



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO SUPERIOR BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA**

**ELISA LEAL ARAÚJO
LAYLA CRYSTINA DE MELO DA SILVA**

**FERTIRRIGAÇÃO COM ÁGUA RESIDUAL DE PISCICULTURA NO
DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DE MILHO (*Zea mays* L.)**

**ARAGUATINS
2026**

**ELISA LEAL ARAÚJO
LAYLA CRYSTINA DE MELO DA SILVA**

**FERTIRRIGAÇÃO COM ÁGUA RESIDUAL DE PISCICULTURA NO
DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DE MILHO (*Zea mays* L.)**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso
Superior de Bacharelado em Engenharia
Agrônômica da Unidade *Campus* Araguatins,
do Instituto Federal do Tocantins, como
exigência à obtenção do título de
Bacharel(a), em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Dr. Raimundo Laerton de Lima
Leite

ARAGUATINS
2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

- A658f Araújo, Elisa Leal
 Fertirrigação com água residual de piscicultura no desenvolvimento vegetativo de milho (*Zea mays* L.) / Elisa Leal Araújo, Layla Crystina de Melo da Silva. – Araguatins, TO, 2026.
 37 p. : il.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - IFTO, Araguatins, TO, 2026.
- Orientador: Dr. Raimundo Laerton de Lima Leite.
1. Fertirrigação. 2. Sustentabilidade agrícola. 3. Piscicultura. I. Silva, Layla Crystina de Melo da. II. Leite, Raimundo Laerton de Lima. III. Título.

CDD 630

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
Campus Araguatins
Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "FERTIRRIGAÇÃO COM ÁGUA RESIDUAL DE PISCICULTURA NO DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DE MILHO (*Zea mays* L.)"

AUTORAS: **Elisa Leal Araújo e Layla Crystina de Melo da Silva**
ORIENTADOR: **Profº. Dr. Raimundo Laerton de Lima Leite**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica.

Aprovado em 07 de agosto de 2026.



Documento assinado eletronicamente por **Raimundo Laerton de Lima Leite, Servidor**, em 07/08/2026, às 16:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Samuel de Deus da Silva, Servidor**, em 07/08/2026, às 16:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Roberta de Freitas Souza Lobo, Servidora**, em 07/08/2026, às 16:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.iftoc.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3239212** e o código CRC **38EFFBB9**.

Dedicamos este trabalho às nossas mães, mulheres fortes e guerreiras que com dedicação e incontáveis renúncias, foram nosso abrigo, exemplo e incentivo em cada etapa dessa caminhada. Essa conquista é, acima de tudo, de vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos, primeiramente, a Deus, por ter nos guiado e sustentado em cada parte dessa jornada. Ele conhece as dificuldades, os desafios e as alegrias vivenciadas ao longo desses anos.

Ao nosso orientador, Professor Dr. Raimundo Laerton de Lima Leite, expressamos nossa profunda admiração e gratidão pela disponibilidade em compartilhar seus conhecimentos, por toda paciência e dedicação ao longo deste trabalho. Levaremos conosco não apenas os conhecimentos transmitidos, mas também o seu exemplo de dedicação e ética, que permanecerá como inspiração em nossa trajetória profissional.

Aos membros da banca examinadora, Professor Dr. Samuel de Deus e Professora Dra. Roberta de Freitas, nossa sincera gratidão por aceitarem o convite para avaliar este trabalho. É uma honra ter este trabalho avaliado por professores que se fizeram presentes em nossa trajetória acadêmica.

Ao Instituto Federal do Tocantins, *Campus Araguatins*, agradecemos por nos proporcionar muito mais do que conhecimento. Durante esses anos, foi nossa segunda casa, onde construímos amizades, vivenciamos experiências e superamos desafios que contribuíram para o nosso crescimento acadêmico, profissional e humano.

E especialmente, uma à outra, pela dedicação, companheirismo e amizade durante todo esse processo. Essa parceria foi fundamental para a realização deste trabalho.

Eu, Elisa Leal Araújo, agradeço profundamente à minha querida mãe, Michely da Silva Leal, que nunca mediu esforços para a concretização desta conquista. Em muitos momentos, abdicou dos próprios sonhos para que eu pudesse realizar os meus e, quando nem eu acreditava em mim, foi você quem me fez enxergar a força e a capacidade que existiam dentro de mim. Minha eterna gratidão por seu amor e dedicação.

À minha querida vizinha, Marissol, que, com muito amor, fez parte da minha criação e que sempre terei como minha segunda mãe. Obrigada por ser meu colo em tantos momentos difíceis e por compartilhar comigo tantas alegrias. Seu amor e cuidado foram essenciais em minha caminhada.

A vocês, minhas irmãs Larissa Thatielle, Thamires, Ângela Maria e Brunna, meu mais sincero agradecimento. O apoio e incentivo de vocês foram fundamentais. Vocês são muito mais do que irmãs, são amigas que levarei para toda a vida.

Ao meu tio Anízio, que, mesmo sem laços sanguíneos, foi fonte de amor e carinho desde que eu era um bebê. Seu carinho, apoio e presença foram constantes. Minha eterna gratidão por tudo que fez por mim.

Ao meu namorado, Otaviano Borges, pelo incentivo, pela compreensão e pelo apoio incondicional ao longo desta caminhada. Sou grata por ter você ao meu lado em cada etapa desta conquista.

À minha querida tia, Rosileide Araújo, e à minha prima, Brunna, que sempre estiveram presentes em minha vida. Mesmo morando distantes, nunca deixaram de demonstrar seu carinho e amor, minha eterna gratidão.

Às minhas amigas e companheiras de jornada, Ana Paula Berlamino, Camila Valadares, Shirley Andrade e Yasmin Diely, agradeço por cada palavra de incentivo, pelas risadas compartilhadas, pelo apoio nos momentos difíceis e por estarem presentes em cada etapa desta trajetória.

Por fim, agradeço aos meus colegas de turma, que fizeram parte desta história e a todos aqueles que torceram pelo nosso sucesso.

Eu, Layla Crystina, agradeço primeiramente, a Deus, por ter me concedido força, sabedoria e perseverança para chegar até aqui. Em cada desafio, foi a minha fé que me sustentou e me fez acreditar que eu seria capaz de concluir esta etapa tão importante da minha vida.

À minha mãe, Mônica, minha eterna gratidão. Obrigada por todo amor, apoio, cuidado e por nunca medir esforços para me ajudar a seguir em frente. Você foi meu porto seguro nos momentos difíceis, comemorou comigo cada pequena conquista e acreditou em mim até quando eu mesma duvidei. Esta conquista também é sua, pois carrega muito do seu amor, dos seus ensinamentos e dos seus sacrifícios.

À minha família, agradeço por todo apoio, carinho, compreensão e incentivo durante essa caminhada. Cada palavra de motivação, cada gesto de carinho e cada demonstração de confiança foram importantes para que eu não desistisse diante das dificuldades. Ter vocês ao meu lado tornou essa jornada mais leve e significativa.

RESUMO

A busca por métodos que conciliam a produção agrícola com a conservação dos recursos naturais tornou-se indispensável, especialmente em regiões vulneráveis à escassez hídrica. O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência da aplicação de água residual de piscicultura, por meio da fertirrigação, no crescimento e desenvolvimento vegetativo do milho (*Zea mays L.*), visando a sustentabilidade de nutrientes e a utilização racional da água. A pesquisa foi realizada em área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – *Campus Araguatins*. A região apresenta clima Aw. O experimento foi conduzido em vasos plásticos reciclados com capacidade de 25 litros. O delineamento experimental adotado ocorreu em blocos casualizados (DBC), composto por quatro blocos e cinco tratamentos, totalizando 20 parcelas experimentais. Durante a condução do experimento, foram avaliadas as variáveis de crescimento do milho: altura das plantas, diâmetro do colmo, massa seca da parte aérea e massa seca das raízes. A altura foi determinada com régua graduada, o diâmetro do colmo com paquímetro digital e as massas secas foram obtidas após secagem do material em estufa a 60–65 °C por 72 horas. Os tratamentos foram constituídos por diferentes proporções de água residual de piscicultura e água de abastecimento convencional, sendo T1 (0/100%), T2 (25/75%), T3 (50/50%), T4 (75/25%) e T5 (100/0%), respectivamente. Os resultados obtidos permitiram concluir que, nas condições experimentais deste estudo, a utilização da água residual da piscicultura não promoveu diferenças estatisticamente significativas, esse resultado não significa, necessariamente, que a água residual seja ineficiente, a ausência de significância pode estar relacionada à elevada fertilidade inicial do solo utilizado, que já apresentava disponibilidade adequada de nutrientes para o desenvolvimento das plantas. Dessa forma, o solo pode ter suprido grande parte da demanda nutricional da cultura. Acredita-se que os resultados obtidos contribuam para a diminuição do uso de fertilizantes químicos na cultura do milho, atenuando custos econômicos e impactos ambientais, além de contribuir para o aproveitamento adequado de resíduos provenientes da piscicultura.

Palavras-chave: fertirrigação. sustentabilidade agrícola. piscicultura.

ABSTRACT

The search for methods that reconcile agricultural production with the conservation of natural resources has become essential, especially in regions vulnerable to water scarcity. This study aimed to evaluate the influence of applying fish farming wastewater via fertigation on the growth and vegetative development of maize (*Zea mays* L.), focusing on nutrient sustainability and the rational use of water. The research was conducted at the experimental site of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Tocantins – Araguatins Campus. The region has an Aw climate. The experiment was carried out using recycled plastic pots with a 25-liter capacity. A randomized complete block design (RCBD) was adopted, consisting of four blocks and five treatments, totaling 20 experimental plots. During the experiment, maize growth variables were evaluated: plant height, stem diameter, shoot dry mass, and root dry mass. Height was measured with a graduated ruler, stem diameter with a digital caliper, and dry masses were obtained after oven-drying the material at 60–65°C for 72 hours. The treatments consisted of different proportions of fish farming wastewater and conventional supply water: T1 (0/100%), T2 (25/75%), T3 (50/50%), T4 (75/25%), and T5 (100/0%), respectively. The results led to the conclusion that, under the experimental conditions of this study, the use of fish farming wastewater did not result in statistically significant differences; however, this result does not necessarily mean the wastewater is inefficient. The lack of significance may be attributed to the high initial fertility of the soil used, which already provided adequate nutrient availability for plant development. Thus, the soil may have met a large portion of the crop's nutritional demand. The results obtained are believed to contribute to reducing the use of chemical fertilizers in corn cultivation, thereby mitigating economic costs and environmental impacts, as well as facilitating the proper utilization of waste from fish farming.

Keywords: fertigation. agricultural sustainability. fish farming.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 - Composição dos tratamentos experimentais	22
Gráfico 1 - Temperatura média e precipitação total no município de Araguatins-TO, durante o período experimental de 16 de abril a 17 de junho de 2026.....	21
Gráfico 2 - Altura da planta (cm) em função das concentrações de água residual de piscicultura (%)	27
Gráfico 3 - Diâmetro do colmo em função das concentrações de água residual de piscicultura.....	27
Gráfico 4 - Massa seca da raiz em função das concentrações de água residual de piscicultura.....	28
Gráfico 5 - Massa seca da parte aérea em função das concentrações de água residual de piscicultura	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição química do solo utilizado.....	22
Tabela 2 - Composição física do solo utilizado	22
Tabela 3 - Resumo da análise de variância (ANOVA) para a variável altura de plantas (AP), em cm, referente à avaliação de 12 de junho.....	25
Tabela 4 - Resumo da análise de variância (ANOVA) para a variável altura do colmo (DC), em mm, referente à avaliação de 12 de junho	25
Tabela 5 - Resumo da análise de variância (ANOVA) para a variável massa seca da raiz (MSR), em kg, em função das concentrações	25
Tabela 6 - Resumo da análise de variância (ANOVA) para a variável massa seca da parte aérea (MSPA), em kg, em função das concentrações.....	26

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 Situação da piscicultura no mundo.....	15
2.2 Importância da piscicultura no Brasil	15
2.3 Panorama da piscicultura na região norte e no Tocantins	16
2.4 Escassez hídrica e sustentabilidade agrícola	17
2.5 Reuso de efluente de piscicultura na irrigação.....	18
2.6 Cultura do milho (<i>Zea mays</i> L.).....	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Área do experimento	21
3.2 Condições meteorológicas	21
3.3 Análise físico-química do solo.....	21
3.4 Delineamento experimental e tratamentos.....	22
3.5 Preparação, instalação e condução do experimento	23
3.6 Variáveis analisadas	23
3.7 Análise estatística	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1 Variáveis não significativas.....	25
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
REFERÊNCIAS	30
APÊNDICE A – COLETA DO SOLO E PREPARO DOS BALDES	34
APÊNDICE B – PESAGEM DA ADUBAÇÃO DO PLANTIO	34
APÊNDICE C – SEMEADURA DA CULTURA	35
APÊNDICE D – EMERGÊNCIA DA CULTURA.....	35
APÊNDICE E – DESBASTE DAS PLANTAS.....	36
APÊNDICE F – MEDIÇÃO DO DIÂMETRO DE COLMO E ALTURA DE PLANTA.....	36
APÊNDICE G – PESAGEM DAS PARTES AÉREAS E RADICULARES	37
APÊNDICE H – PARTES AÉREA E RADICULAR APÓS A SECAGEM EM ESTUFA	37

1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda por recursos hídricos no contexto da expansão das atividades agropecuárias, somada aos efeitos das mudanças climáticas globais, coloca em xeque a sustentabilidade dos sistemas produtivos convencionais, exigindo a adoção de práticas que privilegiem o uso eficiente e racional da água. Nesse cenário, a busca por alternativas que conciliem a produção agrícola com a conservação dos recursos naturais tornou-se imperativa, especialmente em regiões vulneráveis à escassez hídrica. Conforme dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), a agricultura consome aproximadamente 70% da água doce disponível no planeta, sendo que grande parte dessa demanda é direcionada à irrigação, muitas vezes realizada de forma ineficiente, com perdas significativas por evaporação, escoamento superficial e lixiviação (FAO, 2024).

No Brasil, a realidade hídrica no setor agrícola apresenta características semelhantes ao cenário global. De acordo com dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, a irrigação representa aproximadamente 72% da demanda consuntiva de água no país, configurando-se como a principal atividade consumidora de recursos hídricos. Além disso, perdas significativas de água ainda são observadas em muitos sistemas irrigados, frequentemente associadas ao manejo inadequado, baixa eficiência dos métodos de irrigação e deficiências na infraestrutura de distribuição hídrica. Esse contexto evidencia a necessidade de adoção de estratégias mais eficientes de gestão da água na agricultura, especialmente em regiões suscetíveis à irregularidade pluviométrica, como o Estado do Tocantins (ANA, 2026).

Nesse contexto, o reuso de águas residuais provenientes de atividades produtivas ganha destaque como uma alternativa viável e ambientalmente responsável. A água residual gerada em sistemas de piscicultura, em particular, apresenta características químicas e nutricionais que a tornam apta para uso agrícola, desde que manejada adequadamente. Os efluentes piscícolas são naturalmente enriquecidos com nutrientes orgânicos e inorgânicos provenientes dos dejetos dos peixes e dos resíduos de ração, contendo quantidades significativas de nitrogênio, fósforo, potássio e micronutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas (El-Kholy et al., 2023; Silva, 2019). O presente

estudo teve por objetivo avaliar a influência da aplicação de água residual de piscicultura, por meio da fertirrigação, no crescimento e desenvolvimento vegetativo do milho (*Zea mays* L.), visando a sustentabilidade de nutrientes e a utilização racional da água.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Situação da piscicultura no mundo

A aquicultura, definida como a criação de organismos aquáticos incluindo peixes, moluscos, crustáceos e plantas aquáticas, consolidou-se como setor de fundamental importância para o suprimento global de proteína animal e micronutrientes essenciais à dieta humana. De acordo com o relatório "The State of World Fisheries and Aquaculture 2024" publicado pela FAO, em 2022 aproximadamente 185 milhões de toneladas de animais aquáticos foram produzidos mundialmente, com valor estimado de venda inicial de 472 bilhões de dólares. Notavelmente, a produção aquícola de animais aquáticos atingiu 94,4 milhões de toneladas, superando pela primeira vez na história a pesca extrativa, que registrou 91 milhões de toneladas (FAO, 2024).

Os peixes representaram a maior parcela da produção aquícola mundial em 2022, correspondendo a 65,2% do total produzido, equivalente a aproximadamente 61,6 milhões de toneladas. Em seguida, destacaram-se os moluscos (20%), os crustáceos (13,5%) e outros organismos aquáticos (1,3%). Ressalta-se que cerca de 89,7% da produção de peixes foi oriunda de sistemas aquícolas de água doce, evidenciando a importância estratégica desses sistemas para a segurança alimentar global. Além disso, projeções da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura indicam tendência de crescimento contínuo do consumo e da produção mundial de pescado até 2030, impulsionada principalmente pela expansão e intensificação da aquicultura (FAO, 2024).

Mais de 300 espécies de peixes ósseos, reconhecidas taxonomicamente, são cultivadas na aquicultura em todo o mundo, demonstrando a grande diversidade da atividade e seu potencial de se tornar fonte ainda mais significativa de alimento, emprego e renda globalmente. Quando praticada de forma sustentável, a aquicultura de água doce é considerada base sólida para um sistema alimentar resiliente, oferecendo alta eficiência de conversão alimentar e menor impacto ambiental em comparação a outras formas de produção animal, como a bovinocultura de corte e de leite (FAO, 2024; TROELL et al., 2023).

2.2 Importância da piscicultura no Brasil

O Brasil possui condições edafoclimáticas privilegiadas para o desenvolvimento da aquicultura, contando com extensa disponibilidade de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, vasta área territorial apta à implantação de viveiros e elevada demanda interna por pescado. Segundo o Anuário Brasileiro da Piscicultura 2025 (PEIXEBR), a produção nacional de peixes de cultivo atingiu, em 2024, o volume de 258.705 toneladas, representando recuo de 1,81% em relação ao ano anterior, o que demonstra uma tendência de queda suave, mas constante, nos últimos anos que merece atenção de pesquisadores e formuladores de políticas públicas.

A aquicultura brasileira baseia-se predominantemente na criação de tilápias (*Oreochromis niloticus*) e de peixes nativos da região amazônica, com destaque para o tambaqui (*Colossoma macropomum*), o pirarucu (*Arapaima gigas*), o matrinxã (*Brycon cephalus*) e o pintado (*Pseudoplatystoma spp.*). A tilapicultura concentra-se principalmente nos estados do Sul e Sudeste, enquanto a criação de peixes nativos predomina na região Norte e Centro-Oeste, em função das características climáticas e hídricas favoráveis a essas espécies (PEIXE BR, 2025).

O setor aquícola brasileiro tem promovido resiliência social, econômica e ambiental, apoiando comunidades em regiões de baixa e média renda com alimentos de alta qualidade proteica e lipídica. Conforme destacado por Belton et al. (2018), a aquicultura desempenha papel crucial na geração de emprego e renda em áreas rurais, contribuindo para a fixação do homem no campo e para a redução da pressão migratória para centros urbanos. Adicionalmente, a atividade aquícola integra-se crescentemente a outros elos produtivos, como o processamento, a comercialização e a exportação, gerando valor agregado e desenvolvimento regional.

2.3 Panorama da piscicultura na região norte e no Tocantins

A região Norte apresenta papel estratégico na aquicultura brasileira em virtude da elevada disponibilidade hídrica, diversidade de espécies nativas e condições ambientais favoráveis à produção aquícola. Dados recentes do Anuário Brasileiro da Piscicultura indicam crescimento contínuo da produção de peixes nativos na região, especialmente de tambaqui (*Colossoma macropomum*), consolidando o Norte como importante polo aquícola nacional

(PEIXEBR, 2025). No Tocantins, a piscicultura tem apresentado expansão significativa, impulsionada pela disponibilidade de recursos hídricos, incentivos institucionais e fortalecimento da cadeia produtiva regional.

O Tocantins, embora seja o mais novo estado da federação, apresenta vocação natural para a aquicultura, derivada de sua localização geográfica de transição entre o bioma Amazônia e o Cerrado, de sua extensa rede de rios, córregos e lagoas naturais, e de sua história de ocupação vinculada às atividades ribeirinhas. Conforme dados oficiais do Governo do Estado do Tocantins (2025), em 2024 a produção de pescados no estado alcançou 18,1 mil toneladas, sendo 17,4 mil toneladas de peixes nativos (predominantemente tambaqui) e 700 toneladas de tilápia, posicionando o Tocantins na 17ª colocação no ranking nacional de produção aquícola.

A estrutura produtiva da piscicultura tocaninense baseia-se majoritariamente na produção de peixes amazônicos, com destaque absoluto para o tambaqui, que representa aproximadamente 55% do volume total produzido no estado. O sudeste tocaninense concentra cerca de 80% dos piscicultores em atividade, em função da maior densidade demográfica, melhor infraestrutura logística e maior proximidade com centros consumidores. Estimativas projetadas pela FAO (2016) indicam que, para o ano de 2026, a produção brasileira de peixes deverá atingir 1,074 milhão de toneladas, e caso o Tocantins mantenha sua participação relativa na região Norte, o estado deverá produzir aproximadamente 44,6 mil toneladas, representando crescimento de 368% em relação à produção de 2016.

Em janeiro de 2023, o governo estadual criou a Secretaria de Aquicultura e Pesca do Tocantins (SEPEA), com o objetivo de transformar o potencial aquícola do estado em realidade produtiva, por meio da redução de gargalos de fomento à atividade e da promoção de ações que efetivamente atraem investimentos em todos os elos da cadeia produtiva do pescado. O órgão estruturou sua atuação em três frentes estratégicas: pesca artesanal, pesca esportiva e aquicultura, e formulação do Plano Estadual de Pesca e Aquicultura do Tocantins 2023-2033 (Governo do Tocantins, 2025; SNA, 2017).

2.4 Escassez hídrica e sustentabilidade agrícola

A escassez hídrica configura-se como um dos principais desafios à sustentabilidade dos sistemas agrícolas contemporâneos, particularmente em

regiões semiáridas e em áreas sujeitas a ciclos prolongados de estiagem. As mudanças climáticas globais têm intensificado a frequência e a severidade de eventos de seca, comprometendo a produção agrícola e a segurança alimentar em diversas regiões do planeta. Nesse contexto, a busca por fontes alternativas de água para irrigação tornou-se prioridade de pesquisa e políticas públicas (CHRISTOFIDIS, 2013).

O reuso de águas residuais na agricultura, provenientes de processos domésticos, industriais ou agrícolas, configura alternativa não apenas viável, mas essencial para a sustentabilidade da produção agrícola e para a segurança hídrica das próximas gerações. Como destacado por Urbano et al. (2015), diante da atual crise hídrica, destaca-se a importância de melhorar a gestão da água, e muitos países, como Brasil, Itália, Índia, Espanha e Estados Unidos, estão investindo em pesquisas que promovem a irrigação com águas residuais tratadas devido a seus potenciais benefícios ambientais e econômicos.

A agricultura sustentável demanda, portanto, a adoção de práticas de manejo que maximizem a eficiência do uso da água, minimizem o desperdício e promovam a reciclagem de recursos hídricos. A fertirrigação com efluentes de piscicultura insere-se nesse contexto como prática alinhada aos princípios da agricultura de conservação, da economia circular e do desenvolvimento sustentável, possibilitando a produção agrícola com menores custos hídricos e ambientais (URBANO et al., 2015).

2.5 Reuso de efluente de piscicultura na irrigação

O aumento da necessidade por água e a procura por meios agrícolas mais sustentáveis tem estimulado o reuso de efluentes, assim como a reutilização da água proveniente de pisciculturas, visto que demonstram potenciais importantes para o desenvolvimento das plantas e promovem a redução da destinação inadequada em corpos hídricos (SATIRO; ZACARDI; ALMEIDA NETO, 2022).

Nesse contexto, essa reutilização da água da piscicultura pode contribuir para a integração de atividades agrícolas e aquícolas promovendo redução no uso de fertilizantes químicos e viabilizando o reaproveitamento de água. Saraiva et al (2021), descreve que esses efluentes podem aumentar a sustentabilidade das cadeias produtivas, reduzindo assim impactos no meio ambiente e desenvolvendo a eficiência dos recursos naturais.

Segundo Souza, 2018, os estudos com água residual de piscicultura têm embasado que as plantas apresentam um aumento quanto às características vegetativas, tais como altura das plantas, número de folhas e crescente produção de biomassa. De acordo com os estudos realizados por Souza, (2018) é possível obter um crescimento e desenvolvimento principalmente devido a disponibilidade de macronutrientes (nitrogênio e fósforo) no efluente.

ARAÚJO et al. (2017 apud SARAIVA et al., 2021, p. 336):

O reuso de água de cultivo na aquicultura promove a redução no impacto ambiental negativo que possivelmente seria causado se descartado de forma incorreta. Através da fertirrigação, este uso nobre dado à água por atividades como a piscicultura, promove melhor aproveitamento do recurso hídrico com sua reutilização, resultando na diminuição do uso de adubos químicos na produção.

2.6 Cultura do milho (*Zea mays* L.)

O milho é uma das culturas agrícolas de maior relevância e importância do mundo, tanto para o consumo alimentar humano quanto para a indústria. A sua abrangente utilização nos sistemas de produção torna essa cultura indispensável para o agronegócio brasileiro e mundial. (ALMEIDA; SPOLADOR, 2024)

No Brasil, a cultura tem papel de destaque entre os principais grãos produzidos, contribuindo para geração de renda e fornecimento do mercado endógeno. De acordo com Almeida e Spolador (2024), o milho é uma planta que possui grande adaptabilidade a diferentes condições edafoclimáticas, de modo que tais variáveis climáticas impactam diretamente na produção e são determinantes para uma safra com alta produtividade.

A planta do milho (*Zea mays* L.) é caracterizada pelo porte ereto e crescimento rápido, sendo uma gramínea anual da família Poaceae. Como destaca Barros e Calado (2014), a planta possui sistema radicular fasciculado, caule do tipo colmo, folhas longas e estreitas, tendo órgãos femininos e masculinos na mesma planta em inflorescência diferentes.

Diante disso, o desenvolvimento fisiológico do milho está fortemente associado à disponibilidade de nutrientes essenciais, especialmente nitrogênio, fósforo e potássio, que possuem funções importantes no metabolismo vegetal. Barros e Calado (2014) destacam que as raízes do milho têm grande importância na absorção desses nutrientes, água e na estruturação da planta. Segundo

Barros e Calado (2014, p. 6), “o milho tem raiz fasciculada com grande desenvolvimento”.

3 MATERIAL E MÉTODOS

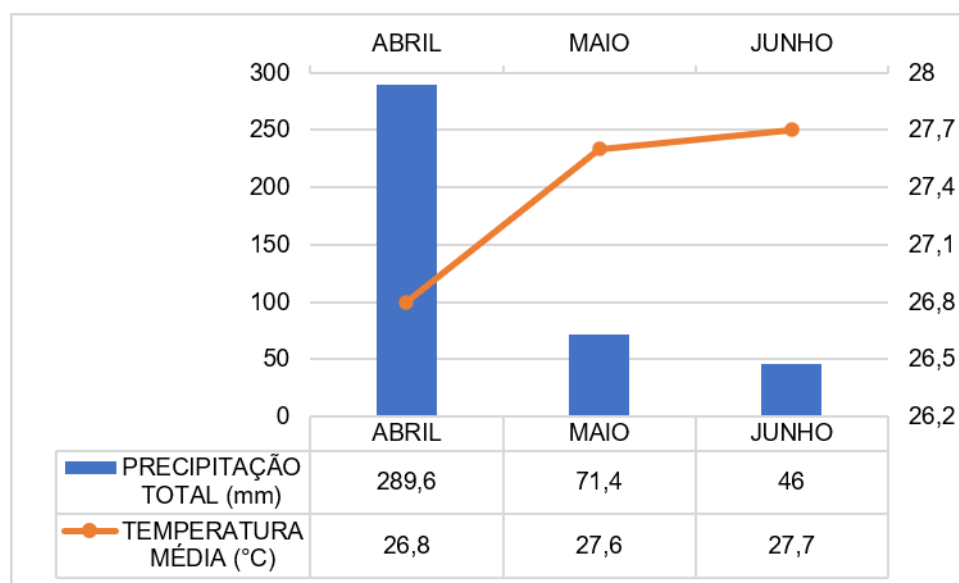
3.1 Área do experimento

A pesquisa foi realizada em área experimental localizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - *Campus Araguatins*, nas coordenadas geográficas 5° 38' 27" S e 48° 04' 22"W. O clima da região é classificado como Aw (tropical com estação seca de inverno) segundo a classificação de Köppen-Geiger.

3.2 Condições meteorológicas

Os dados meteorológicos referentes ao período total de condução do experimento em campo foram obtidos no sistema de dados disponibilizados pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), da estação meteorológica automática (A044) de Araguatins - TO, em que mostra a temperatura média e precipitação total no período que se deu o experimento, conforme a gráfico.

Gráfico 1 – Temperatura média e precipitação total no município de Araguatins – TO, durante o período experimental de abril a junho de 2026.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026), com base em dados da Estação Climatológica de Araguatins (AO44) - INMET.

3.3 Análise físico-química do solo

As análises física e química mostraram que o solo utilizado no experimento possuía excelentes condições para o cultivo do milho. Quimicamente, apresentou alta fertilidade, baixa acidez, ausência de alumínio tóxico e elevada disponibilidade de nutrientes. Fisicamente, apresentou textura com predominância de argila e silte, favorecendo a retenção de água e

nutrientes. Dessa forma, o solo não representou um fator limitante ao desenvolvimento das plantas durante o experimento.

Tabela 1 - Composição química do solo utilizado

pH em H ₂ O	P	K	Ca	Mg	Ai	H+Al	S	T	V%	M.O.
	mg/dm ³		Cmol/dm ³							%
6,0	88,00	297	19,2	6,2	0,0	2,48	26,16	28,63	91,36	3,60

Fonte: Laboratório de análise de solos do IFTO – Campus Araguatins (2025).

Tabela 2 - Composição física do solo utilizado

Areia	Argila	Silte
%		
20,64	40,33	39,04

Fonte: Laboratório de análise de solos do IFTO – Campus Araguatins (2025).

3.4 Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi conduzido em vasos de plástico reciclados flexíveis, com capacidade volumétrica de 25 L, formato circular, medindo aproximadamente 35 cm de diâmetro superior, 27 cm de diâmetro inferior e 34 cm de altura, contendo furos para drenagem. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), utilizando-se quatro blocos e cinco tratamentos, totalizando 20 parcelas experimentais. A distribuição dos tratamentos ocorreu de forma aleatória, mediante sorteio.

Os tratamentos foram desenvolvidos em diferentes concentrações de água residual de piscicultura e água de abastecimento convencional, conforme descrito a seguir:

Quadro 1 - Composição dos tratamentos experimentais

Tratamento	Água de Piscicultura (ml)	Água Natural (ml)	Proporção (%)
T1 (Testemunha)	0	1.000	0/100
T2	250	750	25/75
T3	500	500	50/50
T4	750	250	75/25
T5	1.000	0	100/0

Fonte: Elaborada pelos autores (2026)

O efluente utilizado no experimento foi proveniente de um viveiro do setor de piscicultura do IFTO - *Campus Araguatins* destinado à criação de matrizes das espécies de tambaqui (*Colossoma macropomum*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e caranha (*Piaractus brachypomus*), utilizadas para fins reprodutivos. A água de abastecimento (testemunha) obtida da rede de água do *campus*, oriunda de poço artesiano, caracterizando-se por baixo teor de nutrientes e condições adequadas para irrigação.

3.5 Preparação, instalação e condução do experimento

O plantio das sementes e a adubação foram realizados manualmente, tendo em vista que o experimento foi conduzido em baldes. A adubação de plantio foi realizada utilizando 20 kg. ha⁻¹ de N, 40 kg. ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 kg. ha⁻¹ de K₂O. As fontes de nutrientes utilizadas foram: ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio.

A semeadura foi realizada no dia 16 de abril de 2026, utilizando-se 20 parcelas experimentais (20 baldes). Em cada parcela foram semeadas aproximadamente cinco sementes de milho, com o objetivo de garantir uma emergência uniforme das plântulas. Após a germinação, realizou-se o desbaste, mantendo-se apenas uma planta por parcela experimental, totalizando 20 unidades experimentais ao final dessa etapa.

3.6 Variáveis analisadas

Foram avaliadas as seguintes variáveis de crescimento da cultura do milho:

-Altura das plantas (cm): a medição foi realizada com o auxílio de uma régua graduada, medindo-se do nível do solo até o ponto mais alto da última folha estendida.

-Diâmetro do colmo (mm): O diâmetro do colmo foi mensurado com o auxílio de um paquímetro digital n altura 5cm do colo da planta.

-Massa seca da parte aérea: A parte aérea das plantas foi coletada, acondicionada em sacos de papel devidamente identificados e encaminhada à estufa, onde permaneceu por 72 horas, sob temperatura entre 60 °C e 65 °C, até a obtenção de massa constante.

-Massa seca da raiz: As raízes foram retiradas cuidadosamente, submetidas à lavagem para remoção do solo aderido, acondicionadas em sacos de papel

devidamente identificados e encaminhadas à estufa, permanecendo por 72 horas, sob temperatura entre 60 °C e 65 °C, até a obtenção de massa constante.

3.7 Análise estatística

Os dados experimentais alcançados foram submetidos a análise de variância a 5% de probabilidade pelo teste F e análise de regressão, obtidos através do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Variáveis não significativas

Conforme as tabelas 3, 4, 5 e 6, onde estão apresentados os resumos das análises de variâncias, as variáveis altura de planta (AP), diâmetro do colmo (DC), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da raiz (MSR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), não apresentaram diferenças estatisticamente significativas em função das doses estabelecidas ao experimento.

Tabela 3 – Resumo da análise de variância (ANOVA) para a variável altura de plantas (AP), em cm, referente à avaliação de 12 de junho.

FV	GL	SQ	QM	F	p-valor
Blocos	3	145,000	48,333	0,692	0,5738ns
Tratamentos	4	115,000	28,750	0,411	0,7995ns
Resíduo	12	838,300	69,8583		
Total	19	998,300			
CV (%)	6,40				

*: Significativo ao nível de 5%; ns: Não significativo; FV: Fonte de variação; GL: Graus de liberdade; SQ: Soma de quadrados; QM: Quadrado médio; F: Valor F calculado; p-valor: Probabilidade de erro; CV: Coeficiente de variação.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 4 – Resumo da análise de variância (ANOVA) para a variável altura do colmo (DC), em mm, referente à avaliação de 12 de junho.

FV	GL	SQ	QM	F	p-valor
Blocos	3	0,904	0,301	0,132	0,9393ns
Tratamentos	4	9,750	2,437	1,063	0,4164 ns
Resíduo	12	25,517	2,293		
Total	19	38,174			
CV (%)	7,72				

*: Significativo ao nível de 5%; ns: Não significativo; FV: Fonte de variação; GL: Graus de liberdade; SQ: Soma de quadrados; QM: Quadrado médio; F: Valor F calculado; p-valor: Probabilidade de erro; CV: Coeficiente de variação.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 5 – Resumo da análise de variância (ANOVA) para a variável massa seca da raiz (MSR), em kg, em função das concentrações.

FV	GL	SQ	QM	F	p-valor
Blocos	3	0,001	0,000	1,983	0,1701ns
Tratamentos	4	0,001	0,000	2,970	0,0641ns
Resíduo	12	0,001	0,000		
Total	19	0,003			
CV (%)	45,070				

*: Significativo ao nível de 5%; ns: Não significativo; FV: Fonte de variação; GL: Graus de liberdade; SQ: Soma de quadrados; QM: Quadrado médio; F: Valor F calculado; *p*-valor: Probabilidade de erro; CV: Coeficiente de variação.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 6 – Resumo da análise de variância (ANOVA) para a variável massa seca da parte aérea (MSPA), em kg, em função das concentrações.

FV	GL	SQ	QM	F	<i>p</i>-valor
Blocos	3	0,002	0,001	1,614	0,2388ns
Tratamentos	4	0,001	0,000	0,797	0,5498ns
Resíduo	12	0,005	0,000		
Total	19	0,009			
CV (%)	24,580				

*: Significativo ao nível de 5%; ns: Não significativo; FV: Fonte de variação; GL: Graus de liberdade; SQ: Soma de quadrados; QM: Quadrado médio; F: Valor F calculado; *p*-valor: Probabilidade de erro; CV: Coeficiente de variação.

Fonte: Elaborado pelos autores.

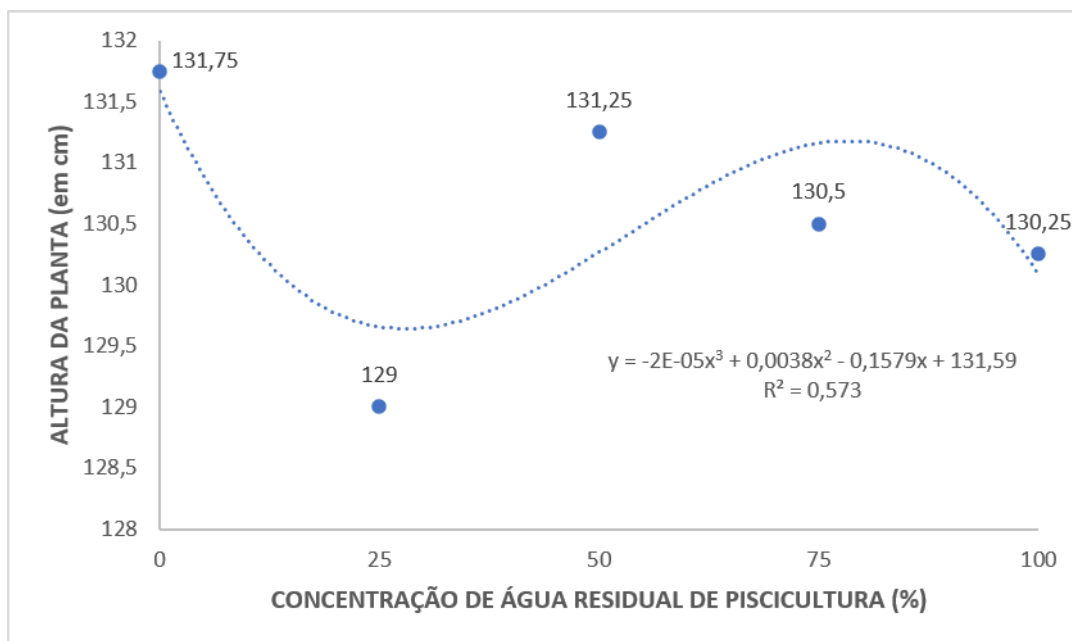
Um fator que pode ter contribuído para a ausência de significância (Gráfico 2, 3, 4 e 5) está relacionado às características químicas do solo utilizado no experimento. Segundo Fageria (2009), o desenvolvimento e a resposta das culturas à aplicação de nutrientes são influenciados por diferentes fatores, incluindo a fertilidade do solo, a disponibilidade de água, as condições climáticas e o potencial genético da cultura. Dessa maneira, quando esses fatores se encontram em condições favoráveis e não restringem o crescimento das plantas, a aplicação de diferentes doses de nutrientes pode não resultar em incrementos significativos.

Por apresentar elevada fertilidade inicial, com disponibilidade adequada de nutrientes essenciais ao desenvolvimento vegetal, o solo pode ter suprido grande parte da demanda nutricional da cultura, reduzindo a possibilidade de identificação de respostas adicionais provenientes da aplicação da água residual da piscicultura. Dessa forma, em solos com alta fertilidade, o efeito fertilizante de fontes alternativas de nutrientes pode ser limitado, uma vez que as plantas já encontram condições favoráveis ao crescimento e desenvolvimento.

Outro fator que pode ser responsável pela ausência de significância entre os tratamentos é o fato da água residual de piscicultura, por ser um produto orgânico, demandar mais tempo para disponibilizar os nutrientes para as plantas, o que pode ser corroborado por Souza et al., 2018 que afirmaram que os efeitos

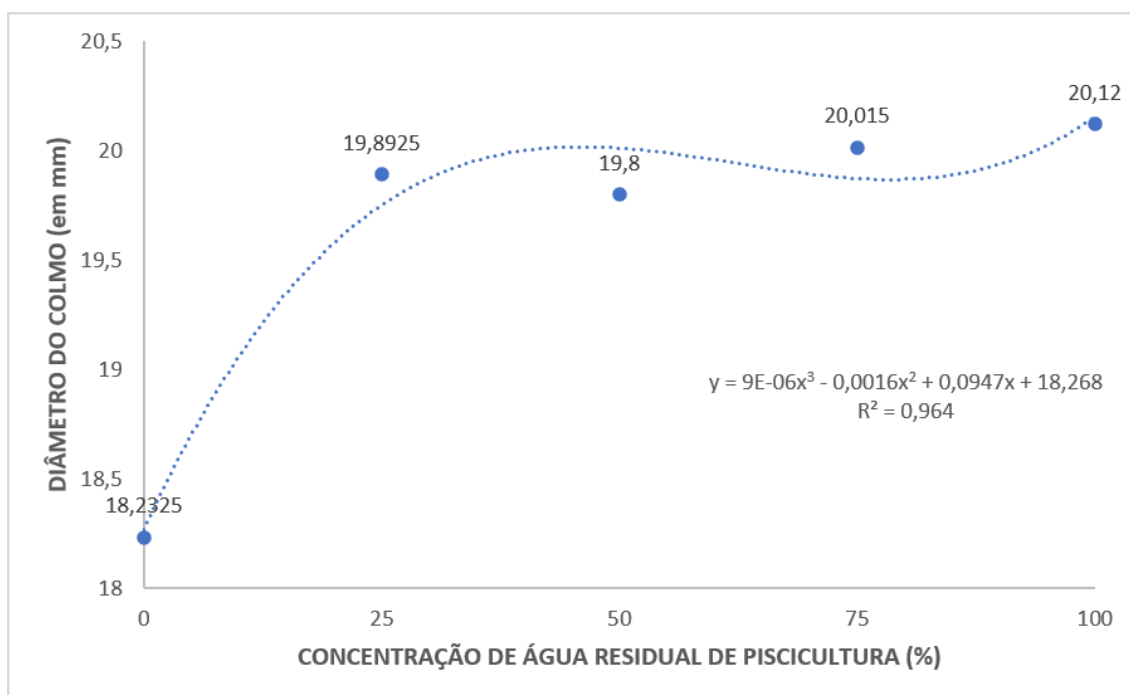
do uso de águas residuais podem depender do tempo de aplicação, sendo mais perceptíveis em experimentos de longa duração.

Gráfico 2 - Altura da planta (cm) em função das concentrações de água residual de piscicultura (%).



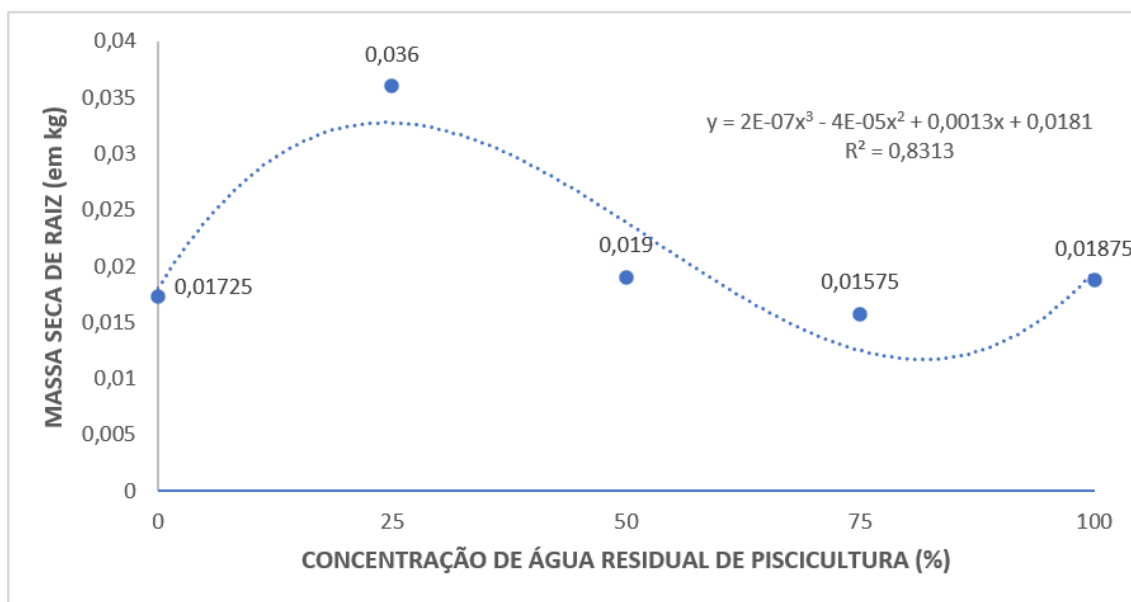
Fonte: Elaborado pelas autoras (2026).

Gráfico 3 - Diâmetro do colmo em função das concentrações de água residual de piscicultura.



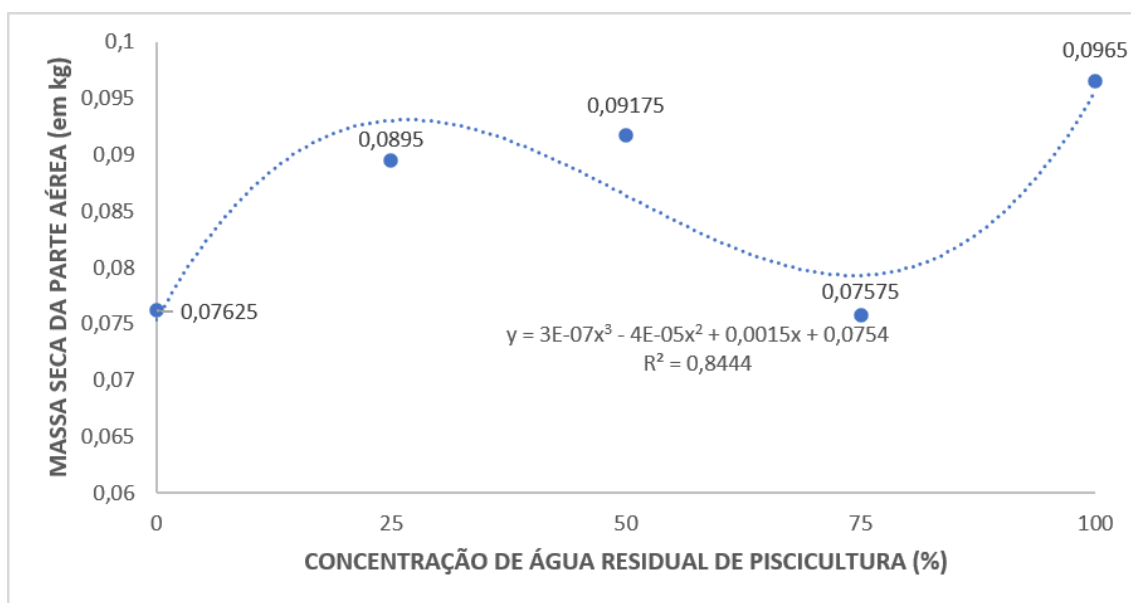
Fonte: Elaborado pelas autoras (2026).

Gráfico 4 - Massa seca da raiz em função das concentrações de água residual de piscicultura.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2026).

Gráfico 5 - Massa seca da parte aérea em função das concentrações de água residual de piscicultura.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2026).

A resposta das culturas ao efluente de piscicultura depende das condições de cultivo e do manejo adotado, justificando a necessidade de novos estudos em diferentes ambientes (Silva et al., 2018).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos permitiram concluir que, nas condições experimentais deste estudo, a utilização da água residual da piscicultura não promoveu diferenças estatisticamente significativas, esse resultado não significa, necessariamente, que a água residual seja ineficiente, mas que o seu efeito não foi suficiente para produzir diferenças mensuráveis nas variáveis avaliadas, como altura da planta, diâmetro do colmo, matéria fresca e matéria seca da parte aérea e das raízes.

Embora não tenham sido observados ganhos significativos no crescimento das plantas, os resultados demonstram que a utilização da água residual da piscicultura também não ocasionou efeitos negativos ao desenvolvimento do milho. Dessa forma, o seu reaproveitamento pode representar uma alternativa para o uso racional dos recursos hídricos, reduzindo o descarte de efluentes e contribuindo para práticas agrícolas mais sustentáveis, indicando que novos estudos, utilizando diferentes manejos, concentrações, tempos de cultivo e condições experimentais, são necessários para melhor compreender o potencial agrônômico desse recurso.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2024: informe anual**. Brasília, DF: ANA, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/ana>. Acesso em: 28 maio 2026.
- ALMEIDA, Felipe Miranda de Souza; SPOLADOR, Humberto Francisco Silva. Determinantes da produtividade total dos fatores da lavoura de milho no Brasil: uma análise de fronteira estocástica para o período de 1995 a 2017. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 62, n. 4, 2024. DOI: 10.1590/1806-9479.2023.287305.
- BARROS, José F. C.; CALADO, José G. **A cultura do milho**. Évora: Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora, 2014.
- BELTON, B. et al. Understanding productivity paradoxes in aquatic food systems: aquaculture as the world's fastest growing food production sector. **Global Food Security**, v. 17, p. 149-156, 2018. DOI: 10.1016/j.gfs.2018.05.002.
- BORGHETTI, J. R.; OSTRENSKY, A. Viabilidade da carcinicultura e piscicultura no Brasil: fatores críticos. **Boletim Técnico da CEPSUL**, v. 2, n. 1, p. 55-66, 1999.
- CHRISTOFIDIS, Demetrios. Água, irrigação e agropecuária sustentável. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 115-127, 2013.
- EL-KHOLY, M. A. et al. A comprehensive review of the multiple uses of water in aquaculture-integrated agriculture based on international and national experiences. **Water**, Basel, v. 15, n. 2, art. 367, 2023. DOI: 10.3390/w15020367.
- FAGERIA, N. K. **The Use of Nutrients in Crop Plants**. Boca Raton: CRC Press, 2009.

FERNANDES, C. N. D. **Milho cultivado sob diferentes lâminas de irrigação e adubação nitrogenada em sistema plantio direto no semiárido de Pernambuco**. 2020. 142 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.

FERREIRA, Frederico A. **SISVAR: Sistema de análise de variância**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2019. Disponível em: <https://des.ufla.br/~danielff/sisvar.html>. Acesso em: 15 jul. 2026.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The state of world fisheries and aquaculture 2024: Blue transformation in action**. Rome: FAO, 2024. DOI: 10.4060/cd0683en.

FURTADO, Francisca Mirlanda Vasconcelos. **Característica do solo, crescimento e composição química do capim-Tifton sob adubação e irrigação com água residuária da piscicultura**. 2015. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

GOVERNO DO ESTADO DO TOCANTINS. **Produção de pescados no Tocantins cresce e estado alcança 17ª posição em ranking nacional**. Palmas: Secretaria da Comunicação do Tocantins, 2025. Disponível em: <https://www.to.gov.br>. Acesso em: 19 maio 2026.

KUBITZA, Fernando. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. 3. ed. Jundiaí: Acqua Supre Com. Suprim. Aquicultura Ltda., 2003.

OZONE ENGENHARIA. **Água na agricultura: caminho para a sustentabilidade e eficiência hídrica**. Disponível em: <https://www.ozoneengenharia.com>. Acesso em: 18 maio 2026.

PEIXEBR. **Anuário brasileiro da piscicultura 2025**. Florianópolis: Associação Brasileira da Piscicultura, 2025.

REGÔ, M. S. **Influência da diluição do efluente da piscicultura no cultivo de girassol ornamental**. 2018. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2018.

SARAIVA, Vinicius Sabadim et al. Reuso da água na agricultura irrigada: efluentes da piscicultura e fertirrigação. In: SOUZA, Maurício Novaes (org.). **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. v. 2. Mérida: Mérida Publishers, 2021. p. 324-348.

SATIRO, Thaise Mota; ZACARDI, Diego Maia; ALMEIDA NETO, Onofre Barroca de. Reutilização do efluente de piscicultura para fertirrigação: uma alternativa ambiental e economicamente rentável. **Vértices**, Campos dos Goytacazes, v. 16, n. 1, p. 161-180, 2022.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL. **Cadeias produtivas da piscicultura no Tocantins**. Palmas: SENAR/TO, 2017.

SILVA, A. M. da. **Desenvolvimento de alface e pepino irrigados com efluente de piscicultura e água de poço em relação ao tipo de adubo utilizado**. 2019. 75 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2019.

SILVA, Elzane Freitas Leite et al. Fish farming effluent application in the development and growth of maize and bean plants. **Científica**, Jaboticabal, v. 46, n. 1, p. 74-81, 2018. DOI: 10.15361/1984-5529.2018v46n1p74-81.

SILVA, Bruna Aires da. **Qualidade do solo mediante a aplicação de efluente de piscicultura**. 2018. 50 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

SOUZA, C. L. M. de. **Potencial do uso do efluente da piscicultura no cultivo de variedades de milho crioulo**. 2018. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2018.

SOUZA, Ana Cláudia Medeiros. Fertilização do solo com efluente da piscicultura no cultivo de milho crioulo. 2018. 103 f. Tese (Doutorado em Manejo de Solo e Água) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2018.

TROELL, M. et al. Aquaculture at the nexus of food and health security in the 21st century. **Nature Food**, v. 4, p. 912-924, 2023. DOI: 10.1038/s43016-023-00887-9.

URBANO, V. R. et al. Reúso de água para irrigação: revisão de literatura. **Revista Ambiente & Água**, v. 10, n. 3, p. 565-578, 2015. DOI: 10.4136/ambi-agua.1614.

APÊNDICE A – COLETA DO SOLO E PREPARO DOS BALDES



Fonte: Acervo dos autores (2026).

APÊNDICE B – PESAGEM DA ADUBAÇÃO DO PLANTIO



Fonte: Acervo dos autores (2026).

APÊNDICE C – SEMEADURA DA CULTURA



Fonte: Acervo dos autores (2026).

APÊNDICE D – EMERGÊNCIA DA CULTURA.



Fonte: Acervo dos autores (2026).

APÊNDICE E – DESBASTE DAS PLANTAS



Fonte: Acervo dos autores (2026).

APÊNDICE F – MEDIÇÃO DO DIÂMETRO DE COLMO E ALTURA DE PLANTA.



Fonte: Acervo dos autores (2026).

APÊNDICE G – PESAGEM DAS PARTES AÉREAS E RADICULARES.

Fonte: Acervo dos autores (2026).

APÊNDICE H – PARTES AÉREA E RADICULAR APÓS A SECAGEM EM ESTUFA.

Fonte: Acervo dos autores (2026).