

Ministério da Saúde

**FIOCRUZ**

**Fundação Oswaldo Cruz**



Wendel Vanderlei Lopes

**Gestão da água na bacia do descoberto**

Brasília  
2019

Wendel Vanderlei Lopes

**Gestão da água na bacia do descoberto**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Saúde Pública, da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, na Fundação Oswaldo Cruz, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Saúde Pública. Área de Concentração: Políticas Públicas, gestão e cuidado em saúde.

Orientador: Prof. Dr. Jaime Lopes da Mota Oliveira.

Brasília  
2019

Catálogo na fonte  
Fundação Oswaldo Cruz  
Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde  
Biblioteca de Saúde Pública

L864g      Lopes, Wendel Vanderlei.  
                Gestão da água na Bacia do Descoberto / Wendel Vanderlei Lopes.  
-- 2019.  
                56 f. : il. color. ; graf. ; mapas ; tab.

                Orientador: Jaime Lopes da Mota Oliveira.  
                Dissertação (mestrado) – Fundação Oswaldo Cruz, Escola  
                Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Brasília-DF, 2019.

                1. Uso de Águas Residuais. 2. Irrigação Agrícola. 3. Conservação  
                dos Recursos Hídricos. 4. Autoridades de Bacias Hidrográficas.  
                5. Qualidade da Água. I. Título.

CDD – 23.ed. – 628.3

Wendel Vanderlei Lopes

**Gestão da água na bacia do Descoberto**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Saúde Pública, da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, na Fundação Oswaldo Cruz, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Saúde Pública. Área de Concentração: Políticas Públicas, gestão e cuidado em saúde.

Aprovada em: 26 de fevereiro de 2019.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Demetrios Christofidis  
Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão

Prof. Dr. Marco Antônio Almeida de Souza  
UnB

Prof. Dr. Jaime Lopes da Mota Oliveira. (Orientador)  
Ensp/Fiocruz

Brasília

2019

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo da minha vida, em todos os momentos é o maior mestre que alguém pode conhecer, não posso deixar de agradecer ao meu orientador, Professor Doutor Jaime Lopes da Mota Oliveira, por toda a paciência, empenho e sentido prático com que sempre me orientou neste trabalho. Muito obrigado por me ter corrigido quando necessário sem nunca me desmotivar.

À Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal, por essa grande oportunidade.

À Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (Caesb) pela concessão dos dados.

Por último, mas não menos importante, quero agradecer à minha família, meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional, meu irmão “predileto” e em especial a minha amiga, namorada e esposa Élen Dânia pela paciência e apoio.

*“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”.*

*(Albert Einstein)*

## RESUMO

A disponibilidade hídrica no mundo vem passando por severas transformações. Isso porque a demanda pela água nos diversos setores como consumo humano, indústria e agricultura vem crescendo, mas as suas fontes seguras vêm reduzindo. O Distrito Federal (DF) também refletiu este problema e vem tendo redução drástica dos volumes dos seus reservatórios em função do baixo índice pluviométrico. Um deles, o rio Descoberto, que abastece cerca de 60% da população local e atende a um polo produtor de hortifrutigranjeiros, é cenário de conflitos pelo uso da água. Este trabalho objetivou analisar a viabilidade técnica da utilização do efluente tratado pela Estação de Tratamento de Esgotos de Brazlândia (ETE-Brazlândia) nas culturas da região tendo como base as recomendações da Organização Mundial de Saúde (OMS) e da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO). Além disso, foi realizado um levantamento dos tipos de sistema de irrigação utilizados e avaliada a possibilidade de sua substituição por outros com menor consumo de água. A ETE-Brazlândia utiliza um sistema composto por lagoa anaeróbia seguida por facultativa e, embora este sistema apresente bom desempenho, o seu efluente não poderia ser reutilizado diretamente nas culturas devido à alta carga microbológica presente representando u potencial risco aos trabalhadores e aos consumidores segundo a OMS. Destaca-se ainda que as concentrações de matéria orgânica e nutrientes presentes no esgoto tratado seria um atrativo para esta prática, mas seria importante uma avaliação mais criteriosa sobre a sua toxicidade às culturas como recomenda a FAO. A maioria dos métodos de irrigação utilizados são por aspersão o que tem um gasto maior de água do que outros já desenvolvidos como o por gotejamento. Estima-se que a simples substituição destes sistemas por gotejamento resultaria em uma economia bruta diária de aproximadamente 20 mil metros cúbicos. Este volume seria suficiente para abastecer uma cidade de 100 mil habitantes. Portanto, tais medidas deveriam ser mais aprofundadas para reduzir os conflitos locais pela água principalmente em momentos de escassez.

Palavras-chave: Reúso de efluentes, irrigação, redução no consumo de água.

## ABSTRACT

The water availability in the world has been undergoing severe transformations. This is because the demand for water in the various sectors such as human consumption, industry and agriculture has been increasing, but the safe water sources have been reducing. The Federal District (FD) also reflected this problem and is having a drastic reduction in the reservoir's volume due to the low pluviometric index. One of them, Descoberto River, which supplies about 60% of the local population and attends a producer pole of farm, fruit and vegetables lands, is scene of conflicts over the use of water. This work aimed to analyze the technical feasibility of the use of the effluent treated by a local Sewage Treatment Plant (STP-Brazlândia) in the region's crops based on the recommendations of the World Health Organization (WHO) and Food and Agriculture Administration of the United Nations Organization (FAO). In addition, it was made a survey of the system irrigation's types used and its possible substitution by others with lesser consume of water. The STP-Brazlândia system is composed by anaerobic ponds, followed by facultative, and although this system presents good operational performance, its effluent could not be reused directly in the crops due to the high microbiological load, representing a potential risk to the local workers and consumers according to WHO. It is also worth noting that the concentrations of organic matter and nutrients presented in the treated sewage would be attractive for this practice, but a more careful evaluation of its toxicity to the crops would be important as recommends FAO. Most of the irrigation methods used are by spraying which has a higher water expenditure than others already developed as drip irrigation. It is estimated that simply replacing these systems would result in a daily gross saving of approximately 20,000 cubic meters. This volume would be sufficient to supply a city of 100,000 residents. Therefore, such measures should be further developed to reduce local conflicts over water, especially in times of scarcity.

Keywords: Effluent reusing, Irrigation, Water consumption reduce.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADASA	Agência Reguladora de águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal.
CAESB	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal
ENSP	Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca
Emater-DF	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
Fil.	Filosofia
Fiocruz	Fundação Oswaldo Cruz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
OMS	Organização Mundial de Saúde
Seagri-DF	Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento e Desenvolvimento Rural do Distrito Federal

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>12</b>
2.1	Objetivo Geral.....	12
2.2	Objetivos Específicos .....	12
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>13</b>
3.1	Crescimento populacional e recursos hídricos .....	13
3.2	Múltiplos Usos da Água .....	14
3.3	Água na Agricultura.....	15
3.4	Irrigação.....	17
3.5	Sistemas Irrigados .....	22
3.5.1	Sistemas de irrigação por superfície.....	23
3.5.2	Sistemas de irrigação por aspersão.....	24
3.5.3	Sistemas de irrigação localizada.....	26
3.5.4	Irrigação de subsuperfície .....	27
3.6	Eficiência dos principais sistemas de irrigação .....	27
3.7	Utilização de Efluentes em Áreas Agrícolas .....	28
<b>4</b>	<b>ÁREA DE ESTUDO</b> .....	<b>32</b>
<b>5</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>35</b>
<b>6</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>36</b>
6.1	Qualidade do Efluente Tratado .....	36
6.2	Critérios Exigidos para a Qualidade da Água para a Irrigação: .....	41
6.3	Culturas Praticadas na Região de Estudo .....	44
<b>7</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>48</b>
<b>8</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>51</b>
<b>9</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>52</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A água ocupa aproximadamente 70% da superfície terrestre. Ela é a principal responsável pela existência de vida no planeta, inclusive sendo primordial para várias atividades antrópicas. A água pode ser um fator limitante para o desenvolvimento industrial, urbano e agrícola de uma região. Porém, mesmo em regiões com recursos hídricos abundantes, podem ocorrer dificuldades em atender as demandas nos períodos mais críticos.

De acordo com a Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997), a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas. Dentre eles estão incluídos: o abastecimento público, a mineração, a industrialização, a produção de energia, a dessedentação animal, a navegação, a recreação, a agropecuária e o turismo. No entanto, há um imenso desafio em integrar esses múltiplos usos principalmente nos períodos de escassez.

Nas últimas décadas, a conjuntura dos recursos hídricos no Brasil e no mundo vem sofrendo severas transformações. A disponibilidade hídrica em algumas bacias hidrográficas revela cenários preocupantes sob o aspecto ambiental e social, devido às ocupações desordenadas, ao crescimento demográfico acima da média nacional, a irregularidade das chuvas, ao elevado índice de perdas, ao atraso nas obras estruturantes e ao alto índice de consumo per capita (BRASÍLIA, 2018).

As possíveis causas da crise hídrica no século XXI são: **(1)** intensa urbanização, acarretando um aumento na demanda para abastecimento público e conseqüentemente maior emissão de efluente; **(2)** infraestrutura de abastecimento deficitária e em estado crítico em muitas áreas urbanas; **(3)** problemas de escassez em razão de mudanças climáticas com eventos hidrológicos extremos, aumentando a vulnerabilidade da população e comprometendo a segurança alimentar e; **(4)** falta de articulação e ações consistentes na gestão de recursos hídricos e na sustentabilidade ambiental (TUNDISI et al., 2008).

De acordo com o Plano Integrado de Enfrentamento à Crise Hídrica (BRASÍLIA, 2018), o Distrito Federal, ao longo dos anos, vem sofrendo com os efeitos das mudanças climáticas e da degradação do meio ambiente. Isto tem ocorrido em consequência do desmatamento predatório da vegetação típica do Cerrado, de captações clandestinas de água e das ocupações irregulares que ocasionaram a impermeabilização do solo, e do assoreamento de mananciais e

nascentes. Além disso, o crescimento populacional e a necessidade de produção de alimentos resultaram em um aumento na demanda hídrica (BRASÍLIA, 2017).

Durante os últimos anos, tem-se observado que os índices de precipitação no Distrito Federal mantiveram-se abaixo da média, em conjunto com o aumento da demanda vem contribuindo para a diminuição dos volumes disponíveis nos reservatórios de água para o abastecimento público, principalmente o Lago Descoberto. Isso ocasionou uma grave crise hídrica e, como consequência, o surgimento de vários conflitos pelo uso da água, principalmente entre abastecimento humano e produção agrícola local (BRASÍLIA, 2017).

O Sistema Descoberto é composto pelo Lago Descoberto e por captações subterrâneas. De acordo com dados da Companhia Estadual de Saneamento de Brasília (COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO DISTRITO FEDERAL, 2016), a vazão média captada neste sistema em 2015 foi de 4.655 (quatro mil e seiscentos e cinquenta e cinco) litros por segundo. O Lago Descoberto é responsável pelo abastecimento de aproximadamente 60% da população do Distrito Federal. Uma grande parte da água desta bacia hidrográfica também é utilizada na irrigação de hortaliças e frutas de pequenos e médios produtores locais (BRASÍLIA, 2017).

Em 2017, o governo do Distrito Federal atuou no meio rural com diversas ações relativas ao uso da água para fins agrícolas para reduzir a crise hídrica que ocorreu neste período, tais como (BRASÍLIA, 2017): **(1)** alocação negociada de recursos hídricos; **(2)** campanhas educativas para o consumo racional de água; **(3)** implantação de tubulações em canais de irrigação que utilizam água dos afluentes do Lago Descoberto para um melhor controle dessa captação e redução de perdas; **(4)** lacre de bombas dos não outorgados e; **(5)** obturação de canais não outorgados. Todas essas ações não foram suficientes para evitar a crise hídrica no Distrito Federal que pode se repetir ao longo dos futuros anos. Com isso, é necessária a busca de alternativas que viabilizem as atividades agrícolas locais e que reduzam os conflitos pelo uso dos recursos hídricos.

Logo, um dos grandes desafios da gestão de recursos hídricos é equilibrar a demanda e a oferta desses recursos, principalmente quando há produção agrícola, ressaltando que estes são os maiores consumidores desses recursos (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2002). Dentre as alternativas mais viáveis de serem adotadas no

Brasil, destacam-se os sistemas de irrigação com menor consumo hídrico e o aproveitamento de águas residuárias (FAGGION, OLIVEIRA, CHRISTOFIDIS, 2009).

A região da Bacia Hidrográfica do Descoberto compreende pequenos e médios produtores agrícolas produzindo uma vasta variedade de culturas com manejos distintos que podem ser alterados e padronizados de modo a reduzir o consumo de água. Para isso é necessário o levantamento das culturas locais e seus respectivos sistemas de irrigação, bem como o potencial de substituição por sistemas mais eficientes. Além disso, esta região possui a Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) de Brazlândia que trata o esgoto doméstico por meio de lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa (COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO DISTRITO FEDERAL, 2017). Logo é provável que este esgoto tratado possa ser reaproveitado nas culturas locais.

Em regiões onde há problemas com a disposição dos esgotos ou que possuam carência de recursos hídricos, os efluentes têm sido considerados um recurso, aumentando a disponibilidade de água para a irrigação. Este fato ocorre em países desenvolvidos como Alemanha, Estados Unidos e França, também ocorrendo em países emergentes como Argentina, China e México (BASTOS, 2003).

Esta combinação de processos, de tratamento da ETE Brazlândia, pode reduzir a carga orgânica do esgoto a atingir um limiar de qualidade aceitável para seu uso na agricultura por meio de sistemas de irrigação. Para a utilização deste efluente é necessária uma avaliação técnica desta alternativa tanto para não comprometer as atividades agrícolas desenvolvidas no local, bem como não afetar a saúde da população usuária desses gêneros alimentícios e dos trabalhadores rurais.

Portanto, procurar métodos mais eficientes de irrigação e fontes alternativas de recursos hídricos, como a utilização de águas residuárias, para diminuir a competição pelos recursos hídricos é uma tendência mundial (REBOUÇAS et al., 2010). Dentre os benefícios diretos que podem ser alcançados com este tipo de estudo (mudanças tecnológicas e reúso) seria a possível redução no consumo de água da bacia para a agricultura, reduzindo a demanda sobre os afluentes que abastecem o Lago Descoberto e, conseqüentemente, minimizando o lançamento de efluentes no rio Verde (emissário da ETE-Brazlândia).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Analisar a viabilidade técnica de Uso do efluente tratado da ETE-Brazlândia nas culturas locais, bem como a possibilidade de modificações dos sistemas de irrigação utilizados para a redução no consumo de água da Bacia Hidrográfica do Descoberto.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Analisar a qualidade físico-química e microbiológica do efluente tratado gerado pela ETE-Brazlândia;
- Avaliar os sistemas de irrigação utilizados nas culturas locais quanto ao seu consumo de água;
- Analisar a possibilidade de reúso de esgoto tratado nas culturas locais;
- Analisar alternativas de tipos de sistemas de irrigação para a redução na utilização de água na agricultura local.

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 Crescimento populacional e recursos hídricos**

A água é um recurso natural essencial à vida pois é o componente bioquímico dos seres vivos, o meio de vida de várias espécies e o elemento representativo de valores sociais e culturais. No mundo moderno, ela é um importante fator no desenvolvimento de diversas atividades econômicas.

No ano de 1950 existiam 2,5 bilhões de habitantes no planeta, em 1960 atingiu três bilhões, em 2015 a população mundial chegou a 7,3 bilhões e estima-se que ela ultrapasse 11 bilhões em 2100 (ONU, 2018). Em 1950 a população brasileira era de aproximadamente 54 milhões e, segundo dados do IBGE, atualmente ela compreende de mais de 200 milhões de habitantes (OLIVEIRA, 2018).

O crescimento populacional tem demandado uma maior captação de água para o contínuo desenvolvimento das atividades humanas, provocando uma queda na quantidade deste recurso em suas fontes naturais (MANCUSO; SANTOS, 2003). O seu elevado consumo e o descarte de efluentes têm comprometido a garantia de água em quantidade e qualidade aceitáveis para as futuras gerações (FOLEGATTI et al., 2005). A explosão no crescimento populacional e as expansões descontroladas e equivocadas, das ações industriais e agrícolas trouxeram a degradação ambiental e dos recursos hídricos. Atualmente há um consenso sobre a necessidade de racionalizar o uso dos recursos hídricos e procurar formas de reúso.

Para garantir a água para o abastecimento humano, além da disponibilidade hídrica, é essencial que sua qualidade seja garantida para que não seja responsável pela transmissão de doenças. O consumo de água contaminada está relacionado com doenças tais como cólera, Hepatite A, verminoses, febre tifoide e diarreia (WHO, 2009). Segundo o relatório da Organização Mundial de Saúde (OMS), a diarreia é uma das principais causas de morte entre crianças menores de cinco anos, principalmente em países subdesenvolvidos, devido à falta de água potável, saneamento básico e higiene, acarretando aproximadamente 800 mil mortes ao ano (WHO, 2009). Ressalta-se que a oferta de água no mundo tem relação estreita com a segurança alimentar, a qualidade de vida, o crescimento industrial, agrícola e a sustentabilidade ambiental.

### 3.2 Múltiplos Usos da Água

A água é um recurso natural essencial a vida, tendo um volume total de 1,4 bilhões de quilômetros cúbicos. Porém 96,54% deste volume é água salgada de difícil aproveitamento para satisfazer as necessidades básicas dos seres humanos como a abastecimento público, dessedentação animal e irrigação. A água doce proveniente de rios e lagos, representa aproximadamente 0,007% de todo o volume, conforme a **Tabela 1** (SOSINSKI, 2010).

**Tabela 1.** Distribuição de água no planeta Terra

Reservatório	Volume (10 <sup>3</sup> Km <sup>2</sup> )	% do volume Total	% do volume de água doce
<b>Oceanos</b>	<b>1.338.000,0</b>	<b>96,5379%</b>	-
<b>Subsolo</b>	<b>23.400,00</b>	<b>1,6883%</b>	-
Água doce	10.530,00	0,7597%	30,0606%
Água salgada	12870	0,9286%	-
<b>Umidade do Solo</b>	<b>16,5</b>	<b>0,0012%</b>	-
<b>Áreas Congeladas</b>	<b>24.064,10</b>	<b>1,7362%</b>	68,6973%
Antártica	21.600,00	1,5585%	61,6628%
Groenlândia	2.340,00	0,1688%	6,6801%
Ártico	83,50	0,0060%	0,2384%
Montanhas	40,60	0,0029%	0,1159%
<b>Solos Congelados</b>	<b>300,00</b>	<b>0,0216%</b>	-
<b>Lagos</b>	<b>176,40</b>	<b>0,0127%</b>	-
Água doce	91,00	0,0066%	0,2598%
Água salgada	85,40	0,0062%	-
<b>Pântanos</b>	<b>11,50</b>	<b>0,0008%</b>	<b>0,0328%</b>
<b>Rios</b>	<b>2,10</b>	<b>0,0002%</b>	<b>0,0060%</b>
<b>Biomassa</b>	<b>1,10</b>	<b>0,0001%</b>	<b>0,0031%</b>
<b>Valor d'água na atmosfera</b>	<b>12,90</b>	<b>0,0009%</b>	<b>0,0368%</b>
<b>Armazenamento total de água salgada</b>	<b>1.350.955,40</b>	<b>97,4726%</b>	-
<b>Armazenamento total de água doce</b>	<b>35.029,20</b>	<b>2,5274%</b>	<b>100,0000%</b>
<b>Armazenamento total de água</b>	<b>1.385.984,60</b>	<b>100,0000%</b>	-

Fonte: Shiklomanov (1997)

O Brasil possui aproximadamente 12% de toda a água doce do planeta. Esta é uma falsa abundância, pois 70% da água brasileira se encontra na região Norte, a qual possui menor densidade populacional e solos pouco agricultáveis, ou seja, a demanda é maior em regiões de menor disponibilidade. A atividade agrícola se concentra nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul, que detêm, juntas, cerca de 30% de toda a água doce nacional e com aproximadamente, 65% da população brasileira (SOSINSKI, 2010).

A Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997) apresenta como um dos seus fundamentos o uso múltiplo dos recursos hídricos. Para sua implementação, são necessárias ações de gestão sistemática da qualidade e quantidade de água, de interações sociais,

econômicas e culturais, gestão ambiental e articulações de uso do solo. Surge, assim, o gerenciamento dos recursos hídricos como um meio de assegurar a utilização múltipla e integrada da água, bem como os programas de reutilização da água para a efetiva concretização dos objetivos desta lei. De acordo com essa política, dentre os usos múltiplos da água prioriza-se o abastecimento humano e a dessedentação de animais, mas não se pode esquecer o seu uso na produção agrícola.

Destaca-se ainda que esta Lei tem como um de seus objetivos assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos com vista ao desenvolvimento sustentável (BRASIL, 1997). Porém a demanda por água de qualidade está superando a disponibilidade e, com isso, milhões de pessoas e animais estão morrendo por falta de recursos hídricos com qualidade adequada (MADDOCKS; YOUNG; REIG, 2015).

### 3.3 Água na Agricultura

A água é um elemento essencial para a produção de alimentos, a cada caloria de alimento produzida por uma planta, está necessita de aproximadamente um litro de água (LINEU; DOMINGUES, 2017), tal fato justifica o grande volume de água utilizado na irrigação.

O setor agrícola é o maior utilizador de água doce do mundo (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2010), a agricultura utiliza aproximadamente 70% de todos os recursos hídricos captados (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2013). No entanto, o consumo de água por este setor poderá ser maior devido a leve tendência no aumento na área agrícola irrigada.

De acordo com dados do Levantamento Sistemático de Produção Agrícola vinculado ao Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) (IBGE, 2018), o Brasil chegou a 79 milhões de hectares em áreas plantadas em 2017, o que correspondeu a um aumento de 3,6% em relação a 2016. A Embrapa (2018) mostra ainda que esse aumento corresponde à aproximadamente 18,5% em relação a área cultivada em 2002.

A **Tabela 2** apresenta os principais consumos de água ao longo dos últimos 100 anos no mundo e prevê até o consumo até o ano de 2020. De acordo com Padilha (1999) esses dados mostram que a irrigação no decorrer destes 100 anos foi o maior utilizador dos Recursos Hídricos, porém diminuindo ao decorrer dos anos a percentagem destinada para tal finalidade.

Conforme os dados apresentados nos anos de 1900 a 1920, a irrigação demandava aproximadamente 94% dos recursos hídricos, já em 1940 houve uma redução para 91%, em 1960 para 81%, em 1980 para 71%, 2000 para 66% e tendendo a chegar a 61% em 2020.

**Tabela 2.** Evolução de consumo de água no mundo

Evolução do consumo de água no mundo (km <sup>3</sup> /ano)							
Tipos de Uso	1900	1920	1940	1960	1980	2000 <sup>(2)</sup>	2020 <sup>(3)</sup>
Doméstico	(1)	(1)	(1)	30	250	500	850
Industrial	30	45	100	350	750	1350	1900
Agrícola	500	705	1000	1580	2400	3600	4300
Total	530	750	1100	1960	3400	5450	7050

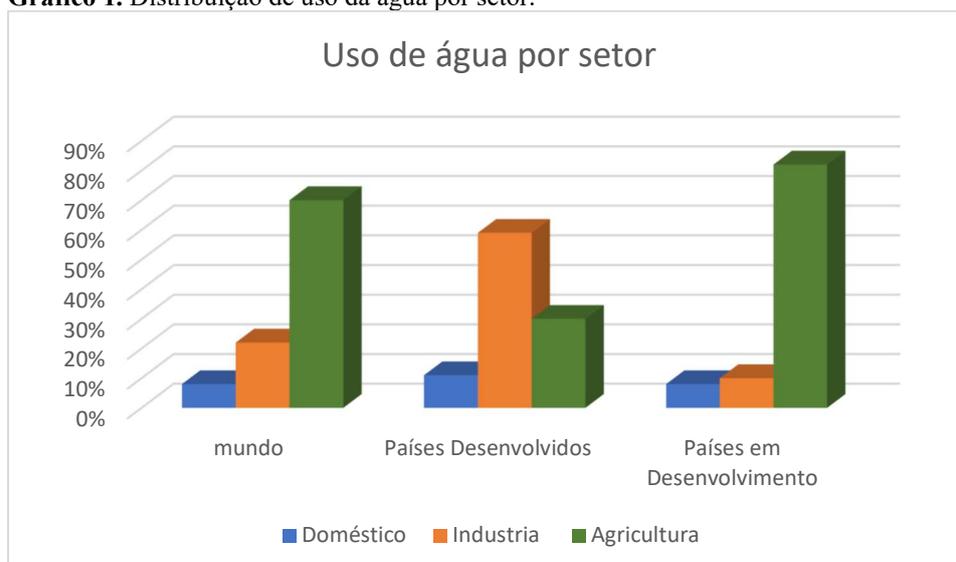
Notas: (1) Sem dados; (2) estimativa; (3) Previsão.

Fonte: Padilha (1999)

As questões relacionadas a utilização de recursos hídricos em geral são complexas, de importância para todos os setores, permeando todos os agentes econômicos, combinando valores sociais e interesses privados, com a formulação de políticas e a tomada de decisão, intrinsecamente ligadas a debates acalorados (OCDE, 2015).

No **Gráfico 1** pode-se observar que o consumo dos recursos hídricos nos principais tipos de uso tem uma grande variação conforme o estágio de desenvolvimento do país. A tendência é que quanto menos desenvolvido for o país maior será a porcentagem dos recursos hídricos utilizados na agricultura.

**Gráfico 1.** Distribuição de uso da água por setor.



Fonte: adaptado de World Water Week, 2006.

Existe uma tendência de aumento do consumo dos recursos hídricos devido ao aumento da população mundial o que acarreta uma maior demanda por alimentos (CHRISTOFIDIS, 2002). Portanto, são necessários estudos que busquem alternativas para que este aumento de produção agrícola não provoque impactos negativos na disponibilidade hídrica no país.

### **3.4 Irrigação**

Irrigação é basicamente a aplicação artificial de água nas plantas, procurando satisfazer suas necessidades, visando a produção ideal, englobando desde técnicas rudimentares até as mais sofisticadas. Conforme Teslezlaf (2017), um fato comprovado sobre a irrigação é que, desde a pré-história, o homem vem desviando cursos d'água para irrigar suas plantações. Foi o uso da irrigação que possibilitou o estabelecimento humano em zonas áridas e semiáridas, tornando esses locais permanentemente habitados.

Desde cedo, o homem entendeu que ele não só precisava de água para viver, mas, que as plantas ficavam mais verdes e produziam mais com a sua presença. As mais antigas civilizações que se desenvolveram ao longo dos rios Nilo (Egito), Tigre e Eufrates (Mesopotâmia), Amarelo ou Huang (China) e Hindus (Índia) fizeram uso intensivo das técnicas de irrigação para garantir a sobrevivência (SOSINSKI, 2010).

A irrigação faz parte da nossa vida, estando presente no nosso cotidiano, desde o arroz que na sua grande maioria é produzido em lavouras irrigadas até hortaliças, que praticamente não existiriam se não houvesse irrigação. Esses são exemplos que estão presentes na mesa da grande maioria dos brasileiros diariamente, (TESLEZLAF, 2017).

A irrigação é imprescindível no processo de aumento da produção agrícola e a sua adoção depende da disponibilidade hídrica. Em regiões desérticas e áridas, onde a precipitação anual é inferior a 250 mm, a irrigação é obrigatória, pois nenhum tipo de cultura pode se desenvolver sem receber água. Isto ocorre em países no Golfo Pérsico, na África Subsariana e de algumas regiões do México, Chile e Argentina e outras zonas desérticas do globo terrestre. Em regiões semiáridas caracterizadas por precipitações anuais entre 250-500 mm, algumas culturas podem se desenvolver sem a necessidade de irrigação, porém com alto risco de quebra de safra. É o caso de grande parte do Nordeste brasileiro que se encontra nessas condições climáticas. Já, em áreas que recebem mais de 600 mm de chuvas anuais, a irrigação é necessária em alguns períodos do ano, de forma a complementar o regime de chuvas,

atendendo assim as necessidades hídricas das culturas, como ocorre na maioria dos Estados das regiões do Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil (SOSINSKI, 2010; TESLEZLAF, 2017).

Segundo a FAO (2013), a área irrigada mundial alcançou 310 milhões de hectares, sendo que 70% desse total localiza-se na Ásia, representando 35% das áreas cultivadas naquele continente. A Índia é o país com a maior área irrigada do mundo, 66 milhões de hectares, em segundo lugar vem a China com 62 milhões de hectares e em terceiro lugar os Estados Unidos com 27 milhões de hectares. Ainda de acordo com a FAO, o potencial de expansão da agricultura irrigada no mundo é de aproximadamente 200 milhões de hectares.

A área brasileira plantada expandiu-se de cerca de 53,2 milhões de hectares para 66 milhões de hectares ano de 1990 para a safra 2014/2015. O que representa um crescimento de 12,8 milhões de hectares em um período de 24 anos, (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2018).

De acordo com os resultados dos dois últimos Censos Agropecuários do Brasil, realizados nos anos de 1996 e 2006 pelo IBGE (1998; 2009), foi observado um crescimento da área irrigada no país de 2,66 milhões para 4,45 milhões de hectares no período. Um acréscimo que corresponde a cerca de 1,79 milhões de hectares em dez anos. Tendo um destaque especial para o crescimento da porcentagem da área irrigada pelos métodos “pressurizados” de irrigação, por aspersão e irrigação localizada, que corresponderam a cerca de dois terços da área total irrigada. (ROCHA; CHRISTOFIDIS, 2014).

No Brasil nos últimos 5 anos houve um aumento em cerca de 15% da área plantada, no entanto este crescimento não refletiu no percentual irrigado (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2018). Segundo Rocha e Christofidis (2014) somente 10% de toda a área cultivada no Brasil adota algum sistema irrigação, onde estima-se um potencial de até 60%. Este panorama é o oposto ao observado em outros países líderes em irrigação, que, de forma geral, estão muito mais próximos do efetivo aproveitamento do seu potencial máximo estimado (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2017).

O Brasil está atingindo a marca de 7 milhões de hectares irrigados o que representa pouco mais de 20% da área com potencial para o cultivo irrigado que é de 29,6 milhões de hectares (CHRISTOFIDIS, 2003).

A **Tabela 3** traz os dados do censo Agropecuário de 2006, o qual fez um levantamento das áreas irrigadas pelos principais métodos de irrigação por estado, no Brasil totalizando 4,45 milhões de hectares irrigados no Brasil, e neste mesmo ano a área irrigada no Distrito Federal era de pouco mais de 14.500 hectares,( IBGE, 2009).

**Tabela 3.** Métodos de irrigação utilizados no Brasil por Estado da Federação;

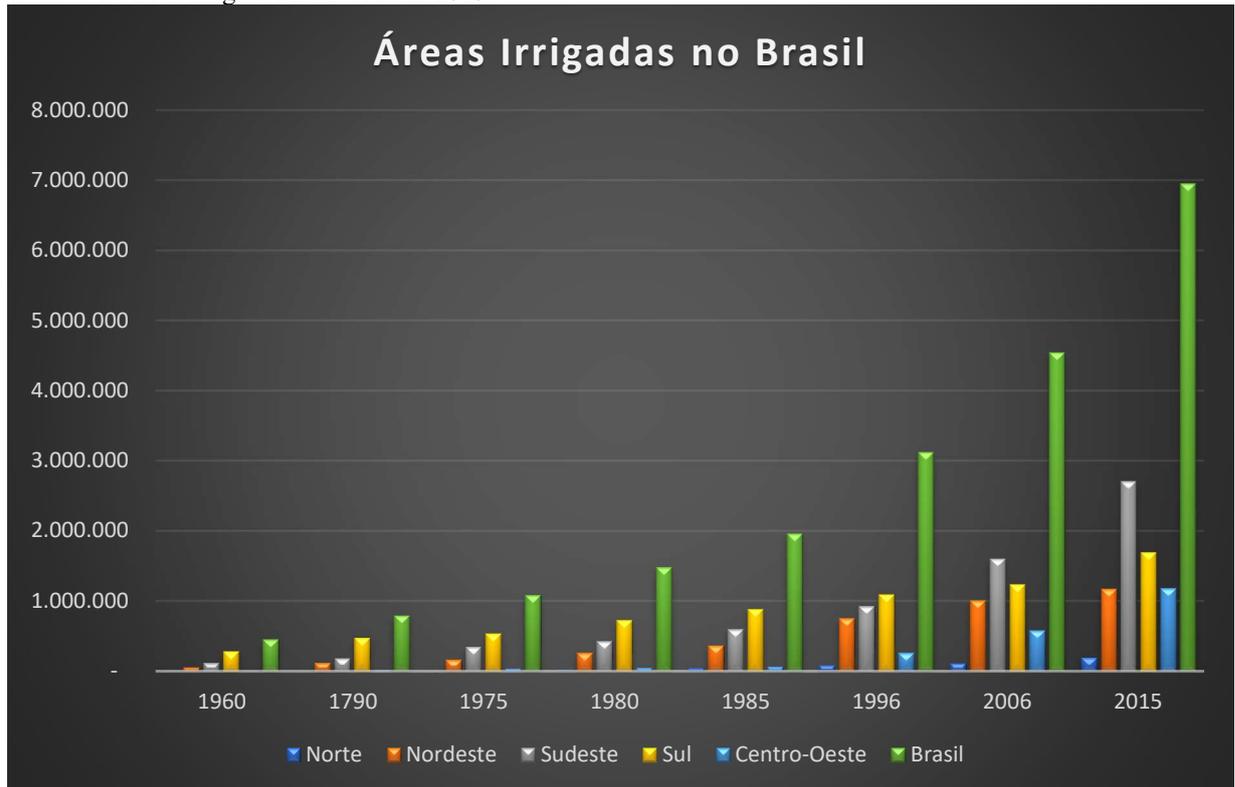
Região/Estado	Métodos de Irrigação						
	Inundação	Sulco	Pivô central	Aspersão	Localizada	Outro método	Total
Brasil	1.084.736,46	256.668,27	840.048,09	1.572.960,21	327.866,52	371.647,08	4.453.925,11
<b>Norte</b>	<b>34.309,82</b>	<b>3.906,57</b>	<b>8.777,65</b>	<b>30.277,21</b>	<b>5.017,65</b>	<b>25.500,35</b>	<b>107.789,21</b>
Rondônia	951,64	893,64	718,40	8.871,51	843,74	1.850,91	14.129,81
Acre	x	27,63	-	68,21	40	1.313,77	1.453,61
Amazonas	977,84	39,61	x	400,04	473,18	4.175,94	6.132,97
Roraima	11.447,30	148,4	x	293,79	26,75	959,44	12.995,68
Pará	3.375,55	1.733,85	2.087,55	7.917,33	2.283,55	11.934,98	29.332,80
Amapá	146,01	16,07	-	375,11	54,65	1.812,37	2.404,21
Tocantins	17.407,48	1.047,37	5.785,34	12.351,22	1.295,78	3.452,94	41.340,13
<b>Nordeste</b>	<b>69.619,24</b>	<b>109.713,27</b>	<b>201.281,62</b>	<b>407.769,80</b>	<b>102.969,96</b>	<b>93.994,80</b>	<b>985.347,63</b>
Maranhão	4.461,16	4.600,28	8.773,62	29.223,68	1.994,31	14.876,90	63.929,96
Piauí	7.330,09	3.302,47	1.271,00	2.769,22	2.830,08	4.769,06	22.272,01
Ceará	21.363,76	11.812,81	4.998,91	34.609,72	18.357,39	25.916,96	117.059,32
Rio Grande do Norte	3.457,21	3.256,98	7.926,25	27.231,17	9.748,62	3.095,42	54.715,68
Paraíba	3.789,25	4.613,64	9.834,00	33.525,43	3.789,01	3.131,96	58.683,27
Pernambuco	6324,81	21035,72	20887,27	73264,14	17828,41	13576,79	152.917,07
Alagoas	2.057,74	3.065,96	73.040,85	110.048,75	3.866,39	3.684,39	195.764,03
Sergipe	3774,59	1842,15	5509,63	5524,03	3023,68	846,81	20.520,82
Bahia	17.060,63	56.183,26	69.040,09	91.573,66	41.532,07	24.096,51	299.485,47
<b>Sudeste</b>	<b>27.744,15</b>	<b>28.319,57</b>	<b>395.586,69</b>	<b>736.589,45</b>	<b>192.814,12</b>	<b>205.690,56</b>	<b>1.586.744,28</b>
Minas Gerais	11.586,95	11.663,85	166.690,79	168.059,49	66.330,13	100.919,19	525.250,31
Espírito Santo	3.071,96	2.253,64	23.318,94	115.535,24	51.534,16	14.087,23	209.801,09
Rio de Janeiro	2.822,89	5.525,20	11.339,16	43.974,67	3.532,09	14.488,09	81.682,12
São Paulo	10.262,35	8.876,88	194.237,80	409.020,05	71.417,74	76.196,05	770.010,76
<b>Sul</b>	<b>923.825,92</b>	<b>82.547,73</b>	<b>61.348,91</b>	<b>108.426,62</b>	<b>17.653,54</b>	<b>30.775,48</b>	<b>1.224.578,11</b>
Paraná	12.100,03	2.452,79	15.542,29	56.035,01	6.321,62	11.792,70	104.244,36
Santa Catarina	98.532,46	10.947,86	1.019,60	19.159,85	2.430,40	4.158,41	136.248,57
Rio Grande do Sul	813.193,43	69.147,08	44.787,02	33.231,76	8.901,52	14.824,37	984.085,18
<b>Centro-Oeste</b>	<b>29.237,33</b>	<b>32.181,13</b>	<b>173.053,22</b>	<b>289.897,13</b>	<b>9.411,25</b>	<b>15.685,89</b>	<b>549.465,88</b>
Mato Grosso Sul	20.067,64	17.840,31	26.026,43	49.201,66	864,33	2.611,35	116.611,71
Mato Grosso	963,00	1.397,27	30.909,04	106.505,70	2.459,85	6.189,71	148.424,55
Goiás	8.180,72	12.738,97	108.509,69	129.387,38	4.597,92	6.506,60	269.921,26
Distrito Federal	25,97	204,58	7.608,06	4.802,39	1.489,15	378,23	14.508,36

Fonte: Censo Agropecuário IBGE (2009) apud Lineu e Domingues (2017).

Com isso observa-se algumas divergências nas somas apresentadas no levantamento, entre outras podemos observar que no Norte a área irrigada por meio de Inundação ao somar os valor por Estado o resultado é igual a 34.305,82 hectares e o Censo apresenta o valor de 34.309,82 hectares, resultando uma diferença de 4 hectares, semelhante ocorre nos dados da região referente a irrigação utilizando pivô, somando temos o valor de 8.591,29 hectares e a planilha traz a área de 8.777,65 hectares o que representa uma diferença de 186,36 hectares.

O Atlas Irrigação de 2017, trouxe os dados levantados pela ANA referente a área irrigada no ano de 2015, em que a área de irrigação no Brasil foi de 6.954.710 hectares e a área irrigada no Distrito Federal passou para 22.895 hectares, (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2017) por esses dados podemos observar que a área irrigada neste período cresceu 53% no país e no Distrito Federal cresceu 57,8%.

Gráfico-2 Áreas Irrigadas no Brasil em 2015.

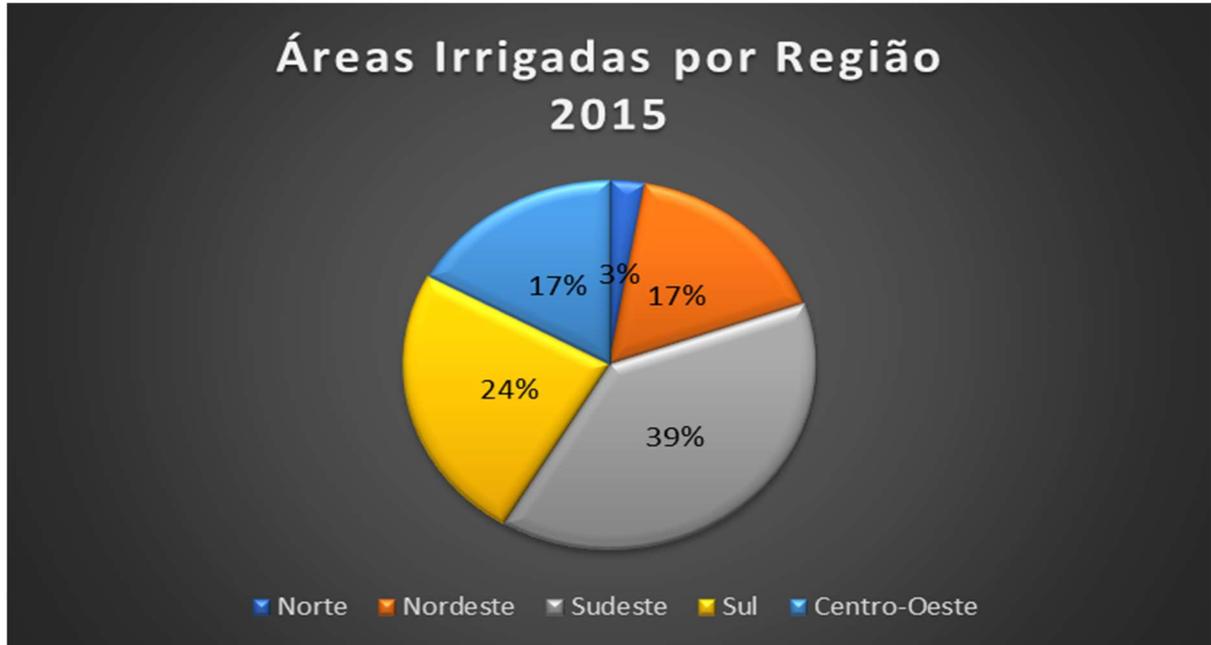


Fonte: Agência Nacional das Águas (2017) adaptado.

No Gráfico-2 podemos observar a evolução das áreas irrigadas por regiões geográficas e país no período de 1960 a 2015, enquanto no Gráfico-3, observa-se a porcentagem que cada região contribuiu em relação a área irrigada do país no ano de 2015.

Gráfico-3 Porcentagem de área irrigada que cada região contribui para a irrigação brasileira no ano de 2015.

Fonte: AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (2017) adaptado.



No Brasil a média de consumo de água na irrigação por hectare em 2000 foi de 9.436 m<sup>3</sup>, o consumo médio vem reduzindo ao longo do tempo e deve continuar reduzido ao longo dos anos com incorporação de sistemas de irrigação mais modernos e processos mais eficientes de gestão de recursos hídricos, tendendo uma economia de aproximadamente 15 % do volume de água utilizado por hectare ano, até o ano de 2025. Porém estima-se que no mesmo ano, 2025, três bilhões de pessoas serão afetadas pela escassez de água, cuja disponibilidade será inferior a 1.700 metros cúbicos por habitante ano (CHRISTOFIDIS, 2002).

A irrigação é a atividade que permite compensar os efeitos negativos da má distribuição espacial e temporal das águas de precipitação. Por meio desse sistema, pode-se intensificar a produção agrícola, regularizando, ao longo do ano, a disponibilidade hídrica para as culturas e, desse modo, permitir uma produção contínua durante todo ano. Vale destacar ainda que a agricultura irrigada reduz as incertezas, prevenindo o produtor de perdas por irregularidade das chuvas, aumentando a produção sem aumentar a área de plantio, podendo na mesma área de plantio ter até 3 ciclos de cultivos por ano (CHRISTOFIDIS, 2003). O aumento da área irrigada resulta, em geral, em aumento do uso da água. Por outro lado, os investimentos neste setor resultam, também, em aumento substancial da produtividade e do valor da produção, diminuindo a pressão pela incorporação de novas áreas para cultivo (CHRISTOFIDIS, 2002).

No Brasil assim como no mundo todo há uma grande variação no consumo de água por hectare irrigado, fundamentalmente para a cultura desenvolver todo seu potencial, deve-se fornecer água em quantidade adequada para cada fase.

A determinação do volume de água para cada cultura é em função da evapotranspiração (ETc) que normalmente é calculado pela Equação 1. Ela é determinada pelo produto entre o Coeficiente da Cultura (Kc) que varia conforme o tipo de cultura e com seu período de desenvolvimento e o valor da evapotranspiração de referência (ETo). Sendo que a ETo é o consumo hídrico de referência na região. Após este cálculo aplica-se ao resultado a eficiência de cada sistema de irrigação (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2005). De acordo com Coelho e colaboradores (2005), a eficiência de irrigação, compreendida como a razão entre a quantidade de água efetivamente utilizada pela planta e a quantidade captada, no âmbito mundial, está muito abaixo do ideal, situando-se na média de 37%.

$$ETc = Kc \cdot ETo$$

**Equação 1**

A irrigação no Brasil é considerada pequena frente ao potencial estimado, à área agrícola total, à extensão territorial e ao conjunto de fatores físico-climáticos favoráveis, inclusive a boa disponibilidade hídrica. Logo, a mudança no modelo de rega adotado pelos produtores rurais pode ser uma alternativa para uma melhor gestão dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica.

### **3.5 Sistemas Irrigados**

A aplicação da água na planta pode ser feita por quatro formas diferentes: superficial, aspersão, localizada e subterrânea. Esses diferentes métodos compreendem todos os equipamentos, acessórios, formas de operação e de manejo.

### 3.5.1 Sistemas de irrigação por superfície

O sistema de irrigação superficial, também conhecido por irrigação por gravidade é, possivelmente, o mais utilizado no mundo. Nele utiliza-se a superfície do solo de forma parcial por sulcos ou total pela inundação onde a água se movimenta e infiltra no solo através da gravidade (TESTEZLAF, 2017).

Estes sistemas são amplamente utilizados, principalmente em países menos desenvolvidos. Mesmo nos Estados Unidos este tipo de irrigação é utilizado com uma área de 8,9 milhões de hectares (38,7% do total no país) (USDA, 2008). De acordo com o Atlas Irrigação, no ano de 2015 a área de arroz inundado no Brasil foi de aproximadamente 1.544 mil hectares, representando 22% de toda a área irrigada do país, (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2017).

Nos sistemas de irrigação superficial por inundação, a água é aplicada sobre toda a área de cultivo. Além da sua infiltração, a água também pode permanecer acumulada permanentemente como ocorre nos cultivos de arroz ou temporariamente quando as culturas não são tolerantes à saturação nas zonas de raízes (TESTEZLAF, 2017). Este sistema é o principal utilizado na irrigação de culturas de arroz no Rio Grande do Sul, ocupando 30% da área total irrigada no Estado e sendo responsável por 80% da produção nacional de arroz (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2017).

Os sistemas de irrigação superficial por sulcos consistem na aplicação de água em pequenos sulcos, a qual se infiltra ao longo do perímetro molhado, movimentando verticalmente e horizontalmente, umedecendo assim o perfil do solo. Tal método é recomendado para cultivos em linha como feijão, milho e frutíferas (TESTEZLAF, 2017).

O sistema de irrigação por superfície tem como vantagem, em relação aos demais sistemas de irrigação, pela sua simplicidade operacional e de manutenção. Dependendo do terreno, o custo de implantação é baixo. Nesta tecnologia há pouca ou nenhuma necessidade energética. Dependendo da localização da cultura em relação à fonte de água, a operação dos sistemas não é afetada pela qualidade da água, podendo utilizar água de baixa qualidade. O vento não impacta o sistema e a irrigação não interfere nos tratamentos fitossanitários (TESTEZLAF, 2017).

No entanto, esses sistemas de irrigação são inadequados para solos rasos ou com elevada capacidade de infiltração, necessitando assim de ensaios de campo para obtenção de parâmetros para seu dimensionamento. Como utilizam a superfície do solo na condução e distribuição da água, há a necessidade de áreas planas ou niveladas por sistematização ou nivelamento superficial, o que pode elevar os custos de implantação desses sistemas, o que pode inviabilizar sua implantação. Esses sistemas tendem a requerer mais mão-de-obra do que os demais (TESTEZLAF, 2017) e tem uma eficiência muito baixa de rendimento, variando entre 60 e 75%, quando bem operados (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2017).

### **3.5.2 Sistemas de irrigação por aspersão**

De acordo com Hubener (1996), a Inglaterra foi a pioneira dos sistemas de irrigação por aspersão, os quais foram inicialmente desenvolvidos em 1800 para controle de incêndios e passaram a ser utilizados posteriormente em jardins e culturas de hortaliças ao redor de grandes cidades. O método de irrigação por aspersão simula as chuvas, ou seja, a água é aplicada sobre as plantas e o solo em forma de gotas. A água é bombeada a partir de uma fonte e distribuída por uma rede de tubulação até os aspersores, os quais pulverizam a água no ar na forma de pequenas gotas (TESTEZLAF, 2017).

O Brasil possui aproximadamente 41% de sua área irrigada com sistemas de irrigação por aspersão, sendo que destes 20% são de aspersão convencional e 21% mecanizada (REBOUÇAS et al. 1999), esses tipos de sistemas tendem a aumentar tendo em vista que agricultores tendem a buscar sistemas mais tecnificados e eficientes, devido a menor disponibilidade hídrica e redução na necessidade de mão de obra (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2017; REBOUÇAS, BRAGA JÚNIOR, TUNDISI, 1999).

Devido as mais diversas variedades de condições de cultivos e de culturas, houve a necessidade de desenvolvimento de diferentes sistemas de irrigação por aspersão. Eles puderam assim ser adaptados às mais diversas situações de operação e funcionamento em: sistemas portáteis e semiportáteis para transporte manual ou mecanizado, em sistemas fixos, estacionários ou permanentes com aplicação por cima ou por baixo da folhagem e operando com diferentes níveis de pressão e vazão. Basicamente existem três diferentes sistemas de aspersão: convencional, autopropelido e pivô central.

Os sistemas de irrigação por aspersão convencional são considerados os mais básicos, do qual derivaram os demais. São classificados em portáteis, semiportáteis ou fixos, dependendo do grau de movimentação em campo. Os manômetros são indispensáveis para o bom funcionamento desse sistema. Eles são empregados para irrigação de pequenas áreas. Um sistema de aspersão convencional que foi recentemente empregado no Brasil é o sistema de aspersão em malha que é fixo e com tubulações enterradas. Um único aspersor se movimenta na linha lateral, de diâmetro reduzido, exigindo assim conjunto motobomba de baixa potência (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2018).

O sistema de irrigação por aspersão autopropelido é movimentado por energia hidráulica e possui um aspersor do tipo canhão, montado em uma plataforma, e uma mangueira de alta pressão de até 500 metros. Ele é empregado em áreas irrigadas de tamanho médio (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2018). Por fim, o pivô central é um sistema de movimentação circular, movido a energia elétrica ou diesel. Ele possui uma linha lateral de aspersores suspensa por torres dotadas de rodas que se movimentam independentes, por possuírem motores individuais (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2018).

Os sistemas por aspersão permitem um bom controle da lâmina aplicada e, de modo geral, sua eficiência está em torno de 70%, podendo alcançar 90%. Este método tem como as principais vantagens sua adaptabilidade a terrenos com declividades acentuadas e não uniformes, podendo ser utilizados em solos com alta capacidade de infiltração e baixa capacidade de retenção de água. Ele interfere pouco nas práticas agrícolas, por não possuir canais ou sucos, logo há um maior aproveitamento da área para as culturas. Quando os sistemas são mecanizados ou permanentes, requerem pouca mão-de-obra, além de poderem utilizar certas águas residuárias por proporcionar grande oxigenação na água (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2018).

Por outro lado, esse método é fortemente impactado pelas condições climáticas. O vento, a umidade relativa e a temperatura afetam a perda de água por evaporação e reduzem a uniformidade dos sistemas. Ressalta-se que este método aumenta a umidade relativa o que pode favorecer a incidência de doenças, e por lavar a parte área da planta ela pode interferir em alguns tratos culturais. O seu custo de implantação é elevado e quando mal operado pode provocar

compactação e erosão do solo. Este sistema tem um alto consumo energético, principalmente o autopropeido (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2018).

### **3.5.3 Sistemas de irrigação localizada**

Como o próprio nome sugere, este método baseia-se no princípio da distribuição da água próxima a região radicular das plantas, permitindo seu melhor aproveitamento. Ele se caracteriza pela aplicação de pequenos volumes de água com alta frequência (TESTEZLAF, 2017). A primeira referência deste método ocorreu na Alemanha em 1860, no qual tubos de argila eram utilizados como sistemas de irrigação e drenagem (TESTEZLAF, 2017).

De acordo com Rebouças, Braga Júnior, Tundisi (1999), o Brasil tinha aproximadamente 8% da área total irrigada utilizando este método. Porém este índice vem crescendo em média 36 mil ha por ano, tendo contribuído com um acréscimo de 38% da área irrigada em 2007 (TESTEZLAF, 2017). A irrigação localizada tende a aumentar, especialmente pelo aumento da variabilidade temporal e espacial da disponibilidade dos recursos hídricos nos últimos anos (TESTEZLAF, 2017).

A irrigação localizada é uma tecnologia que vem sendo adotada principalmente pela possibilidade de atingir uma maior eficiência no uso da água, chegando a atingir 95% de eficiência (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2017). Esse tipo de irrigação apresenta potencial em situações onde a água é cara e escassa, os solos são salinos, pedregosos ou de topografia acidentada, áreas que produzem culturas com alto valor comercial e quando os agricultores possuem adequado conhecimento técnico (TESTEZLAF, 2017). Neste tipo de tecnologia destacam-se os sistemas por gotejamento e os por microaspersão.

A irrigação por gotejamento consiste na distribuição de água em tubos de pequeno diâmetro e é aplicada de forma pontual, por meio de gotas, diretamente na zona radicular, sem molhar a parte aérea da planta, evitando a proliferação de doenças, principalmente as fúngicas. Esta tecnologia associada à prática da fertirrigação, pode proporcionar um incremento de produtividade e uma economia de água de até 30%, em comparação aos demais sistemas de irrigação (COLLA et al., 1999; PRIETO, LÓPEZ, BALLESTEROS, 1999). Ela reduz as perdas apresentando maiores valores de eficiência de aplicação quando comparada aos sistemas de aspersão e superfície. Essa forma de aplicação de água determina uma distribuição de água no

solo, abaixo do ponto de aplicação, na forma de um bulbo molhado onde somente uma pequena área fica saturada na superfície do solo (TESTEZLAF, 2017).

Na irrigação por microaspersão são utilizados pequenos mecanismos de aspersão. Neles são aplicados pequenos jatos que são lançados ao ar por uma pequena distância até atingir o solo. Estes sistemas operam com vazões superiores aos gotejadores exigindo assim sistemas de bombeamento com maior potência e conseqüentemente gasto energético. Eles são utilizados principalmente em frutíferas como citros, mangueiras, bananeiras entre outras (TESTEZLAF, 2017). No Brasil não têm dados estatísticos sobre sua participação na área de irrigação nacional.

#### **3.5.4 Irrigação de subsuperfície**

Esse tipo de irrigação também é conhecido como irrigação subterrânea, a qual se caracteriza pela aplicação de água abaixo ou diretamente no sistema radicular (FERRAREZI et al., 2015). Não existem áreas expressivas de culturas irrigadas por esse método no Brasil, a sua aplicação está limitada ao gotejamento enterrado na cultura da cana de açúcar, café, e algumas culturas anuais, esse sistema baseia-se no princípio da capilaridade ou de ascensão capilar da água. Este processo pode ser realizado de duas formas: gotejamento subterrâneo (ou enterrado) e por elevação do lençol freático.

No gotejamento subterrâneo, a água é aplicada por gotejadores enterrados logo abaixo do sistema radicular, próximos à região explorada pelas raízes, sem que haja o molhamento da superfície (TESTEZLAF, 2017). A eficiência de referência deste método é de 95% (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2017). A elevação do lençol freático é utilizada nos Estados Unidos, principalmente em áreas cultivadas com batata. Este método se baseia na aplicação de água na superfície do solo, usando sulcos ou canais bem espaçados, que irão contribuir com a saturação do perfil do solo, elevando o lençol freático até a profundidade desejada. Esse sistema tem uma eficiência de até 60% se bem operado (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2017).

#### **3.6 Eficiência dos principais sistemas de irrigação**

A Tabela - 4 demonstra os quatro métodos de irrigação existentes, com seus principais sistemas e respectivas eficiências de referência. Esta eficiência é de suma importância no dimensionamento dos sistemas de irrigação. Na tabela observa-se que as eficiências de referência variam 60 a 95 %, o que demonstra que mesmo bem operados os sistemas de

irrigação por inundação têm uma perda 35% maior que o método de irrigação localizado via gotejamento.

**Tabela 4.** Eficiência de referência para sistemas de irrigação.

<b>Indicadores de Eficiência na Utilização de Água na Irrigação</b>			
Métodos	Sistemas de Irrigação	Eficiência de Referência (%)	Perdas (%)
Superfície	Sulcos abertos	65	35
	sulcos fechados ou interligados em bacias	75	25
	inundação	60	40
Subterrânea	Gotejamento subterrâneo ou enterrado	95	5
	Subirrigação ou elevação do lençol freático	60	40
Aspersão	Convencional	80	20
	Mangueiras perfuradas	85	15
	canhão autopropelido	80	20
	Pivô Central	85	15
	Linear	90	10
localizado	Gotejamento	95	5
	Microaspersão	90	10

Fonte: Agência Nacional das Águas (2017)

### 3.7 Utilização de Efluentes em Áreas Agrícolas

A água residuária urbana ou municipal, esgoto doméstico, é composto principalmente de água (99,9%) juntamente com concentrações relativamente pequenas de sólidos orgânicos e inorgânicos suspensos e dissolvidos. Entre as substâncias orgânicas presentes no esgoto estão os carboidratos, gorduras, sabões, detergentes sintéticos, proteínas e seus produtos de decomposição, bem como vários produtos químicos orgânicos naturais e sintéticos das indústrias de processo (VON SPERLING, 2012).

Um dos desafios no setor saneamento é o tratamento do esgoto a um limiar aceitável para o seu descarte seguro. Esse limiar deve atender primeiramente a classificação dos corpos de água receptor (rio, lago ou lagoa) de acordo com a resolução Conama 357 (BRASIL, 2005). Além disso, o descarte deste efluente deve atender à recomendação da resolução Conama 430 (BRASIL, 2011).

De acordo com o Atlas da Agência Nacional das Águas, somente 30% dos esgotos brasileiros são tratados, conseguindo atingir um limiar aceitável de acordo a estas normativas (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2017). Destaca-se ainda que se for considerada a remoção de nutrientes a níveis aceitáveis para evitar fenômenos como eutrofização em lagos e

rios, este percentual ainda é menor (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2017). Desse modo, uma das alternativas para se atingir uma maior segurança sanitária em relação ao tratamento de esgotos com remoção de nitrogênio e fósforo é o reúso de água (VON SPERLING, 2012).

O reúso de água é o aproveitamento das águas previamente utilizadas em outras necessidades ou outros usos benéficos, inclusive o original. Esta prática pode ocorrer através de ações planejadas ou não. O reúso pode ocorrer para fins potáveis diretos ou indiretos, ou ainda, não potáveis. Dentre os tipos de reúso não potável se destacam os para fins agrícolas, recreativos e industriais (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997; BRASIL, 2006). O reúso é uma prática benéfica, que contribui positivamente para uma gestão equilibrada dos recursos hídricos, particularmente em regiões semiáridas (MONTE, 2007).

A substituição de água de melhor qualidade por outra com qualidade “inferior” em atividades onde isto seja possível permite uma economia. No entanto, é importante a realização de estudos não só da viabilidade técnica como dos custos indiretos associados a esta prática. Tundisi (2003) comenta que existe um mercado potencial muito grande para a água a ser reutilizada.

Conforme Beekman (1996), por meio da utilização das águas de abastecimento por duas vezes (uso doméstico e reúso na irrigação) os “poluentes” como o nitrogênio e o fósforo tornam-se fertilizantes importantes para o meio agrícola, incrementando a produção e produtividade agrícola e impedindo a poluição e contaminação dos rios e lagos. Uma das reaplicações de água com retorno expressivo está na utilização das águas servidas do meio urbano para um segundo uso na agricultura. Apesar de essas águas serem consideradas “poluídas”, os efluentes contêm nutrientes que tendem a beneficiar o solo resultando em aumento da produtividade (BEECKMAN, 1996).

Dentre os benefícios da utilização de efluentes na agricultura tem-se a substituição parcial de fertilizantes químicos, a redução dos impactos ambientais em função da redução dos lançamentos nos corpos hídricos, bem como um possível aumento na produção, tanto no aspecto quantitativo quanto qualitativo, além da economia de água (BERNARDI, 2003). Em geral, o setor agrícola dispense vultosos recursos em fertilizantes químicos para compensar as necessidades das culturas em nitrogênio, fósforo e potássio, que estão contidos em grandes quantidades nos efluentes de origem doméstica (BERNARDI, 2003).

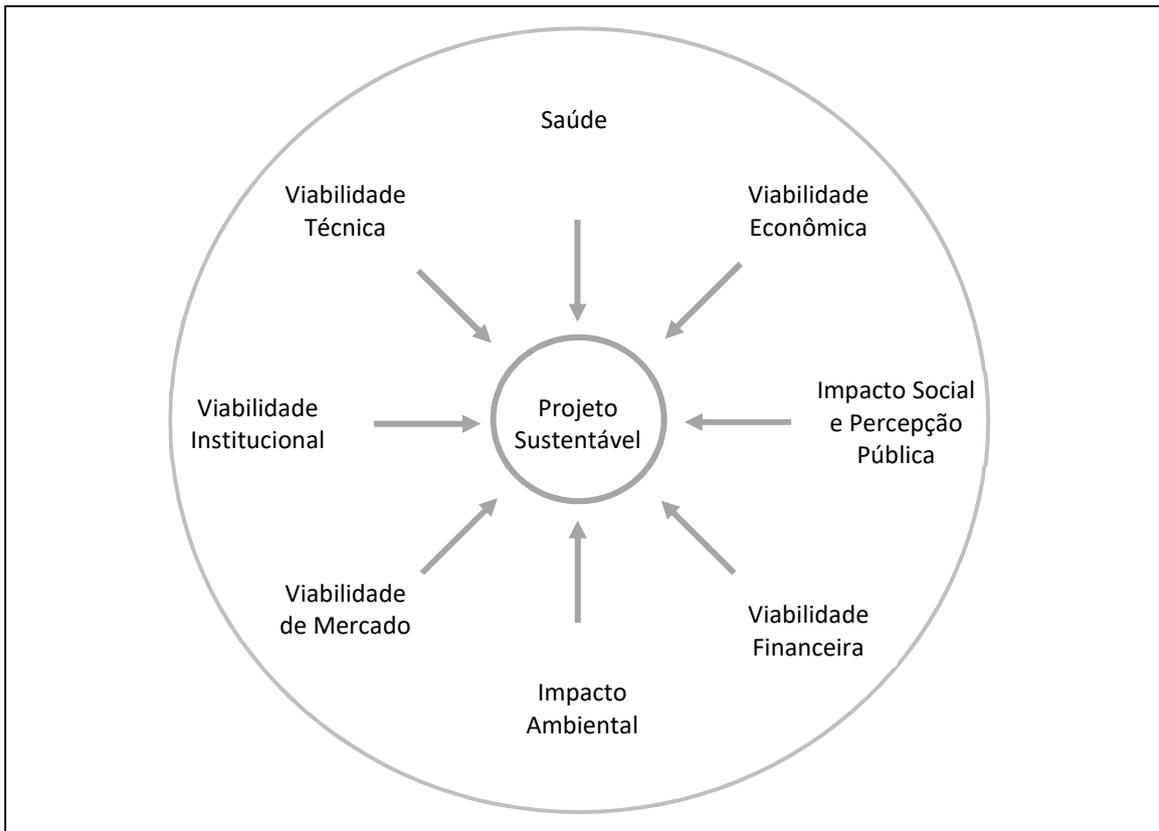
Nas duas últimas décadas, o uso de águas residuárias na agricultura aumentou, significativamente, em razão dos seguintes fatores: dificuldades na busca por fontes alternativas de águas para irrigação; custo elevado de fertilizantes; custo elevado de sistemas de tratamentos necessários para descarga de efluentes em corpos receptores e reconhecimento do valor da atividade pelos órgãos gestores de recursos hídricos (SOUZA, 2015; OLIVEIRA et al., 2013).

Essa concepção não é recente e tem sido praticado em todo o mundo há muitos anos. Existem relatos de reúso de água na Grécia Antiga, com a disposição de esgotos e sua utilização na irrigação. Em Edimburgo, na Escócia, o reúso de água já existe desde 1650, sendo posteriormente aplicado nos arredores de Londres, Manchester e outras cidades (BERNARDI, 2003).

Na Austrália, essa técnica começou a ser aplicada em 1897, na Werribee Farm, em Melbourne, e atualmente, aproximadamente 10.000 hectares de terras agrícolas são irrigados com esgoto tratado. Só em 1996 aproximadamente 500.000 hectares de terras agrícolas, em cerca de 15 países, estavam sendo irrigadas com águas residuárias. Entre estes, Israel detêm um dos mais ambiciosos programas de utilização de águas servidas tratadas, sendo que 70% das águas servidas do país são utilizadas para a irrigação de 19.000 hectares (BERNARDI, 2003).

Muitos países incluíram a utilização de águas residuárias como uma dimensão importante do planejamento dos recursos hídricos (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 1992). Essas iniciativas podem ser observadas nas áreas mais áridas da Austrália e dos EUA onde a água residuária é integralmente usada na agricultura e o suprimento de água é somente usado para o abastecimento humano racional. Na Jordânia e na Arábia Saudita, por exemplo, existem políticas nacionais próprias para a utilização de águas residuárias tratadas na agricultura. A China já usa esgoto na agricultura desde 1958 e atualmente conta com mais de 1 milhão de hectares irrigados com efluentes tratados (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 1992).

O uso de águas residuárias na agricultura é justificado por razões agronômicas e econômicas, mas a OMS sinaliza que deve-se tomar cuidado para minimizar os impactos adversos à saúde e ao meio ambiente bem como a aceitação e o impacto social desta prática (OMS, 2006). No geral, o planejamento para a adoção de reúso de esgotos tratados deve atentar para diferentes fatores como mostra a **Figura 1** (OMS, 2006).



**Figura 1.** Planejamento para um projeto sustentável mostrando os oito fatores que impactam o sucesso do projeto.

Fonte: OMS (2006)

Conforme Hespanhol (2002), durante as últimas décadas, o aproveitamento dos esgotos para a irrigação de culturas apresentou um aumento significativo em função de diversos fatores sendo os principais: **(1)** a dificuldade em obter fontes alternativas de água; **(2)** o elevado custo de fertilizantes, visto que os esgotos já contêm parte dos nutrientes necessários para diversas culturas, o que pode reduzir e até mesmo eliminar a necessidade da utilização de fertilizantes sintéticos; **(3)** o crescimento do conhecimento sobre os riscos à saúde pública e a segurança sobre a minimização de impactos sobre o solo, se as precauções adequadas forem tomadas; **(4)** os custos elevados de tratamento para a descarga de efluentes nos corpos receptores, com o reúso tem a redução destes lançamentos e; **(5)** o aumento da aceitação da prática do reúso agrícola.

Os efluentes tratados por sistemas convencionais como lodos ativados têm uma concentração típica de 15 mg/L de nitrogênio total (NT) e 3 mg/L de fósforo total (PT) proporcionando, portanto, a aplicação de nutrientes substancialmente, reduzindo ou até mesmo eliminando a necessidade do emprego de fertilizantes comerciais. Além dos nutrientes (e dos

micronutrientes, não disponíveis em fertilizantes sintéticos), a aplicação de efluentes proporciona a adição de matéria orgânica, que age como um condicionador do solo aumentando a sua capacidade de reter água (HESPANHOL, 1997). A utilização de efluente é diferenciada para irrigação de plantas não comestíveis (silvicultura, pastagens, fibras e sementes) e comestíveis (nas formas cruas e cozidas), devendo-se atentar para suas limitações sanitárias e ambientais de aplicação (BEECKMAN, 1996).

Guidolin (2000) mostra que em Brunswick, na Alemanha, existe uma associação de usuários para aproveitamento dos esgotos desde 1952. O esgoto tratado é coletado na estação de tratamento e bombeado para áreas irrigadas por aspersão. Em 20 anos de operação do sistema não foi constatado nenhum caso de infecção, o que demonstra a sua eficiência. Outro sucesso destacado é observado no vale de Mezquital, localizado à jusante da cidade do México. Neste local, uma população de 21 milhões de habitantes gera 40 metros cúbicos por segundo de esgoto que é reutilizado para irrigar cerca de 85.000 hectares de culturas de milho, arroz, tomate, forragem de aveia e alfafa há mais de um século (LANDA, CAPELA, JIMÉNES, 1997). A **Tabela 5** mostra alguns países que utilizam esgoto sanitário em áreas agrícolas.

**Tabela 5.** Principais exemplos de utilização de esgotos sanitários na agricultura.

País	Área Irrigada (ha)
Argentina	37.000
Austrália	10.000
Alemanha	28.000
África do Sul	1.800
Arábia Saudita	4.400
Bahrain	800
Chile	16.000
China	1.330.000
Estados Unidos	14.000
Índia	73.000
Israel	19.000
Kuwait	12.000
México	250.000
Peru	4.300
Sudão	2.800
Tunísia	7.300

Fonte: BASTOS (2003)

#### 4 ÁREA DE ESTUDO

A bacia do rio Descoberto compreende uma área de 825 Km<sup>2</sup> e representa cerca de 13% da área das bacias hidrográficas do Distrito Federal (DF), sendo que grande parte área da bacia compreende a superfície do Reservatório do Descoberto. Este reservatório foi construído em

1973, pelo represamento do rio e de alguns córregos como o Rodeador, Rocinha, Ribeirão das Pedras, Coqueiro, Olaria e Chapadinha. Esta obra teve como objetivo principal formar o lago para abastecer a população do DF (SEBRAE, 2004).

O entorno do Lago do Descoberto atualmente é ocupado por chácaras voltadas à produção de hortifrutigranjeiros e por reflorestamento de Pinus e Eucaliptos. Além disso, as pressões socioambientais, tais como especulação imobiliária, invasões, presença de animais, despejo de lixo, erosões, desmatamentos e destruição das cercas de proteção existentes vêm gerando um impacto direto sobre o reservatório.

A região possui diversos produtores rurais de médio e pequeno porte que devido à grave crise hídrica no DF nos últimos anos foram atingidos pela redução dos volumes de recursos hídricos. Mesmo com as ações emergenciais tomadas pela ADASA, não foi possível conter a crise. Muitos dos produtos dessas chácaras abastecem o mercado local e nos momentos de escassez é visível o conflito pelo uso da água, principalmente entre abastecimento humano e produção agrícola local (BRASÍLIA, 2017).

A estação de tratamento de esgoto de Brazlândia (ETE- Brazlândia) se localiza no Setor Sul e opera desde 1983. Ela recebe esgoto gerado pela Região Administrativa de Brazlândia e atualmente está operando com vazão média de 41 litros por segundo, o que corresponde a menos da metade de sua capacidade que é de 87 litros por segundo. A ETE-Brazlândia possui um sistema formado por duas lagoas sendo a primeira anaeróbia seguida por uma facultativa.

O esgoto tratado da ETE-Brazlândia é levado por gravidade até a estação elevatória a aproximadamente 2 quilômetros. Em seguida, ele é bombeado para o Rio Verde no Estado de Goiás percorrendo cerca de 4 km. A **Figura 2** ilustra a localização da ETE-Brazlândia com sua área de coleta de esgoto sanitário e o caminho percorrido pelo esgoto tratado **(A)**, o detalhe da ETE-Brazlândia **(B)** e a região das culturas localizadas na bacia hidrográfica do rio Descoberto **(C)**.



**Figura 2.** Área de Estudo mostrando a região da coleta, tratamento e disposição do esgoto sanitário da região de Brazlândia **(A)** com detalhe para a ETE-Brazlândia **(B)** e a região das culturas agrícolas próximas ao Rio Descoberto e no limite entre o Distrito Federal e Goiás **(C)**.

## 5 MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados de qualidade físico-química e microbiológica e a quantidade de efluente tratado gerado pela ETE-Brazlândia no período de 2013 a 2017 foram gentilmente fornecidos pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB). Esses resultados foram avaliados quanto à possibilidade deste efluente ser utilizado diretamente nas diferentes culturas agrícolas locais quando comparados aos padrões nacionais e internacionais recomendados para o reúso de efluentes. Além disso, a Agência Reguladora do Distrito Federal (ADASA) disponibilizou os dados mensais da qualidade do efluente bruto e tratado desta ETE no período de 2017 e 2018 para estimar a sua eficiência e comparar aos processos de lagoas em série (anaeróbia-facultativa).

Os tipos de cultura e os seus respectivos modelos de irrigação adotados na área de estudo foram obtidos a partir do levantamento realizado pela Empresa de Assistência técnica e Extensão Rural do Distrito Federal (Emater-DF) junto com a Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento e Desenvolvimento Rural do Distrito Federal (Seagri-DF) A partir desses dados foi possível avaliar a possibilidade de reaproveitar o efluente da ETE-Brazlândia, orientar quais as culturas mais aptas para receber estes efluentes e estimar qual a área poderia ser irrigada com o volume atual de efluente em um eventual modelo de reúso. A tabela fornecida pela Emater-DF conforme anexo II.

## 6 RESULTADOS

### 6.1 Qualidade do Efluente Tratado

A qualidade microbiológica e físico-química do esgoto tratado gerado pelas lagoas anaeróbia e facultativa da ETE-Brazlândia no período de 2013 a 2017 estão apresentados na **Tabela 6**. Os dados brutos mensais estão apresentados no Anexo I (ANEXOS). Como pode ser observado, ao longo deste período a concentração de coliformes e a de matéria orgânica (DBO e DQO) bem como a de nutrientes (N-NHx e PT) no esgoto tratado foram aumentando. Em 2014 a concentração de DQO total no esgoto tratado pela ETE-Brazlândia estava em torno de 254,9 mg/L, o nitrogênio amoniacal total com 34,9 mg/L e o fósforo total com 8,5 mg/L e 3 anos depois estes valores chegaram a 363,2 mg/L de DQO, 47,6 mg/L de nitrogênio amoniacal total e 9,7 mg/L de fósforo total, o que corresponde a um aumento de 25 a 30% em todos esses parâmetros analisados. A concentração de sólidos suspensos (SS) e o pH foram os únicos parâmetros que mostraram pouca variação neste período entre 107,7 e 154,9 mg/L para SS e 7,53 e 7,71 para pH.

A **Tabela 7** mostra os valores da qualidade microbiológica e físico-química do esgoto bruto e tratado da ETE-Brazlândia em 2017 e parte de 2018. A concentração de coliformes totais no esgoto bruto em 2017 foi em média 34.550.000 NMP/100 mL, enquanto que em 2018 foi em de 36.181.875 NMP/100 ml o que mostra uma pequena variação na concentração microbiológica afluyente à ETE. Os teores de matéria orgânica em termos de DBO filtrada (e DQO) e de fósforo total no esgoto bruto em 2017 foram respectivamente de 907 mg/L (1.205 mg/L) e 13,6 mg/L; já em 2018 esses valores foram respectivamente 805 mg/L (1167 mg/L) e 10,9 mg/L. Apesar desta carga alta, a eficiência desse processo em 2017 ficou em torno de 98% para Coliformes Totais e DBO filtrada, 79% para DQO, 48% para Fósforo Total e 74% para Sólidos Suspensos Totais. Estes valores foram próximos aos obtidos em 2018 que foram de aproximadamente 98% para Coliformes Totais, 95% para DBO filtrada, 79% para DQO, 51% para Fósforo Total e 73% para Sólidos Suspensos Totais.

**Tabela 6.** Qualidade microbiológica e físico-química do efluente tratado gerado pelo ETE-Brazlândia entre 2013 e 2017.

PARÂMETROS		2013	2014	2015	2016	2017
<b>CT<sup>(1)</sup> (NMP/100 mL)</b>	Média	241.600	363.444	617.500	370.125	468.333
	Mediana	230.000	490.000	280.000	336.500	403.000
	Máximo	490.000	790.000	3.300.000	862.000	1.280.000
	Mínimo	79.000	23.000	130.000	144.000	102.000
<b>DBO<sup>(2)</sup><sub>5</sub> (mg/L)</b>	Média	77,70	78,65	94,09		
	Mediana	85,00	75,00	90,05	-(8)	-(8)
	Máximo	95,00	117,5	128,30		
	Mínimo	56,00	45,5	61,70		
<b>DBO<sub>5</sub> Filtrado (mg/L)</b>	Média			16,83	22,66	21,24
	Mediana	-(8)	-(8)	17,80	20,00	24,30
	Máximo			18,00	43,00	27,50
	Mínimo			13,70	12,70	12,70
<b>DQO<sup>(3)</sup> (mg/L)</b>	Média	254,90	281,94	373,25	320,43	363,24
	Mediana	54,90	267,00	334,75	320,35	389,60
	Máximo	287,30	373,70	862,50	426,50	427,00
	Mínimo	222,50	201,50	272,50	262,60	274,60
<b>DQO Filtrado (mg/L)</b>	Média	66,25	94,33	89,62	99,77	113,51
	Mediana	66,25	95,80	90,65	97,50	115,20
	Máximo	71,00	137,00	115,30	118,30	132,00
	Mínimo	61,50	55,30	75,40	84,00	86,30
<b>NTK<sup>(4)</sup> (mg/L)</b>	Média	61,43	61,08	67,18		
	Mediana	63,40	60,20	68,25	-(9)	-(9)
	Máximo	67,90	74,30	77,30		
	Mínimo	51,00	46,40	54,70		
<b>N-NH<sub>x</sub><sup>(5)</sup> (mg/L)</b>	Média	34,88	37,35	43,98	42,96	47,57
	Mediana	33,50	35,20	41,95	42,30	48,30
	Máximo	40,60	48,30	57,20	54,10	55,80
	Mínimo	29,40	21,00	34,10	36,20	41,80
<b>pH</b>	Média	7,58	7,71	7,53	7,60	7,58
	Mediana	7,60	7,70	7,60	7,60	7,60
	Máximo	7,60	8,00	7,80	7,90	7,80
	Mínimo	7,50	7,50	7,20	7,40	7,30
<b>PT<sup>(6)</sup> (mg/L)</b>	Média	8,53	7,37	8,89	8,28	9,74
	Mediana	8,45	7,30	9,15	8,80	9,60
	Máximo	9,80	8,80	10,60	9,60	11,60
	Mínimo	7,40	6,40	7,20	6,00	8,00
<b>SS<sup>(7)</sup> (mg/L)</b>	Média	145,68	107,74	149,48	128,15	154,93
	Mediana	153,30	99,50	147,05	127,80	160,00
	Máximo	164,80	158,20	311,50	174,00	184,00
	Mínimo	104,50	62,20	100,70	91,00	95,20

Notas: (1) Coliformes Totais; (2) Demanda Bioquímica de Oxigênio; (3) Demanda Química de Oxigênio; (4) Nitrogênio Total Kjeldahl; (5) Nitrogênio Total Amoniacal (Amônio e/ou Amônia); (6) Fósforo Total; (7) Sólidos em Suspensão; (8) Conforme a resolução Conama 430 de 2011 no seu artigo 21, § 3º Para a determinação da eficiência de remoção de carga poluidora em termos de DBO<sub>5,20</sub> para sistemas de tratamento com lagoas de estabilização, a amostra do efluente tratado deverá ser filtrada, assim a partir de 2015 iniciou-se a análise de DBO Filtrada, deixando de se analisar a DBO convencional; (9) Esta análise deixou de ser realizada por não ser uma exigência legal.

Fonte: Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (2016)

Tabela 7. Qualidade microbiológica e físico-química do esgoto bruto e tratado da ETE-Brazlândia bem como sua eficiência em 2017 e 2018.

PARÂMETROS	MÊS	2017			2018		
		Esgoto Bruto	Esgoto Tratado	Eficiência	Esgoto Bruto	Esgoto Tratado	Eficiência
COLIFORMES TOTAIS (NMP/100MI)	Janeiro	-	-	-	39.700.000	172.700	99,56%
	Fevereiro	24.000.000	102.000	99,58%	40.300.000	179.950	99,55%
	Março	28.900.000	328.048	98,86%	12.700.000	1.429.100	88,75%*
	Abril	25.900.000	403.000	98,44%	54.300.000	325.000	99,40%
	Maio	-	-	-	40.300.000	769.000	98,09%
	Junho	-	-	-	33.105.000	331.050	99,00%
	Julho	28.900.000	434.000	98,50%	40.300.000	148.200	99,63%
	Agosto	-	-	-	28.750.000	713.950	97,52%
	Setembro	51.900.000	247.000	99,52%	-	-	-
	Outubro	43.400.000	575.000	98,68%	-	-	-
	Novembro	40.300.000	217.000	99,46%	-	-	-
	Dezembro	33.100.000	1.080.000	96,74%	-	-	-
		<b>MÉDIA</b>	<b>34.550.000</b>	<b>419.506</b>	<b>98,29%</b>	<b>36.181.875</b>	<b>508.619</b>
DBO <sub>intradia</sub> (mg/L)	Janeiro	637	21	96,71%	975	32	96,72%
	Fevereiro	650	22	96,62%	850	19	97,76%
	Março	750	15	98,00%	875	18	97,94%
	Abril	667	12	98,20%	717	20	97,21%
	Maio	1.025	28	97,27%	833	21	97,48%
	Junho	850	26	96,94%	887	117	86,81%
	Julho	1.060	15	98,58%	450	50	88,89%
	Agosto	1.050	23	97,81%	850	16	98,12%
	Setembro	1.117	27	97,58%	-	-	-
	Outubro	1.183	35	97,04%	-	-	-
	Novembro	850	26	96,94%	-	-	-
	Dezembro	1.050	13	98,76%	-	-	-
		<b>MÉDIA</b>	<b>907</b>	<b>22</b>	<b>97,57%</b>	<b>805</b>	<b>37</b>

**Tabela 7.** Qualidade microbiológica e físico-química do esgoto bruto e tratado da ETE-Brazlândia bem como sua eficiência em 2017 e 2018 (continuação).

DQO (mg/L)	Janeiro	1.009	215	78,69%	1430	255	82,17%
	Fevereiro	919	286	68,88%	1164	230	80,24%
	Março	1.166	255	78,13%	1205	240	80,08%
	Abril	1.137	138	87,86%	952	216	77,31%
	Maio	1.187	233	80,37%	1108	339	69,40%
	Junho	1.144	219	80,86%	1115	117	89,51%
	Julho	1.359	212	84,40%	-	-	-
	Agosto	1.277	278	78,23%	1194	337	71,78%
	Setembro	1.237	352	71,54%	-	-	-
	Outubro	1.346	335	75,11%	-	-	-
	Novembro	1.309	322	75,40%	-	-	-
	Dezembro	1.370	215	84,31%	-	-	-
	<b>MÉDIA</b>	<b>1.205</b>	<b>255</b>	<b>78,83%</b>	<b>1167</b>	<b>248</b>	<b>78,64%</b>
FÓSFORO TOTAL (mg/L)	Janeiro	14,0	6,0	56,85%	12,5	4,8	61,52%
	Fevereiro	8,8	7,6	13,07%	11,5	5,5	52,05%
	Março	15,1	7,9	47,55%	10,9	4,5	58,62%
	Abril	16,1	6,4	60,30%	9,7	4,9	49,74%
	Maio	15,7	5,7	63,50%	9,6	5,3	45,09%
	Junho	13,2	6,6	50,15%	11,6	5,8	50,04%
	Julho	12,1	4,6	62,11%	9,8	5,8	40,84
	Agosto	13,7	11,5	16,01%	11,4	6,0	47,32%
	Setembro	13,7	10,5	22,82%	-	-	-
	Outubro	13,2	11,3	14,37%	-	-	-
	Novembro	11,2	10,9	3,12%	-	-	-
	Dezembro	16,1	6,3	61,02%	-	-	-
		<b>MÉDIA</b>	<b>13,6</b>	<b>7,0</b>	<b>48,53%</b>	<b>10,9</b>	<b>5,3</b>

**Tabela 7.** Qualidade microbiológica e físico-química do esgoto bruto e tratado da ETE-Brazlândia bem como sua eficiência em 2017 e 2018 (continuação).

SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS (mg/L)	Janeiro	466	80	82,73%	622	125	79,90%
	Fevereiro	300	74	75,33%	543	106	80,48%
	Março	613	128	79,12%	459	118	74,29%
	Abril	531	126	76,27%	392	79	79,85%
	Maio	494	114	76,92%	397	114	71,28%
	Junho	505	136	73,15%	350	47	86,57%
	Julho	506	116	77,11%	139	72	48,20%
	Agosto	512	199	61,13%	494	166	66,40%
	Setembro	460	182	60,43%	-	-	-
	Outubro	580	170	70,69%	-	-	-
	Novembro	546	166	69,60%	-	-	-
	Dezembro	641	136	78,78%	-	-	-
	<b>MÉDIA</b>	<b>513</b>	<b>135</b>	<b>73,68%</b>	<b>425</b>	<b>103</b>	<b>73,37%</b>
NITROGÊNIO AMONÍACAL TOTAL (mg/L)	Janeiro	-	-	-	-	-	-
	Fevereiro	-	-	-	-	-	-
	Março	-	-	-	-	-	-
	Abril	-	-	-	-	-	-
	Maio	-	-	-	-	-	-
	Junho	-	-	-	-	-	-
	Julho	-	-	-	-	-	-
	Agosto	-	-	-	80,0	51,9	35,13%
	Setembro	-	-	-	-	-	-
	Outubro	-	-	-	-	-	-
	Novembro	-	-	-	-	-	-
	Dezembro	-	-	-	-	-	-
	<b>MÉDIA</b>	-	-	-	<b>80,0</b>	<b>51,9</b>	<b>35,13%</b>

Fonte: CAESB; Agência Reguladora de águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal (2016)

A eficiência do sistema foi calculada com base nos dados fornecidos pela ADASA.

## **6.2 Critérios Exigidos para a Qualidade da Água para a Irrigação:**

A utilização de efluentes na irrigação normalmente envolve risco à saúde tanto para os trabalhadores quanto para os consumidores, em função da presença de micro-organismos patogênicos que estas águas residuárias podem conter. Quando se estuda a possibilidade de utilização de água residual no setor agrícola, deve-se analisar vários fatores tais como os riscos à saúde pública tendo como base o sistema de irrigação, o tipo de solo e a cultura em função da forma de consumo deste alimento/produto (cru ou cozido).

A maioria dos países que utilizam esta prática seguem as diretrizes da Organização Mundial de Saúde (OMS) que servem de referência ou são adotadas como normas com algumas adaptações locais. A OMS desde 1973 vem estabelecendo critérios e registrando os sucessos e os fracassos em sistemas de reúso de esgotos no mundo (WHO, 1973). Um dos documentos publicados estabelece critérios básicos para a proteção dos grupos de riscos associados à utilização de água residuária na agricultura como mostra a **Tabela 8** (WHO, 1989).

Além desses critérios sugeridos pela OMS, a avaliação da água a ser utilizada na irrigação agrícola deve atentar aos prováveis efeitos às culturas. Desse modo, a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) e a Agência de Proteção Ambiental (EPA) têm proposto parâmetros importantes a serem considerados tendo como base os impactos que podem ocorrer às diferentes culturas em função da água utilizada, como mostra a **Tabela 9**.

**Tabela 8.** Recomendação da qualidade microbiológica do esgoto para utilização na agricultura sugerida pela Organização Mundial da Saúde (1989)<sup>(1)</sup>

<b>Categoria</b>	<b>Condições de reúso</b>	<b>Grupos expostos</b>	<b>Nematódeos intestinais<sup>(2)</sup></b> (nº de ovos/L) <sup>(3)</sup>	<b>Coliformes fecais<sup>(4)</sup></b> (nº/100mL) <sup>(5)</sup>	<b>Sistemas de tratamento recomendado para atingir a qualidade microbiológica requerida</b>
<b>A</b>	Irrigação irrestrita de culturas a serem consumidas cruas, campos esportivos e parques públicos <sup>(6)</sup> .	trabalhadores, consumidores e público.	≤ 1	≤ 1.000 <sup>(6)</sup>	Lagoas de estabilização em série ou tratamento equivalente
<b>B</b>	Irrigação de culturas de cereais, culturas industriais, forrageiras, pastagens e árvores <sup>(7)</sup> .	trabalhadores	≤ 1	Não aplicável	Retenção em lagoas de estabilização por 8 a 10 dias ou remoção equivalente de helmintos e coliformes fecais.
<b>C</b>	Irrigação localizada de culturas da categoria B se não ocorrer exposição aos trabalhadores e ao público	Nenhum	Não aplicável	Não aplicável	Pré-tratamento requerido pela técnica de irrigação aplicada, mas não menos do que o tratamento primário.

Notas: (1) em casos específicos, fatores epidemiológicos, socioculturais ou ambientais devem ser levados em consideração e essas diretrizes modificadas de acordo; (2) *Ascaris* sp., *Trichuris* sp., *Necator americanus* e *Ancylostoma duodenale*; (3) média aritmética no período de um ano de irrigação; (4) *Escherichia coli*; (5) média geométrica no período de um ano de irrigação; (6) um valor mais restritivo (≤ 200 coliformes fecais/100mL) é mais apropriado para reúso em gramados públicos onde tenha o contato direto; (7) no caso de árvores frutíferas, a irrigação deve ser cessada duas semanas antes de os frutos serem colhidos e os frutos não podem ser colhidos no chão. A irrigação por sistemas de aspersores não deve ser utilizada.

Fontes: WHO (1989); Mancuso e Santos (2003).

**Tabela 9.** Condições mínimas que a água para a irrigação deve possuir para não afetar a plantação sugeridas pela Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) (EPA, 2012)<sup>(1)</sup>

Potencial problema gerado com a irrigação	Unidade	Grau de restrição de uso			
		Nenhuma	Leve a moderado	Severa	
<b>Salinidade<sup>(2)</sup></b>					
<b>CE<sup>(3)</sup></b>	dS/m	< 0,7	0,7 – 3,0	> 3,0	
<b>STD<sup>(4)</sup></b>	mg/L	< 450	450 – 2.000	> 2.000	
<b>Infiltração (avaliar usando somente SAR<sup>(5)</sup> e CE)<sup>(6)</sup></b>					
SAR	0 – 3	CE	> 0,7	0,7 – 0,2	< 0,2
	3 – 6		> 1,2	1,2 – 0,3	< 0,3
	6 – 12		> 1,9	1,9 – 0,5	< 0,5
	12 – 20		> 2,9	2,9 – 1,3	< 1,3
	20 – 40		> 5,0	5,0 – 2,9	< 2,9
<b>Toxicidade Específica<sup>(7)</sup></b>					
<b>Sódio (Na)<sup>(8)</sup></b>					
Irrigação superficial	SAR	< 3	3 – 9	> 9	
Irrigação por aspersão	meq/L	< 3	> 3		
<b>Cloreto (Cl)</b>					
Irrigação superficial	meq/L	< 4	4 – 10	> 10	
Irrigação por aspersão	meq/L	< 3	> 3		
<b>Boro (B)</b>	mg/L	< 0,7	0,7 – 3	> 3	
<b>Efeitos Diversos<sup>(9)</sup></b>					
<b>Nitrogênio (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)</b>	mg/L	< 5	5 – 30	> 30	
<b>Bicarbonatos (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)</b>	meq/L	< 1,5	1,5 – 8,5	> 8,5	
<b>pH</b>			Intervalo normal entre 6,5 e 8		

Notas: (1) Condições sugeridas pela FAO e adaptadas pela EPA; (2) Afeta a disponibilidade e a capacidade de absorção de água pelas culturas; (3) Condutividade elétrica; (4) Sólidos Totais Dissolvidos; (5) do inglês “sodium adsorption ratio” corresponde a taxa de adsorção de sódio é um parâmetro de qualidade de água para irrigação, além de ser um indicador de sustentabilidade de água usada na irrigação agrícola e um parâmetro padronizado de risco de sodicidade do solo; (6) corresponde a taxa de infiltração da água no solo; (7) afeta culturas sensíveis; (8) em sistemas de irrigação superficial algumas árvores são sensíveis a sódio e a cloreto. Na utilização de sistemas de irrigação por aspersão em condições de baixa umidade (< 30%), sódio e cloreto podem ser absorvidos pelas folhas de culturas sensíveis; (9) pode afetar culturas sensíveis.

De acordo como os critérios propostos pela OMS, o reúso para atender culturas enquadradas na categoria “C” é a menos restritiva. Observa-se que nenhum limite de patógenos é imposta nesta categoria, na qual o único grupo exposto aos riscos são os operadores, trabalhadores rurais. A OMS utiliza a premissa que há pouca ou nenhuma evidência de risco indicando para tais bactérias FAO(1992).

Em certas situações, algumas culturas de hortaliças podem ser consideradas como pertencendo à categoria “B”. Para este grupo, as culturas não podem ser consumidas cruas ou se as mesmas crescerem bem acima do solo, neste caso é necessário assegurar que a cultura não seja contaminada pela água da irrigação via aspersão ou caindo no solo. Desta forma não há risco para a saúde dos consumidores.

Os critérios sugeridos pela FAO (1992) e EPA (2012) tentam assegurar os riscos de salinização do solo que pode interferir no desenvolvimento das culturas. Tais parâmetros recomendados são aplicados para qualquer tipo de água utilizada, mesmo sendo as de reúso.

### **6.3 Culturas Praticadas na Região de Estudo**

De acordo com a Emater-DF, a região de Brazlândia tem uma vasta atuação na agropecuária. Segundo esse levantamento feito pela Emater a área utilizada na agricultura é de 2.979 hectares, tendo 772 hectares de grandes culturas principalmente na produção de milho. A fruticultura da região também se destaca com 661 hectares, mas a principal cultura da região que atinge uma área de 1.545 hectares é a de olericultura. (EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO DISTRITO FEDERAL, 2017a).

Além destas áreas de cultivo, a região ainda tem uma área inundada de 8 hectares responsável pela produção de 61 toneladas de peixe, principalmente tilápia. Observa-se ainda que a região possui um rebanho de 7.646 cabeças de bovinos, 2.300 de ovinos e 91 de caprinos que utiliza da pastagem local para a sua criação (EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO DISTRITO FEDERAL, 2017a).

Tomando toda a bacia do Descoberto, o que inclui as regiões de Ceilândia, Taguatinga e Gama, este levantamento aponta uma área total irrigada de 4.357 hectares como mostra a **Tabela 10**. Esta área tem consumo superior a 1.200 litros de água por segundo para a finalidade de irrigação (EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO DISTRITO FEDERAL, 2017b).

Observa-se neste levantamento várias culturas integrantes da “Categoria B” conforme as diretrizes da OMS, podem ser reequadradas na “Categoria C” com uma substituição dos sistemas de irrigação via aspersão para o método de irrigação localizado via gotejamento.

No entanto, essas categorias são prévias e com a sua adoção devem ser observados os efeitos desta prática à luz dos dados epidemiológicos, socioculturais e ambientais obtidos. Além disso, é importante observar que mesmo nessas condições deve ser atentado às condições sugeridas pela FAO e EPA para evitar danos ao solo e às culturas (**Tabela 9**).

**Tabela 10.** Tipos de cultura existentes na área de estudo bem como a sua classificação, as respectivas áreas de plantio, método de irrigação e demanda hídrica diária.

Tipo de culturas	Classe <sup>(1)</sup>	Área ocupada (ha)	Método de irrigação utilizado	Necessidade diária de água (m <sup>3</sup> /dia)
Acelga	A	44,46	Aspersão	609
Agrião	A	68,45	Aspersão	1.563
Alface	A	829,55	Aspersão	7.576
Almeirão	A	8,5	Aspersão	78
Berinjela	A	41,22	Aspersão	1.318
Brócolis	A	276,05	Aspersão	5.042
Cebola	A	3	Aspersão	55
Cebolinha	A	89	Aspersão	2.032
Cenoura	A	100,51	Aspersão	2.065
Chicória	A	0,5	Aspersão	5
Coentro	A	121,44	Aspersão	1.109
Couve	A	157,5	Aspersão	2.877
Couve-flor	A	80,6	Aspersão	1.288

**Tabela 10.** Tipos de cultura existentes na área de estudo bem como a sua classificação, as respectivas áreas de plantio, método de irrigação e demanda hídrica diária (continuação).

<b>Tipo de culturas</b>	<b>Classe<sup>(1)</sup></b>	<b>Área ocupada (ha)</b>	<b>Método de irrigação utilizado</b>	<b>Necessidade diária de água (m<sup>3</sup>/dia)</b>
Ervilha torta	A	20,5	Aspersão	281
Espinafre	A	30,27	Aspersão	553
Hortelã	A	21,99	Aspersão	402
Milho-verde	A	115,26	Aspersão	2.632
Morango	A	181,2	Gotejamento	4.344
Mostarda	A	6	Aspersão	96
Nabo	A	9	Aspersão	144
Pimenta	A	13	Aspersão	356
Pimentão	A	52,4	Aspersão	1.316
Rabanete	A	25,2	Aspersão	115
Repolho	A	161,13	Aspersão	2.943
Rúcula	A	97,27	Aspersão	1.332
Salsa	A	58,5	Aspersão	668
Tomate	A	110,55	Gotejamento	2.650
Tomate cereja	A	45,15	Gotejamento	1.082
Tomate italiano	A	5	Gotejamento	120
Uva	A	7,5	Aspersão	342
Abóbora	B	5	Aspersão	80
Abóbora híbrida	B	12	Aspersão	192
Abóbora italiana	B	131	Aspersão	2.094
Abóbora menina	B	107,3	Aspersão	1.715
Abóbora seca	B	5	Aspersão	80
Alho	B	2,6	Aspersão	83
Atemóia	B	34	Aspersão	3.105
Banana	B	28,5	Aspersão	3.904
Batata	B	3	Aspersão	68
Batata-doce	B	42,09	Aspersão	961
Beterraba	B	148,95	Aspersão	2.380
Café	B	45	Aspersão	4.932
Chuchu	B	114,1	Aspersão	6.252
Feijão-de-corda	B	13,45	Aspersão	184
Feijão-vagem	B	123,55	Aspersão	1.692
Gengibre	B	0,1	Aspersão	2
Goiaba	B	205	Aspersão	18.721
Graviola	B	5	Aspersão	457
Guariroba	B	2	Aspersão	91
Inhame	B	6,54	Aspersão	149
Jabuticaba	B	6	Aspersão	548

**Tabela 10.** Tipos de cultura existentes na área de estudo bem como a sua classificação, as respectivas áreas de plantio, método de irrigação e demanda hídrica diária (continuação).

Tipo de culturas	Classe <sup>(1)</sup>	Área ocupada (ha)	Método de irrigação utilizado	Necessidade diária de água (m <sup>3</sup> /dia)
Jiló	B	59	Aspersão	1.886
Laranja	B	5	Aspersão	457
Lichia	B	4	Aspersão	365
Limão	B	40,2	Aspersão	3.671
Mandioca	B	204,5	Aspersão	4.669
Mandioquinha	B	5,5	Aspersão	126
Manga	B	3,05	Aspersão	279
Maracujá	B	28,47	Aspersão	1.040
Melão	B	0,05	Aspersão	1
Pepino	B	35,1	Aspersão	801
Quiabo	B	59,5	Aspersão	1.358
Tangerina	B	36,1	Aspersão	3.297
Maxixe	C	56	Gotejamento	671
<b>Total Geral</b>	-	<b>4.357,35</b>	-	<b>111.303</b>

Notas: <sup>(1)</sup> De acordo com os critérios definidos pela Organização Mundial de Saúde em A, B ou C.

Fonte: EMATER-DF (2017b).

A **Tabela 10** mostra que somente um tipo de cultura atualmente pode ser classificado como da classe “C” segundo a OMS (1989), além de 30 serem do grupo “A” e 34 do grupo “B”, totalizando 65 variações de cultura na região. Atualmente somente 5 culturas utilizam o sistema de gotejamento para a irrigação e as demais usam aspersão. As culturas da classe “A” ocupam cerca de 2.780,7 ha, ou seja, 64% de toda a área plantada com um consumo total de 44.993 m<sup>3</sup>/dia. As culturas classificadas como “B” utilizam 1.520,7 ha o que corresponde a 34% de toda a área plantada e dispendendo 65.640 m<sup>3</sup>/dia de água como mostra a **Tabela 11**.

**Tabela 11.** classificação das culturas de acordo com sua classe com base nas diretrizes da WHO, áreas de plantio e demanda hídrica.

Classe	Área total		Necessidade hídrica (m <sup>3</sup> /dia)	Demanda hídrica
	Há	%		
A	2.780,7	64	44.993	40%
B	1.520,7	35	65.640	59%
C	56	1	671	1%

Fonte: Emater 2017 e WHO (1989) adaptada.

## 7 DISCUSSÃO

A agricultura se destaca no mundo todo em relação ao elevado consumo de água (TELLES, 1995). Práticas como reúso de água e a utilização de tecnologia de melhor aproveitamento dos recursos hídricos na irrigação são algumas das prováveis soluções para a redução desse consumo.

O efluente tratado gerado pela ETE-Brazlândia apresentou altas concentrações de matéria orgânica (DBO e DQO) e nutrientes (N e P), o que pode ser promissor na prática de reúso. Os nutrientes contidos nesses efluentes têm um grande potencial para a produção agrícola, uma vez que poderiam ser aproveitados como fertilizantes e a matéria orgânica serviria como estabilizador do solo. De acordo com Telles (1995), efluentes que contem entre 15 a 35 miligramas de nitrogênio, 5 a 10 miligramas de fósforo e aproximadamente 20 miligramas de potássio por cada litro podem ser utilizados na irrigação conseguindo suprimir totalmente os adubos químicos. Por outro lado, o descarte desse efluente em rios e/ou lagos pode provocar o fenômeno de eutrofização (VON SPERLING, 2015). O aproveitamento desse efluente, sob o ponto de vista desses parâmetros, pode representar em ganhos de produtividade.

Entretanto, um ponto crítico para esta prática é a carga microbiana presente (**Tabela 6**). Essa carga presente no efluente tratado pode representar riscos sanitários e para evitá-los é necessária uma redução a um limiar aceitável de acordo com os parâmetros recomendados pela OMS (**Tabela 8**). Tais riscos estão associados aos trabalhadores rurais e ao consumidor. Uma das alternativas possíveis para a redução dos riscos aos trabalhadores rurais seria a adoção de tecnologias como o gotejamento que minimiza o contato desses profissionais com esses efluentes. No entanto, a presença de sólidos suspensos (SS) no efluente tratado pode prejudicar o uso desses sistemas pois pode provocar entupimentos nas tubulações e nos aspersores.

Apesar das altas concentrações de matéria orgânica, nutrientes e SS no efluentes tratados pela ETE-Brazlândia, a eficiência do sistema lacunar foi em torno de 96% para DBO, 79% para DQO e 50% para PT (**Tabela 7**), o que pode ser considerado satisfatório para sistemas compostos por lagoa anaeróbia seguida por facultativa (JORDÃO; PESSÔA, 2011; VON SPERLING, 2017). No entanto, as concentrações de contaminantes no afluente ao sistema sugere um esgoto de altíssima carga e bem acima do característico de esgoto sanitário doméstico (JORDÃO; PESSÔA, 2011). Desse modo, é provável que ocorram contribuições de outros

efluentes oriundos de atividade industrial, por exemplo, na rede de coleta de esgotos o que pode estar elevando essa carga afluyente.

Tomando como base a recomendação da OMS (**Tabela 8**), somente culturas do tipo “C” poderiam receber este efluente. No entanto, outros parâmetros de qualidade devem ser avaliados para não provocar toxicidade às culturas locais como salinização do solo (**Tabela 9**), mesmo nos sistemas de menor risco à saúde.

De acordo com o levantamento das culturas que ocorrem na região (**Tabelas 10 e 11**), somente 1% da área de cultivo (56 ha) se enquadra na categoria “C” que seria a menos restritiva e com uma necessidade hídrica de 671 m<sup>3</sup>/dia. Todo esgoto tratado gerado pela ETE-Brazlândia (41 L/s ou 3.542 m<sup>3</sup>/dia) atenderia a esta necessidade (cultura de maxixe). As culturas da categoria “B” que representa 35% de toda área plantada com uma demanda hídrica de 65.640 m<sup>3</sup>/dia poderiam utilizar deste efluente desde que fossem utilizadas outras tecnologias de irrigação que reduzissem os riscos aos trabalhadores rurais como o gotejamento ou adequação do processo de tratamento dos esgotos domésticos. Desta forma, mesmo as culturas da categoria “A” como morango e tomate, seria importante avaliar os riscos de contaminação do produto uma vez que elas utilizam irrigação localizada (gotejamento).

A **Tabela 10** mostra que a maior parte dos cultivos utiliza aspersão convencional como método de irrigação. A substituição desse sistema por irrigação localizada (gotejamento) possibilitaria um aumento no rendimento de até 15%, ou seja, uma economia de aproximadamente 20% de gasto de água (**Tabela 4**). Em números reais, as culturas irrigadas por aspersão demandam em média 102.436 m<sup>3</sup>/dia, logo esta troca de tecnologia poderia favorecer uma economia diária em torno de 20.500 m<sup>3</sup> de água. Tendo como base a Instrução normativa 02 da ADASA (AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS, ENERGIA E SANEAMENTO DO DISTRITO FEDERAL, 2017), o volume de água necessário para irrigar uma área equivalente a 1 hectare via gotejamento é em média pouco superior a 50% do volume necessário para irrigar a mesma área via aspersão, conforme o que pode ser observado na **Tabela 12**.

**Tabela 12.** Consumo Médio Diário de Água para Atendimento das Necessidades Hídricas das culturas.

Estimativa de consumo de água por hectare de acordo com as culturas	Aspersão (m <sup>3</sup> /ha/dia)	Gotejamento (m <sup>3</sup> /ha/dia)	% do volume Got/Asp <sup>(1)</sup>
Abacaxi	29	-	-
Alface/hortelã/paisagismo	49	25	51%
Algodão	73	38	52%
Alho/café/tomate	44	26	59%
Banana/batata/cebola/cenoura/feijão/soja/sorgo	54	29	54%
Caju/laranja/limão/manga/tangerina	36	19	53%
Chuchu/goiaba/graviola/mandioca	39	21	54%
Girassol/gramíneas/jiló/mamão/maracujá/pastagens/trigo	48	26	54%
Milho	59	29	49%
Pepino	54	29	54%

Notas: <sup>(1)</sup> Porcentagem do volume estimado de água necessária para a irrigação via gotejamento sobre a irrigação via aspersão.

Fonte: adaptado de Agência Nacional das Águas (2006).

Portanto, essas medidas poderiam reduzir os conflitos pela água no local, além de garantir a distribuição para a população. Para a adoção de medidas de reúso dos efluentes tratados, faz-se necessário estudos mais aprofundados elucidando os riscos de contaminação das culturas e de obstruções dos sistemas de irrigação, além de pós tratamento para a redução da carga microbiológica e de resíduos sólidos (SS). Tomando como base o consumo de água de 180 L/pessoa.dia (SNIS, 2013), esta economia seria suficiente para atender a um pouco mais de 100.000 habitantes.

## 8 CONCLUSÕES

O efluente tratado da ETE-Brazlândia é um forte candidato a ser aproveitado nas culturas locais devido aos seus teores de matéria orgânica e nutrientes encontrados. No entanto, ele pode representar um alto risco à saúde dos trabalhadores rurais e aos consumidores dos produtos pois apresentam concentrações elevadas de coliformes. A partir do levantamento das culturas locais, somente 1% da área cultivada teria potencial de sua aplicação direta e de acordo com os dados técnicos avaliados, mais estudos devem ser realizados para avaliar o impacto dos efluentes nas culturas.

Uma solução menos custosa para a economia de água na região seria a alteração dos sistemas de irrigação utilizados. A maior parte das culturas utilizam aspersão convencional e a sua troca por sistemas de gotejamento reduziria a captação de água do reservatório bem como os conflitos locais pela água.

## 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.969**: Tanques sépticos: unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos. Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS, ENERGIA E SANEAMENTO DO DISTRITO FEDERAL. **Instrução Normativa 02**: Estabelece valores de referência para outorga de uso de recursos hídricos em corpos de água de domínio do Distrito Federal e dá outras providências. Brasília, 2006. Disponível em: <[http://www.adasa.df.gov.br/images/stories/anexos/8Legislacao/InstrNormat/IN002\\_2006.pdf](http://www.adasa.df.gov.br/images/stories/anexos/8Legislacao/InstrNormat/IN002_2006.pdf)>. Acesso em: 14 out. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: 2013. Brasília: ANA, 2013. Disponível em: <[http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/ANA\\_Conjuntura\\_Recursos\\_Hidricos\\_Brasil/ANA\\_Conjuntura\\_Recursos\\_Hidricos\\_Brasil\\_2013\\_Final.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/ANA_Conjuntura_Recursos_Hidricos_Brasil/ANA_Conjuntura_Recursos_Hidricos_Brasil_2013_Final.pdf)>. Acesso em: 14 out. 2018.

BASTOS, R. K. X. **Utilização de esgotos tratados em fertirrigação, hidroponia e psicultura. Programa de Pesquisas em Saneamento Básico**: PROSAB. Rio de Janeiro: ABES, RIMA, 2003. 267 p.

BEEKMAN, G. B. Qualidade e conservação da água. In: ENCONTRO NACIONAL DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL, 1996, Brasília. **Conferência...** Brasília: Associação Brasileira das Entidades de Assistência Técnica e Extensão Rural, 1996.

BERNARDI, C. C. **Reúso de água para irrigação**. Monografia (Pós-graduação), Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada, Fundação Getúlio Vargas, Brasília-DF, 2003.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da União, Brasília – DF, janeiro de 1997.

BRASIL. **Resolução Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília – DF, março de 2005.

BRASIL. **Resolução Conselho Nacional de Recursos Hídricos nº 54, de 28 de novembro de 2005**. Estabelece critérios gerais para reúso de água potável. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília – DF, março de 2006.

BRASÍLIA. **Plano Distrital de Saneamento Básico**. Brasília: Governo do Distrito Federal, 2017. No prelo. Disponível em: <<http://www.planodesaneamentodf.com.br/download-de-documentos>>. Acesso em: 10 ago. 2018.

BRASÍLIA. **Plano Integrado de Enfrentamento à Crise Hídrica**. Brasília, 2017. Disponível em: <<https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/wp-conteudo/uploads/2017/03/plano-integrado-de-enfrentamento-a-cri-se-hidrica-governo-de-brasilia.pdf>>. Acesso em: 26 dez. 2017.

BRASÍLIA. **Plano Integrado de Enfrentamento à Crise Hídrica**. Brasília, 2018. Disponível em: <<https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/wp-conteudo/uploads/2017/03/plano-integrado-de-enfrentamento-a-cri-se-hidrica-governo-de-brasilia.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2018.

COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO DISTRITO FEDERAL. Estações de Tratamento de Esgoto. **Caesb**, Brasília. Disponível em: <<http://atlascaesb.maps.arcgis.com/apps/MapJournal/index.html?appid=9babae05a8a1444180cdf3df83f67fb7>>. Acesso em: 26 dez. 2017.

CHRISTOFIDIS, D. **Irrigação, a fronteira hídrica na produção de alimentos**: Irrigação e Tecnologia Moderna. Brasília: ABID, n. 54, p. 46-55, 2002.

CHRISTOFIDIS, D. Recursos hídricos, irrigação e segurança alimentar. In: FREITAS, M. A. V. de. **O estado das águas no Brasil**. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas, 2003.

CHRISTOFIDIS, D. Agricultura Irrigada Sustentável no Semárido e no Rio Grande do Norte. **Revista Irrigação e Tecnologia Moderna**. n. 74/75, 2 trim. 2007. Brasília. ABID, 2007.

COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A.; OLIVEIRA, S. L. de. **Agricultura Irrigada**: Eficiência de irrigação e de uso de água. *Bahia Agrícola*, v.7, p.57-60, 2005.

COLLA, G. et al. Responses of processing tomato to water regime and fertilization in central Italy. **Acta Horticulture**, v.487, p.531-535, 1999.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema de Produção de Uva de Mesa no Norte do Paraná**: Manejo da irrigação. Dez./ 2005. ISSN 1678-8761. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/MesaNorteParana/irrigacao.htm>>. Acesso em: 08 jan. 2019.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO DISTRITO FEDERAL. **EMATER-DF - 14.203**. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://www.emater.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/04/rel2017.pdf>>. Acesso em: 08 jan. 2019.

FAGGION, F.; OLIVEIRA, C. A. S.; CHRISTOFIDIS, D. Uso eficiente da água: uma contribuição para o desenvolvimento sustentável da agropecuária. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Universidade de Brasília, Brasília, v. 2, n. 1, jan./abr. 2009.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **AQUASTAT**: Information System on Water and Agriculture. Roma: FAO, 2010. Disponível em: <<http://shorturl.at/hwHQ9>>. Acesso em: 26 dez. 2017.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The State Of Food And Agriculture 2002**. Roma: FAO, 2002. ISBN 92-5-104762-6.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Wastewater treatment and use in agriculture: Irrigation and Drainage**. Roma: FAO, 1992.

FERRAREZI, R. S. et al. Subirrigation: Historical overview, challenges, and future prospects. **HortTechnology** v. 25, p. 262-276, 2015.

FOLEGATTI, M. V.; DUARTE, A. S.; GONÇALVES, R. A. B. Uso de águas residuárias na agricultura. In: WORKSHOP USO E REUSO DE ÁGUAS DE QUALIDADE INFERIOR: REALIDADES E PERSPECTIVAS. Campina Grande: UFCG/UEPB, Campina Grande, p.194-218, 2005.

GUIDOLIN, J. C. **Reúso de efluentes**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos, 2000.

HESPANHOL, I. Esgotos como Recurso Hídrico. Parte I: Dimensões Políticas, Institucionais, Legais, Econômico-financeiras e Socioculturais. **Engenharia**, São Paulo: Instituto de Engenharia de São Paulo, v. 55, n. 523, 1997.

HESPANHOL, I. Potencial de reúso de água no Brasil: Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, São Paulo, v. 7, n. 4, out./dez. 2002, p.75-95.

LANDA, H.; CAPELA, A.; JIMÉNES, B. Particle size distribution in an effluent from an advanced primary treatment and its removal during filtration. **Water Science and Technology**, London, v. 36, p. 159-165, 1997.

LINEU, N. R; DOMINGUES, A. F. **Agricultura Irrigada: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável**. Brasília: ANA, 2017.

MADDOCKS, A.; YOUNG, R. S.; REIG, P. Ranking the World's Most Water-Stressed Countries in 2040. **World Resources Institute**, agos. 26, 2015. Disponível em: <<http://www.wri.org/blog/2015/08/ranking-world%E2%80%99s-most-water-stressed-countries-2040>> Acesso em: 26 set. 2018.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. **Reuso de água**. Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública. Núcleo de Informações em Saúde Ambiental, Barueri, SP: Manole, 2003. 579p.

MONTE, M. H. M. **Water Reuse In Europe**. Official Publication of the European Water Association (EWA), 2007. Disponível em: < [http://www.ewa-online.eu/tl\\_files/\\_media/content/documents\\_pdf/Publications/E-Water/documents/21\\_2007\\_07.pdf](http://www.ewa-online.eu/tl_files/_media/content/documents_pdf/Publications/E-Water/documents/21_2007_07.pdf)>. Acesso em: 27 dez. 2018.

OLIVEIRA, Nielmar. População Brasileira passa de 208,4 milhões de pessoas, mostra IBGE. **Agência Brasil**, 29 ago. 2018. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-08/populacao-brasileira-passa-de-2084-milhoes-de-pessoas-mostra-ibge>>. Acesso em: 27 dez. 2018.

OLIVEIRA, P. C. P. et al. Produção de moranga irrigada com esgoto doméstico tratado. **Revista Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.17, n.8, p.861–867, 2013.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA JÚNIOR, G.; TUNDISI, J. G. **Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação**. São Paulo: Escrituras Editora. 3ª. Ed. 1999. 717 p.

REBOUÇAS, A. C. Panorama da água doce no Brasil. In: REBOUÇAS, Aldo da C. (Org.). **Panoramas da degradação do ar, da água doce e da terra no Brasil**. São Paulo: IEA/USP; Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1997. 150 p

REBOUÇAS, J. R. L. et al. Crescimento do feijão-caupi irrigado com água residuária de esgoto doméstico tratado. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 1, p. 97-102, 2010.

REUNIÃO DO COMITÊ TÉCNICO DE ENFRENTAMENTO À CRISE HÍDRICA DA CASA CIVIL DO GDF, 2017b, Brasília. Memorial sobre os dados de levantamento de irrigação e demanda hídrica na Bacia do Descoberto, Brasília: Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal, 2017b.

ROCHA, C. T. D. ; CHRISTOFIDIS, D. No Brasil existem dez hectares cultivados de forma tradicional para cada hectare cultivado com irrigação. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, DF. v. 23, n. 3, p. 112-114, jul/ago. 2014.

PRIETO, M. H., BALLESTEROS, R., LÓPEZ, J. Influence of irrigation system and strategy on the agronomic and quality parameters of the processing tomato in extremadura. In: Proceedings of the Sixth International ISHS Symposium on the Processing Tomato and the Workshop on Irrigation and Fertigation of Processing Tomato, Pamplona, Spain, 25-29 May 1998. **Acta-Horticulturae**. 1999, n. 487, p. 575-579. 1999.

SHIKLOMANOV, I. A. **Comprehensive assesment of the freshwater resources of the world: assessment of water resources and water availability in the world**. Geneva WMO, 1997. 85 p.

SOSINSKI, L.W. A gestão dos usos múltiplos da água. **Infobibos**, 2010. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2010\\_1/agua/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2010_1/agua/index.htm)>. Acesso em: 2 jan. 2019

SOUZA, A. M. S. et al. Qualidade da água deso e água residuária proveniente do Sistema de lagoas de estabilização. **Revista Brasileira Agricultura Irrigada**, v. 9, n.1, p. 24 - 31, 2015.

TESTEZLAF, R. **Irrigação: Métodos, Sistemas e Aplicações**. Campinas: Faculdade de Engenharia Agrícola, Unicamp, Campinas, 2017.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: Rima, 2003. 248p.

TUNDISI, J. G. et al. A bacia hidrográfica do Tiete-Jacaré: estudo de caso em pesquisa e gerenciamento. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 159 – 172, 2008.

TSUTIYA, M. T. Uso agrícola dos efluentes das lagoas de estabilização de São Paulo. In: XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, São Paulo 1978. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária, 1978. p. 1-16.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Perspectivas da População Mundial 2017. **Population**, 2018. Disponível em: <<https://population.un.org/wpp/DataQuery/>>. Acesso em: 27 dez. 2018.

UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND (UNICEF); WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Diarrhoea**: why children are still dying and what can be done: Maternal, newborn, child and adolescent health. Who, 2009. Disponível em: <[http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44174/9789241598415\\_eng.pdf;jsessionid=74DCED0AB20EB3F5757F311E8CE4450F?sequence=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44174/9789241598415_eng.pdf;jsessionid=74DCED0AB20EB3F5757F311E8CE4450F?sequence=1)>. Acesso em: 20 dez. 2018.

## ANEXOS

## Anexo I: Dados dos efluentes da ETE- Brazlândia, fornecidos pela Caesb.

Concentrações Médias Mensais do Efluente final da ETE-Brazlândia											
Ano	Mês	Coliformes Totais (NMP/100mL)	DBO (mg/L)	DBOfiltrado (mg/L)	DQO (mg/L)	DQOfiltrado (mg/L)	N-NHx (mg/L)	pH	P Total (mg/L)	SS (mg/L)	TKN (mg/L)
2013	Janeiro	-	57,0	-	216,9	141,6	44,4	7,5	7,0	49,9	52,9
	Fevereiro	-	75,0	-	289,2	143,0	42,1	7,4	7,0	52,2	58,1
	Março	-	68,8	-	204,4	127,5	39,0	7,3	7,4	58,7	56,1
	Abril	-	63,0	-	199,8	-	37,6	7,5	8,0	58,3	55,4
	Maiο	-	70,0	-	169,7	-	44,9	7,3	8,7	58,0	65,4
	Julho	-	61,3	-	231,0	-	35,6	7,5	8,2	93,0	65,7
	Agosto	-	66,0	-	277,0	-	36,9	7,7	8,8	146,4	66,1
	Setembro	230.000,0	67,5	-	-	-	40,6	7,6	8,7	150,2	67,0
	Outubro	330.000,0	85,0	-	-	-	33,5	7,6	9,8	164,8	67,9
	Novembro	490.000,0	95,0	-	-	-	29,4	7,6	-	155,6	-
	Dezembro	79.000,0	85,0	-	287,3	61,5	39,6	7,5	8,2	153,3	59,8
	Janeiro	79.000,0	56,0	-	222,5	71,0	31,3	7,6	7,4	104,5	51,0

Concentrações Médias Mensais do Efluente final da ETE-Brazlândia											
Ano	Mês	Coliformes Totais (NMP/100mL)	DBO (mg/L)	DBOfiltrado (mg/L)	DQO (mg/L)	DQOfiltrado (mg/L)	N-NHx (mg/L)	pH	P Total (mg/L)	SS (mg/L)	TKN (mg/L)
2014	Janeiro	79.000,0	45,5	-	229,2	93,5	37,1	7,6	7,3	62,2	55,4
	Fevereiro	-	47,5	-	224,3	68,0	35,2	7,6	8,8	89,5	56,5
	Março	790.000,0	68,3	-	267,0	55,3	21,0	7,8	7,7	107,0	55,4
	Abril	23.000,0	59,0	-	201,5	68,0	35,2	7,9	6,7	99,5	46,4
	Maiο	-	72,5	-	275,3	101,0	32,8	8,0	7,5	103,7	60,2
	Julho	490.000,0	100,0	-	362,6	100,8	45,7	7,8	7,3	136,3	71,6
	Agosto	700.000,0	86,3	-	248,5	116,0	48,3	7,6	8,5	96,5	74,3
	Setembro	79.000,0	106,0	-	258,0	111,8	47,2	7,7	6,9	86,9	65,6
	Outubro	490.000,0	117,5	-	333,5	137,0	43,1	7,5	6,7	94,0	64,0
	Novembro	130.000,0	75,0	-	373,7	95,8	34,5	7,6	6,4	158,2	64,3
	Dezembro	490.000,0	87,5	-	327,7	90,4	30,8	7,7	7,3	151,3	58,2

Concentrações Médias Mensais do Efluente final da ETE-Brazlândia											
Ano	Mês	Coliformes Totais (NMP/100mL)	DBO (mg/L)	DBOfiltrado (mg/L)	DQO (mg/L)	DQOfiltrado (mg/L)	N-NHx (mg/L)	pH	P Total (mg/L)	SS (mg/L)	TKN (mg/L)
2015	Janeiro	790.000,0	93,8	-	272,5	115,3	40,7	7,8	8,4	109,0	59,7
	Fevereiro	230.000,0	113,3	-	862,5	91,3	38,3	7,2	9,3	311,5	65,6
	Março	230.000,0	82,0	-	297,3	75,4	35,8	7,6	7,2	149,7	54,7
	Abril	490.000,0	128,3	-	324,0	77,5	34,1	7,6	7,6	106,0	-
	Maiο	3.300.000,0	106,3	-	338,7	76,5	43,2	7,5	9,2	155,0	70,9
	Junho	130.000,0	81,0	-	348,4	83,8	46,7	7,4	9,1	161,6	74,9
	Julho	170.000,0	86,3	-	358,8	96,5	57,2	7,5	10,6	157,8	77,3

Agosto	330.000,0	61,7	-	330,8	99,3	56,3	7,3	10,6	120,8	-
Setembro	230.000,0	-	17,8	344,1	90,0	50,9	7,6	9,8	144,4	-
Outubro	790.000,0	-	13,7	394,8	95,7	47,6	7,7	9,2	151,4	-
Novembro	230.000,0	-	17,8	292,2	93,5	39,9	7,6	7,8	100,7	-
Dezembro	490.000,0	-	18,0	314,9	80,6	37,1	7,6	7,9	125,9	-

### Concentrações Médias Mensais do Efluente final da ETE-Brazlândia

Ano	Mês	Coliformes Totais (NMP/100mL)	DBO (mg/L)	DBO <sub>filtrado</sub> (mg/L)	DQO (mg/L)	DQO <sub>filtrado</sub> (mg/L)	N-NHx (mg/L)	pH	P Total (mg/L)	SS (mg/L)	TKN (mg/L)
2016	Janeiro	217.000,0	-	17,7	324,8	87,8	36,2	7,7	6,7	109,0	-
	Fevereiro	403.000,0	-	14,3	279,5	84,0	36,8	7,9	6,0	122,7	-
	Março	-	-	26,0	352,1	97,0	41,1	7,4	8,9	174,0	-
	Abril	862.000,0	-	31,3	262,6	98,0	43,1	7,6	9,1	129,4	-
	Maio	-	-	43,0	348,3	108,0	47,1	7,6	9,6	140,3	-
	Agosto	270.000,0	-	18,0	426,5	118,3	54,1	7,6	9,3	134,0	-
	Setembro	144.000,0	-	21,5	351,0	107,0	44,9	7,4	9,3	133,5	-
	Outubro	403.000,0	-	23,6	315,9	118,0	46,3	7,7	8,7	121,4	-
	Novembro	403.000,0	-	12,7	269,0	86,3	41,5	7,6	7,2	91,0	-
Dezembro	259.000,0	-	18,5	274,6	93,3	38,5	7,5	8,0	126,2	-	

### Concentrações Médias Mensais do Efluente final da ETE-Brazlândia

Ano	Mês	Coliformes Totais (NMP/100mL)	DBO (mg/L)	DBO <sub>filtrado</sub> (mg/L)	DQO (mg/L)	DQO <sub>filtrado</sub> (mg/L)	N-NHx (mg/L)	pH	P Total (mg/L)	SS (mg/L)	TKN (mg/L)
2017	Janeiro	403.000,0	-	24,3	274,6	132,0	41,8	7,8	8,0	95,2	403.000,0
	Fevereiro	102.000,0	-	20,0	392,3	91,5	43,4	7,6	8,8	104,0	102.000,0
	Março	259.000,0	-	15,0	293,2	111,4	44,5	7,7	9,3	157,6	259.000,0
	Abril	403.000,0	-	12,7	418,2	86,3	42,0	7,5	9,6	156,2	403.000,0
	Maio	684.000,0	-	27,5	320,2	120,0	52,4	7,5	9,1	160,0	684.000,0
	Junho	1.280.000,0	-	26,0	401,8	115,2	50,3	7,3	11,0	177,9	1.280.000,0
	Julho	434.000,0	-	13,8	427,0	125,5	55,8	7,7	9,6	184,0	434.000,0
	Agosto	403.000,0	-	24,6	389,6	115,2	48,3	7,6	11,6	177,7	403.000,0
	Setembro	247.000,0	-	27,3	352,3	124,5	49,6	7,5	10,7	181,8	247.000,0

**Anexo II:** Dados das culturas da bacia do descoberto, retirados do memorial da reunião sobre irrigação na bacia do Rio Descoberto, que ocorreu na sede da Emater- DF no dia 09/02/2017, fornecidos pela Emater.

Culturas	Área	mm/ciclo	Demanda total - m <sup>3</sup>	Eficiência Irrigação	Demanda real (m <sup>3</sup> )	Necessidade (L/dia)	Necessidade (L/s)
Abóbora	5	350	17500	0,6	29167	80	0,92
Abóbora híbrida	12	350	42000	0,6	70000	192	2,22
Abóbora italiana	131	350	458500	0,6	764167	2094	24,23
Abóbora menina	107,3	350	375550	0,6	625917	1715	19,85
Abóbora seca	5	350	17500	0,6	29167	80	0,92
Acelga	44,46	300	133380	0,6	222300	609	7,05
Agrião	68,45	500	342250	0,6	570417	1563	18,09
Alface	829,55	200	1659100	0,6	2765167	7576	87,68
Alho	2,6	700	18200	0,6	30333	83	0,96
Almeirão	8,5	200	17000	0,6	28333	78	0,9
Atemóia	34	2000	680000	0,6	1133333	3105	35,94
Banana	28,5	3000	855000	0,6	1425000	3904	45,19
Batata	3	500	15000	0,6	25000	68	0,79
Batata-doce	42,09	500	210450	0,6	350750	961	11,12
Berinjela	41,22	700	288540	0,6	480900	1318	15,25
Beterraba	148,95	350	521325	0,6	868875	2380	27,55
Brócolis	276,05	400	1104200	0,6	1840333	5042	58,36
Café	45	2400	1080000	0,6	1800000	4932	57,08
Cebola	3	400	12000	0,6	20000	55	0,63
Cebolinha	89	500	445000	0,6	741667	2032	23,52
Cenoura	100,51	450	452295	0,6	753825	2065	23,9
Chicória	0,5	200	1000	0,6	1667	5	0,05
Chuchu	114,1	1200	1369200	0,6	2282000	6252	72,36
Coentro	121,44	200	242880	0,6	404800	1109	12,84
Couve	157,5	400	630000	0,6	1050000	2877	33,3
Couve-flor	80,6	350	282100	0,6	470167	1288	14,91
Ervilha torta	20,5	300	61500	0,6	102500	281	3,25
Espinafre	30,27	400	121080	0,6	201800	553	6,4
Feijão-de-corda	13,45	300	40350	0,6	67250	184	2,13
Feijão-vagem	123,55	300	370650	0,6	617750	1692	19,59
Gengibre	0,1	500	500	0,6	833	2	0,03
Goiaba	205	2000	4100000	0,6	6833333	18721	216,68
Graviola	5	2000	100000	0,6	166667	457	5,28
Guariroba	2	1000	20000	0,6	33333	91	1,06
Hortelã	21,99	400	87960	0,6	146600	402	4,65
Inhame	6,54	500	32700	0,6	54500	149	1,73
Culturas	Área	mm/ciclo	Demanda total (m <sup>3</sup> )	Eficiência Irrigação	Demanda real (m <sup>3</sup> )	Necessidade (L/dia)	Necessidade (L/s)
Jiló	59	700	413000	0,6	688333	1886	21,83

Laranja	5	2000	100000	0,6	166667	457	5,28
Lichia	4	2000	80000	0,6	133333	365	4,23
Limão	40,2	2000	804000	0,6	1340000	3671	42,49
Mandioca	204,5	500	1022500	0,6	1704167	4669	54,04
Mandioquinha	5,5	500	27500	0,6	45833	126	1,45
Manga	3,05	2000	61000	0,6	101667	279	3,22
Maracujá	28,47	800	227760	0,6	379600	1040	12,04
Maxixe	56	350	196000	0,8	245000	671	7,77
Melão	0,05	350	175	0,6	292	1	0,01
Milho-verde	115,26	500	576300	0,6	960500	2632	30,46
Morango	181,2	700	1268400	0,8	1585500	4344	50,28
Mostarda	6	350	21000	0,6	35000	96	1,11
Nabo	9	350	31500	0,6	52500	144	1,66
Pepino	35,1	500	175500	0,6	292500	801	9,28
Pimenta	13	600	78000	0,6	130000	356	4,12
Pimentão	52,4	550	288200	0,6	480333	1316	15,23
Quiabo	59,5	500	297500	0,6	495833	1358	15,72
Rabanete	25,2	100	25200	0,6	42000	115	1,33
Repolho	161,13	400	644520	0,6	1074200	2943	34,06
Rúcula	97,27	300	291810	0,6	486350	1332	15,42
Salsa	58,5	250	146250	0,6	243750	668	7,73
Tangerina	36,1	2000	722000	0,6	1203333	3297	38,16
Tomate	110,55	700	773850	0,8	967313	2650	30,67
Tomate cereja	45,15	700	316050	0,8	395063	1082	12,53
Tomate italiano	5	700	35000	0,8	43750	120	1,39
Uva	7,5	1000	75000	0,6	125000	342	3,96
<b>Total Geral</b>	<b>4357,35</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>111303</b>	<b>1288</b>

 Culturas normalmente irrigadas por gotejamento na Bacia

 Culturas normalmente irrigadas por aspersão na Bacia