



## II-478 - RIRIGAÇÃO COM ÁGUA DE REÚSO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DE PALMEIRAS DE GOIÁS - GO: IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO SEMIQUANTITATIVO DE AVALIAÇÃO DE RISCO MICROBIOLÓGICO PARA A SAÚDE HUMANA

**Crislayne Mikelle Dias Rocha Mattos** <sup>(1)</sup>

Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade federal de Goiás (UFG).

**Larissa Rodrigues Pereira** <sup>(2)</sup>

Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade federal de Goiás (UFG).

**Karla Alcione da Silva Cruvinel** <sup>(3)</sup>

Docente da Universidade Federal de Goiás, Engenharia Ambiental, Doutora em Ciências Ambientais.

**Endereço** <sup>(1)</sup>: Rua H-125, Qd258 Lt29 – Cidade Vera Cruz - Aparecida de Goiânia - GO - CEP: 74937-240 - Brasil - Tel: (62) 98304-7449 - e-mail: [crislaynemrocha@gmail.com](mailto:crislaynemrocha@gmail.com)

### RESUMO

A escassez global de recursos hídricos, intensificada pela urbanização rápida e mudanças climáticas, requer soluções inovadoras como o reúso de águas residuais para aumentar a disponibilidade de água em regiões afetadas. Este estudo examina o potencial do reúso de efluentes tratados da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de Palmeiras de Goiás - GO para irrigação de pastagens e plantações de soja, com o objetivo de otimizar o uso da água e avaliar os riscos de contaminação microbiológica.

Utilizando ferramentas como QGIS e MapBiomas para delimitação e classificação do uso do solo, e o software New\_LocClim para obter dados climáticos, a pesquisa determinou que a vazão média da ETE, de 48,1 L/s, pode atender a áreas significativas para irrigação. Durante grande parte do ano, a demanda hídrica é suprida naturalmente, mas em períodos de estiagem, a irrigação com efluentes tratados se torna essencial.

A análise revelou que a ETE pode irrigar até 969,6 hectares de pastagem ou 856,11 hectares de soja, demonstrando um potencial considerável para aliviar a pressão sobre os recursos hídricos naturais. A avaliação de risco microbiológico, baseada na metodologia da ISO, indicou níveis aceitáveis de risco para agricultores e comunidades do entorno, garantindo a segurança da prática proposta.

Em conclusão, o estudo destaca que a ETE de Palmeiras de Goiás possui capacidade significativa para contribuir com o desenvolvimento sustentável da agricultura local, promovendo uma gestão eficiente e segura dos recursos hídricos, e recomenda a implementação de um Plano de Gestão do Risco para assegurar a qualidade e segurança da água de reúso.

**PALAVRAS-CHAVE:** Irrigação, Água de reúso, Avaliação de risco, Agricultura sustentável.

### INTRODUÇÃO

A escassez global de recursos hídricos é um desafio cada vez mais urgente, agravado pela rápida urbanização e pelas mudanças climáticas. Nesse contexto, o reúso de águas residuais, também chamado de "reúso de água", surge como uma abordagem promissora para aumentar a disponibilidade de recursos hídricos em regiões propensas à escassez, contribuindo para a sustentabilidade desse precioso recurso (SUBVENÇÃO et al., 2012).

De acordo com o 25º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos da Secretaria Nacional de Saneamento (BRASIL, 2019), na região Centro-Oeste, 57,7% da população tinha acesso à coleta de esgoto, e o índice de tratamento de esgoto atingia 56,8%. O efluente tratado resultante desse processo pode ser direcionado para diversos propósitos, incluindo irrigação agrícola (TAL, 2006).

O setor da agricultura irrigada, responsável por aproximadamente 67% do consumo total de água no Brasil, é destacado pelo Atlas Irrigação da Agência Nacional de Águas (ANA, 2017) como o principal consumidor de água. Nesse contexto, o reúso de água em atividades agrícolas surge como uma estratégia crucial para aliviar a



SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO  
DE ENGENHARIA SANITÁRIA  
E AMBIENTAL



pressão sobre corpos d'água superficiais e subterrâneos. Além disso, essa prática contribui para a preservação da água disponível para consumo humano e dessedentação animal, ao mesmo tempo em que reduz a liberação de efluentes em corpos hídricos (MELO et al., 2020).

Neste estudo, será abordado o reúso de efluentes tratados da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) do município de Palmeiras de Goiás - GO para irrigação em áreas de pastagem e plantação de soja. Essa abordagem visa otimizar o uso da água, proporcionando benefícios significativos tanto para o meio ambiente quanto para a economia agrícola.

Ao empregar efluentes tratados provenientes da ETE, será possível atender às demandas hídricas específicas de pastagens e culturas de soja. Esta prática não apenas alivia a pressão sobre fontes naturais de água, mas também contribui para a eficiência na gestão dos recursos hídricos (MELO et al., 2020).

A aplicação cuidadosa de efluentes tratados em áreas de pastagem promove a fertilidade do solo, segundo Cruvinel et al. (2021). Da mesma forma, ao irrigar plantações de soja com água tratada, há um impacto positivo no desenvolvimento das plantas, influenciando positivamente a qualidade e a quantidade da colheita.

Além dos benefícios agrônômicos, o reúso de efluentes tratados reduz a poluição hídrica ao desviar esses efluentes de corpos d'água. Essa prática não só confere um novo propósito benéfico aos efluentes, mas também contribui para a preservação dos ecossistemas aquáticos (MELO et al., 2020).

Contudo, é essencial conduzir avaliações detalhadas da qualidade da água tratada antes da aplicação, garantindo que os níveis de nutrientes e contaminantes estejam dentro dos limites aceitáveis (ANGELAKIS et al., 2018). A avaliação do risco microbiológica também é necessária para proteger a saúde pública, identificando e prevenindo perigos microbiológicos em água e alimentos. Essa avaliação passa por quatro etapas essenciais para a implementação segura de projetos, visando minimizar os riscos à saúde pública a níveis aceitáveis: i) identificação do perigo, ii) identificação das vias de exposição para diferentes receptores, iii) desenvolvimento de cenários de exposição com base na dose; iv) caracterização do risco (APA, 2019; LIMA et al., 2021).

Assim, o reúso de efluentes tratados para irrigação em pastagens e plantações de soja não apenas aborda desafios relacionados à disponibilidade de água, mas também promove uma abordagem integrada e sustentável no uso de recursos, fortalecendo a resiliência do setor agrícola em face das mudanças climáticas e da escassez hídrica.

## OBJETIVO

Dessa forma, o objetivo geral do trabalho é avaliar a potencialidade do reúso da água proveniente da ETE de Palmeiras de Goiás – GO para irrigar áreas de pastagem e soja no raio de 1 e 3 quilômetros de distância da ETE do município e avaliar os riscos de contaminação microbiológica dessa água nos receptores.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado nos raios de 1 e 3 quilômetros a partir da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) em Palmeiras de Goiás – GO. Utilizando o software QGIS, delimitaram-se esses raios e, com o auxílio do MapBiomas, classificaram-se os usos e ocupação do solo. Em seguida, os dados foram vetorizados para obter a área de cada uso do solo.

Com o auxílio do software Estimador Climático Local (*New\_LocClim*) obteve dados como o de Evapotranspiração de Referência (Eto) e o de Total Mensal de Precipitação (TM), dados que são fundamentais para determinar se a vazão da ETE suportará irrigar as áreas escolhidas.

De acordo com a empresa estatal responsável pelos serviços de saneamento básico no Estado de Goiás, Saneamento de Goiás S.A. (SANEAGO), a vazão média da ETE do município de Palmeiras de Goiás é de 48,1 litros por segundo (L/s).



Para determinar o método de eficiência da irrigação e o coeficiente de cultura (Kc) utilizou o Manual Técnico de Outorgas da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH), em que os métodos de irrigação considerados foi o de aspersão por sistema convencional para pastagem (eficiência de irrigação de 80%) e o de aspersão por sistema de pivô central para soja (eficiência de irrigação 85%). O Kc considerado para a pastagem foi o de pastoreio extensivo e o para soja considerou a cultura.

A abordagem de avaliação de risco, conforme proposta por Lima et al., (2021), fundamenta-se em um modelo semiquantitativo e adota o conceito *fit-for-purpose*, conforme sugerido pela ISO (2020). Essa perspectiva visa a produção de água de reúso com qualidade ajustada às necessidades específicas dos usuários finais. É importante ressaltar que a ISO não busca impor padrões, mas sim incentivar a criação de regulamentos e documentos alinhados com a realidade de cada região (ISO, 2020).

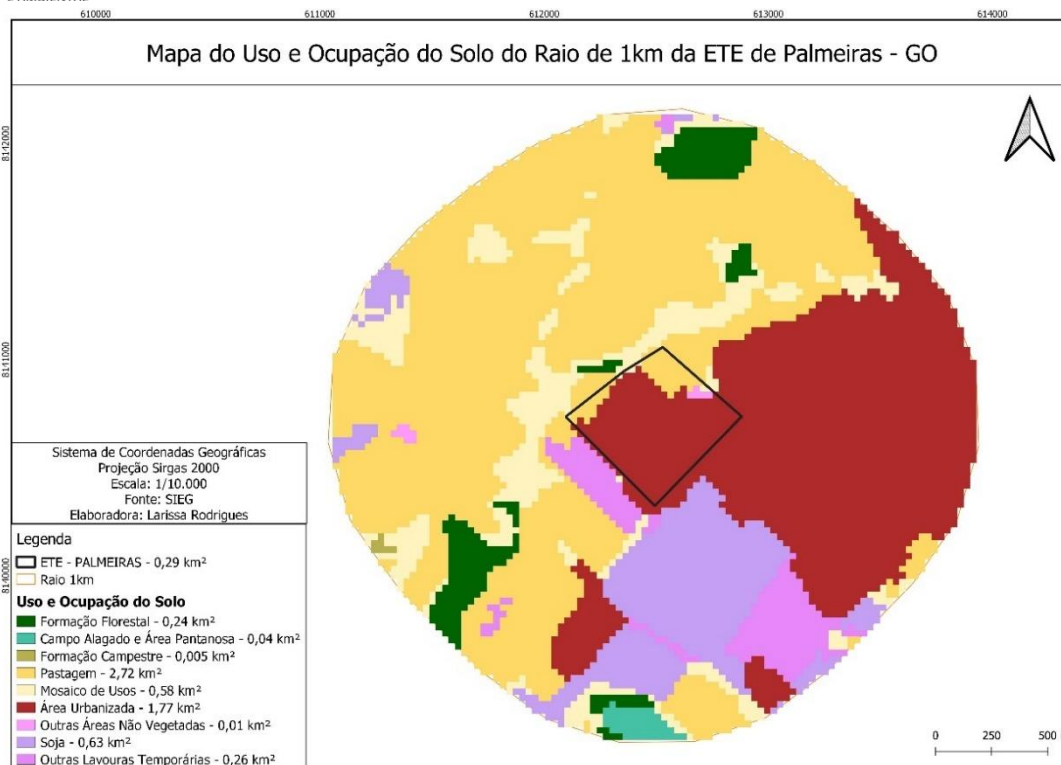
A abordagem da ISO já foi implementada por diversos países ao redor do mundo e pela União Europeia, conforme destacado na recente *Regulation (EU) 2020/741* (EU, 2020), visando assegurar a segurança das práticas de reúso para irrigação. Nesta Nota Técnica, é apresentada uma aplicação do método Semiquantitativo de Avaliação de Risco Microbiológico (ASqRM) no âmbito nacional.

Em linhas gerais, a metodologia ASqRM está subdividida em quatro fases:

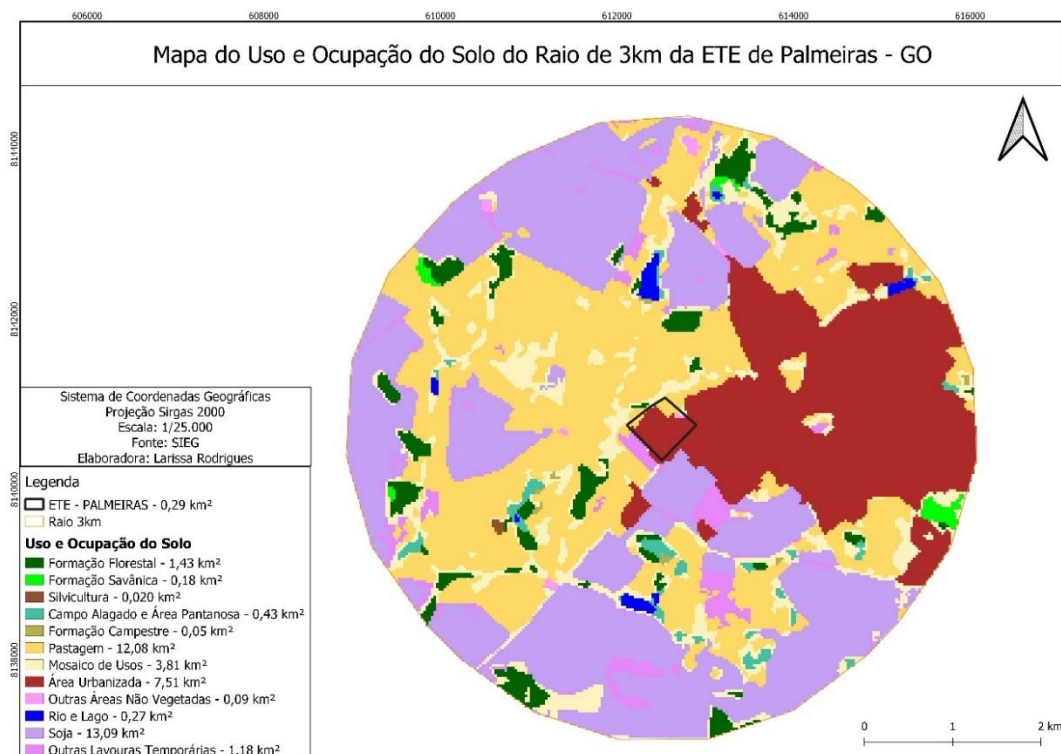
- Etapa 1 – Identificação do perigo;
- Etapa 2 – Identificação das vias de exposição para diferentes receptores;
- Etapa 3 – Cenalização da exposição em conformidade com a dose;
- Etapa 4 – Caracterização do Risco.

## RESULTADOS

Nos arredores da ETE de Palmeiras - GO, identificaram-se dois tipos de uso do solo, num raio de 1 a 3 km, que apresentam áreas consideráveis para irrigação por reúso: pastagem e soja. A Figura 1 mostra eu no raio de 1 km, a área de pastagem é predominante, totalizando 2,72 km<sup>2</sup>, enquanto a de soja abrange 0,63 km<sup>2</sup>. Em contraste, a Figura 2 mostra que, no raio de 3 km, a área de soja se destaca, cobrindo 13,09 km<sup>2</sup>, enquanto a de pastagem alcança 12,08 km<sup>2</sup>. Esses resultados evidenciam que os arredores da ETE de Palmeiras-GO possuem áreas expressivas para a prática de irrigação com água de reúso. No contexto deste estudo, consideraram-se as duas hipóteses: pastagem e soja, ressaltando a relevância dessas culturas no estado de Goiás, que contribuem significativamente para o produto interno bruto estadual.



**Figura 1: Mapa do uso e ocupação do solo em um raio de 1 km da ETE de Palmeiras - GO.**



**Figura 2: Mapa do uso e ocupação do solo em um raio de 3 km da ETE de Palmeiras - GO.**

Uma vez obtida a coordenada e a vazão média mensal da ETE selecionada (48,1 L/s) para o estudo e limitadas às áreas de pastagem e soja para os raios de 1 e 3 km, obtiveram-se as demandas mensais de água para a irrigação de cada área e cultura.

Por meio dos cálculos realizados, foi possível notar que para os períodos de setembro a maio (durante 9 meses do ano) para pastagem e setembro a abril (durante 8 meses do ano) para soja, não necessitam de irrigação nas áreas em estudo, visto que esses meses possuem um balanço hídrico vertical positivo, ou seja, considerando-se somente o movimento vertical de água dentro do solo, precipitação e evapotranspiração, a quantidade líquida de água que permanece disponível é suficiente às plantas (INPE, 2005).

Já nos demais meses, obteve-se demanda de água para a irrigação. Assim, nesses meses de verão, a irrigação é necessária para que a pastagem e a soja cresçam normalmente, uma vez que a precipitação do período de estiagem não é suficiente para o desenvolvimento das culturas.

Dessa forma, na Tabela 1, é possível observar a demanda de vazão de atendimento, nos meses em que há demanda, para cada área de cultura no seu raio. Ainda na Tabela 1, é mostrada a área máxima que a vazão da ETE (48,1 L/s) consegue irrigar e o percentual de atendimento para cada demanda.

A determinação da área máxima levou em conta a vazão média mensal da ETE e a demanda de água para irrigação em cada mês. Os meses mais críticos em relação ao balanço hídrico, ou seja, com baixa precipitação e alta evapotranspiração, o que acarreta o déficit hídrico no armazenamento de água no solo, representam a capacidade máxima de irrigação da ETE para cada cultura. Isso significa que, mesmo que as estações possam atender áreas mais extensas nos demais meses devido à precipitação, a área máxima reflete a extensão atendida ao longo de todo o ano.

Já o percentual de atendimento representa a razão entre a área máxima que a ETE consegue irrigar no mês e a área de pastagem compreendida em cada raio. Dessa forma, esse percentual representa a razão entre a oferta de água de reúso e a demanda de água para irrigação.

**Tabela 1: Capacidade de atendimento de irrigação nos meses que há demanda.**

	Cultura	Área (ha)	Meses com demanda de atendimento (L/s)	Demanda de atendimento do mês (L/s)	Área máxima atendida (ha)	Percentual de atendimento (%)
Raio de 1 Km	Pastagem	272	Junho	16,87	272,00	100%
			Julho	16,34	272,00	100%
			Agosto	13,82	272,00	100%
	Soja	63	Maio	0,24	63,00	100%
			Junho	4,16	63,00	100%
			Julho	4,01	63,00	100%
			Agosto	3,49	63,00	100%
Raio de 3 Km	Pastagem	1208	Junho	74,91	969,60	80%
			Julho	72,56	1001,00	83%
			Agosto	61,36	1183,61	98%
	Soja	1309	Maio	5,07	1309,00	100%
			Junho	86,52	856,11	65%
			Julho	83,27	889,59	68%
			Agosto	72,61	1020,12	78%

Com base nos dados apresentados na Tabela 1, verifica-se que a ETE possui a capacidade de atender áreas além do raio de 1 km, mesmo quando atende simultaneamente pastagem e soja. Sendo assim, a ETE de



Palmeiras de Goiás pode cobrir uma extensão de até 969,6 ha de pastagem ou 856,11 ha de soja. Em comparação com o estudo de reúso de água realizado por Cruvinel et al. (2021) na bacia hidrográfica do Rio Meia Ponte, destaca-se o positivo potencial de atendimento da ETE local, resultado de sua boa vazão e localização estratégica em uma área com alta demanda para irrigação de pastagem e soja.

Além disso, há a perspectiva de expandir a área de irrigação mediante a reserva de água durante os meses de demanda hídrica nula. Pequenos reservatórios, que poderiam viabilizar o processo de irrigação durante períodos de estiagem, podem ser dimensionados utilizando modelos matemáticos, como o de Schosklisch, que permite estimar o volume de água em reservatórios de irrigação (ROBAINA, 2009).

As principais características para a aplicação da ASqRM para pastagem estão apresentadas na Tabela 2. Onde, em relação ao método de irrigação, foi definido o método de aspersão, já que é o método mais utilizado hoje para irrigação de pastagens (EMBRAPA, 2018). Para as características da cultura, considerou-se que haverá o consumo animal, sem processamento da cultura pós-colheita (já que os animais consomem diretamente no campo), a cultura desenvolve-se próximo ao solo, o que pode aumentar o risco microbiológico, a água de irrigação tem contato direto com a cultura e a pastagem tem um ciclo de vida curto, pode haver exposição repetida à água de irrigação contaminada ao longo do tempo.

**Tabela 2: Características gerais – Pastagem (Etapas 1 e 2).**

<b>Item</b>	<b>Características</b>
<b>Método de irrigação</b>	Aspersão em malha
<b>Características da cultura</b>	Consumo Animal; não há processamento pós-colheita; próxima ao solo; água tem contato com a cultura; consumo cru; ciclo de vida curto
<b>Identificação do Perigo; receptores</b>	agricultor; comunidade do entorno.

A Tabela 3 apresenta o resultado da avaliação de risco para a pastagem, é possível observar que a média do Risco ficou dentro do intervalo que se considera “aceitável” para o agricultor e para a comunidade do entorno ficou também dentro do parâmetro “aceitável”.

**Tabela 3: Desenvolvimento das Etapas 3 e 4 – Pastagem.**

Cenário	Agricultor			Animais de pastagem		
	$f_i$ cen exp	$f_i$ via exp	Justificativa	$f_i$ cen exp	$f_i$ via exp	Justificativa
i) ingestão inadvertida durante a irrigação	9	9	Absoluta. Sempre elevada.	9	9	Absoluta. Sempre elevada.
ii) ingestão intencional a partir do sistema de irrigação	9	9	Absoluta. Sempre elevada.	9	9	Absoluta. Sempre elevada.
iii) ingestão da cultura	3	9	Improvável.	3	9	Improvável.
iv) ingestão do solo	5	9	Pode ocorrer sem o uso do EPI caso fique armazenado nas unhas.	3	9	Improvável, porém possível caso fique armazenado nas unhas
v) inalação de micro gotículas durante a irrigação	9	5	Pelo tipo de sistema de irrigação (aspersão)	9	5	Pelo tipo de sistema de irrigação (aspersão)
vi) adsorção por contato com a cultura irrigada, folhas e raízes	9	3	Pelo método de irrigação (aspersão)	9	3	Pelo método de irrigação (aspersão)
vii) adsorção por contato com o sistema de irrigação	9	3	Pelo método de irrigação (aspersão)	9	3	Pelo método de irrigação (aspersão)
viii) adsorção por contato com outras superfícies	9	3	Pelo método de irrigação (aspersão)	-	-	Não aplicável
S ( $f_i$ via exp)	50			47		
S [( $f_i$ via exp)*( $f_i$ cen exp)]	360			315		
fator de normalização	400			329		
Vulnerabilidade	0,90			0,96		
Barreiras: Irrigação por aspersão (barreiras equivalentes = 1), efluente secundário + desinfecção (barreiras equivalentes = 1) e controle de acesso (barreiras equivalentes = 1)						
Dano	0,89			(para todos os receptores)		
Risco Receptor	5,61			5,96		
Risco Global	5,79			Risco global aceitável		

As principais características para a aplicação da ASqRM para a soja estão apresentadas na Tabela 4. Sendo que, para as características da cultura considerou o consumo humano e/ou animal, que há um processamento pós-colheita já que, a soja passa por processos de beneficiamento antes do consumo, incluindo descascamento e cozimento, além disso no processo de beneficiamento é frequentemente removida a casca da soja, a soja desenvolve-se acima do solo, a água tem contato com a cultura, têm um consumo cru e processado e tem um ciclo de crescimento longo.

**Tabela 4: Características gerais – Soja (Etapas 1 e 2).**

<b>Item</b>	<b>Características</b>
<b>Método de irrigação</b>	Aspersão em malha
<b>Características da cultura</b>	Consumo Humano e Animal; processamento pós-colheita; Remoção de casca; distante do solo; água tem contato com a cultura; consumo cru e processado; ciclo de crescimento longo.
<b>Identificação do Perigo; receptores</b>	agricultor; consumidores;

A da Tabela 5 apresenta o resultado da avaliação de risco para a soja, é possível observar que a média do Risco e o risco do consumidor ficou dentro do intervalo que se considera “desprezível”, apenas o risco do agricultor que ficou no intervalo “aceitável”. O que se justifica pelas características da soja, a qual tem casca, passa por processamento, tem uma cultura de ciclo longo e desenvolve-se acima do solo.



Tabela 5: Desenvolvimento das Etapas 3 e 4 – Soja.

Cenário	Agricultor			Consumidor		
	f <sub>i cen exp</sub>	f <sub>i via exp</sub>	Justificativa	f <sub>i cen exp</sub>	f <sub>i via exp</sub>	Justificativa
i) ingestão inadvertida durante a irrigação	9	9	Absoluta. Sempre elevada.	-	-	Não aplicável
ii) ingestão intencional a partir do sistema de irrigação	9	9	Absoluta. Sempre elevada.	-	-	Não aplicável
iii) ingestão da cultura	3	9	Deve ser feita a remoção da casca.	3	9	Por passar por processamento e remoção da casca
iv) ingestão do solo	3	9	Eventual. Cultura sem contato com o solo, mas pode ser armazenada no solo eventualmente úmido.	1	9	Por passar por processamento e remoção da casca
v) inalação de microgotículas durante a irrigação	7	5	Pelo tipo de sistema de irrigação (aspersão)	-	-	Não aplicável
vi) adsorção por contato com a cultura irrigada, folhas e raízes	9	3	Pelo método de irrigação (aspersão)	1	3	Por passar por processamento e remoção da casca
vii) adsorção por contato com o sistema de irrigação	9	3	Pelo método de irrigação (aspersão)	-	-	Não aplicável
viii) adsorção por contato com outras superfícies	9	3	Pelo método de irrigação (aspersão)	-	-	Não aplicável
S (f <sub>i via exp</sub> )	50			21		
S [(f <sub>i via exp</sub> )*(f <sub>i cen exp</sub> )]	332			39		
fator de normalização	400			147		
Vulnerabilidade	0,83			0,27		
Barreiras: Irrigação por aspersão (barreiras equivalentes = 1), efluente secundário + desinfecção (barreiras equivalentes = 1) e controle de acesso (barreiras equivalentes = 1)						
Dano	0,74			(para todos os receptores)		
Risco Receptor	4,30			1,65		
Risco Global	2,98			Risco global desprezível		

Toda essa contextualização demonstra a existência do Risco para a prática proposta, porém considerando que ela pode ser segura (no nível desprezível), desde que todos os aspectos previstos sejam assegurados. Para isso, é necessária a elaboração do Plano de Gestão do Risco, que segundo APA (2019), deve ter em consideração a probabilidade de ocorrência de todos os perigos (físicos, químicos e microbiológicos), associada à severidade



das suas consequências, e a eficácia das barreiras instaladas e a instalar em todas as operações associadas ao reúso.

## CONCLUSÕES

Os resultados desta pesquisa revelaram que os arredores da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de Palmeiras-GO apresentam áreas expressivas para a prática de irrigação por reúso, especialmente nas culturas de pastagem e soja. A demarcação da área mostrou que, em um raio de 1 km, a pastagem predomina, totalizando 2,72 km<sup>2</sup>, enquanto a soja abrange 0,63 km<sup>2</sup>. No raio de 3 km, a área de soja destaca-se, cobrindo 13,09 km<sup>2</sup>, em comparação com 12,08 km<sup>2</sup> de pastagem.

Ao calcular a oferta e demanda de água para irrigação, identificou-se que, durante 9 meses para pastagem e 8 meses para soja, não é necessária irrigação devido ao balanço hídrico positivo. Nos demais meses, a demanda de água para irrigação foi calculada, revelando a necessidade nos períodos de estiagem. A capacidade de atendimento da ETE, considerando uma vazão média mensal de 48,1 L/s, demonstrou que pode cobrir até 969,6 ha de pastagem ou 856,11 ha de soja.

Além disso, a avaliação de risco microbiológico para as culturas de pastagem e soja indicou níveis aceitáveis de risco para agricultores e comunidades do entorno, considerando a prática proposta de reúso de água para irrigação. Para a soja, o risco do consumidor foi classificado como desprezível, enquanto o do agricultor foi considerado aceitável.

Em síntese, os resultados indicam que a ETE de Palmeiras-GO tem um significativo potencial para atender à demanda de irrigação nas áreas circunvizinhas, contribuindo para o desenvolvimento sustentável das culturas de pastagem e soja. A possibilidade de expansão da área de irrigação e a implementação de pequenos reservatórios durante os meses de demanda nula proporcionam perspectivas promissoras para otimizar o uso de água de reúso na região, sujeitas à implementação de um eficaz Plano de Gestão do Risco.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANGELAKIS, A. N.; ASANO, T.; BAHRI, A.; JIMENEZ, B. E.; TCHOBANOGLIOUS, G. *Water Reuse: From Ancient to Modern Times and the Future. Frontiers in Environmental Science* v. 6, 2018.
2. APA. AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE. Guia para reutilização de água – usos não potáveis. Lisboa: APA, 2019.
3. Cruvinel, K.A., Maciel, L.A., Maciel, H.A., Junior, K.J., & Gonçalves, R.F. REÚSO DE ÁGUA A PARTIR DE EFLUENTES DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS PARA IRRIGAÇÃO DE PASTAGENS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MEIA PONTE. *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais*, 2021.
4. INTERÁGUAS. PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DO SETOR ÁGUAS. Elaboração de proposta de plano de ações para instituir uma política de reúso de efluente sanitário tratado no Brasil. Produto III – Critérios de qualidade de água. Brasília. 2017.
5. ISO. *INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION*. ISO 16075-1: 2020 – *Guidelines for treated wastewater use for irrigation projects - Part 2: Development of the project. International Organization for Standardization*, Geneva. 2020.
6. EU. *Regulation (EU) 2020/741 of the European Parliament and of the council. Of 25 May 2020. On minimum requirements for water reuse*. Disponível em: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32020R0741>>. Acesso em: 27 de jan. 2024.
7. Lima, M.A., Santos, A.S., & Vieira, J.M. IRRIGAÇÃO COM ÁGUA DE REÚSO NO BRASIL: APLICAÇÃO DO MODELO SEMIQUANTITATIVO DE AVALIAÇÃO DE RISCO MICROBIOLÓGICO PARA SAÚDE HUMANA. *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais*, 2021.
8. REBELO, A.; FERRA, I.; GONÇALVES, I.; MARQUES, A. M. *A Risk Assessment Model for Water Resources: Releases of dangerous and hazardous substances. Journal of Environmental Management*, v. 140, p. 51-59, 2014.
9. REBELO, A. Reutilização de água: Abordagem para o desenvolvimento de práticas de reutilização de água. In: Atas do 14º Congresso da Água, Évora, Portugal, 2018. Anais [...], Évora, Portugal, 2018.



SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO  
DE ENGENHARIA SANITÁRIA  
E AMBIENTAL



10. REBELO, A.; QUADRADO, M.; FRANCO, A.; LACASTA, N.; MACHADO, P. *Water reuse in Portugal: New legislation trends to support the definition of water quality standards based on risk characterization. Water Cycle*, p. 41-53, v. 1, 2020.
11. SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. Editora UFMG, Belo Horizonte, 2014.
12. NPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. *Balanco Hídrico*. INPE-13140-PRE/8399. São José dos Campos, 2005.
13. ROBAINA, A. D. PEITER, M. X.; PARIZI, A. R. C.; SOARES, F. C.; GOMES, A. C. S. *Modelagem do volume de reservatórios de irrigação para fins de outorga e planejamento agrícola*. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2482-2487, 2009.
14. RICHTER, Luis Antonio. *Irrigação de pastagem*. Capítulo 17. *ILPF – Integração Lavoura-Pecuária-Floresta*. Embrapa. 2018.
15. APA. *AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE. Guia para reutilização de água – usos não potáveis*. Lisboa: APA, 2019.