos/gordura que deixa a bomba vulnerável sujeita a danificações, para que isso não ocorra é necessário que haja o tratamento individual/local dos efluentes gerados de forma que essa água residuária após tratada seja reutilizada para fins não potáveis como paisagismo e agricultura.

Atualmente há no mercado tecnologias sustentáveis para o tratamento de esgoto tornando possível o tratamento e a reutilização da água. Com elas é possível poupar a água potável, reduzir o consumo e as quantidades de esgoto evitando o seu desperdício.

## **1 OBJETIVO GERAL**

- Propor um sistema alternativo sustentável de tratamento das águas residuárias com possibilidade de reuso desta para fins não potáveis.

## **2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Descrever o sistema atual de esgotamento sanitário existente na FUP.
- Analisar o histórico populacional do campus e seu consumo de água.
- Analisar os sistemas alternativos de tratamento e reuso de águas servidas disponível no mercado.

O estudo é apresentado em três capítulos, dos quais os dois primeiros mostram o referencial teórico e a metodologia utilizada.

O capítulo três apresenta os resultados obtidos a partir do levantamento de dados, o crescimento populacional e consumo de água; o sistema de esgotamento existente instalado; e o sistema proposto.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo será abordada a caracterização do esgoto; as soluções alternativas para tratamento do esgoto; o reuso de água e as tecnologias de reuso de água.

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESGOTO

A NBR 7.229 (ABNT, 1993) define esgoto sanitário como “água residuária composta de esgoto doméstico, despejo industrial compatível com o tratamento conjunto com esgoto doméstico, despejo industrial compatível com o tratamento conjunto com esgoto doméstico e água de infiltração”.

Segundo (ERCOLE, 2003) “de um modo geral, os esgotos domésticos ou de origem residencial, constituem-se aproximadamente, de 99,9% de água e 0,1% de sólido, em peso seco”. O esgoto doméstico provém de residências, instituições e edificações que geram águas servidas provenientes de pias de cozinha, chuveiro, lavagem de roupas e etc. “O esgoto doméstico é proveniente de residências, estabelecimentos comerciais, instituições ou quaisquer edificações que dispõem de banheiros, cozinhas e lavanderias” (CARNEIRO M. A., 2018).

As águas provenientes do esgoto são classificadas de acordo com sua origem, elas podem ser classificadas como águas claras, cinzas e negras.

“As águas claras são aquelas de origem pluvial, que necessitam apenas de gradeamento e decantação para remover os sólidos grosseiros e em suspensão. As águas cinza são as provenientes de tanques, pias, lavatórios e chuveiros, contendo contaminantes químicos, sólidos em suspensão, óleos e graxas. Por último, as águas negras são aquelas que apresentam elevada contaminação de origem orgânica (fezes e urina), pois são resultantes das descargas hídricas dos vasos sanitários” (ERCOLE, 2003).

#### 3.2 SOLUÇÕES ALTERNATIVAS PARA TRATAMENTO DO ESGOTO

Neste capítulo serão apresentadas alternativas tecnológicas para tratamento de esgoto, selecionadas baseada nas características dos esgotos a serem tratados, baixo custo, facilidade de manuseio e ao tratamento eficaz das águas residuárias. “As águas são classificadas de acordo com os seus efluentes e tratadas conforme o direcionamento da sua utilização” (PROJETO DE ÁGUAS DE USOS DIVERSOS, 2012).

“A depender da destinação final da água recuperada, existirão níveis de qualidade indicados para cada aplicação e, conseqüentemente, um tratamento específico adequado para cada caso. Consideram-se como principais variáveis as características da água residuária a ser tratada e os requisitos de

qualidade requeridos pela nova aplicação da água recuperada” (MORELLI, 2005).

“Os diferentes níveis de contaminação destas águas permitem que se adote um sistema de separação delas, com tratamentos específicos para cada grupo. Assim procede-se aos tratamentos modulares, onde cada grupo de água residuária será tratado e reutilizado por equipamentos mais adequados à categoria da água a ser tratada. Com essas providências, duas vantagens são imediatas: os tratamentos são mais eficientes, uma vez que são específicos para as descontaminações de cada grupo das águas e os equipamentos são de menor porte, portanto, mais econômicos” (ERCOLE, 2003).

“Os sistemas de tratamento de esgoto podem ser compostos por até três níveis de tratamento: primário, secundário e terciário. No tratamento primário são removidos sólidos sedimentáveis e em suspensão. No secundário ocorre a remoção da matéria orgânica biodegradável, sólidos suspensos e patógenos. No nível terciário ocorre a remoção de nutrientes, compostos não biodegradáveis, poluentes específicos e metais pesados” (CARNEIRO M. A., 2018)

- a) Fossas sépticas: A fossa séptica é uma tecnologia indicada para esgoto sanitário ou esgoto doméstico, e é classificada como uma espécie de tratamento primário do esgoto, sendo assim após o tratamento pela fossa a água ainda precisa de um tratamento complementar (pós-tratamento), ou então é lançado para unidade de disposição final adequada, como por exemplo, a vala de infiltração. “O esgoto tratado que sai do tanque séptico necessita de um tratamento complementar. Sugestões de tecnologias: Sistemas alagados construídos, Filtro anaeróbio, Vermifiltro” (TONETTI, 2018).
- b) Filtro anaeróbio: O filtro anaeróbio é uma unidade de pós-tratamento de esgoto doméstico “os filtros anaeróbios são bastante utilizados em combinação com tanques sépticos, com o objetivo de pós-tratar o efluente destes” (SANTOS, 2019).

De acordo com a norma brasileira NBR 7229 “o filtro anaeróbio consiste em um reator biológico onde o esgoto é depurado por meio de microorganismos não aeróbios, dispersos tanto no espaço vazio do reator quanto nas superfícies do meio filtrante” (ABNT, 1993).

“O filtro anaeróbio é formado por uma câmara preenchida com material filtrante, que permite a fixação de micro-organismos responsáveis pela degradação da matéria orgânica dissolvida. O filtro pode apresentar um compartimento inferior sem recheio (fundo falso), com a função de reter o lodo produzido, que também possui micro-organismos responsáveis pelo tratamento. Geralmente seu fluxo é ascendente (de baixo para cima). É recomendável que seja precedido de um tanque séptico, Biodigestor ou Reator Anaeróbio compartimentado” (TONETTI, 2018).

- c) Valas de infiltração: É uma unidade complementar do tratamento de esgoto, destinada depuração e disposição final do esgoto. “A vala de infiltração pode ser utilizada para disposição final do efluente líquido do tanque séptico doméstico”. (ABNT, 1993)

“Técnica de depuração e disposição final do esgoto pré-tratado em uma vala escavada no solo, na qual é instalado um tubo perfurado envolvido por pedra britada ou outro material suporte. Após passar pelo tubo e leito de pedra, o esgoto é distribuído para infiltração no próprio solo” (TONETTI, 2018).

“Vala escavada no solo, destinada à depuração e disposição final do esgoto na subsuperfície do solo sob condição essencialmente aeróbia, contendo tubulação de distribuição e meios de filtração no seu interior”. (ABNT, 1993).

- d) Filtro de areia: Após passar pelo tanque séptico ou pelo filtro anaeróbio, o efluente é filtrado pelo filtro de areia, ocorrendo à degradação dos poluentes. “O filtro de areia é unidade complementar de tratamento de esgoto. Portanto, deve ser precedido de tanque séptico e filtro anaeróbio” (TONETTI, 2018).

“Unidades de tratamento de esgoto doméstico após passar por tanque séptico ou filtro anaeróbio. Os filtros de areia e valas de infiltração são formados por uma camada superior de areia seguida de camadas de outros materiais filtrantes com partículas de maior tamanho (exemplos: pedrisco, brita ou seixo rolado). O tratamento ocorre pela filtração de partículas do esgoto e pela degradação da matéria orgânica por micro-organismos presentes na areia e demais materiais filtrantes” (TONETTI, 2018).

Para (SANTOS, 2019) “nos filtros de areia a degradação dos poluentes se dá por meio da passagem das águas cinza através de um leito filtrante preenchido com areia ou brita de granulometria específica, onde processos físicos típicos da filtração e a atividade microbiológica do biofilme criado nos interstícios dos grãos de areia transformam compostos complexos em outros mais estáveis”.

- e) Círculo de bananeiras: É uma unidade de tratamento e disposição final de efluentes, na qual depois de realizado o tratamento tem os nutrientes e as águas consumidos pela bananeira.

“Unidade de disposição final de esgoto doméstico ou águas de vaso sanitário já tratado. Também é uma tecnologia de tratamento de águas cinza. Consiste em uma vala circular preenchida com galhos e palhada, onde desemboca a tubulação do esgoto tratado. Ao redor são plantadas bananeiras e outras plantas que apreciem o solo úmido e rico em nutrientes” (TONETTI, 2018).

- f) Sistemas alagados construídos: Os Sistemas alagados construídos (SAC), ou também chamado de “wetlands” também se caracteriza como uma unidade de pós-tratamento.

Segundo (TONETTI, 2018) “É uma unidade de tratamento para águas cinza ou para esgoto doméstico previamente tratado. Os sistemas alagados construídos (SAC), também conhecido como wetlands (nomenclatura

internacional), são compostos por valas com paredes e fundo impermeabilizados, permitindo seu alagamento com o esgoto a ser tratado”.

“trata-se de processos de tratamento de esgotos que consistem de unidades construídas, como lagoas, bacias ou canais rasos (usualmente com profundidade inferior a 1,0 m), que abrigam plantas aquáticas e baseiam-se em mecanismos biológicos, químicos e físicos para tratar os esgotos” (SANTOS, 2019).

“Os SAC normalmente possuem material particulado em seu interior (exemplo: areia, brita, seixo rolado) como meio suporte para o crescimento das plantas e microrganismos” (TONETTI, 2018).

- g) Filtro biológico: Existe a possibilidade de tratamento das águas residuárias através de filtros biológicos. Esse sistema será tratado na unidade 1.4.

Com o uso desses sistemas alternativos de tratamento do esgoto, que são viáveis economicamente, de fácil instalação é possível evitar que o dejetos gerado seja lançado sem tratamento para rede de esgoto. “O volume dos esgotos deve ser minimizado, tratado, contabilizado e reintegrado de forma segura no ciclo da água para nova utilização” (MANCUSO; SANTOS, 2003).

### 3.3 REUSO DE ÁGUA

A água disponível para o consumo humano é um recurso precioso e limitado, e a demanda por esse recurso cresce no mundo inteiro “em muitas regiões do globo, a população ultrapassou o ponto em que podia ser abastecida pelos recursos hídricos disponíveis” (MANCUSO; SANTOS, 2003).

O reuso de água seria o aproveitamento de águas potáveis que foram utilizadas para um fim nobre (exemplo: provenientes de banho e cozinha) que após passar por um tratamento específico pode ser reutilizada para um fim menos nobre, como irrigação de jardins, lavagens de pisos, entre outros na qual se adequa a utilização de água de reuso.

“Muitas oportunidades de reutilização da água encontram-se próximas (agricultura e conservação paisagística) e poderiam ser feitas sem necessidade de extensos emissários de recalque para regresso do efluente tratado à comunidade que gerou” (MANCUSO; SANTOS, 2003).

Para a Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) “o reuso de água se constitui em prática de racionalização e de conservação de recursos hídricos, conforme princípios estabelecidos na Agenda 21, podendo tal prática ser utilizada como instrumento para regular a oferta e a demanda de recursos hídricos, considerando que a prática de reuso de água reduz a descarga de poluentes em corpos receptores, conservando os recursos hídricos para o abastecimento público e outros usos mais exigentes quanto à qualidade, e reduz os custos

associados à poluição e contribui para a proteção do meio ambiente e da saúde pública”.

“dessa forma, grandes volumes de água potável podem ser poupados pelo reuso quando se utiliza água de qualidade inferior (geralmente efluentes tratados) para atendimento das finalidades que podem prescindir desse recurso dentro dos padrões de potabilidade”. (MORELLI, 2005)

“O reuso, até a alguns anos tido como uma opção exótica é hoje uma alternativa que não pode ser ignorada, notando-se distinção cada vez menor entre técnicas de tratamento de água versus técnicas de tratamento de esgotos” (MANCUSO; SANTOS, 2003).

As modalidades de reuso possíveis serão tratadas no capítulo que trata da Legislação de Reuso Capítulo 1.6.

Para que seja aplicado o reuso diversas tecnologias foram desenvolvidas. Para tanto o capítulo a seguir destina-se a apresentar processos e operações de tratamento de água adequado para vários tipos de reuso.

### 3.4 SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO E REUSO DE ÁGUA

Algumas tecnologias foram desenvolvidas objetivando o reuso de água, dentre várias existentes será descrita alguns modelos que estão no mercado.

Para tanto serão abordadas as seguintes tecnologias: Lagoas de estabilização; Disposição de efluentes no solo; Reatores anaeróbios; Reatores anaeróbios + pós-tratamento; Filtro biológico; Processo de adsorção em carvão ativado; Processo de ozonização; e Cloração.

Vale salientar que são tecnologias objetivando o reuso nas quais tem um tratamento mais minucioso, garantindo a desinfecção dos efluentes, mas antes é necessário que esses efluentes passem por um tratamento primário para remoção dos sólidos e matéria orgânica.

“O tratamento primário dos esgotos e dejetos promove a remoção de sólidos e matéria orgânica, mas não é eficaz na remoção de nitrogênio, fósforo e patógenos, cujos teores devem estar dentro das normas para serem reutilizados ou despejados em cursos de água. Para tanto, são necessários tratamentos secundários, pós-tratamento, e a desinfecção dos efluentes” (Bertoncini, 2008).

- **Lagoas de estabilização:**

“As lagoas de estabilização funcionam bem na remoção do nitrogênio, pois promovem a desnitrificação (perda de nitrogênio para a atmosfera). O fósforo é removido pelo processo de precipitação, e os microrganismos, como os

coliformes, ovos de helmintos e cistos de protozoários, são sedimentados no fundo da lagoa” (Bertoncini, 2008).

As lagoas de estabilização e suas variantes são agrupadas por técnicas e processos de tratamento dentre elas serão citadas: (i) lagoas aeradas, (ii) lagoas anaeróbias, (iii) lagoas facultativas e (iv) lagoas de maturação.

- I. Lagoas aeradas: Essa técnica é destinada a estabilizar a matéria orgânica dos esgotos e se divide em aeradas aeróbias e aeradas facultativas.

Lagoas aeróbias:

“Nessas unidades existe alta turbulência, o que faz que a lagoa funcione em regime de mistura completa onde toda biomassa é mantida em suspensão. O oxigênio dissolvido é distribuído por toda massa líquida, garantindo um processo completamente aeróbio” (MANCUSO; SANTOS, 2003).

Lagoas facultativas:

“Essa alternativa ganha lugar, quando não há área suficiente para as alternativas anteriores, que dependem do fornecimento de oxigênio unicamente por fotossíntese” (PROSAB, 2006).

“A potência dos dispositivos de aeração é suficiente para suprir todo oxigênio necessário à estabilização bioquímica da matéria orgânica afluyente, mas não para manter todos os sólidos em suspensão, ocorrendo deposição de sólidos em certas áreas do fundo do tanque, onde entrarão em decomposição anaeróbia” (MANCUSO; SANTOS, 2003).

- II. Lagoas anaeróbias:

“Tanques, no interior dos quais se lança o esgoto bruto e onde todo o seu conteúdo se mantém anaeróbio, destinados ao pré-tratamento de esgotos por estabilização anaeróbia parcial da matéria orgânica afluyente”.

“O processo se desenrola como em grandes fossas sépticas. A matéria orgânica em suspensão deposita-se no fundo da unidade, entrando em digestão anaeróbia, e a parcela desse material contida no líquido sofre também uma estabilização anaeróbia parcial” (MANCUSO; SANTOS, 2003).

- III. Lagoas facultativas:

“São dispositivos de tratamento de esgotos brutos ou pré-tratados projetados com profundidade entre 1 e 2,5 m”.

“Visam à estabilização bioquímica da matéria orgânica afluyente por meio do metabolismo dos organismos aeróbios e dos anaeróbios, que proliferam na camada de lodo depositada no fundo” (MANCUSO; SANTOS, 2003).

- IV. Lagoas de maturação:



“Como a carga orgânica já bastante reduzida, a fotossíntese predomina sobre a respiração (bacteriana e das algas, estas à noite), estabelecendo assim um ambiente com elevados teores de OD (consumo de CO<sub>2</sub>) e pH; estes dois fatores contribuem para acentuar os efeitos bactericidas e viricidas da irradiação UV (raios solares). Estas mesmas condições podem levar à eficiência relativamente elevada de remoção de nitrogênio e parcialmente de fósforo” (PROSAB, 2006).

- **Disposição de efluentes no solo:** Essa técnica subdivide-se em duas alternativas, a do escoamento superficial e de terras úmidas. Segundo (PROSAB, 2006), “Estas duas técnicas de tratamento apresentam elevada capacidade de remoção de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e, adicionalmente, de nutrientes, de nitrogênio e de parasitas”.

Escoamento superficial: “Os esgotos são distribuídos na parte superior de terrenos com certa declividade, através do qual escoam, até serem coletados por valas na parte inferior. A aplicação é intermitente” (PROSAB, 2006).

Terras úmidas construídas: “Os sistemas consistem de canais rasos, que abrigam plantas aquáticas. O sistema pode ser de fluxo superficial ou subsuperficial. Mecanismos biológicos, químicos e físicos no sistema solo-água-plantas atuam no tratamento dos esgotos, sendo a eficiência de remoção de DBO, nutrientes e patógenos similares à dos sistemas por disposição no solo” (PROSAB, 2006).

- **Reatores anaeróbios:**

“Estes sistemas apresentam capacidade mais limitada de remoção de matéria orgânica e pequena (se alguma) eficiência de remoção de nutrientes e patógenos, demandando, em geral, pós-tratamento, seja para o lançamento em corpos receptores, seja para o reúso” (PROSAB, 2006).

Serão descritas algumas alternativas tecnológicas incorporadas por tanques sépticos, filtros anaeróbios e reatores UASB.

“Sistema Tanque-Séptico + Filtro Anaeróbio (TS+FA): O sistema TS+FA tem sido amplamente utilizado no meio rural, em comunidade de pequeno porte e mesmo nos grandes centros urbanos, carentes de sistema público de esgotamento sanitário. O Tanque séptico remove a maior parte dos sólidos em suspensão, os quais sedimentam e sofrem o processo de digestão anaeróbia no fundo do tanque. O filtro anaeróbio efetua uma remoção complementar de DBO, especialmente a fração solúvel do esgoto” (PROSAB, 2006).

“Reator anaeróbio de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo (UAS’): A DBO é convertida anaerobiamente por um consórcio de bactérias presentes no manto de lodo do reator. O fluxo do líquido é ascendente. A parte superior do reator

é dividida nas zonas de sedimentação e de coleta de gás. A zona de sedimentação permite a saída do efluente clarificado e o retorno dos sólidos (biomassa) ao sistema, aumentando a sua concentração no reator. Entre os gases formados inclui-se o metano. O sistema dispensa decantação primária, a produção de lodo é baixa e este já sai adensado e estabilizado” (PROSAB, 2006).

- **Reatores UAS’ + Pós-Tratamento:** Serão abordadas as tecnologias de pós-tratamento de efluentes do reator UASB sendo eles os Reatores UAS’ + Filtro biológico Percolador; Reatores UAS’ + Lodos Ativados; Reatores UAS’ + Biofiltro Aerado Submerso e Reatores UAS’ + Lagoas de Polimento.

**Reatores UAS’ + Filtro biológico Percolador:** “O lodo aeróbio gerado no filtro biológico percolador, ainda não estabilizado, é enviado ao reator UASB, onde sofre adensamento e digestão, juntamente com o lodo anaeróbio. Como esta vazão de retorno do lodo aeróbio é bem baixa, comparada com a vazão afluente, não há distúrbios operacionais introduzidos no reator UASB. O lodo misto retirado do reator anaeróbio, digerido e com concentrações similares às de um lodo efluente de adensadores, possui ainda ótimas características de desidratabilidade” (PROSAB, 2006).

**Reatores UAS’ + Lodos Ativados:** “O lodo secundário, originado do sistema de lodos ativados, é retornado ao reator UASB, onde sofre adensamento e digestão, conjuntamente com o lodo anaeróbio. O lodo misto resultante necessita apenas de desidratação” (PROSAB, 2006).

**Reatores UAS’ + Biofiltro Aerado Submerso:** “O decantador primário é substituído pelo reator UASB. Há grande economia de energia nos biofiltros, advinda da maior eficiência de remoção de DBO nos reatores UASB. O lodo em excesso, removido pela lavagem dos filtros, é retornado ao reator UASB, onde sofre adensamento e digestão, conjuntamente com o lodo anaeróbio. O lodo misto resultante necessita apenas de desidratação” (PROSAB, 2006).

**Reatores UAS’ + Lagoas de Polimento:** “Lagoa de polimento é o termo empregado para unidades de pós-tratamento de efluentes de reatores UASB, pois diferentemente das lagoas de maturação, ainda cumprem alguma função em termos de remoção complementar de DBO” (PROSAB, 2006).

- **Filtro biológico:**

O filtro biológico é uma estrutura de concreto, que possui em seu interior enchimento de pedras ou de plástico, que serve de leito sobre o qual o esgoto é aspergido. O esgoto escorre sobre o leito, desenvolvendo uma população biológica que se acumula sobre as pedras do filtro sob uma forma de película de lodo, onde vivem os microrganismos aeróbios que consomem a matéria orgânica.

Ao morrerem, por falta de alimento, esses organismos desprendem-se das pedras, sendo retidos no decantador que normalmente vem após essa unidade.

Os filtros biológicos normalmente são projetados para trabalhar com recirculação do efluente, o que reduz a formação de odores, não permite a secagem do leito por diminuição de vazão fluente e impede o desenvolvimento de moscas (MANCUSO & SANTOS, 2003).

### a) Processo de adsorção em carvão ativado:

O carvão ativado é utilizado no tratamento avançado de efluentes para remoção de materiais orgânicos solúveis que não são eliminados nos tratamentos anteriores.

Essas substâncias orgânicas são passíveis de ser adsorvidas na superfície dos poros das partículas de carvão, até que sua capacidade de adsorção se exaure, sendo necessária sua regeneração ou reativação. A regeneração ou reativação é feita por meio de seu aquecimento, o que volatiliza o material orgânico adsorvido, tornando os poros do carvão livres e regenerados.

Adsorção em carvão ativado é usada onde se quer tratamento e alto grau. É indicado para sistemas de qualquer porte, tratando toda ou parte da vazão. Seu uso tem sido adotado em diversas fases do tratamento, como após o tratamento biológico para remoção de matéria orgânica, ou após tratamento físico químico por coagulação, floculação, sedimentação e filtração, que remove o material que poderia obstruir seus poros (MANCUSO & SANTOS, 2003).

### b) Processo de ozonização:

A ozonização é amplamente usada na Europa, nos processos de desinfecção de água potável. Atualmente seu uso, em tratamento de esgoto, vem aumentando rapidamente. Além de o seu alto poder oxidante, o ozônio é poderoso desinfetante de ação não seletiva, porém bastante instável, decompondo-se rapidamente pela ação do calor em razão da fraca ligação entre átomos de oxigênio na sua molécula.

Em sistemas de reuso, a utilização do ozônio é indicada em aplicações onde são desejáveis altos níveis de desinfecção, incluindo a destruição de vírus cloros resistentes e cistos. Também indicado onde se deseja controlar a formação de compostos organoclorados (MANCUSO & SANTOS, 2003).

- **Cloração:** Segundo (TONETTI, 2018) “O cloro é largamente o desinfetante mais utilizado para águas e esgotos”.

“Todos os efluentes que tenham como destino final corpos receptores superficiais ou galerias de águas pluviais, além do reuso, devem sofrer desinfecção. Esta deve ser efetuada de forma criteriosa, compatível com a qualidade do corpo receptor e segundo as diretrizes do órgão ambiental. Entre as alternativas existentes para cloração foi selecionado o método de cloração por gotejamento (hipoclorito de sódio) e por pastilha (hipoclorito de cálcio), uma vez que estes representam menor preocupação em nível operacional” (ABNT, 1993).

“O cloro, na forma de hipoclorito, geralmente tem sido utilizado nas instalações de menor porte e o cloro gasoso nas estações maiores. O dióxido de cloro torna-se interessante por reduzir os riscos de formação de compostos organoclorados, mas é economicamente inviável para ETE descentralizadas” (TONETTI, 2018).

“A cloração, empregada para a destruição dos microrganismos patogênicos, somente deverá ser efetuada no esgoto, após o tratamento secundário ou terciário, caso contrário o cloro não será eficiente” (ZIMMERMANN, 2008).

### 3.5 – NORMAS DE REUSO

O reuso de água é um conceito antigo e uma importante ferramenta da atualidade é necessário que essa prática seja aplicada a fim de mitigar a demanda que tende a aumentar ao longo dos anos. “Paulatinamente, o Brasil vem dando passos no sentido de estabelecer políticas públicas para conservação e uso da água” (ZABOTTO, 2019).

“A escassez dos recursos hídricos obriga a mudança do regime das águas, tornando-as públicas, fazendo que se dê ênfase à preservação dos cursos d’água e a sua qualidade. A ênfase legislativa, portanto, incide na racionalização do uso primário da água, estabelecendo princípios e instrumentos para sua utilização” (MANCUSO; SANTOS, 2003).

“Em 28 de novembro de 2005, com base na ‘Lei das águas’, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) estabeleceu a resolução n° 54 com modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água” (ZABOTTO, 2019).

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos publicou em 2005 a Resolução No. 54 (CNRH, 2005), que estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água, e dá outras providências, adotando em seu Art. 2º algumas definições e em seu Art. 3º as modalidades de reúso. “Esta resolução considera o reúso de água, reduz os custos associados à poluição e contribui para a proteção do meio ambiente e da saúde pública” (ZABOTTO, 2019).

Art. 2º Para efeito desta Resolução, são adotadas as seguintes definições:

I - água residuária: esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratados ou não;

II - reúso de água: utilização de água residuária;

III - água de reúso: água residuária, que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas;

IV - reúso direto de água: uso planejado de água de reúso, conduzida ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos;

V - produtor de água de reúso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que produz água de reúso;

VI - distribuidor de água de reúso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que distribui água de reúso;

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

Art. 3º O reúso direto não potável de água, para efeito desta Resolução, abrange as seguintes modalidades:

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

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

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

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

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

§ 1º As modalidades de reúso não são mutuamente excludentes, podendo mais de uma delas ser empregada simultaneamente em uma mesma área.

§ 2º As diretrizes, critérios e parâmetros específicos para as modalidades de reúso definidas nos incisos deste artigo serão estabelecidos pelos órgãos competentes (Resolução CNRH nº 54, 2005).

“A Resolução nº 121 de 16 de dezembro de 2010, complementa a nº 54 que estabelece diretrizes e critérios para a prática de reúso direto não potável de água na modalidade agrícola e florestal, ressaltando que projetos de aplicação da água de reúso será condicionada a critérios e procedimentos estabelecidos pelo órgão ou entidade competente, e que esta aplicação não pode causar danos ao meio ambiente e à saúde pública” (ZABOTTO, 2019).

“No tocante à água de reúso, o país ainda carece de normas técnicas para regulamentar os tipos de reúso existentes e de parâmetros de análise para garantir a qualidade da água para cada finalidade. Muitas empresas, quando aderem a sistemas de reúso de água realizam o projeto e estabelecem critérios empiricamente em função da ausência de tais normas” (ZABOTTO, 2019).

#### **4 METODOLOGIA**

Neste tópico serão apresentadas as etapas metodológicas utilizadas para a escolha da tecnologia de reúso para o campus da FUP, tais como: coleta de dados, levantamento bibliográfico, registros acadêmicos, e pesquisa no campus.

#### 4.1 ÁREA DE ESTUDO

O *campus* da Faculdade UNB Planaltina está localizado na região administrativa de Planaltina/DF na Vila Nossa Sra. De Fátima, Brasília. Segundo a (CEPLAN, 2016) “o campus abrange um total de 301.847,06 m<sup>2</sup> e tem área construída de 12.557,51 m<sup>2</sup>”. Foi inaugurado no ano de 2006, oferece atualmente quatro cursos de graduação no período diurno e noturno, sendo eles Ciências Naturais, Gestão do Agronegócio, Gestão Ambiental e Educação do Campo, além dos cursos em pós-graduação em Ciências Ambientais (doutorado), Ciências Ambientais (mestrado), Ciências de Materiais (mestrado), Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (mestrado/profissional), Gestão Pública (mestrado/profissional) e Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural (mestrado), entre outros.

Para atender as ofertas mencionadas a cima, o campus comporta quatro edifícios, o Alojamento que abriga os estudantes do curso de educação do campo, o Módulo de Serviços e Equipamentos Esportivos (MESP), onde está localizado também o Restaurante Universitário (RU), a Unidade Acadêmica (UAC) e a Unidade de Ensino e Pesquisa (UEP), conforme demonstrado na Figura 1.



Figura 1: Edifícios do Campus UNB Planaltina (FUP) Foto: Couto-Júnior (2017)

#### 4.2 LEVANTAMENTO DE DADOS

Para essa, etapa foram levantados os agentes consumidores, a descrição do sistema de esgotamento sanitário instalado no *campus* Planaltina na área de estudo além de pesquisa no mercado de sistema de tratamento e reuso de efluentes.

#### 4.3 AGENTES CONSUMIDORES

Para estimar os dados referentes ao consumo de água no campus foram utilizados registros acadêmicos considerando a população que frequenta o *campus*, alunos, professores, os funcionários como copeiros, faxineiros, motoristas, vigilantes e também funcionários da parte técnica e administrativa analisando a partir do ano de 2006 a 2019.

O consumo de água foi obtido junto a Caesb, ambos no período temporal de 2006 a 2019, assim, foi possível obter os dados do consumo de água considerando os hidrômetros do prédio UEP (C01N00109) e do UAC, RU e Alojamento (F03N00319) de acordo com a população existente na FUP.

#### 4.4 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO EXISTENTE

Para obter os dados do sistema de esgotamento atual foi realizada uma pesquisa de campo na qual foi possível observar e fotografar o sistema de esgotamento existente, e também para uma melhor identificação foi disponibilizado documentos existentes como a planta da instituição fornecida pela mesma.

- ESCOLHA DO SISTEMA ALTERNATIVO

Pesquisou-se sistemas comercializados e aplicáveis à realidade da área de estudo. Para tanto, levou-se em consideração os seguintes critérios: baixo custo; facilidade operacional; possibilidade de dupla função: tratamento das águas residuárias e disponibilidade de uma estação se estudos, ensino e capacitação de estudantes do curso de graduação em Gestão Ambiental.

### 5 RESULTADOS

Neste capítulo, serão apresentados os dados obtidos em relação ao crescimento populacional e consumo de água no *campus*, o sistema de esgotamento existente no campus e a nova proposta de tratamento e reuso das águas residuárias.

#### 5.1 CRESCIMENTO POPULACIONAL E CONSUMO DE ÁGUA

Desde a sua inauguração a FUP teve um aumento populacional significativo, que se deve à expansão de cursos oferecidos ao longo do tempo, tanto de graduação como

de pós-graduação que conseqüentemente aumenta o número de alunos, professores e servidores, o que influencia diretamente no aumento de consumo de água. Podemos observar a seguir o aumento populacional e o consumo de água historicamente do ano de 2006 a 2019, não considerando os eventuais visitantes. (Figura 2).

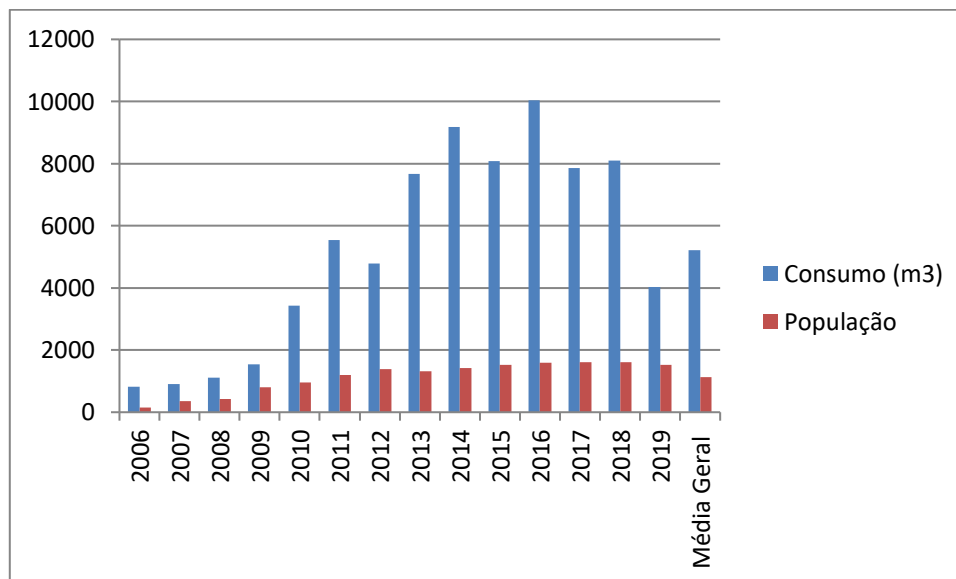


Figura 2: Crescimento populacional da FUP e consumo de água. Foto: Assessoria Ambiental da FUP (modificado pela autora).

Segundo (CARNEIRO, 2016) “Desde a inauguração do campus, houve um aumento médio de 960% no número de integrantes da comunidade acadêmica da FUP”. Essa população se concentra em dois prédios principais, UEA e UAC, usufruem do restaurante universitário e parte dos estudantes do curso de Licenciatura em Educação do Campo reside no alojamento estudantil.

De acordo com os dados obtidos em estudos e registros acadêmicos foi possível chegar ao resultado de 1530 pessoas frequente na FUP atualmente, abrangendo somente a população vinculada à instituição.

Analisando os dados de consumo é possível perceber o crescente aumento do ano de 2006 até o ano de 2011, o fato deve-se segundo (CARNEIRO, 2016) “ao crescimento populacional devido à oferta de novos cursos e conseqüente aumento do número de estudantes e servidores no *campus*”.

Esse aumento do consumo de água é notável principalmente nos prédios UAC onde fica concentrada a maior parte das salas de aula que, por conseqüência, tem a maior frequência de alunos, professores e servidores, no RU e no Alojamento. E pode se notar através dos dois hidrômetros existentes nos prédios, sendo que o prédio UEP



possui um hidrômetro individual (C01N00109), e os prédios UAC, RU e Alojamento têm um hidrômetro conjunto (F03N00319).

A partir dos dados de consumo de água apresentados na Figura 3, observa-se que do ano de 2006 a 2010 não havia ainda hidrômetro correspondente ao prédio UAC, pois ainda não existia o prédio, ele foi inaugurado no ano de 2011 influenciando assim no consumo de água. Em novembro de 2015, foi inaugurado o Restaurante Universitário o que explica o ápice do consumo.

Em relação ao ano de 2016, houve um aumento do consumo de água registrado pelo hidrômetro do edifício UAC, o que pode ser explicado pelo estabelecimento do restaurante universitário (RU) no *campus*. (CARNEIRO, 2016)

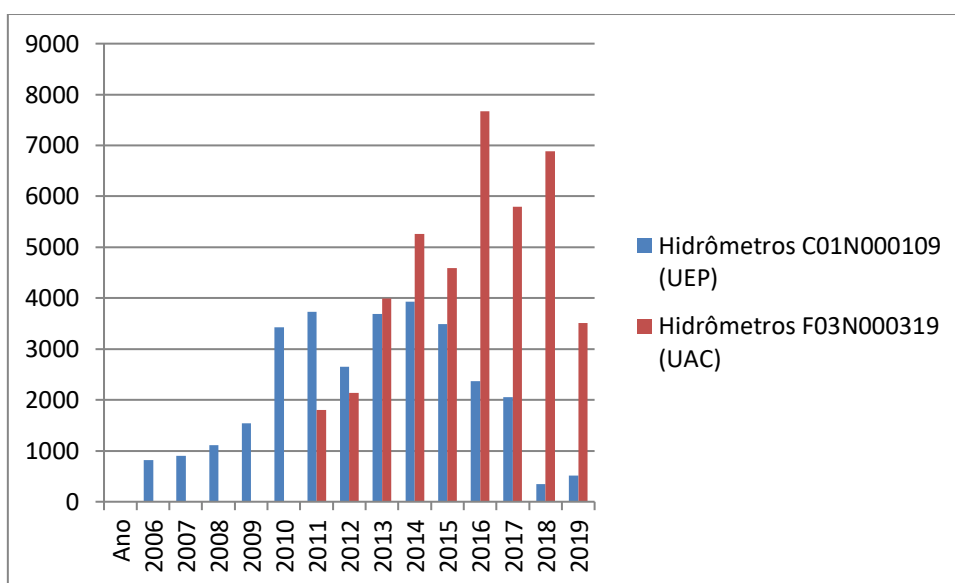


Figura 3: Consumo de água na FUP por hidrômetro. Foto: Assessoria Ambiental da FUP (modificado pela autora).

## 5.2 SISTEMA EXISTENTE INSTALADO: ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO

A planta baixa da FUP a partir do prédio UAC, os efluentes sanitários produzidos pelos edifícios: UAC, RU, e Alojamento são recolhidos pela rede sanitária e conduzidos para estação elevatória de esgoto. Já o efluente gerado pelo UEP é diretamente lançado para a rede pública de esgoto (Figura 4).

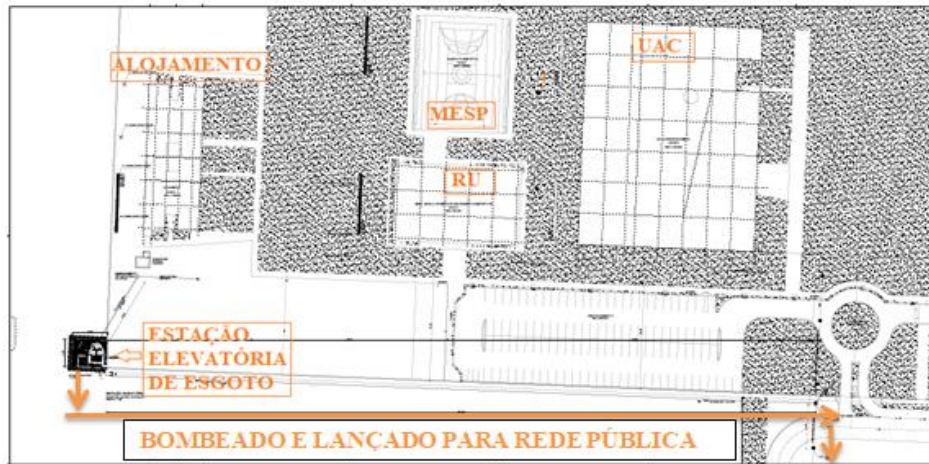


Figura 4: Planta baixa da FUP. Foto: disponibilizada pela instituição (modificada pela autora).

O sistema de esgotamento existente no campus atualmente é a Estação Elevatória de Esgoto (EEE). A estrutura é composta por uma caixa receptora com gradeamento, duas caixas coletoras, bombas de recalque, barrilete, tubulação de recalque e quadro de comando de bombas (Figura 5).



Figura 5: Estação Elevatória de Esgoto da FUP. Foto: própria autora

A caixa receptora consiste em um poço de entrada de esgoto, em formato cilíndrico, feito com aduelas de concreto pré-moldadas. Sua finalidade é a de receber os efluentes dos coletores prediais, decantar os esgotos e, através do gradeamento, reter os sólidos e

detritos (lodos) que possam carrear para as bombas de recalque, evitando assim, comprometer o funcionamento das mesmas.

As caixas coletoras recebem o esgoto da caixa receptora, e são responsáveis por levar os efluentes à rede pública por meio de bombas de recalque. Cada caixa coletora possui uma bomba, onde estas devem funcionar alternadamente.

De acordo com a norma NBR 8160, as instalações elevatórias de esgoto devem possuir duas bombas com funcionamento alternado, para que não aconteçam múltiplas partidas de uma única bomba, sobrecarregando-a e comprometendo a eficiência do sistema e seu funcionamento.

Há registros de vazamento de esgoto próximo a estação elevatória sobretudo qual o consumo aumenta e a carga de gordura se acumula nos poços de sucção. Conseqüentemente as bombas não suportam a carga com isso comprometendo o lançamento do esgoto para a rede coletora pública

### 5.3 SISTEMA PROPOSTO

No Brasil, há empresas que ofertam sistemas de tratamento e reuso de águas residuárias. Quando se pensa em sistemas de tratamento e reuso deve-se levar em consideração não somente o produto, mas a logística de transporte. Normalmente, são unidades de dimensão considerável que em alguns casos oneram bastante o produto inviabilizando a sua aquisição.

No Distrito Federal, apenas uma empresa fabrica e comercializa o seu sistema de tratamento e reuso de águas residuárias. Não sendo encontrada nenhuma outra empresa similar no mercado Centro-Oeste. Trata-se de uma tecnologia francesa e que possui instalação em Brasília, que além de sustentável possui uma alta eficiência na remoção de matéria orgânica e a possibilidade de reutilizar as águas tratadas para uso não potável o sistema proposto é a Estação Filtro Biológico.

Os dados apresentados a seguir foram obtidos por entrevista a especialista Hermi Pires, responsável técnica do sistema proposto.

O sistema é composto por (i) Caixa de gordura, (ii) Fossa séptica, (iii) Filtro biológico, (iv) Desinfecção por ozonização e (v) Sistema de Reservatório de água de reuso.

O sistema completo (etapas de tratamento e reservação de água de reuso) é apresentado na Figura 6.



Figura 6: Etapas do funcionamento do sistema. Foto: Sebico Brasil (modificado pela autora).

A função de cada unidade pode ser descrita como:

**1. Caixa de gordura:** Responsável por reter as partículas de gordura que poderiam obstruir as tubulações. A sua principal função é receber os despejos de pias onde existe a manipulação de alimentos e sabão. As caixas de gordura devem ser posicionadas a modo de receber os despejos da pia, funcionando como uma primeira barreira, filtrando a gordura e sujeira da água.

**2. Fossa séptica:** As águas servidas brutas alimentam, por gravidade, a fossa séptica (Fig. 7). A fossa biológica é dotada de pré-filtro, na saída do efluente, que é encaixado abaixo do tampão de acesso para inspeções e limpeza (Fig. 8). O pré-filtro é um acessório fundamental da fossa séptica, pois impede que sólidos flutuantes e decantados grosseiros passem para os filtros biológicos.

A fossa séptica proporciona o tratamento físico das águas servidas, através da sedimentação de sólidos que forma o lodo no fundo do tanque e flotação das partículas de baixa densidade. É um tratamento biológico anaeróbio, através de microrganismos, que desenvolvem no seu interior e proporciona a digestão da matéria orgânica.



**Figura 7: Fossa séptica**



**Figura 8: Pré-filtro**

**3. Filtros biológicos:** Os filtros biológicos promovem tratamento muito eficiente através de processo físico e biológico aeróbio. Eles permitem o desenvolvimento de microrganismos, que vão consumir a matéria orgânica diluída nas águas servidas. O geotêxtil colocado em forma de sanfona, entre placas de polietileno, permite aumentar a área de filtração e de suporte de biomassa aderida e manter as condições aeróbias favoráveis para o equilíbrio do sistema. O filtro biológico recebe as águas pré-tratadas da fossa séptica por gravidade ou através da bomba.



**Figura 9: Conjunto de filtros biológicos**

**4. Desinfecção por ozonização:** A ozonização é um método de tratamento de água onde o ozônio é gerado no local e introduzido na água para eliminar uma ampla gama de poluentes, compostos orgânicos e microrganismos.

Em relação ao cloro, o ozônio tem 1,5 vezes maior poder de oxidação e dependendo da substância que está sendo atacada é até 1500 vezes mais rápido. A pressão parcial do ozônio é bastante inferior à do oxigênio, sendo facilmente absorvido pela água; 50 vezes mais rápido que o oxigênio; não produz toxinas; decompõe-se em oxigênio.

**5. Reservatório de água tratada:** As águas tratadas para fins não potável podem ser reservadas em caixas d'água instaladas na cobertura do edifício, de onde são distribuídas para fins não potáveis, nas descargas das bacias sanitárias. Pode ser usada também para lavagem de piso e irrigação dos jardins.

Foram previstos um sistema com as seguintes unidades:

1. Caixa de gordura (descrito na unidade) estima-se o total de duas caixas de gordura.
2. Fossa séptica (descrito na unidade) estima-se duas fossas de nove mil litros.
3. Filtro biológico (descrito na unidade) estima-se o total de vinte e quatro filtros, com capacidade de 500 litros/dia.
4. Desinfecção por ozonização
5. Reservatório de água de reuso
6. Um sistema de irrigação para área paisagística

Para o uso na irrigação de jardins é altamente recomendável a instalação de uma unidade opcional de irrigação (rede ligadas a aspersores ou preferencialmente tubos gotejadores).

O sistema apresentado trata-se de uma proposta que merece ser detalhada por técnicos especialistas na área e futuros responsáveis técnicos pelo projeto e pela instalação do sistema.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos grandes problemas ambientais discutido nesse século está voltado para a escassez hídrica. Devido à exploração desenfreada dos recursos naturais, a água passou a ser vista apenas como um recurso hídrico e não mais como um bem natural, o que acarretou o problema socioambiental de escassez hídrica que muitas regiões se encontram atualmente.

Dessa maneira, diante dessa problemática socioambiental, essa pesquisa torna-se relevante para a Gestão Ambiental na medida em que há uma grande produção de águas residuárias tendo em vista o grande consumo de água per capita na Universidade UnB Planaltina.

Ao realizar essa pesquisa, foi possível constatar que o *campus* da FUP atualmente possui um sistema de lançamento de esgoto sanitário instalado com deficiência no funcionamento da estação elevatória de esgoto gerando problemas de vazamento grave na estrutura existente.

Um sistema de reuso de água é de suma importância para evitar o uso de água potável para fins não potáveis, tipo jardinagem/irrigação e lavagem de pisos, contribuindo assim para a economia e o uso eficiente da água, para que se garanta um bom cenário do consumo de água e haja melhorias contínuas visando à sustentabilidade no Campus.

Portanto com a instalação de um sistema de reuso de água pode-se garantir a otimização do consumo de água, com o uso eficiente e racional deste recurso, o que é um fator importante diante dos riscos de escassez de água derivado da elevada demanda pelo uso dos recursos hídricos.

Para tomada de decisão sugere-se um estudo comparativo entre o custo benefício do sistema atual de esgotamento do campus para conhecer os gastos em energia pelo funcionamento da estação elevatória e economia na conta de água e o novo sistema alternativo de tratamento e reuso de águas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ZIMMERMANN, Valmir Elemar et al. Desenvolvimento de tecnologia alternativa para tratamento de efluentes visando a reutilização da água de postos de lavagem de veículos. 2008.

DA COSTA, Tatiana Barbosa. **Desempenho de reator em batelada sequencial (RBS) com enchimento escalonado no tratamento de esgoto sanitário doméstico**. 2005. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental.

ERCOLE, Luiz Augusto dos Santos. Sistema modular de gestão de águas residuárias domiciliares: uma opção mais sustentável para a gestão de resíduos líquidos. 2003.

KIPERSTOK, Asher et al. Caracterização, tratamento e gerenciamento de subprodutos de correntes de esgotos segregadas e não segregadas em empreendimentos habitacionais.

TONETTI, Adriano Luiz et al. Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas: referencial para a escolha de soluções. Biblioteca/Unicamp. Campinas, São Paulo, v. 153, 2018.

FAGUNDES, Renata Magalhães; SCHERER, Minéia Johann. Sistemas alternativos para o tratamento local dos efluentes sanitários. **Disciplinarum Scientia| Naturais e Tecnológicas**, v. 10, n. 1, p. 53-65, 2009.

CARNEIRO, Mariko de Almeida et al. Sistemas individuais alternativos de tratamento de esgoto sanitário. 2018.

MORELLI, Eduardo Bronzatti. **Reuso de água na lavagem de veículos**. 2005. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; DOS SANTOS, Hilton Felício. **Reúso de água**. Editora Manole Ltda, 2003.

BERTONCINI, Edna Ivani. Tratamento de efluentes e reuso da água no meio agrícola. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, v. 1, n. 1, p. 152-169, 2008.



SOUZA, Claudinei Fonseca et al. Eficiência de estação de tratamento de esgoto doméstico visando reuso agrícola. **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 10, n. 3, p. 587-597, 2015.

Resolução CNRH n° 54. – Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável da água, e dá outras providências. (28 de Novembro de 2005). Disponível em: <<https://www.normabrasil.com.br/norma/?id=102111>> Acesso em 24 de Novembro de 2019.

Projeto de águas de usos diversos. (2012). Brasília Patrimônio Cultural da Humanidade.

Sistemas alternativos de tratamento de água e efluentes. (2015). Revista e portal meio filtrante.

ABNT. (1993). Tanques sépticos – **Unidades de tratamento complementar e disposição final de efluentes líquidos- Projeto construção e operação**. Rio de Janeiro. Disponível em:< [http://acguasana.com.br/legislacao/nbr\\_13969.pdf](http://acguasana.com.br/legislacao/nbr_13969.pdf)>. Acesso em: 03 de Novembro de 2019.

CARNEIRO, L.R. (2016). **Diagnóstico de eficiência de uso da água no campus da faculdade UnB Planaltina-DF**. P. 44.

PROSAB. (2006). Projeto PROSAB. **Tratamento e utilização de esgotos sanitários**. Rio de Janeiro: Copyright.

ZABOTTO. (2019). **Estudos sobre impactos ambientais: Uma abordagem contemporânea**. São Paulo.