

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

JÉSSICA GONÇALVES MARTINS

**USO PLANEJADO DE ÁGUA RESIDUÁRIA PROVENIENTE DE
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO NA IRRIGAÇÃO EM
CULTURA DE ALFACE CRESPA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

FRANCISCO BELTRÃO

2015

JÉSSICA GONÇALVES MARTINS

**USO PLANEJADO DE ÁGUA RESIDUÁRIA PROVENIENTE DE
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO NA IRRIGAÇÃO EM
CULTURA DE ALFACE CRESPA**

Trabalho de Conclusão de Graduação apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, do curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Francisco Beltrão, como requisito parcial para a obtenção do título Engenheiro Ambiental.

Orientadora: Prof^a Doutora Ticiane Sauer Pokrywiecki

Co-orientadora: Prof^a Doutora Ellen Porto Pinto

FRANCISCO BELTRÃO

2015

TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC2

**USO PLANEJADO DE ÁGUA RESIDUÁRIA PROVENIENTE DE
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO NA IRRIGAÇÃO EM
CULTURA DE ALFACE CRESPA**

por

JÉSSICA GONÇALVES MARTINS

Trabalho de Conclusão de Curso 2 apresentado às 09 horas e 00 min., do dia 26 de novembro de 2015, como requisito para aprovação da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Francisco Beltrão. A (o) candidata (o) foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca examinadora:

Marcelo Bortoli

Coordenador do Curso de Engenharia
Ambiental

Ellen Porto Pinto

Professor Orientador/Co-orientador

Juan Carlos Pokrywiecki

Membro da Banca

Elisete Guimarães

Professor Co-orientador

Denise Andréia Szymczak

Professor do TCC2

“A folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pela saúde, força e perseverança em todos os momentos.

A minha família, namorado e amigos pelo amor, atenção e apoio incondicional. Mesmo nos momentos de angústia em que sempre me incentivaram e revitalizaram minhas esperanças.

A esta universidade pela disponibilização das instalações e equipamentos, que propiciaram a realização do presente estudo. Assim como pelos anos de convívio com brilhantes profissionais. E a CAPES por me proporcionar a incrível experiência de um intercâmbio internacional.

A minha orientadora Ticiane Sauer Pokrywiecki e co-orientadora Ellen Porto Pinto pelas correções, sugestões e incentivo.

Ao professor Juan Carlos Pokrywiecki pela disponibilização de seu tempo para me auxiliar sempre que foi possível.

Ao motorista Everaldo pelo tempo e auxílio dedicados ao estudo.

A professora Naimara pelas sugestões e tempo dedicados ao estudo.

Aos professores e técnicos administrativos que nos últimos anos trabalharam para que fosse possível eu chegar nesta etapa de minha vida.

A todos que de alguma maneira estiveram comigo nesta longa caminhada.

Ser sábio não significa ser perfeito, não falhar, não chorar e não ter momentos de fragilidade. Ser sábio é aprender a usar cada dor como uma oportunidade para aprender lições, cada erro como uma ocasião para corrigir caminhos, cada fracasso como uma chance para recomeçar. (Augusto Cury, 2015).

RESUMO

MARTINS, Jéssica Gonçalves. **Uso planejado de água residuária proveniente de estação de tratamento de esgoto na irrigação em cultura de alface crespa.** 2015. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Programa de Graduação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2015.

Por muito tempo pensou-se na água como um recurso natural ilimitado. No entanto, o desenvolvimento industrial e tecnológico, assim como o crescimento populacional, fizera com que as demandas por este recurso aumentassem significativamente de modo a causar perturbações em seu ciclo natural. As atividades humanas mesmo as mais simples do dia a dia geram efluentes líquidos, que devem ser tratados previamente antes do seu despejo em corpos hídricos ou em sistemas de infiltração. Essas águas residuais, mesmo após os tratamentos apresentam certa quantidade de nutrientes e matéria orgânica, as quais devem seguir limites impostos pela legislação vigente. Ao ser despejado esgoto tratado em redes naturais de drenagem inicia-se o processo de autodepuração propiciado pelos organismos presentes no ambiente. Contudo, estes despejos não serão os únicos deste curso d'água. Em sua extensão diversos despejos são incorporados, sendo eles pontuais ou não, tornando a autodepuração dos cursos naturais, cada vez mais difícil. Neste sentido surge o reúso de água, uma prática utilizada há muito tempo, que nos últimos anos vem ganhando mais espaço no Brasil pela atual crise hídrica vivenciada. Sendo a maior demanda de água do país no setor agrícola, o reúso de águas de menor qualidade se torna um novo tema de pesquisas e tecnologias a serem exploradas. As águas residuárias oriundas do esgoto doméstico, por possuírem quantidade equilibrada de nutrientes podem ser utilizadas como recurso de valor econômico ao setor agrícola, na utilização do mesmo em sistemas de fertirrigação. Neste contexto, o presente estudo teve por objetivo avaliar a irrigação de cultura de alface crespa, utilizando água residuária de forma planejada, proveniente de uma Estação de Tratamento de Esgoto. O sistema foi implantado utilizando dois tratamentos, CO – água de poço e EF – Água residuária com oito repetições cada. O qual foi realizado após a caracterização da água residuária, que obteve como resultados, elevados valores para demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio, nitrogênio, fósforo, quando comparados a estudos já realizados e contagem de coliformes termotolerantes. Sendo este último, responsável pelo uso de sistema fechado para a aplicação do experimento. No entanto, os parâmetros encontram-se dentro do permitido pela legislação vigente. Posteriormente testes de produtividade e qualidade sanitária da alface produzida foram realizados, obtendo como resultado maior área foliar, número de folhas, altura, massa fresca da parte aérea e massa seca da parte aérea com a aplicação da irrigação com água residuária. Por fim, foi aplicado um teste de percepção pública em um grupo amostral de 107 pessoas referente ao reúso de água e utilização de água residuária na irrigação, mostrando que há grande aceitação do uso de esgoto tratado na irrigação de culturas agrícolas decorrente da alta confiança da população em relação ao tratamento de esgoto realizado no município.

Palavras-chave: Reúso. Esgoto Tratado. Agricultura.

ABSTRACT

MARTINS, Jéssica Gonçalves. **Planned use of wastewater from the sewage treatment plant for irrigation in curly lettuce crop.** 2015. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Programa de Graduação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2015.

For a long time it was thought the water as an unlimited natural resource. However, the industrial and technological development, and population growth, had caused the demand for this feature to increase significantly in order to cause disturbances in their natural cycle. Human activities even the simplest of daily generate wastewater that must be pretreated prior to its discharge into water bodies or infiltration systems. Such wastewater, even after treatments have right amount of nutrients and organic matter, which must follow limits imposed by law. To be dumped into natural drainage networks begins the self-purification process afforded by organisms in the environment. However, these evictions are not the only ones this stream. In its extension several evictions are incorporated, they are specific or not, making the self-purification of natural resources, increasingly difficult. In this sense arises the reuse of water, a practice used long ago. In recent years it is gaining more space in Brazil experienced by the current water crisis. Being the country's largest water demand in the agricultural sector, lower quality water reuse becomes a new theme of research and technologies to be explored. The wastewater coming from the sewage, because they have balanced amount of nutrients can be used as an economic resource value to the agricultural sector, the use of it in fertigation systems. In this context, this study aimed to evaluate the irrigation curly lettuce crop, using wastewater in a planned manner, from a Sewage Treatment Plant. The system was implemented using two treatments, CO - well water and EF - residual water with eight repetitions each. Which was conducted after the characterization of wastewater, which obtained as a result, high values for biochemical oxygen demand, chemical oxygen demand, nitrogen, phosphorus when compared to previous studies and fecal coliform count. The latter being responsible for the use of closed system for the application of the experiment. However, the parameters are within permitted by law. Later productivity tests and sanitary quality of the produced lettuce were conducted, the result being greater leaf area, leaf number, height, fresh weight of shoot and shoot dry mass in the application of irrigation with wastewater. Finally, a public perception test was performed on a sample group of 107 people related to water reuse and use of wastewater in irrigation, showing that there is wide acceptance of treated sewage used for irrigation of agricultural crops due to high confidence population in relation to sewage treatment conducted in the city.

Keyword: Reuse. Treated Sewage. Agriculture.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. OBJETIVOS	6
2.1 OBJETIVO GERAL	6
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
3. REFERENCIAL TEÓRICO	7
3.1 ÁGUA RESIDUÁRIA, SUAS CARACTERÍSTICAS E TRATAMENTOS	7
3.2 REÚSO DE ÁGUA E SUAS VANTAGENS	9
3.3 REÚSO DE ÁGUA NA AGRICULTURA	12
3.4 LEGISLAÇÃO APLICADA AO REÚSO NO BRASIL	13
3.6 A ALFACE (<i>LACTUCA SATIVA L.</i>)	16
4 MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA	19
4.1.1 COLETA DA AMOSTRA	19
4.1.2 PARÂMETROS DE ANÁLISES	19
4.2 IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO	22
4.3 PRODUTIVIDADE DA ALFACE	23
4.4 QUALIDADE SANITÁRIA DA ALFACE PRODUZIDA	24
4.5 TESTE DE PERCEPÇÃO PÚBLICA EM RELAÇÃO ÀS PRÁTICAS DE REÚSO DE ÁGUA E UTILIZAÇÃO DA RESIDUÁRIA NA AGRICULTURA	25
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA	26
5.2 PRODUTIVIDADE E QUALIDADE SANITÁRIA DA ALFACE PRODUZIDA	29
5.3 PERCEPÇÃO PÚBLICA EM RELAÇÃO ÀS PRÁTICAS DE REÚSO DE ÁGUA E UTILIZAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA NA AGRICULTURA	32
6 CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS	35

1. INTRODUÇÃO

O aumento populacional e as mudanças no estilo de vida da população, possibilitado pelo desenvolvimento tecnológico, fez com que a pressão sobre os recursos hídricos se tornasse insustentável pelo seu ciclo natural.

A água, solvente universal e essencial a todas as formas de vida, está presente em grande quantidade neste planeta, porém o volume de água doce consiste em apenas 2,5%, desta parcela 68,9% formam as calotas polares e geleiras, sendo ainda menor a porcentagem disponível às atividades humanas (TELLES; COSTA, 2010). No atual cenário, em torno de metade da população mundial enfrenta problemas com escassez de água (WRI, 2000 apud. ABRÃO JR., 2006)¹. Mesmo o Brasil sendo um dos países de maior abundância de recursos hídricos, sua distribuição é desigual, tendo menor disponibilidade nos grandes centros urbanos e industriais.

Os usos consuntivos da água e até mesmo alguns não consuntivos, em casos de acidentes de navegação entre outras ocorrências, retornam este recurso aos mananciais com alterações de sua qualidade. Podendo também torna-la imprópria para outros usos a jusante do local de despejo. Grandes volumes de água no Brasil e no mundo apresentam vários níveis de contaminação, tornando os tratamentos necessários para seus usos cada vez mais onerosos. Assumindo que a mesma quantidade de água sempre esteve presente neste planeta, pode-se inferir que a problemática da água não é de ordem quantitativa, mas sim qualitativa.

Há muitos anos o reúso de água é utilizado em diversos países, em especial nos mais desenvolvidos. No Brasil esta prática vem recebendo maior importância no atual cenário de escassez hídrica em que o país vive. No entanto, grande quantidade das aplicações se encontra no setor industrial. A maior demanda por água, no Brasil, ocorre no setor agrícola, podendo chegar a 80% dos usos nos próximos anos, seguido pelas demandas da indústria e atividades domésticas (MANCUSO; SANTOS, 2003, p. 38). Sendo assim, a agricultura, um setor que necessita de maiores investimentos em tecnologias de uso sustentável dos recursos hídricos, objetivando o reúso de águas de qualidade inferior para esta atividade.

¹ WORD RESOURCES INSTITUTE 2000-2001. **People and ecosystems: The fraying web of life**. Washington, DC: Word Resources Institute 2000.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a produtividade, qualidade sanitária e limitações socioculturais da alface crespa produzida a partir da irrigação com água residuária, proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto da Companhia de Saneamento do Paraná, do município de Francisco Beltrão-PR.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as características físicas, químicas e microbiológicas da água residuária utilizada para irrigação.
- Implantar um sistema de irrigação com água residuária em sistema fechado com mudas de alface crespa e um segundo tratamento como controle.
- Avaliar a produtividade e qualidade sanitária da alface produzida.
- Aplicar teste de percepção da população em relação às práticas de reuso e utilização de água residuária na agricultura.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ÁGUA RESIDUÁRIA, SUAS CARACTERÍSTICAS E TRATAMENTOS

Águas residuais ou residuárias são todas as águas provenientes das atividades ou instalações humanas, podendo ser de origem doméstica, industrial, de infiltração e urbana (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB, 2015). Definida ainda como “esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratadas ou não” (BRASIL, 2005).

Segundo Telles (2003, p. 171), o esgoto sanitário “é composto por 99,9% de água e apenas 0,1% de sólidos, sendo que cerca de 75% desses sólidos, são constituídos de matéria orgânica em processo de decomposição”. Telles (2003, p.172) afirma ainda, que “em termos elementares” os esgotos sanitários são constituídos por carbono, hidrogênio, oxigênio, enxofre, nitrogênio, fósforo e em menor escala outros microelementos.

Para Lacerda et al. (2011), a geração de esgoto doméstico é uma das atividades que mais contribuem para a diminuição de água potável para consumo humano, o qual mesmo passando por diferentes tratamentos possuem contaminantes, podendo causar impactos ambientais significativos.

“É sabido que os efluentes mesmo tratados contém quantidades de nitrogênio e fósforo que, lançados em mananciais, podem contribuir com o processo de eutrofização” (SABESP..., 2009, p. 2). Para Nunes (2012, p. 56), eutrofização é a fertilização dos corpos d’água pelo aporte de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, oriundos do processo de decomposição do material orgânico das águas residuárias.

Para Sperling (2005, p. 249), o nível de tratamento aplicado ao efluente dependerá do tipo de poluente que ele possui, ou seja, suas características e do grau de pureza que se deseja alcançar, este é na maioria dos casos determinado por exigências legais. Afirma ainda, que o tratamento é classificado em níveis sendo estes, preliminar, primário, secundário e terciário. O tratamento terciário pode ser utilizado para poluentes específicos, ou como tratamento complementar, já os

preliminares e primários possuem mecanismos físicos para a remoção dos poluentes, tendo como objetivo a retirada de sólidos grosseiros e sólidos sedimentáveis consecutivamente, por fim o tratamento secundário objetiva a retirada de matéria orgânica e nutrientes a partir de mecanismos biológicos (SPERLING, 2005, p. 249).

Dentre os tratamentos secundários, os reatores do tipo UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*) utilizam mecanismos biológicos anaeróbios de degradação da matéria orgânica por meio de um manto de lodo, em seu processo gera gás carbônico, lodo e efluente de menor DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), em relação ao afluente (BARÉA, 2006).

Os reatores anaeróbios, mais especificamente reatores do tipo UASB, são muito utilizados pela Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR, denominado pela empresa de RALF (Reator Anaeróbico de Lodo Fluidizado) (AISSE et al., 2002). A Sanepar, criada em 1963, possui 176 Estações de Tratamento de Água (ETA) e 225 Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) estabelecidas em todo o Estado do Paraná (Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR, 2015), disponibilizando seus serviços à 6,7 milhões de pessoas.

Segundo a empresa, no município de Francisco Beltrão – PR, a entrada do esgoto no sistema é realizada por uma série de elevatórias cada uma com seu dispositivo de gradeamento grosso. Após a entrada, o esgoto bruto passa por mais um gradeamento fino. Na sequência o esgoto é submetido a um desarenador do tipo *airlift*. Em seguida é iniciado o tratamento biológico, realizado por dois biorreatores do tipo RALF, em paralelo. Cada um com capacidade de 60L/s possuindo um tempo de detenção hidráulico de 8 horas. Neste processo há produção de gases e lodo, os gases são canalizados e tratados em queimadores automáticos. Já o lodo é destinado às caixas de secagem onde são drenados, encaminhados à calagem e destinados a solos agrícolas ou para recuperação de solos em aterros sanitários. Ainda se tratando de um tratamento físico/biológico, o efluente é submetido a um filtro de fluxo descendente. Neste há degradação da matéria orgânica por meio do biofilme criado nos grânulos do filtro e retenção de sólidos. Por fim, o efluente é despejado no decantador, onde são retidos os sólidos restantes do processo. Nesta etapa é gerado lodo, o qual é raspado por sistema automático e encaminhado ao início do processo. Após todo o processo o efluente é liberado no Rio Marrecas. A

Figura 1 apresenta um fluxograma do sistema de tratamento de esgoto da SANEPAR, unidade de Francisco Beltrão.

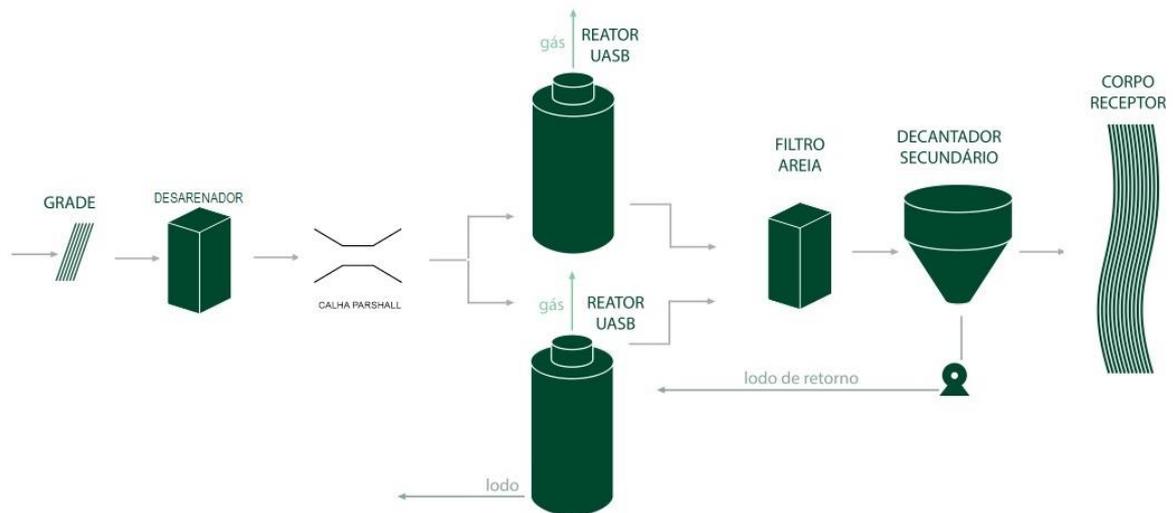


Figura 1 – Fluxograma do Sistema de Tratamento de Esgoto da SANEPAR – Unidade de Francisco Beltrão.

Fonte: Autor, 2015.

3.2 REÚSO DE ÁGUA E SUAS VANTAGENS

Segundo a Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH em seu artigo 2º reúso de água é a “utilização de água residuária”. O reúso direto planejado da água é considerado “a utilização deste produto por uma ou mais vezes” (SABESP..., 2009, p. 3) e “conduzida ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos” (BRASIL, 2005). “A utilização de água de reúso faz parte da Estratégia Global para a Administração da Qualidade das Águas, propostas pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e pela Organização Mundial da Saúde” (SABESP..., 2009, p. 3).

O uso de águas residuárias para Bernardes (1986) se baseia em duas justificativas, a ecológica pela consequente atenuação dos poluentes em corpos hídricos, e econômico social pela ciclagem de nutrientes e redução de custos. No

entanto, Rodrigues (2001 apud Follador e Sampaio, 2009, p. 41)² adverte que o uso de águas residuárias trará benefícios, desde que aplicados corretamente.

Mancuso e Santos (2003, p. 403), afirmam que os riscos inerentes a esta prática, como a contaminação ambiental e riscos à saúde humana, causam desconforto à sociedade. Os mesmos autores associam esta preocupação à falta de conhecimento das técnicas de tratamento e as de reúso em si, esta última, quando utilizada, deve ser acompanhada da divulgação de informações referente às técnicas utilizadas e educação ambiental às partes envolvidas. Neste sentido estudos realizados por Bastos e Mara (1992 apud Oliveira et al., 2012)³, concluíram que, quando respeitadas as recomendações da Organização Mundial de Saúde para qualidade bacteriológica, a irrigação de hortaliças com águas residuárias não apresentam riscos aos consumidores.

“Com o uso desse tipo de águas, elimina-se ou reduz-se a fertilização com adubos químicos, com diminuição de até 50% no custo de produção” (FOLLADOR; SAMPAIO, 2009, p. 40). Segundo SABESP (2009, p. 3), muitas empresas como Coast Corrente, construtoras como Camargo Corrêa, VA Engenharia, DP Barros Norte Sul e Schultz Empreiteira passaram a utilizar água de reúso em seus processos. Empresas como a Odebrecht em parceria com a Sabesp utilizam água de reúso em seus processos industriais, deixando de utilizar milhões de litros de água tratada (AQUINO, 2005).

O documento Conservação e reúso da água em edificações, publicado pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil (Sinduscon), apresenta programas para conservação e reúso da água em edificações novas e nas já existentes. Este documento afirma que as atividades como “irrigação, rega de jardim, lavagem de pisos, descarga em bacias sanitárias, refrigeração e sistema de ar condicionado, lavagem de veículos, lavagem de roupa, uso ornamental, uso em construção civil”, podem ser incluídas em programas de reutilização de água (AQUINO, 2005). Segundo o Manual de Conservação e Reúso de Água Para a Indústria

² RODRIGUES, Marlene Bortoli. **Efeito de fertirrigações com água residuária de laticínio e frigorífico em um latossolo roxo eutrófico**. Cascavel, 2001. 94f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

³ BASTOS, R.K.X.; MARA, D.D. **Irrigacion de hortalizas con aguas residuales: aspectos sanitarios**. In: congreso interamericano de ingenieria sanitaria y ambiental. 23., 1992, LA HABANA. ANAIS... LA HABANA: ASSOCIATION INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, P.22-8, 1992.

(FIESP/CIESP, 2004) o reúso de água trás inúmeras vantagens, algumas delas serão descritas no Quadro 01.

Setor Beneficiado	Vantagens
Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> -Redução do lançamento de efluentes em corpos hídricos, reduzindo a contaminação dos mesmos. -Redução das demandas de águas naturais. -Aumento da disponibilidade de águas de melhor qualidade para fins mais nobres, como abastecimento público.
Social	<ul style="list-style-type: none"> -Oportunidades para empresas de serviços e equipamentos. -Geração de emprego e renda. -Marketing às empresas que adotam processos socialmente sustentáveis.
Econômico	<ul style="list-style-type: none"> -Maior conformidade com normas ambientais, melhorando a inserção no mercado internacional. -Mudanças na dinâmica de produção e consumo. -Otimização da produção com redução de gastos. -Maior competitividade. -Capacitar a validação de incentivos e redução de cobranças pelo uso da água.

Quadro 01 - Benefícios associados ao reúso de água.

Fonte: FIESP/CIESP (2004).

Cabe enfatizar que a prática do reúso de águas residuárias necessita da caracterização prévia do efluente e, somente após a constatação de que a mesma se enquadra ao requisito de qualidade exigido pela atividade pretendida, o efluente poderá ser transportado e utilizado sem algum tipo de tratamento adicional ao local em que será empregado (FIESP/CIESP, 2004, p. 56).

3.3 REÚSO DE ÁGUA NA AGRICULTURA

A utilização de águas residuárias na agricultura teve início nas áreas rurais da Europa, América do Norte e Austrália, sendo largamente utilizada no final do século XIX e início do século XX, no entanto, as técnicas foram deixadas de lado com surgimento de novas e avançadas tecnologias de tratamento e pelos riscos intrínsecos a esta prática, a qual retornou às vias de discussão devido aos problemas de escassez de água em regiões áridas e semiáridas aliados às demandas cada vez maiores (SANDRI; MATSURA; TESTEZLAF, 2009).

No Brasil, o uso consuntivo da água para agricultura reflete em grandes preocupações aos gestores de recursos hídricos, pois atualmente se apresenta como a atividade de maior demanda, em torno de 70% podendo chegar a 80% nos próximos anos (MANCUSO; SANTOS, 2003, p. 38).

O uso de águas residuárias na agricultura, além de fornecer a quantidade de água necessária às plantas sem a utilização de água tratada ou natural, incorpora nutrientes ao solo, principalmente fósforo e nitrogênio (SABESP..., 2009, p. 6). As águas residuárias proveniente de esgoto, quando utilizadas na irrigação passam pelo processo de autodepuração no complexo de solo, formado pelas plantas, microrganismos e o próprio solo, este processo inclui a absorção pelas plantas dos nutrientes presentes (ANDRADE NETO, 1997).

Este tipo de irrigação pode ser aplicado a partir de várias técnicas, no entanto, Schuval (1977 apud Follador e Sampaio, 2009, p.43)⁴, afirma que a irrigação por gotejamento é a que oferece menos riscos de contaminação, pois a água é aplicada diretamente ao solo próximo as raízes da planta, de forma a não ter contato direto com esta e evitar a formação de aerossóis característico da irrigação por aspersão.

O uso de efluentes domésticos para a irrigação de culturas tem crescido consideravelmente nos últimos 20 anos, sobretudo, em razão da dificuldade crescente de identificar fontes alternativas de águas para irrigação, do custo elevado de fertilizantes e a segurança de que os riscos de saúde pública e impactos sobre o solo são mínimos, quando utilizados adequadamente (SOUSA; LEITE, 2003 apud LACERDA et al, 2011)⁵.

⁴ SHURVAL, H. L. Public Health considerations in waste Waters and excreta reuse for agriculture. In: FEACHEM, R.; MCGARRY, M; MARA, D; (ed) **WATER**. Wastes and health in hot climates. 1ed. New York: John Wiley & Sons Ltda. Cap. 19, p. 365-381. 1977.

⁵ SOUSA, J. T.; LEITE, V. D. **Tratamento e utilização de esgotos domésticos na agricultura**. 2. ed. Campina Grande: EDUEP; UEPB, 2003.

No município de Lins – SP, um estudo realizado com a utilização de efluente de esgoto doméstico na irrigação da cultura de cana-de-açúcar, constatou melhora na produção em 50% comparando ao manejo tradicional (QUINTO, 2009). Sandri et al. (2007) evidenciaram que a irrigação de alface “Elisa” com água residuária interferiu na produção da cultivar estudada, sobretudo na obtenção de maior produção de massa fresca, conseqüentemente na área foliar do vegetal analisado. Lacerda et al. (2011), relacionam o maior desempenho das culturas de feijão-deporco irrigadas com água residuária, em relação às cultivadas em sistema de manejo convencional, com a presença de cálcio, ferro, potássio, magnésio, manganês, fósforo e enxofre observada a partir da caracterização do efluente utilizado.

Segundo Follador e Sampaio (2009, p. 13), as águas residuais comumente utilizadas nas regiões Oeste e Sudoeste do Paraná são provenientes das atividades de laticínio, frigoríficos, fecularias, resíduos de suínos e bovinos e lodo de esgoto.

3.4 LEGISLAÇÃO APLICADA AO REÚSO NO BRASIL

A normatização brasileira que trata do reúso de águas no Brasil é vaga, existindo apenas duas normas específicas ao tema: a Resolução CNRH nº 54/2005 e a Norma NBR 13.969/1997 (CHEIZ, 2013). A Resolução CNRH nº 54/2005 apresenta as definições dos termos referentes à prática de reúso e produção de água de reúso, assim como as modalidades, sendo elas (BRASIL, 2005):

- Reúso para fins urbanos;
- Reúso para fins agrícolas e florestais;
- Reúso para fins ambientais;
- Reúso para fins industriais e;
- Reúso na aquicultura.

A NBR 13.969/97, que trata de tanques sépticos, utiliza-se de um item para recomendar o grau de tratamento necessário para a prática de reúso em determinadas atividades por meio da definição de quatro classes, contendo o possível reúso, seguido de alguns indicadores de qualidade e o grau de tratamento

recomendado (ASSOCIAÇÃO..., 1997, p. 22). As classes descritas pela NBR 13.969/97 estão expostas no Quadro 02.

Classes	Indicadores de qualidade	Tratamentos/práticas recomendadas
Classe 1	<ul style="list-style-type: none"> - Turbidez - inferior a 5; - Coliforme fecal – inferior a 200 NMP/100mL; - Sólidos dissolvidos totais inferior a 200 mg/L; - pH entre 6.0 e 8.0; - Cloro residual entre 0,5 mg/L e 1,5 mg/L. 	Tratamentos aeróbios, acompanhados por filtração convencional (areia e carvão ativado) e, por fim, cloração.
Classe 2	<ul style="list-style-type: none"> - Turbidez - inferior a 5; - Coliforme fecal – inferior a 500 NMP/100mL; - Cloro residual superior a 0,5 mg/L. 	Tratamento biológico aeróbio, seguido de filtração de areia e desinfecção.
Classe 3	<ul style="list-style-type: none"> - Turbidez - inferior a 10; - Coliforme fecal – inferior a 500 NMP/100mL. 	Tratamento aeróbio seguido de filtração e desinfecção satisfaz a este padrão. Águas provenientes de máquinas de lavar, após desinfecção, satisfazem este padrão.
Classe 4	<ul style="list-style-type: none"> - Coliforme fecal – inferior a 5.000 NMP/100mL; - Oxigênio dissolvido acima de 2,0 mg/L. 	As aplicações devem ser interrompidas pelo menos 10 dias antes da colheita.

Quadro 02 – Classificação de água de reúso.

Fonte: ASSOCIAÇÃO..., 1997, p. 22.

Mancuso e Santos (2003, p. 276) afirmam que a classificação das águas, definida pela Resolução Conama nº 20 de 18 de junho de 1986, se torna um instrumento utilizado pela política de recursos hídricos, pois, a partir do momento em que se admite usos menos exigentes em classes inferiores, é possível entendê-las como água de reúso. Isto ocorre pela definição de reúso, sendo aquela que já foi em

algum momento utilizada, portanto, pode-se afirmar que a classe especial se caracteriza como a única classe destinada ao primeiro uso (MANCUSO e SANTOS, 2003 p. 277).

No município de Francisco Beltrão a Lei Municipal N° 3.185/2005 institui a obrigatoriedade da construção de reservatório ou cisterna adicional para coleta de água pluvial, de edificações ou construções novas, com área igual ou superior a 135 m² (metros quadrados), sendo que o reservatório deverá ter capacidade de no mínimo 500 (quinhentos) litros e no máximo 5.000,00 (cinco mil) litros de água (LEIS MUNICIPAIS, 2005).

Para Cunha (2010), a carência de legislação aplicada ao reúso trás como consequência, riscos de contaminação ambiental e a saúde humana, assim como a dificuldade de reconhecimento e autorização por parte de órgãos públicos. Segundo a mesma autora, as práticas equivocadas, decorrentes da deficiência de informações, também ocorrem pela falta de aplicabilidade legal.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA em sua Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001, regulamenta o padrão microbiológico para alimentos, utilizando-se de parâmetros microbiológicos que garantam a segurança alimentar (BRASIL, 2001). Sendo os parâmetros padronizados nesta resolução, os mais utilizados para análises de alimentos irrigados com a prática do reúso de águas residuárias.

Segundo a Resolução do CONAMA nº 020/86, as águas de Classe 2 podem ser destinadas à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas entre outros usos (BRASIL, 1986). Neste aspecto, foi realizado em Genebra em 1987, pela Organização Mundial da Saúde o “Encontro Científico sobre Aspectos de Saúde Associados ao Reúso de Esgoto” como resultado a vários estudos, de várias partes do mundo, que visavam à busca por evidências que levassem a orientações racionais ao reúso, objetivando limites menos restritivos (ANDRADE NETO, 1997). O resultado deste encontra-se resumido no Quadro 03.

Condições de Reúso	Grupos Expostos	Nematóides* (Nº de ovos/L)	Coliformes Fecais** (Nº/100 mL)
IRRIGAÇÃO IRRESTRITA (Culturas para serem comidas cruas, campos de desportos e parques públicos).	Operários Consumidores Público	≤ 1	≤ 1000
IRRIGAÇÃO RESTRITA (Cereais, culturas industriais, forragens, pastos e árvores).	Operários	≤ 1	Não especificado
IRRIGAÇÃO RESTRITA E LOCALIZADA (Se a exposição de operários e do público não ocorre).	Nenhum	Não se aplica	Não se aplica

Quadro 03 – Qualidade microbiológica recomendada pela Organização Mundial da Saúde para reúso de água na irrigação.

* *àscaris, trichuris, ancilostoma, necator* - média aritmética do número de ovos viáveis, durante o período de irrigação. ** Média geométrica, durante o período de irrigação.

Fonte: Adaptado de Andrade Neto (1997).

3.6 A ALFACE (*Lactuca sativa L.*)

Segundo Feltrim et al. (2005) “a alface (*Lactuca sativa L.*), pertencente à família Asteraceae, é uma planta originária da Ásia e trazida para o Brasil pelos portugueses no século XVI”, e hoje uma das leguminosas mais consumidas e presentes no cardápio dos brasileiros.

“A alface é uma planta originalmente de regiões de clima temperado, característico do Sul da Europa e Ásia ocidental” (RESENDE et al., 2007). Segundo Simão (1956), a quantidade de água suficiente a esta planta varia de 3 até 10 litros diários.

Segundo Fabichak (1983, p. 26), a alface é um legume de folhas, ou seja, aproveita-se para alimentação somente as folhas. As mudas, após sementeira,

devem ser transplantadas quando as mesmas estiverem com 5 a 6 folhas, dando prioridade a períodos de pouca incidência solar (FABICHAK, 1983, p. 34).

O Brasil possui uma área de aproximadamente 35.000 hectares plantados com alface, caracterizados pela produção intensiva, pelo cultivo em pequenas áreas e por produtores familiares, gerando cerca de cinco empregos diretos por hectare (COSTA e SALA, 2005 apud RESENDE et al., 2007)⁶.

Resende et al. (2007) afirmam que no Brasil são cultivadas, em maior quantidade, três grupos de alfaces sendo eles, grupo das folhas lisas, crespas e grupo americana, os quais diferem na coloração e rigidez das folhas e formação ou não de cabeça. Existe ainda, o grupo das folhas roxas, romana e mimosa (CEASA/PR, 2015) (Figura 2).

Segundo Segovia et al. (1997), períodos de inverno, com baixas temperaturas e pluviosidade frequente e períodos de verão com altas temperaturas e grande radiação solar, proporcionam condições desfavoráveis aos cultivares de alface, podendo ocorrer o pendoamento precoce e danificação das plantas. Sendo então, as temperaturas mais favoráveis ao crescimento de plantas de melhor qualidade, em torno de 15 a 24°C e mínima de 7°C (KNOTT, 1962 apud SEGOVIA et al. 1997)⁷.



Figura 2. Variedades dos tipos da alface.

Fonte: <http://comidaideal.com.br/o-poder-antioxidante-do-alface/>

⁶ COSTA, C. P. da; SALA, F. C. A evolução da alficultura brasileira. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v. 23, n. 1, jan./mar., 2005. Artigo de capa.

⁷ KNOTT, J.E. *Handbook for vegetable growers*. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1962. 245 p.

Por muitos anos a alface lisa ou 'manteiga' foi o padrão do consumidor brasileiro, no entanto por grandes perdas devido ao clima quente e úmido, pesquisadores e empresas privadas desenvolveram ao longo do tempo novas cultivares mais resistentes, como as espécies Regina, Elisa, Karla e Lídia (SALA; COSTA, 2012).

Para espécies vegetais como a alface, a medida da área foliar é de essencial importância para a determinação do desenvolvimento da cultura, fatores como massa fresca total, dependem diretamente da área foliar e esta será resultado do número e tamanho das folhas (SANDRI; MATSURA; TESTEZLAF, 2007).

A importância deste produto para a economia do estado pode ser observadas nos números divulgados pela CEASA/PR. No último ano, apenas no estado do Paraná, foram consumidas aproximadamente 75 toneladas de alface do tipo lisa grande e 9,6 toneladas de alface do tipo crespa grande, totalizando em um capital de giro de aproximadamente 15 milhões de reais (CEASA/PR, 2015).

Há dominância no mercado brasileiro por uma cultivar em específico, a alface crespa, preferida pelos produtores por possuir arquitetura aberta, deixando escorrer a água com maior facilidade em épocas chuvosas e folhas flexíveis, as quais não se quebram com facilidade (SALA; COSTA, 2012).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA

4.1.1 Coleta da Amostra

A coleta da amostra foi realizada na Estação de Tratamento de Esgoto da Companhia de Saneamento do Paraná – Sanepar, do município de Francisco Beltrão – PR, após o processo unitário de sedimentação. Foram utilizados frascos apropriados, devidamente higienizados, para o transporte. As amostras foram encaminhadas ao laboratório de águas e efluentes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – campus Francisco Beltrão, onde foi procedida a caracterização da água residuária.

4.1.2 Parâmetros de Análises

Para a caracterização da água residuária foram analisados os parâmetros: Sólidos suspensos totais; pH; Demanda química de oxigênio (DQO); Demanda bioquímica de oxigênio (DBO); Nitrogênio total *Kejedahl*; Nitrogênio amoniacal; Fósforo total; Ortofosfato solúvel; Alcalinidade total; Condutividade elétrica e Coliformes termotolerantes.

Os sólidos suspensos totais foram analisados por filtração e pesagem após ser conferido o peso constante do material seco a 103 - 105°C (APHA, 1998). O potencial hidrogeniônico (pH) foi aferido por meio de pHmetro de bancada, modelo HY – 210P.

A DQO foi analisada através da redução do íon dicromato ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) a íon de cromo (Cr^{3+}), oxidando assim os componentes orgânicos e inorgânicos da amostra com auxílio de estufa, onde as amostras foram digeridas a 150°C por 2 horas. Para cálculo, foi plotado a curva padrão (absorção/concentração), resultante da

absorbância medida a 600nm (APHA, 1998). O resultado foi obtido a partir da seguinte equação:

$$DQO \frac{mgO_2}{L} = A_{curva\ calibração} * Abs600nm \quad (1)$$

onde:

A= valor do componente A, obtido a partir da equação da reta.

Abs600nm= valor da absorbância aferida.

A análise da DBO foi realizada a partir do consumo de oxigênio molecular durante um período de incubação de 5 dias a 20°C, para a degradação bioquímica do material orgânico presente na amostra (APHA, 1998). O cálculo da DBO após o tempo de incubação foi realizado a partir da seguinte equação:

$$DBO_5, mg/L = \frac{(D_1 - D_2) - (S) V_s}{P} \quad (2)$$

onde:

D₁= OD de amostra diluída imediatamente após a preparação, mg/L,

D₂= OD de amostra diluída após 5 dias de incubação a 20°C, mg/L,

S= consumo de oxigênio de sementes, ΔDO/mL,

V_s= volume de semente na respectiva garrafa de teste, mL, e

P= fração volumétrica decimal de amostra utilizada; 1/P = fator de diluição.

Para a análise do nitrogênio total *kejedhal* foi utilizado o método de blocos digestores, o qual consiste na digestão de amostras em um bloco digestor com ácido sulfúrico e sulfato de cobre, como catalisador (APHA, 1998). Para cálculo, foi plotado a curva padrão (absorção/concentração), resultante da absorbância medida a 660nm. A determinação do nitrogênio amoniacal foi realizada por comparação de coloração após titulação com cloreto de amônio (APHA, 1998). Para cálculo foi utilizada a seguinte equação:

$$Mg\ de\ NH_4^+ / L = n/x \quad (3)$$

onde,

n= Número de gotas da solução de cloreto de amônio necessário a obtenção de coloração semelhante nos *erlenmeyers* com água destilada e amostra.

x= Número de gotas da solução de cloreto de amônio em um volume de 1mL.

Observando que em 1mL da solução de NH_4Cl possui 1,000 mg de NH_4^+ , temos a seguinte equação:

$$\text{Mg de } \text{NH}_4^+ / \text{L} = V \quad (4)$$

onde,

V= Volume gasto da solução de cloreto de amônio necessário à obtenção de coloração semelhante em ambos *erlenmeyers*.

Para a determinação do ortofosfato solúvel foi utilizado o método colorimétrico com ácido ascórbico, sendo este o mais indicado para um intervalo de concentração entre 0,01 a 6 mg P/L (APHA, 1998). Neste método, molibdato de amônio e tartarato de antimônio e potássio, reagem com o ortofosfato presente na amostra, em meio ácido, formando ácido fosfomolibdico. Produzindo uma coloração azul intensa. Para aferição do resultado foi traçada a curva padrão, medindo-se a absorbância a 880nm.

A determinação do Fósforo foi realizada a partir da comparação da coloração obtida em *erlenmeyers* com água destilada e amostra, sendo para os dois adicionados: solução de ácido sulfúrico, molibdato de amônio e solução de cloreto estanhoso (APHA, 1998). Em ambos surgindo a coloração azul, sendo no *erlenmeyer* com água destilada um azul de menor intensidade. Uma solução de fosfato biácido de potássio foi adicionada até que a coloração de ambos ficasse idêntica (APHA, 1998). Para o cálculo foi utilizada a seguinte equação:

$$\text{Mg de } \text{PO}_4^{-3} / \text{L} = 0,3067 * V \quad (5)$$

onde,

V= volume necessário para a obtenção da mesma tonalidade da cor nos *erlenmeyers*.

A determinação da alcalinidade foi obtida a partir da titulação com ácido sulfúrico (APHA, 1998). A aferição da CE (condutividade elétrica) foi realizada por meio de condutímetro eletrônico, modelo mCA 150P.

As análises microbiológicas de contagem de coliformes termotolerantes foram realizadas pelo método de membrana filtrante, que consiste na filtração a vácuo de 100 mL da amostra em membrana filtrante previamente embebida em 2 mL meio de cultura e incubado a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ por 24 ± 2 horas (APHA, 2012).

4.2 IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO

O experimento foi realizado em sistema fechado, com base nas características microbiológicas da água residuária utilizada, constituído por dezesseis bandejas de jardinagem com duas plantas por bandeja. Sendo este, realizado no município de Francisco Beltrão – PR, com localização geográfica a $26^{\circ}05'02.33''$ de latitude sul e $53^{\circ}05'02.33''$ de longitude oeste, na região sudoeste do Paraná. Segundo a classificação Köppen, o município se enquadra em clima Cfa, clima subtropical (Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, 2015), com temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C e temperatura média no mês mais quente superior a 22°C .

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado. Sendo realizado com dois tratamentos, o primeiro utilizando água residuária (EF) e um segundo tratamento utilizando água de poço (CO) e oito repetições distribuídos por meio de sorteio (Figura 3). Como substrato foi utilizado vinte e cinco quilos de terra vegetal, constituído basicamente por caules cascas e xaxins, sendo esta escolhida por não oferecer grande interferência nutritiva às plantas. As mudas foram transplantadas quando apresentaram de 5 a 6 folhas (FABICHAK, 1983, p. 34), para os recipientes. Sendo estes dotados de furos no fundo e bandeja para contenção.

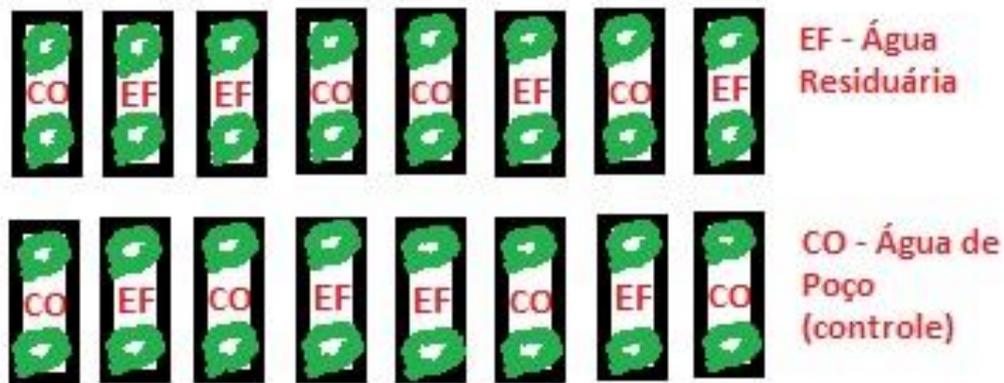


Figura 3. Distribuição dos tratamentos no sistema.

Fonte: Autor, 2015.

A irrigação foi realizada manualmente, por meio de regadores, utilizando-se diferentes regadores para irrigação com água residuária e para o controle, para que não houvesse interferências nos resultados. Os regadores foram utilizados para que se obtivesse maior controle do volume de água empregado nos tratamentos, ou seja, o mesmo volume aplicado aos dois tratamentos. Foram incorporados em ambos os tratamentos aproximadamente 300mL diários em cada bandeja.

4.3 PRODUTIVIDADE DA ALFACE

As amostras foram coletadas em sacos de papel e encaminhadas ao laboratório de águas e efluente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – campus Francisco Beltrão, no trigésimo quinto dia de experimento, para os procedimentos de análises. Os parâmetros utilizados foram Diâmetro (DM), Altura (AL), Número de folhas (NF), Massa fresca da parte aérea (MFA) e Massa seca da parte aérea (MSA).

O diâmetro da planta foi medido considerando sua equivalência a um círculo, sendo aferido com auxílio de uma régua graduada com precisão de 1mm. A altura das alfaces foi aferida também com auxílio de uma régua graduada, sendo medida até a extremidade da folha mais afastada do solo no sentido vertical. O número de

folhas foi obtido contando-se uma a uma as folhas com altura igual ou superior a 1,0 cm de cada planta (SANDRI; MATSURA; TESTEZLAF, 2006).

O massa fresca da parte aérea foi obtido com auxílio de uma balança semi analítica com capacidade de 3200g, modelo BL 3200H. Após a aferição deste, as amostras foram submetidas à temperatura de 65°C por 72 horas (ENSINAS et al. 2011), para a aferição da massa seca da parte aérea.

Os dados aferidos foram submetidos à análise de variância, ANAVA, pelo *software* SISVAR – Sistema para Análise de Variância (FERREIRA, 2000).

4.4 QUALIDADE SANITÁRIA DA ALFACE PRODUZIDA

Para a determinação da qualidade sanitária das alfaces produzidas foram determinadas a presença de *Salmonella sp.* em 25g do produto e contagem de coliformes a 45°C em NMP/g. Sendo estas, utilizadas por serem parâmetros estabelecidos pela ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2001).

Para a determinação do NMP (número mais provável) de coliformes a 45°C foi preparada uma solução de 50 gramas de amostra de alface em 450mL de água peptonada a 0,1% devidamente homogeneizada, a partir desta solução de 10^{-1} foram realizadas diluições até a obtenção da diluição 10^{-6} (APHA, 1998). Para a pesquisa de *Salmonella* foi homogeneizado uma porção de 25g da amostra em 225ml de Água Peptonada Tamponada (BPW) e incubado a $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ por $18\pm 2\text{h}$ (APHA, 1998). Para fins de maior confiabilidade nos resultados, as análises foram realizadas em triplicata.

Para a realização da análise de pesquisa de *Salmonella* foi utilizado o método descrito por *Intenational Organization for Standardzation* (ISO 6579: 2007). Já a análise de contagem de coliformes termotolerantes foi realizada utilizando o método de membrana filtrante (APHA, 1998).

4.5 TESTE DE PERCEPÇÃO PÚBLICA EM RELAÇÃO ÀS PRÁTICAS DE REÚSO DE ÁGUA E UTILIZAÇÃO DA RESIDUÁRIA NA AGRICULTURA

Objetivando verificar o grau de percepção da população em relação às técnicas de reuso e as limitações socioculturais associadas a essa forma de produção, foi utilizado um questionário possuindo cinco perguntas abertas e fechadas, apresentado no Quadro 4. O teste foi aplicado nos dias 06/11/2015 e 09/11/2015, realizado com um grupo amostral de 107 pessoas, na praça central do município de Francisco Beltrão - PR, local público de grande movimentação de pessoas.

Nome:	Sexo:	Idade:
1 – Você sabe o que é reúso de água?	Sim () Não ()	
2 – Você conhece alguma aplicação de técnicas de reúso de água?	Sim (). Qual? Não ()	
3 – Em sua opinião o reúso de água pode ser efetivo para a preservação do meio ambiente?	Sim () Não () Não sei ()	
4 – Para você é possível utilizar esgoto tratado na irrigação de culturas agrícolas?	Sim (). Porquê? Não (). Porquê?	
5 – Você consumiria alimentos produzidos a partir da irrigação com esgoto tratado?	Sim () Não () Não sei ()	

Quadro 4 - Questionário aplicado ao público para realização do teste de percepção pública em relação à prática de reúso de água residuária na agricultura.

Fonte: Autor, 2015.

O reúso de água residuária, seja pelos riscos envolvidos ou aspectos visuais e odores vinculados a este recurso, gera certa apreensão por parte da população. A qual deverá ser envolvida no processo de aplicação desta técnica, abrangendo não somente análises de viabilidade técnica, operacional e econômica, mas também a viabilidade social do sistema (TELLES, 2010).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA

Após as análises foram obtidos os valores para os parâmetros físico, químicos e microbiológicos, expostos na Tabela 1, comparando-se com um estudo realizado sobre o efeito do esgoto tratado em cultura de milho forrageiro. Os valores verificados mostraram-se dentro dos limites estabelecidos pela CONAMA 357/2005 complementada pela CONAMA 430/2011 para lançamento de efluentes em corpos hídricos. O pH e temperatura aferidos são comparáveis a temperatura ambiente e pH de corpos hídricos sem contaminação, podendo ser considerados excelentes ao uso em cultivos agrícolas e dentro da faixa recomendado por Ayers e Westcot (1999), para águas de irrigação, sendo esta de pH entre 6,5 e 8,4.

Tabela 1. Resultado das análises físico, químico e microbiológicas da água residuária utilizada no estudo e valores descritos por Azevedo et al. (2007) para esgoto tratado.

Parâmetro	Água residuária utilizada	Azevedo et al. (2007)	Unidade
pH	6,94	7,1	-
Temperatura	23,4	24,2	°C
CE*	0,753	1,5	dS.m ⁻¹
Sólidos Suspensos Totais	12	37	mg.L ⁻¹
Alcalinidade	278,6	-	mgCaCO ₃ .L ⁻¹
Ortofosfato solúvel	6,3	4	mg.L ⁻¹
Fosfato Total	9,5	6,5	mg.L ⁻¹
Nitrogênio Amoniacal	39	48	mg.L ⁻¹
Nitrogênio Total	52,0	-	mg.L ⁻¹
<i>Kejedhal</i>			
DQO	372,55	565	mgO ₂ .L ⁻¹
DBO	252,0	48	mgO ₂ .L ⁻¹
Contagem de Coliformes termotolerantes	3,5x10 ⁵ 8,0x10 ⁴ 7,4x10 ⁴	-	UFC**

Fonte: Autor, 2015. * Condutividade Elétrica. ** Unidades Formadoras de Colônia.

A condutividade elétrica é a capacidade que uma solução tem de conduzir corrente elétrica (APHA, 1998). Segundo Richter e Azevedo Neto (1991, p. 30), a condutividade elétrica de uma solução é dependente da quantidade de sais que possui, podendo inferir no conteúdo de sólidos da amostra. O valor de CE aferido na amostra da água residuária estudada, encontra-se abaixo do descrito por Silva et al. (2011) de 0,959dS/cm, para esgoto tratado. Segundo Ayers e Westcot (1991), a alface é uma hortaliça considerada moderadamente sensível à salinidade. Ou seja, a espécie aceita razoáveis valores de salinidade e variações de concentração ao longo do tempo, sendo estas umas das características dos efluentes de esgoto.

Os valores de sólidos suspensos totais não possuem limites regulamentados para uso na agricultura. No entanto, sabe-se que valores elevados podem comprometer sistemas de irrigação. A concentração de sólidos suspensos encontrada se mostra abaixo do citado por Azevedo et. al. (2007).

Já a concentração de ortofosfato solúvel está acima do encontrado pelo mesmo autor. O fósforo é encontrado nas águas principalmente na forma de fosfatos, podendo ser classificados em ortofosfato, fosfato condensado ou fosfato ligado organicamente (APHA, 1998). Em maior concentração podem ocasionar a eutrofização de cursos d'água, contudo, são essenciais para os tratamentos biológicos de esgotos (SPERLING, 2009, p. 38). As formas que estão diretamente disponíveis para os metabolismos orgânicos são os ortofosfatos, estes ocorrem em formas diversas, dependendo do pH do meio (SPERLING, 2009, p. 37).

O valor de fósforo total aferido se mostrou acima do mencionado por Sousa et al. (2006) de 4,0mg/L, para água residuária proveniente de reator UASB. O fósforo é um dos fatores limitantes para o desenvolvimento da planta, pois segundo Grant et al. (2001) este componente desempenha importante papel na transferência de energia da célula, na respiração e na fotossíntese. No entanto, quando em excesso pode causar estresse nutricional, podendo causar indisponibilidade de zinco e clorose.

O nitrogênio está presente nas águas residuárias devido a fontes naturais e antrópicas em diversas formas, sendo que sua presença em quantidade excessiva pode levar ao crescimento desordenado de algas em corpos hídricos, levando a eutrofização. No entanto, sua presença é importante para o crescimento de microrganismos em sistemas de tratamento de efluente (SPERLING, 2009, p. 36). O

nitrogênio total trata-se da somatória do nitrogênio orgânico e nitrogênio amoniacal presentes na amostra.

A concentração de nitrogênio amoniacal aferida está próximo do encontrado por Azevedo et al. (2007) para esgoto tratado. Já a concentração de nitrogênio total conferida encontra-se um pouco acima da faixa para valores típicos encontrados em efluentes tratados no mundo, descrita por Fonseca (2001) de 10-50mg/L. Segundo Castro (2007), o nitrogênio é um dos macronutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas, sendo ainda o mais requerido. Pois, faz parte da composição de inúmeras moléculas, como proteínas, ácidos nucléicos e bases nitrogenadas e em processos como a fotossíntese, respiração e divisão celular. Sua baixa disponibilidade pode ocasionar em prejuízos no crescimento e perda de coloração, no entanto, quando em excesso pode induzir a redução de outros nutrientes (SALVADOR, 1999).

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO), são medidas indiretas do teor de matéria orgânica, portanto indicam o potencial de consumo do oxigênio dissolvido (SPERLING, 2009, p. 40). Os valores de DBO e DQO encontram-se acima dos valores médios encontrados em esgoto tratado por Scalize et al. (2004) na faixa de 129-164mg/L para DBO e 68-87mg/L para DQO. No entanto a relação DBO/DQO se mostrou relativamente próximo dos valores descritos pelos mesmos autores. Já quando comparado aos valores descritos por Azevedo et al. (2007), a concentração de DBO encontra-se muito acima, a de DQO abaixo e relação DBO/DQO muito acima. Segundo informações do corpo técnico da ETE em questão, não ocorreu eventos chuvosos por um longo período anterior a coleta, justificando os altos valores de DQO e DBO, pela não ocorrência da diluição.

Foram observados elevados valores para contagem de coliformes termotolerantes, nas três amostras coletadas em diferentes dias, podendo ocorrer contaminação do solo, água, agricultores e consumidores quando utilizados sem controle. Segundo a ANVISA a tolerância para amostra indicativa de coliformes termotolerantes para o grupo das hortaliças frescas para consumo cru é de 10^2 UFC (ANVISA, 2001). Sendo assim, para os objetivos do presente experimento optou-se pelo sistema fechado, podendo assim ser observada a influência dos nutrientes presentes na solução, sem que houvesse contaminações. Deste modo, para a utilização da água residuária em questão para o cultivo de hortaliças, em sistemas

abertos ou fechados, como canteiros de cultivo ou em hidroponia, será necessário um tratamento prévio de desinfecção, evitando a contaminação do solo, água, consumidores e agricultores. Para este fim, poderá ser utilizado a cloração, radiação ultravioleta, ozonização, eletrólise, entre outras técnicas de desinfecção.

5.2 PRODUTIVIDADE E QUALIDADE SANITÁRIA DA ALFACE PRODUZIDA

Ao longo do período de experimento, foi possível observar visualmente, a partir do vigésimo primeiro dia de experimento, a distinção no desenvolvimento das plantas cultivadas com os diferentes tratamentos aplicados. Diferenciando-se pelo diâmetro e número de folhas das mudas, podendo ser observado na Figura 4.

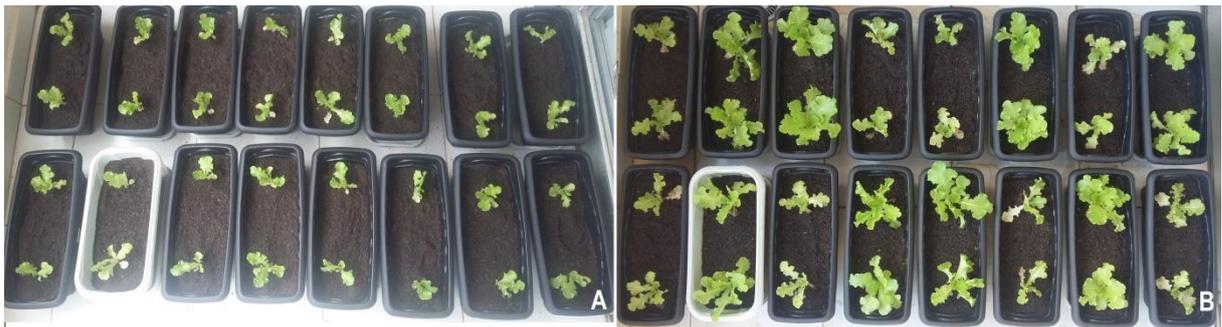


Figura 4 - (A) Registro fotográfico do primeiro dia de cultivo. (B) Registro fotográfico do vigésimo primeiro dia de cultivo.

Segundo Pinheiro (2010), alguns dos sintomas de deficiência de enxofre que podem ser observados nos vegetais são: Redução do florescimento, clorose e folhas pequenas. Nas plantas irrigadas com água de poço, foi possível notar sintomas de deficiência de nutrientes e clorose, apresentando folhas de menor coloração e pintas amareladas, a partir do décimo nono dia, podendo ser observado na Figura 5. Assim como o reduzido crescimento das mudas em relação às mudas irrigadas com água residuária.



Figura 5 – Sintomas deficiência de nutrientes e clorose em muda irrigada somente com água de poço (Tratamento CO).

Fonte: Autor, 2015.

A partir da realização de análise estatística ANAVA, foi possível verificar que os tratamentos CO – água de poço e EF – água residuária, são estatisticamente diferentes para os parâmetros Diâmetro (DM), Altura (AL), Número de folhas (NF), Massa fresca da parte aérea (MFA) e Massa seca da parte aérea (MSA), apresentando $p >> 0,05$.

Resultando na maior produtividade das alfaces irrigadas com água residuária, apresentando em média diâmetro, altura e número de folhas aproximadamente 2 vezes maior que as alfaces irrigadas com água de poço. Sendo ainda mais expressivo para os parâmetros massa fresca da parte aérea e massa seca da parte aérea, apresentando valores aproximadamente 7,7 e 4,8 vezes maior nas alfaces irrigadas com água residuária em relação às irrigadas com água de poço. Na Tabela 2 pode ser observado os valores médios obtidos para os parâmetros físicos com ensaios realizados no trigésimo quinto dia de experimento.

Tabela 2 – Valores médios aferidos em mudas de alface crespa, ao trigésimo quinto dia de experimento, produzidas com e sem água residuária.

Tratamento/Parâmetro	DM (cm)	AL (cm)	NF (un.)*	MFA (g)	MSA (g)
Tratamento CO	8,79	7,19	5,62	1,26	0,14
Tratamento EF	19,29	14,94	10,75	9,73	0,69

Fonte: Autor, 2015. *Unidade.

Entre o vigésimo primeiro dia e trigésimo quinto dia, foi possível notar visualmente, maior diferenciação das alfaces irrigadas com os diferentes

tratamentos. Na Figura 6 pode ser observada coloração verde mais intensa nas alfaces irrigadas com água residuária, assim como maior número de folhas, altura e diâmetro das mudas.



Figura 6 – Diferenciação entre as alfaces irrigadas com Tratamento CO e Tratamento EF no vigésimo oitavo dia de experimento (A) e trigésimo quinto dia de experimento (B).

Fonte: Autor, 2015.

A deficiência de fontes de nitrogênio e fósforo também pode ser apontada como um fator de inibição do crescimento vegetal, clorose e reduzido número de folhas das mudas de alface crespa no Tratamento CO. Pois estes nutrientes são essenciais ao desenvolvimento vegetal e altamente requerido pelas plantas. Os mesmos são determinantes no processo de fotossíntese, possuindo função estrutural (CASTRO, 2007).

Na Tabela 3 é apresentado o resultado das análises microbiológicas realizadas nas alfaces irrigadas com água de poço (CO) e água residuária (EF).

Tabela 3 – Qualidade sanitária das alfaces produzidas.

ENSAIO	TRATAMENTO CO	TRATAMENTO EF	RESOLUÇÃO - RDC Nº 12 (ANVISA)
Contagem de coliformes termotolerantes	$<1,0 \times 10^1$ UFC*/g	$<1,0 \times 10^1$ UFC*/g	10^2 UFC*/g
Pesquisa de Salmonella sp/25g	Ausência	Ausência	Ausência

Fonte: Autor, 2015. *Unidade Formadora de Colônia.

Tanto as alfaces produzidas a partir da irrigação com água residuária, quanto as irrigadas com água de poço apresentaram concentrações de contagem de coliformes termotolerantes abaixo do valor regulamentado pela ANVISA, para

hortaliças de consumo cru. As análises para pesquisa de *Salmonella* sp. apresentaram ausência de *Salmonella* em 25g em ambos os tratamentos. Inferindo a possibilidade do consumo das alfaces produzida, pois não houve contaminação.

5.3 PERCEPÇÃO PÚBLICA EM RELAÇÃO ÀS PRÁTICAS DE REÚSO DE ÁGUA E UTILIZAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA NA AGRICULTURA

As técnicas de reúso de água são amplamente reconhecidas pela sociedade acadêmica como de grande importância para o desenvolvimento sustentável de uma localidade. No entanto, não é possível afirmar que toda a população possui conhecimento sobre o assunto, podendo ser um limitante para a sua efetividade, sendo os testes de percepção pública uma ferramenta para o levantamento do grau de interesse e conhecimento da população, referente a estas técnicas.

Quando questionados quanto ao conhecimento do termo reúso de água (Questão 1), 79% dos entrevistados afirmaram saber do que se trata e 21% alegaram não saber o que venha a ser reúso de água. No segundo questionamento 67% do grupo amostral respondeu afirmativamente em relação ao conhecimento de técnicas de reúso (Questão 2) mediante à 33%, que não souberam exemplificar uma aplicação de técnica de reúso. Dentre as aplicações mencionadas pelos entrevistados estão: Reúso da água da lavadora de roupas (45%), reúso da água da chuva (40%), reúso da água do tanque (13%) e reúso da água do ar condicionado (2%). Mostrando que as técnicas mais admitidas pela população são as que se apresentam mais acessíveis ao seu dia a dia. Quando questionados sobre a efetividade do reúso de água na preservação do meio ambiente (Questão 3), 81% dos entrevistados responderam afirmativamente, apenas 3% negativamente e 10% do grupo amostral afirmou não saber. Inferindo que mesmo não tendo conhecimento do que venha a ser o termo reúso de água, quando levantadas questões de preservação do meio ambiente, possivelmente influenciados pela mídia e atual popularidade do termo, a população procura demonstrar consciência ecológica.

O Gráfico 1 apresenta o resultado dos questionários aplicados ao grupo amostral.

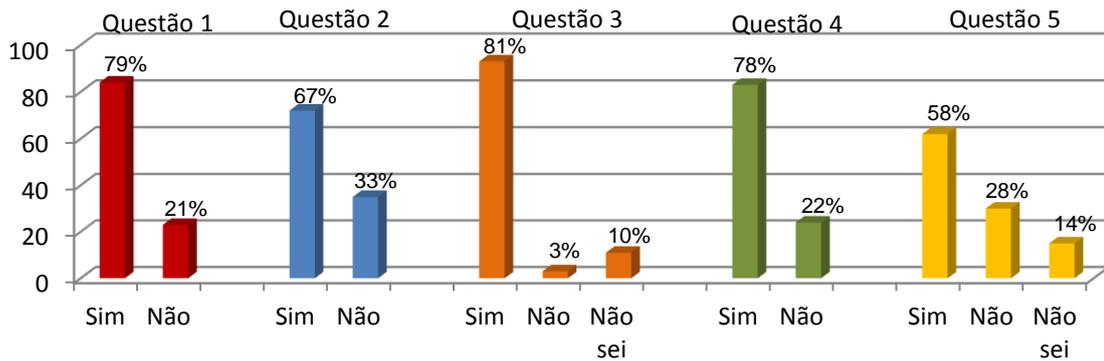


Gráfico 1 – Análise de percepção pública. Fonte: Autor, 2015.

Já quando questionados sobre a possibilidade do uso de esgoto tratado na irrigação de culturas agrícolas (Questão 4), 78% dos entrevistados opinaram a favor desta prática agrícola e 22% opinaram não ser possível tal prática.

Foram apontados os seguintes motivos para a possibilidade da utilização de efluente na agricultura: O esgoto estar tratado (70%), possibilidade de economia de água potável (13%), possibilidade de reaproveitamento do recurso (6%), solução para a alta demanda de água para a agricultura (4%), conhecimento desta técnica (4%) e pela necessidade de novos recursos (3%). Demonstrando alta confiança da população em relação ao sistema de tratamento de esgoto utilizado no município pela concessionária SANEPAR. Em relação à opinião contrária, de não possibilidade de tal prática foram apontados como motivos: A possível contaminação da cultura irrigada com o uso do esgoto tratado (47%), o esgoto tratado ser um recurso sujo (35%) e nunca ter ouvido falar nesta possibilidade (18%). Mostrando que dentre os motivos pela negação de tal prática, se destaca o receio da população em relação à segurança sanitária.

Em resposta ao questionamento sobre a possibilidade de consumir um alimento produzido a partir da irrigação com esgoto tratado (Questão 5), 58% dos entrevistados responderam afirmativamente, 28% negativamente e 14% afirmaram não saber. Demonstrando que, baseados na confiança no tratamento de esgoto realizado no município, a população exhibe grande aceitação desta atividade agrícola.

Apresentou-se os resultados dos questionários utilizando-se o grupo amostral em geral, pois, não houve diferença significativa por sexo e faixa etária.

6 CONCLUSÃO

A partir do exposto conclui-se que água residuária utilizada no experimento apresentou concentrações elevadas de nitrogênio, fósforo, DBO e DQO, quando comparadas a outros estudos de caracterização de esgoto tratado, no entanto, encontra-se dentro da legislação vigente. Mesmo possuindo altos valores para contagem de Coliformes Termotolerantes não houve contaminação no cultivo das alfaces. Contudo, para sistemas comerciais de cultivo de hortaliças é necessário observância à utilização de um sistema de desinfecção do efluente.

A utilização de água residuária como fonte de fertilização foi estatisticamente diferente do controle (sem fonte nutritiva). Logo, os nutrientes presentes na água residuária propiciaram maior produtividade das alfaces produzidas com o mesmo, para todos os parâmetros de produtividade mensurados.

O teste de percepção pública evidenciou, baseado no grupo amostral pesquisado, que há grande aceitação do uso de esgoto tratado na irrigação de culturas agrícolas decorrente da elevada confiança da população em relação ao tratamento de esgoto realizado no município.

Mais de 50% dos entrevistados no teste de percepção pública afirmaram saber o que é reúso de água. Sendo o reúso de água da chuva, a prática mais conhecida. Revelando a necessidade de maiores informações sobre as diversas aplicações das técnicas de reúso de água existentes, para melhor aproveitamento deste recurso.

O estudo realizado levantou a viabilidade técnica e social do uso de água residuária, como recurso passível de utilização em cultivo de hortaliças. Corroborando a necessidade de estudos de viabilidade econômica a esta prática agrícola. Levando-se em consideração a viabilidade logística, incluindo transporte e armazenamento do recurso.

REFERÊNCIAS

ABRÃO JR, Fued. **Reúso de esgoto tratado para fim agrícola: Efeitos sobre o solo e a produção de batata doce**. Dissertação (Pós-Graduação em Ciências do Ambiente) – Universidade Federal do Tocantin, Palmas, 2006.

AISSE, Miguel Mansur; LOBATO, Marllon Boamorte; JÜRGENSEN, Décio; ALÉM SOBRINHO, Pedro. Tratamento de efluentes de reatores anaeróbios no estado do paraná (brasil). *In: XXVIII Congresso Interamericano de Ingeniería y Ambiental*. Cancún, México. 27 al 31 de outubro de 2002.

ANDRADE NETO, Cicero Onofre. **Sistemas Simples para Tratamento de Esgotos Sanitários - Experiência Brasileira**. Rio de Janeiro: ABES, 1997.

ANVISA. Resolução n  12, de 02 de Janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos, através da revogação da portaria SVS/MS 451, de 19 de Setembro de 1997. **Diário Oficial da União**, Brasília – DF, 10 de janeiro de 2001. Disponível em:<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: abril de 2015.

APHA. AWWA. WPCF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 15 ed. Washington, DC.. American Public Health Association. American Water Works Association, Water Pollution control Federation. 1998. 1134p.

APHA. AWWA. WPCF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 15 ed. Washington, DC.. American Public Health Association. American Water Works Association, Water Pollution control Federation. 2012. 1134p.

AQUINO, Vicente de. Reúso, solução para escassez X legislação e regulamentac o deficitária. **Revista TAE**. 2015. Disponível em:<<http://www.revistatae.com.br/noticiaInt.asp?id=8761>>. Acesso em: abril de 2015.

ASSOCIAÇÃO brasileira de normas técnicas. **NBR 13.696** de setembro de 1997 - Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de janeiro, 1997.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade de água na agricultura**. 2.ed. Campina Grande: UFPB, 1999, 153p.

AZEVEDO, Márcia R. de Q. A.; KONIG, Annemarie; BELTRÃO, Napoleão E. de M.; AZEVEDO, Carlos A. de V.; TAVARES, Tatiana de L.; SOARES, Frederico A. L. Efeito da irrigação com água residuária tratada sobre a produção de milho forrageiro. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife – PE, v.2, n.1, p. 63-68, jan.-mar., 2007.

BARÉA, Luis César. RALF, Reator Anaeróbio de Manto de Lodo e Fluxo Ascendente reduzindo custos e economizando energia no Tratamento de Esgotos. **SANEPAR** - Companhia de Saneamento do Paraná, 2006. Disponível em: <[http://www.sanepar.com.br/sanepar/calandrakbx/filesmng.nsf/1B9DF09C9EAE4D2B832573760042EB40/\\$File/APRESENTA%C3%87%C3%83O_RALF_SANEPAR%20-.pdf?OpenElement](http://www.sanepar.com.br/sanepar/calandrakbx/filesmng.nsf/1B9DF09C9EAE4D2B832573760042EB40/$File/APRESENTA%C3%87%C3%83O_RALF_SANEPAR%20-.pdf?OpenElement)>. Acesso em: abril de 2015.

BRASIL. Resolução Conama Nº 20, de 18 de junho de 1986. Estabelece a classificação das águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília – DF, julho de 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>>. Acesso em: abril de 2015.

_____. Resolução Conama Nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. **Diário Oficial da União**, Brasília – DF, maio de 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: out. de 2015.

_____. 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 direito não potável de água, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília – DF, março de 2006. Disponível em: <http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=14>. Acesso em: abril de 2015.

BERNARDES, Ricardo Silveira. Estabilização de poluentes por disposição no solo. **Revista DAE**, São Paulo, v.46, n. 145, p. 129-150, jun., 1986.

CASTRO, Ana Cecília Ribeiro de. **Deficiência de macronutrientes em helicônia 'Golden Torch'**. 2007. 102 f. Tese (Especialização em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2007. Disponível em: <http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/URPE_142897943ac08ccb3bedf78b9351b9ad>. Acesso em: outubro de 2015.

CEASA/PR – Centrais de abastecimento do Paraná S.A.. **Volumes Comercializados nas Unidades Atacadistas**. Disponível em: <http://celepar7.pr.gov.br/ceasa/result_evolucao_das_unidades.asp>. Acesso em: abril de 2015.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Águas superficiais – Reúso de água**. Disponível em:<<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/39-Reúso-de-%C3%81gua>>. Acesso em: abril de 2015.

CHEIS, Daiana. Falta de normas técnicas para reúso de água ainda é um problema no país. **Revista TAE**. nº 12, ano II, abril/maio de 2013. Disponível em:<<http://www.revistatae.com.br/artigos.asp?id=141&fase=c>>. Acesso em: abril de 2015.

CUNHA, Amanda Helena Nunes. **Reúso de água no Brasil**. 2010. 47 f. Monografia (Especialização em Saneamento Ambiental) - Universidade Gama Filho, Brasília, 2010.

ENSINAS, Simone Cândido; MAEKAWA JUNIOR, Moacyr Toshimitsu; ENSINAS, Bruno Cândido. Desenvolvimento de mudas de rúcula em diferentes combinações de substrato. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**. Garça, v.18, n.1, p.1-7, jun., 2011.

FABICHAK, Irineu. **Horticultura ao alcance de todos**. São Paulo: Nobel, 1983.

FELTRIM, Anderson L.; CECÍLIO FILHO, Arthur B.; BRANCO, Roberto B. F.; BARBOSA, José C.; SALATIEL, Luciana T. Produção de alface americana em solo e em hidroponia, no inverno e verão, em Jaboticabal, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.9, n.4, p.505-509, mai. 2005.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para windows versão 4.0. In: Reunião Anual da RBRAS, p. 255-258, 2000.

FIESP/CIESP. **Conservação e Reúso de Água – Manual de orientações para o setor empresarial**. São Paulo: FIESP/CIESP, 2004 v. 1.

FONSECA, Adriel Ferreira da. **Disponibilidade de nitrogênio, alterações nas características químicas do solo e do milho pela aplicação de efluente de esgoto tratado**. Dissertação (Mestre em Agronomia) – Universidade de São Paulo,

Piracicaba, 2001. Disponível em:<

http://www.researchgate.net/profile/Adriel_Fonseca/publication/35468624_Disponibilidade_de_nitrogenio_alteraes_nas_caractersticas_qumicas_do_solo_e_do_milho_pel_a_aplicao_de_efluente_de_esgoto_tratado/links/0c9605197f767b766f000000.pdf>.

Acesso em: outubro de 2015.

FOLLADOR, Franciele Aní Caovilla; SAMPAIO, Sílvio César. **Dinâmica e lixiviação de íons em coluna de solo de uma área irrigada com água residuária**. Cascavel: Edunioeste, 2009. 116 p.

GRANT, C. A; FLATEN, D. N; TOMASIEWICZ, D.J; SHEPPARD, S.C. A Importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Revista POTAFOS**, (*Online*), n. 95, 2001. Disponível em:< [http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/43C5E32F5587415C83257AA30063E620/\\$FILE/Page1-5-95.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/43C5E32F5587415C83257AA30063E620/$FILE/Page1-5-95.pdf)>.

Acesso em: outubro de 2015.

IAPAR - Instituto Agrônômico do Paraná. **Cartas Climáticas do Paraná**. Disponível em:<<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=597>>. Acesso em: abril de 2015.

QUINTO, Antonio Carlos. Cana irrigada com efluente do esgoto doméstico teve maior produtividade. **Revista DAE**, São Paulo, edição extra, n. 180, p. 7, ago., 2009.

LACERDA, Priscilla Mendonça de; RODRIGUES, Ronaldo Ferreira; NALINI JÚNIOR Hermínio Arias; MALAFAIA, Guilherme; RODRIGUES, Aline Sueli de Lima. Influência da irrigação com águas residuárias no desenvolvimento de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*). **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**.

Curitiba, v. 9, n. 2, p. 159-168, abr./jun. 2011. Disponível em:<

https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB0QFjAAahUKEwiRopyRr5DJAhWKhpAKHe-2A6k&url=http%3A%2F%2Fwww2.pucpr.br%2F%2Findex.php%2F%2Facademica%3Fdd99%3Dpdf%26dd1%3D5820&usq=AFQjCNEN_EFqXNh4ik3R0nRjIPCcR9Hylw&cad=rja>. Acesso em maio de 2015.

Leis Municipais. **LEI Nº 3185/2005 de 01.09.05**. Disponível

em:<<https://leismunicipais.com.br/a/pr/f/francisco-beltrao/lei-ordinaria/2005/319/3185/lei-ordinaria-n-3185-2005-obriga-a-captacao-e-uso-de-agua-pluvial-das-novas-edificacoes-e-da-outras-providencias>>.

Acesso em: outubro de 2015.

MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; SANTOS, Hilton Felício dos UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Reúso de água**. São Paulo, SP: Manole, 2003.

NUNES, José Alves. **Tratamento biológico de águas residuárias**. 3. ed. rev., ampl. e atual. Aracaju: Gráfica Editora J. Andrade, 2012.

OLIVEIRA, Jacineumo Falcão de; ALVES, Sandra Maria Campos; FERREIRA NETO, Miguel; OLIVEIRA, Rafael Batista de. Efeito da água residuária de esgoto doméstico tratado na produção de mudas de pimenta cambuci e quiabo. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.8, N.14; p. 443. 2012.

PINHEIRO, Elisa. **Introdução Absorção, translocação e redistribuição Participação no metabolismo vegetal Exigências minerais das principais culturas Sintomatologia de deficiência**. 2010. Disponível em:<<http://slideplayer.com.br/slide/366494/>>. Acesso em: outubro de 2015.

RESENDE, Francisco Vilela; SAMINÉZ, Tereza Cristina O.; VIDA, Mariane Carvalho; SOUZA, Ronessa B. de.; CLEMENTE, Flávia Maria V. Cultivo de Alface em Sistema Orgânico de Produção. Embrapa hortaliças. **Circular Técnica**. Distrito Federal, 2007. Disponível em:<http://www.cnph.embrapa.br/organica/pdf/circular_tecnica/cultivo_alface_organico.pdf>. Acesso em: abril de 2015.

SABESP: reúso como solução ambiental, tecnológica e comercial. **Revista DAE**, São Paulo, edição extra, n. 180, p. 2 - 6, ago., 2009.

SALA, Fernando Cesar; COSTA, Cyro Paulino da. Retrospectiva e tendência da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**. Vitória da Conquista, v. 30, n. 2, p. 187-194, abr./jun. 2012. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362012000200002>. Acesso em: abril de 2015.

SALVADOR, João Odemir; MOREIRA, Adônis; MURAOKA, Takashi. Sintomas visuais de deficiência de micronutrientes e composição mineral de folhas em mudas de goiabeira. **Pesquisas Agropecuárias Brasileiras**. 1999, vol. 34, n. 9, pp. 1655-1662.

SANDRI, Delvio; MATSURA, Edson E.; TESTEZLAF, Roberto. Desenvolvimento da alface Elisa em diferentes sistemas de irrigação com água residuária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.11, n.1, p.17–29, 2007. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662007000100003&script=sci_arttext>. Acesso em: abril de 2015.

SANEPAR - Companhia de Saneamento do Paraná. **RALF, Reator Anaeróbio de Manto de Lodo e Fluxo Ascendente reduzindo custos e economizando energia no Tratamento de Esgotos.** Disponível

em:<[http://www.sanepar.com.br/sanepar/calandrakbx/filesmng.nsf/1B9DF09C9EAE4D2B832573760042EB40/\\$File/APRESENTA%C3%87%C3%83O_RALF_SANEPAR%20-.pdf?OpenElement](http://www.sanepar.com.br/sanepar/calandrakbx/filesmng.nsf/1B9DF09C9EAE4D2B832573760042EB40/$File/APRESENTA%C3%87%C3%83O_RALF_SANEPAR%20-.pdf?OpenElement)>. Acesso em: abril de 2015.

SEGOVIA, Jorge Frederico Orellana; ANDRIOLO, Jerônimo Luís; BURIOL, Galileo Adeli; SCHNEIDER, Flávio Miguel. Comparação do crescimento e desenvolvimento da alface (*lactuca sativa* L.) no interior e no exterior de uma estufa de Polietileno em santa maria, RS. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.27, n.1, p.37-41, 1997. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84781997000100007&script=sci_arttext>. Acesso em: Abril de 2015.

SILVA, Robson José. **Caracterização do esgoto tratado na ETE mangueira e a viabilidade de seu uso em mudas de eucalipto.** Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011. Disponível em:<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBwQFjAAahUKEwjNsoT6pZDJAhVlf5AKHXu7AM4&url=http%3A%2F%2Fdepositorio.ufpe.br%2Fbitstream%2Fhandle%2F123456789%2F5407%2Farquivo2633_1.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&usq=AFQjCNHTM2LX9Q9LB1hcdZ5VEwDJhOFbEQ&bvm=bv.107467506,d.Y2l&cad=rja>. Acesso em: out. de 2015.

SIMÃO, Salim. Irrigação de alface. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**. Piracicaba, v. 12. 1956. Disponível em:<<http://www.revistas.usp.br/aesalq/article/view/45478>>. Acesso em: abril de 2015.

SCALIZE, Paulo Sergio; LEITE, Wellington Cyro de Almeida; RODRIGUES, José Manoel; CORREA, Murilo de Souza; VENUZO, Stefano Benedito; LOMBARDI, Renata; OLIVEIRA, Simone Cristina de; SANTOS, Michele Félix dos. **Correlação entre os valores de DBO e DQO no afluente e efluente de duas ETES da cidade de Araraquara.** Araraquara, 2004. Disponível em:<<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/assem/egotos/araraquara.pdf>>. Acesso em: outubro de 2015.

SOUSA, José T. de; CEBALLOS, Beatriz S. O. de; HENRIQUE, Israel N.; DANTAS, José P.; LIMA, Suzana M. S. Reúso de água residuária na produção de pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.1, p.89–96, 2006. Campina Grande, 2006. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v10n1/v10n1a14.pdf>>. Acesso em: outubro de 2015.

SPERLING, Marcos Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005. 452 p.

TELLES, Dirceu D'Alkmin. **Esgoto sanitário**: coleta, transporte, tratamento e reúso agrícola. São Paulo, SP: E. Blücher, c2003. xiii, 520 p.

TELLES, Dirceu D'Alkmin; COSTA, Regina Helena Pacca Guimarães; NUVOLARI, Arioaldo; TEIXEIRA, Elisabeth Pelosi; RIBEIRO, Flávio de Miranda; NASCIMENTO, José Edmário do; STANGE, Karen; BASSOI, Lineu J. **Reúso da água**: conceitos, teorias e práticas. 2. ed. rev. atual. e ampl. São Paulo, SP: Edgard Blucher, 2010. xvi, 408 p.