

unesp  **UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**

CÂMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

**USO DE SEDIMENTO DE SISTEMAS AQUÍCOLAS
PARA PRODUÇÃO DE PLANTAS MEDICINAIS**

Brenda Carolina Ito

JABOTICABAL-SP

2º. Semestre/2024

unesp  **UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**

CÂMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

USO DE SEDIMENTO DE SISTEMAS AQUÍCOLAS PARA PRODUÇÃO DE PLANTAS MEDICINAIS

Brenda Carolina Ito

Orientadora: Profa. Dra. Mara Cristina Pessoa da Cruz

Coorientadora: Ariel Cálister Franchini

Trabalho apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, para graduação em ENGENHARIA AGRONÔMICA.

JABOTICABAL-SP

2º. Semestre/2024

Ficha Catalográfica

I89u	<p>Ito, Brenda Carolina Uso de sedimentos aquícolas para o cultivo de plantas medicinais. / Brenda Carolina Ito. -- Jaboticabal, 2024 34 p. : il., tabs., fotos</p> <p>Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal Orientadora: Mara Cristina Pessoa da Cruz Coorientadora: Ariel Cálistor Franchini</p> <p>1. Plantas medicinais. 2. Resíduos agrícolas. 3. Substratos. 4. Alecrim. 5. Hortelã. I. Título.</p>
------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Dados fornecidos pelo autor(a).

Certificado de aprovação



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL

DEPARTAMENTO: **CIÊNCIA DO SOLO**

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO TRABALHO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

TÍTULO : Uso de sedimento de sistemas aquícolas para produção de plantas medicinais


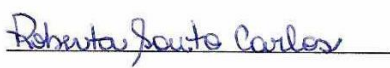
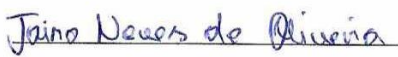
ACADÊMICO: Brenda Carolina Ito

CURSO: Engenharia Agrônômica

ORIENTADOR (ES): Profa. Dra. Mara Cristina Pessôa da Cruz
Dra. Ariel Cálister Franchini


Aprovado e corrigido de acordo com as sugestões da Banca Examinadora

BANCA EXAMINADORA:

	(Nomes)	(Assinaturas)
Presidente	Profa. Dra. Mara Cristina Pessôa da Cruz	
Membro	Dra. Roberta Souto Carlos	
Membro	Me. Jairo Neves Oliveira	

Jaboticabal 05 / 11 / 2024

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: 12 / 11 / 24 Aprovado Ad Referendum do Conselho do Departamento


Chefe do Departamento

AGRADECIMENTOS

À Professora orientadora Mara Cristina Pessôa da Cruz, por toda dedicação e tempo depositado neste trabalho.

À banca examinadora, Me. Jairo Neves de Oliveira e Dra. Roberta Souto Carlos, pela disponibilidade para avaliar este trabalho.

Aos meus pais, Rogéria Kunimatsu Ito e Claudemir Yukio Ito, ao meu irmão, Bruno Yukio Ito, e a todos os meus familiares pelo amor e por estarem sempre ao meu lado.

Ao meu namorado, Luís Felipe Simões de Oliveira, pela paciência, amor e pelo tempo que dedicou a me ajudar a superar os desafios desse percurso.

À minha colega de laboratório, Ana Laura da Costa Antonio Santos, por todo apoio nesse projeto.

Aos meus amigos, Sofia Santana Mortati, Lucineia Vichemech, Lucas Teixeira Dias e Breno Balabenute, por todos os momentos compartilhados que tornaram essa jornada melhor.

USO DE SEDIMENTO DE SISTEMAS AQUÍCOLAS PARA PRODUÇÃO DE PLANTAS MEDICINAIS

Resumo - Os sistemas de criação de peixes produzem água e sedimento como resíduos. A água pode ser usada em fertirrigação, enquanto o sedimento pode ser usado como substrato para crescimento de plantas. Esse material é rico em nutrientes e, por isso, quando empregado como substrato para plantas, o uso de fertilizantes pode ser eliminado ou reduzido. O reuso do sedimento aumenta a sustentabilidade dos sistemas de produção de peixes, mas é pouco praticado. Em vista disso, o objetivo com esse trabalho foi avaliar a viabilidade de uso do sedimento pós despesca para cultivo de plantas medicinais. O experimento foi realizado em esquema fatorial 5x2 e delineamento inteiramente casualizado, combinando cinco espécies de plantas medicinais (alecrim, hortelã, confrei, sálvia e tomilho) e dois meios de cultivo (sedimento proveniente de sistemas aquícolas e substrato comercial). Foram conduzidas cinco repetições, totalizando 50 unidades experimentais. As plantas cresceram em vasos contendo volumes iguais de substrato ou sedimento, durante 63 dias, em casa de vegetação. Após a colheita da parte aérea foram avaliadas a produção de matéria seca e as quantidades acumuladas de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio. O sedimento de tanque resultou em produção de matéria seca, na média das espécies, 28,67% maior. O sedimento também foi mais eficiente no fornecimento de N e P para todas as espécies, com acúmulos 209,12% e 19,95% maiores, respectivamente. Para K, Ca e Mg houve interação entre meios de crescimento e espécies. Alecrim, sálvia e tomilho acumularam quantidades de K semelhantes crescendo em sedimento ou substrato. A hortelã acumulou 33,7% mais K no substrato, e o inverso ocorreu com o confrei, que acumulou 41,6% mais no sedimento. O cultivo no sedimento também resultou em maior acúmulo de Ca e Mg nas plantas de confrei, hortelã e sálvia. Desse modo, o sedimento, sem nenhum complemento de nutrientes, mostrou ser um substrato viável para produção de plantas medicinais em vasos.

Palavras-chaves: alecrim, confrei, hortelã, resíduo da aquicultura, sálvia, substratos para plantas, tomilho

USE OF SEDIMENT FROM AQUACULTURAL SYSTEMS FOR PRODUCTION OF MEDICINAL PLANTS

Abstract - Fish farming systems produce water and sediment as waste. Water can be used for fertigation, while sediment can be used as substrate for plant growth. This material is rich in nutrients and, therefore, when used as substrate for plants, the use of fertilizers can be eliminated or reduced. Reusing sediment increases the sustainability of fish farming systems, but is rarely practiced. In view of this, the objective of this study was to evaluate the feasibility of using post-fishing sediment for the cultivation of medicinal plants. The experiment was carried out in a 5x2 factorial scheme and completely randomized design, combining five species of medicinal plants (rosemary, mint, comfrey, sage and thyme) and two culture media (sediment from aquaculture systems and commercial substrate). Five replicates were conducted, totaling 50 experimental units. The plants grew in pots containing equal volumes of substrate or sediment for 63 days in a greenhouse. After harvesting the aerial parts, the dry matter production and the accumulated amounts of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium were evaluated. The tank sediment resulted in a 28.67% higher dry matter production on average for the species. The sediment was also more efficient in supplying N and P to all species, with 209.12% and 19.95% higher accumulations, respectively. For K, Ca and Mg, there was an interaction between growth media and species. Rosemary, sage and thyme accumulated similar amounts of K growing in sediment or substrate. Mint accumulated 33.7% more K in the substrate, and the opposite occurred with comfrey, which accumulated 41.6% more in the sediment. Cultivation in sediment also resulted in greater accumulation of Ca and Mg in comfrey, mint and sage plants. Thus, the sediment, without any nutrient supplement, proved to be a viable substrate for the production of medicinal plants in pots.

Keywords: aquaculture waste, comfrey, medicinal plants, mint, rosemary, sage, substrates for plants, thyme

SUMÁRIO

	pág
RESUMO	v
ABSTRACT.....	vi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Espécies medicinais para cultivo em vasos.....	3
2.1.1 Alecrim	3
2.1.2 Hortelã	5
2.1.3 Confrei	7
2.1.4 Sálvia	9
2.1.5 Tomilho	10
2.2 Sedimentos de aquicultura: composição e uso agrícola	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
5. CONCLUSÃO	30
6. LITERATURA CITADA	31

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas integrados de aquicultura e agricultura (IAA) são viáveis para pequenos e médios produtores, porque permitem melhor aproveitamento dos recursos e, ainda, têm como resíduos a água, utilizada para fertirrigação, e o sedimento dos tanques de criação, que pode ser utilizado como meio de cultivo para plantas. A água proveniente desses sistemas é o resíduo mais utilizado, sendo empregado na fertirrigação de hortaliças, pastagens, frutíferas, grãos e plantas medicinais destinadas ao consumo doméstico e à comercialização.

O sedimento dos tanques, por sua vez, pode ser usado diretamente como substrato para cultivo de plantas. Ele é composto por fezes dos animais e ração não consumida, que se depositam sobre o solo do fundo dos tanques e se misturam a ele, dando origem a um substrato mineral rico em matéria orgânica. Quando os resíduos depositam no fundo dos tanques, ocorre a desoxigenação da água e a síntese de substâncias (Amorim, 2018), muitas delas contendo

nitrogênio e fósforo. O sedimento é, portanto, rico nesses dois nutrientes de plantas, mas contém todos os outros, o que possibilita a redução do uso de fertilizantes.

Apesar de seu potencial, o sedimento dos tanques da aquicultura é pouco explorado, e muitas vezes seu descarte é realizado de forma inadequada, resultando em contaminação por nitrato em águas subterrâneas e eutrofização em corpos d'água superficiais (Franchini, 2019). A reutilização na propriedade para cultivo de plantas, em vasos ou canteiros, permite reciclar nutrientes e gerar renda adicional para pequenos produtores.

Entre as plantas que podem ser exploradas usando o sedimento como substrato estão as medicinais. Elas são empregadas há muito tempo e, atualmente, parte significativa da população recorre a elas, seja por meio da medicina alternativa, ou como complemento aos tratamentos com medicamentos sintéticos (Carneiro et al., 2014). No Brasil, a obtenção da maioria das plantas medicinais ainda ocorre principalmente por meio do extrativismo. Entretanto, esse método tem enfrentado desafios decorrentes de questões legislativas e do aumento da demanda por matéria-prima de qualidade. Como resposta, a produção dessas plantas emergiu como uma alternativa viável para pequenos produtores (Correa e Alves, 2008), seja como atividade principal, seja como atividade integrada a outros sistemas de produção, como a produção de pescado.

Diante disso, o objetivo com esse trabalho foi avaliar a viabilidade do uso do sedimento pós despesca para cultivo de plantas medicinais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Espécies medicinais para cultivo em vasos

Os países da América Central e do Sul têm culturas muito ricas, uma diversidade muito grande de espécies que podem ser utilizadas como plantas medicinais e, conseqüentemente, numerosos princípios ativos para novos remédios fitoterápicos (Gurib-Fakin, 2006). No Brasil estão muitas dessas espécies e, entre elas, têm-se alecrim, hortelã, confrei, sálvia e tomilho. Todas podem ser cultivadas em vasos e as características de cada espécie estão apresentadas a seguir.

2.1.1 Alecrim

O alecrim (*Rosmarinus officinalis*) é uma planta de origem europeia, da família Lamiaceae, é um arbusto com caule lenhoso e ramificado, folhas simples,

curtas, de cor verde-escura na face superior e esbranquiçada na face inferior, flores pequenas, de coloração lilás-claro. A sua propagação é feita através de sementes ou pela estaquia de ramos. As partes que são utilizadas comercialmente são as folhas e os ramos jovens. Apresenta uso como planta condimentar, aromática e medicinal (Senar, 2017). O alecrim se desenvolve melhor em clima temperado e subtropical, em solos arenosos, profundos e bem drenados (Cati, 2018).

Mesmo sendo uma espécie da região mediterrânea da Europa, o alecrim é cultivado em quase todos os países de clima tropical, como o Brasil, onde é encontrado em quintais de residências, ervanários e hortas (Amaral et al., 2021).

O alecrim, além de ser utilizado como planta aromatizante em alimentos, possui ação antibacteriana, citotóxica, antimutagênica, antioxidante, anti-inflamatória e quimiopreventiva (Fonseca, 2012).

Para que a sua produção tenha êxito, é preciso utilizar sementes e material propagativo de boa qualidade e de origem conhecida, com identidade botânica (nome científico) e bom estado fitossanitário. O plantio deve ser realizado em solos livres de contaminações por metais pesados, resíduos químicos e coliformes. A água de irrigação deve ser limpa e de boa qualidade. O cultivo deve ser preferencialmente orgânico, com a realização de rotação de culturas, diversificação de espécies, adubação orgânica e verde, controle natural de pragas e doenças. É importante dimensionar a área de produção segundo a mão-de-obra disponível, já que a produção do alecrim requer um trabalho intenso (Embrapa Pantanal, 2006a), sobretudo na colheita.

2.1.2 Hortelã

A hortelã (*Mentha spicata*) é uma planta de origem asiática, da família Lamiacea, com 30 a 45 cm de altura, folhas opostas, simples, elípticas e lanceoladas, acuminadas, com margens serradas, pilosas, quase sem pecíolo e cor verde-brilhante, com flores pequenas, brancas e lilases, reunidas em inflorescências do tipo glomérulos separados uns dos outros, formando espigas no ápice dos ramos. É uma erva perene, pubescente, com caule quadrangular e avermelhado (Senar, 2017; UFSC, 2020a).

Seus principais usos são como planta condimentar e medicinal, sendo comercializadas as folhas, os ramos jovens e a inflorescência (Senar, 2017; UFSC, 2020a). A infusão preparada a partir da parte aérea da hortelã é utilizada para anemia, cólicas menstruais, diarreia, como sedativo e no combate a vermes. A hortelã-pimenta é usada para tratar problemas digestivos, como inchaço, digestão lenta, erupções cutâneas e flatulência. Também é usada para resfriados, dores de cabeça e dores musculares. Para uso tópico, pode ser indicado como enxaguatório bucal, para feridas ou hematomas na pele, dor de dente, dor de garganta, boca e gengivas (UFSC, 2020a).

Para a produção de hortelã são necessárias sementes de boa qualidade e material de propagação de origem conhecida. A identidade da planta e as condições fitossanitárias precisam ser controladas. O cultivo deve ocorrer em solo livre de contaminação, a água de irrigação deve ser limpa e com boa qualidade. O cultivo deve ser preferencialmente orgânico, em rotação de culturas ou em ambiente onde haja diversidade de espécies, com o uso de adubos

orgânicos e verdes e controle natural de pragas e doenças (Embrapa Pantanal, 2006b).

A qualidade do produto depende do nível de substâncias de interesse, do manejo e colheita cuidadosos das plantas e do manuseio e armazenamento das matérias-primas. Além dos equipamentos típicos de cultivo, são necessárias instalações de secagem e armazenamento adequadas ao tipo de produção. O mercado é muito específico, a integração de produtores e compradores é essencial para evitar número excessivo de intermediários, e a comercialização conjunta através de cooperativas ou associações é muito favorável (Embrapa Pantanal, 2006b).

Segundo Maia e Furlani (1996), o espaçamento para a hortelã é 0,7 a 1,0 x 0,3 m, e a calagem deve ser feita para elevar a saturação por bases a 70%. A adubação orgânica é a forma preferencial de fornecimento de nutrientes, sendo recomendados de 30 a 40 t ha⁻¹ de esterco bovino curtido ou composto, no sulco, antes do plantio e em cobertura, após cada terceiro corte. A adubação mineral de plantio é feita de acordo com a análise de solo, conforme a Tabela 1, e a adubação mineral de cobertura é feita através da aplicação de 30 kg ha⁻¹ de N, 30 dias após o plantio e, a cada corte, 30 kg ha⁻¹ de N e 30 kg ha⁻¹ de K₂O.

Tabela 1. Recomendação de adubação para hortelã cultivada em canteiros, de acordo a análise de solo, para as condições do Estado de São Paulo.

Nitrogênio	P resina, mg dm ⁻³			K ⁺ trocável, mmol _c dm ⁻³		
	0-15	16-40	>40	0-1,5	1,6-3,0	>3,0
N, kg ha ⁻¹	P ₂ O ₅ , kg ha ⁻¹			K ₂ O, kg ha ⁻¹		
10	240	150	60	120	80	40

Fonte: IAC (1996).

Na versão de 2022 das recomendações de calagem e adubação para o Estado de São Paulo, a hortelã não está citada (Cantarella et al., 2022), mas ela consta no Boletim Técnico 200 (Fabri et al., 2014). No Boletim 200 a adubação orgânica recomendada para a hortelã é a mesma, mas as doses de N, P e K para aplicação no plantio são diferentes: 20 kg ha⁻¹ de N, 40 a 120 de P₂O₅ e 30 a 90 de K₂O, de acordo com a análise de solo. As doses em cobertura, e após cada corte, são as mesmas existentes no Boletim 100 de 1996.

2.1.3 Confrei

O confrei (*Symphytum officinale*) é originário da Europa e da Ásia, e pertence à família Boraginaceae. É uma planta herbácea perene, que se concentra em touceiras, podendo medir de 30-120 cm de altura. Possui rizomas desenvolvidos e mucilaginosos de cor marrom-escuro, com raízes fusiformes fasciculadas. As folhas são simples, alternadas, oblongo-lanceoladas e ásperas; as superiores são sésseis e de menor tamanho, todas com a superfície inferior apresentando nervuras bem salientes. Suas flores são hermafroditas, diclamídeas, pentâmeras, pêndulas, de corola tubulosa amarelada, violácea ou rosada, agrupadas nos ramos terminais. O fruto do confrei é um aquênio liso (Embrapa Clima Temperado, 2006; Embrapa Pantanal, 2006c; UFSC, 2020b).

O confrei adapta-se bem em regiões com altitudes de até 1.500 metros, úmidas, frescas e ensolaradas. Seu desenvolvimento é bom em solos argilosos, soltos, profundos, levemente úmidos e com teor de matéria orgânica alto. Recomenda-se adubação com esterco bovino curtido, esterco de aves ou composto orgânico. A forma de propagação da planta é por divisão de touceiras,

estacas e pedaços de rizomas da planta matriz (Embrapa Clima Temperado, 2006; Embrapa Pantanal, 2006).

As partes comercialmente utilizadas da planta são suas folhas e raízes. O confrei é indicado como anti-inflamatório e cicatrizante de feridas, úlceras varicosas, furúnculos e irritações da pele. O cataplasma das raízes é usado para o tratamento caseiro de fraturas dos ossos, queimaduras e picadas de insetos, e além desses usos é indicado como anti-inflamatório, cicatrizante e na consolidação de fraturas ósseas (UFSC, 2020b).

Ao mesmo tempo que tem diferentes ações medicinais, a ingestão da planta não é indicada e deve ser evitada, pois existe um consenso sobre o emprego unicamente externo do confrei, devido à presença de alcaloides pirrolizidínicos. Desse modo, não é recomendado aplicar externamente sobre feridas abertas devido a absorção percutânea dos alcaloides (UFSC, 2020b).

Segundo Maia e Furlani (1996), o espaçamento para o confrei é de 0,6 x 0,6 m a 0,8 x 0,6 m (20.800 a 27.800 mudas/ha); a calagem deve ser feita para elevar a saturação por bases a 60% e a adubação orgânica pode ser realizada aplicando 50 t ha⁻¹ de esterco bovino curtido. Na adubação mineral de plantio é recomendado aplicar nas covas, em mistura com o esterco, as quantidades que constam na Tabela 2, usando a análise de solo para recomendação. A adubação mineral de cobertura, por sua vez, consiste em aplicar 60 kg ha⁻¹ de N, 30 dias após o plantio e, a cada corte, repetir a adubação com N e K₂O.

Tabela 2 – Recomendação de adubação para confrei cultivada em canteiros, de acordo a análise de solo, para as condições do Estado de São Paulo.

Nitrogênio	P resina, mg dm ⁻³		K ⁺ trocável, mmol _c dm ⁻³	
	0-15	>15	0-1,5	>1,5
N, kg ha ⁻¹	P ₂ O ₅ , kg ha ⁻¹		K ₂ O, kg ha ⁻¹	
10	60	30	60	30

Fonte: IAC (1996).

2.1.4 Sálvia

A sálvia (*Salvia officinalis*) é originária da região mediterrânea, da família Lamiaceae. É um arbusto com 30 a 60 cm de altura, sendo uma herbácea perene, aromática, ereta ou decumbente, ramificada na base, formando touceira. Possui folhas simples, opostas, glandulares ou rugosas, finamente dentadas, de cor esbranquiçada na face inferior e verde-acinzentado na face superior, medindo de 3 a 6 cm de comprimento e bastante aromática.

A sálvia apresenta melhor produção em climas temperado e subtropical e, em relação ao solo, precisa de um solo fértil, com bom teor de matéria orgânica e bem drenado (Cati, 2018).

A parte da planta comercialmente utilizada são as folhas. Seus principais usos são condimentar e medicinal. Como planta medicinal, as folhas e inflorescências da sálvia são empregadas para indigestão, problemas de fígado, contra a sudorese excessiva, lactação e salivação. É usada como auxiliar no tratamento da gota, dispepsia, astenia, diabetes, bronquite, intestino preso e menopausa. Externamente é empregada contra picadas de insetos, infecções de pele, gengiva, garganta e boca, inclusive aftas e mau hálito. Recomenda-se evitar o consumo excessivo e por longos períodos. A sálvia também é utilizada

como tônica, digestiva, antioxidante, diurética e contra gases intestinais (Senar, 2017; Cati, 2018; UFSC, 2020c).

2.1.5 Tomilho

O tomilho (*Thymus vulgaris*) é uma planta nativa do Mediterrâneo. A sua propagação é realizada através da divisão de touceiras, estacas e sementes. Recomenda-se o plantio na primavera, quando feito por propagação vegetativa, e no outono, quando realizado por sementes. É uma planta herbácea, perene, de 15 a 40 cm de altura. O seu caule é tortuoso, muito ramificado, lenhoso, rasteiro, de ramos acinzentados, eretos e compactos. As folhas são pequenas, opostas e sésseis (sem pecíolo ou com pecíolo curto), lineares, lanceoladas, oblongas ou ovais, com bordos enrolados para baixo, verdes na face superior e verde-acinzentadas na inferior. A coloração de suas flores vai de branca à rosada, são pequenas, axilares ou terminais, formando glomérulos (Embrapa Clima Tropical, 2006; Embrapa, 2013).

O tomilho apresenta melhor produção em climas temperado e subtropical e, em relação ao solo, precisa de um solo arenoso, profundo e bem drenado (Cati, 2018).

O tomilho apresenta uso medicinal, aromático e condimentar. A planta toda possui odor aromático e sabor picante, amargo. Para o uso na medicina, ele é indicado por ser digestivo, antiespasmódico, cicatrizante e vermífugo (Embrapa, 2013; Cati, 2018). Também é indicado como antidiarreico e nas afecções da pele, agindo como antisséptico e tônico. O timol, substância presente nos óleos essenciais, é utilizado em colmeias para combater o ácaro

varoa. Ele também está presente na formulação de pastilhas indicadas para processos inflamatórios e dolorosos da boca e da garganta, além de estar presente na composição de antissépticos bucais (Embrapa, 2013).

2.2 Sedimentos de aquicultura: composição e uso agrícola

A aquicultura tem extrema importância para o abastecimento alimentar, mas é composta por sistemas de produção complexos. Isso porque, para atingir a produção esperada, a aquicultura deve ampliar sua área de cultivo, o que implica em aumento da demanda por água e matérias-primas (Oliveira e Santos, 2015). A expansão das áreas de produção deve vir acompanhada do uso de novas tecnologias que permitam aumentar a eficiência de uso dos nutrientes, reduzir o uso de água e a geração de resíduos que são descartados no ambiente, e melhorar a lucratividade com a exploração de duas culturas rentáveis simultaneamente (Tyson et al., 2011).

Os sistemas integrados podem ser uma excelente alternativa, pois otimizam enormemente a produção e a sustentabilidade da aquicultura. O ganho na sustentabilidade está associado a recuperação e reutilização de recursos como nutrientes e água, além da redução na poluição ambiental (Castellani e Abimorad, 2012).

A maioria dos agricultores familiares integram mais de uma atividade produtiva simultaneamente, muitas vezes envolvendo a piscicultura e a agricultura. A fertirrigação, por exemplo, é empregada nas chamadas mandalas sustentáveis. Nesse caso, no centro do espaço destinado a produção fica a

criação de peixes e patos, e a água residuária desse sistema é usada para irrigar a plantação que rodeia a área de produção aquícola. No entanto, nas mandalas o sedimento não é reutilizado (Nascimento et al., 2012), e o sedimento pode se transformar em um problema ambiental grave, na medida em que é descartado nas áreas próximas aos tanques.

Silva e Sobral (2021), citando vários autores, mencionaram que para estimar a geração de sedimento é necessário adotar os seguintes pressupostos: o consumo da fração orgânica das rações é pequeno e a maior parte da entrada decanta no sedimento; cerca de 15% do alimento oferecido não é consumido e 30% do alimento ingerido é eliminado na forma de fezes; e 50% da produção diária do fitoplâncton depositam no sedimento. Assim, na produção semi-intensiva de tilápia podem ser acumulados até 173 t ha⁻¹ por ciclo de sedimento ou lodo (Muendo et al., 2006), e na produção intensiva o acúmulo pode ser três vezes maior (Ostrensky, 2002). Na produção semi-intensiva, a estimativa de quantidades de N e P no lodo chegam a 455 e 238 kg ha⁻¹, respectivamente (Silva e Sobral, 2021). Isso porque de 24 a 38% do N e 47 a 84% do P contidos nos alimentos são acumulados no sedimento dos viveiros (Funge-Smith e Briggs, 1998).

Além de N, P e outros nutrientes, o sedimento dos tanques fixa aproximadamente 25% do carbono adicionado nas rações (Avnimelech e Ritvo, 2003). Esse carbono impacta diretamente a qualidade do sedimento, do mesmo modo como impacta a qualidade do solo, controlando atributos físicos e químicos. Os nutrientes no sedimento estão associados, em sua maior parte, a moléculas de carbono, e pensando no uso agrícola do sedimento, toda essa

reserva de nutrientes depende dos processos de mineralização microbianos para ser disponibilizada para as plantas.

No trabalho de Franchini (2019) foi avaliado o desempenho produtivo do cultivo integrado do tambaqui, camarão-da-amazônia e curimatá, com plantio das hortaliças alface, almeirão, espinafre e rúcula, após a despesca, em canteiros erguidos no fundo dos viveiros, com o sedimento seco e homogeneizado. A autora constatou que a integração permitiu, além da produção do pescado, a produção de hortaliças no inverno, com possibilidade de geração de renda extra para o produtor. Por outro lado, Fenerick e Tavares (2023) cultivaram alface em tubos de PVC na superfície do sedimento ainda encharcado, e não obtiveram plantas com qualidade para consumo. Desse modo, para ser usado com essa finalidade, o sedimento precisa estar seco e homogeneizado.

O problema é que, mesmo usando o sedimento seco e destorroado para a construção dos canteiros, as práticas culturais dentro dos tanques têm implementação muito difícil e em muitos locais não tem viabilidade. Nesses locais, a retirada do sedimento do fundo do tanque, que é necessária para iniciar o próximo ciclo de criação, e o uso do sedimento removido para cultivo de plantas, pode ser uma alternativa que evita o descarte incorreto, gera produtos para consumo ou comercialização e, nesse caso, pode gerar renda adicional. Para pequenos produtores, com geração de pequenas quantidades de sedimentos, o reuso do rejeito como substrato para produção de plantas em vasos pode ser a alternativa com maior valor agregado.

No cultivo em vasos são usados, frequentemente, substratos comerciais à base de casca de pinus, casca de arroz carbonizada, fibra de coco, vermiculita e outros materiais com baixa densidade. A mistura é feita procurando, desse modo, um material leve e com boa capacidade de retenção de água, mas, de modo geral, a reserva de nutrientes é baixa, o que obriga a complementação com adubos industriais de liberação imediata e de liberação gradual.

O substrato considerado de boa qualidade deve apresentar pH adequado para a espécie que vai ser cultivada, baixas a moderadas concentrações de sais, baixa densidade e boa porosidade, facilidade de manuseio e uniformidade na composição, elevada capacidade de troca de cátions, boa capacidade de retenção de água e de nutrientes combinada com bom arejamento para o sistema radicular, ausência de sementes de plantas daninhas, patógenos, pragas e elementos tóxicos (XAVIER et al., 2014).

O sedimento dos tanques é um material mais pesado que os substratos comerciais, porque a matriz mineral do solo que se mistura aos restos da criação de peixes tem alta densidade. Em compensação, ele tem nutrientes em formas prontamente disponíveis combinados com reservas de liberação em médio e longo prazos, associadas à fração mineral e às moléculas de carbono. No entanto, dentro do sistema de produção, ele tem que ser visto como um resíduo de boas características, que se descartado de forma inadequada tem custo ambiental significativo, mas que se for corretamente manejado pode gerar renda adicional para produtores do setor.

Muitas espécies de plantas são cultivadas em vasos contendo substratos, tanto para uso doméstico como para comercialização e, entre as que mais se

adaptam e têm comercialização assegurada, estão espécies medicinais como alecrim, confrei, hortelã, sálvia e tomilho.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A obtenção do sedimento ocorreu a partir de um sistema integrado de cultivo de lambari (*Astyanax lacustris*), camarão (*Macrobrachium rosenbergii*) e curimatá (*Prochilodus lineatus*) em tanques. A coleta do sedimento foi feita em quatro tanques selecionados ao acaso que, após a despesca, secaram naturalmente antes da remoção. Após a coleta, a secagem do sedimento foi finalizada e ele foi destorroado, peneirado em malha de 4 mm, homogeneizado e amostrado para obter as características químicas (Tabela 3), segundo métodos descritos em Raij et al. (2001).

Tabela 3. Atributos químicos do sedimento coletado após a despesca e usado no preenchimento dos vasos e cultivo das plantas.

P resina ¹	MO	pH CaCl ₂	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H+Al	SB	CTC	V
mg dm ⁻³	g dm ⁻³	%
131	44	5,8	2,9	84	15	26	102	128	80

¹ P resina = fósforo extraído por resina de troca iônica; MO = matéria orgânica; pH em CaCl₂ = pH determinado em solução centimolar de cloreto de cálcio; K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ = potássio, cálcio e magnésio trocáveis; H+Al = acidez potencial; SB = soma das bases (Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺); CTC = capacidade de troca catiônica = SB + (H+Al); V = índice de saturação de base = 100SB/CTC.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, Laboratório de Fertilidade de Solo. Para avaliação do sedimento como meio de crescimento para as plantas foram combinados, em esquema fatorial 5x2, cinco espécies de plantas medicinais e dois substratos de crescimento, com cinco repetições. As espécies avaliadas foram: alecrim (*Rosmarinus officinalis*), confrei (*Symphytum officinale*), hortelã (*Mentha x piperita*), sálvia (*Salvia officinalis*) e tomilho (*Thymus vulgaris*). Os dois meios de crescimento foram sedimento pós despesca e substrato comercial. O esquema do experimento está na Figura 1.

Antes do cultivo das plantas foi feita avaliação da presença de patógenos no sedimento. Para essa verificação foi feita coleta de amostras na profundidade 0-10 cm, as quais foram mantidas a 4°C em tubos falcon de 50 mL até processamento das análises no Laboratório de Bioquímica e Microbiologia Aplicada, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas – Campus São José do Rio Preto – IBILCE/UNESP. Os resultados estão na Tabela 4. Segundo a Instrução Normativa SDA nº 7 de 12 de abril de 2016 (Brasil, 2016), os valores máximos para contaminantes em adubos orgânicos são: coliformes termotolerantes, em número mais provável (NPM) por grama de matéria seca, 1.000,00, e *Salmonella* sp deve estar ausente. Sendo assim, o cultivo de hortaliças no sedimento coletado pode ser feito (Tabela 4), bem como o cultivo de plantas medicinais.

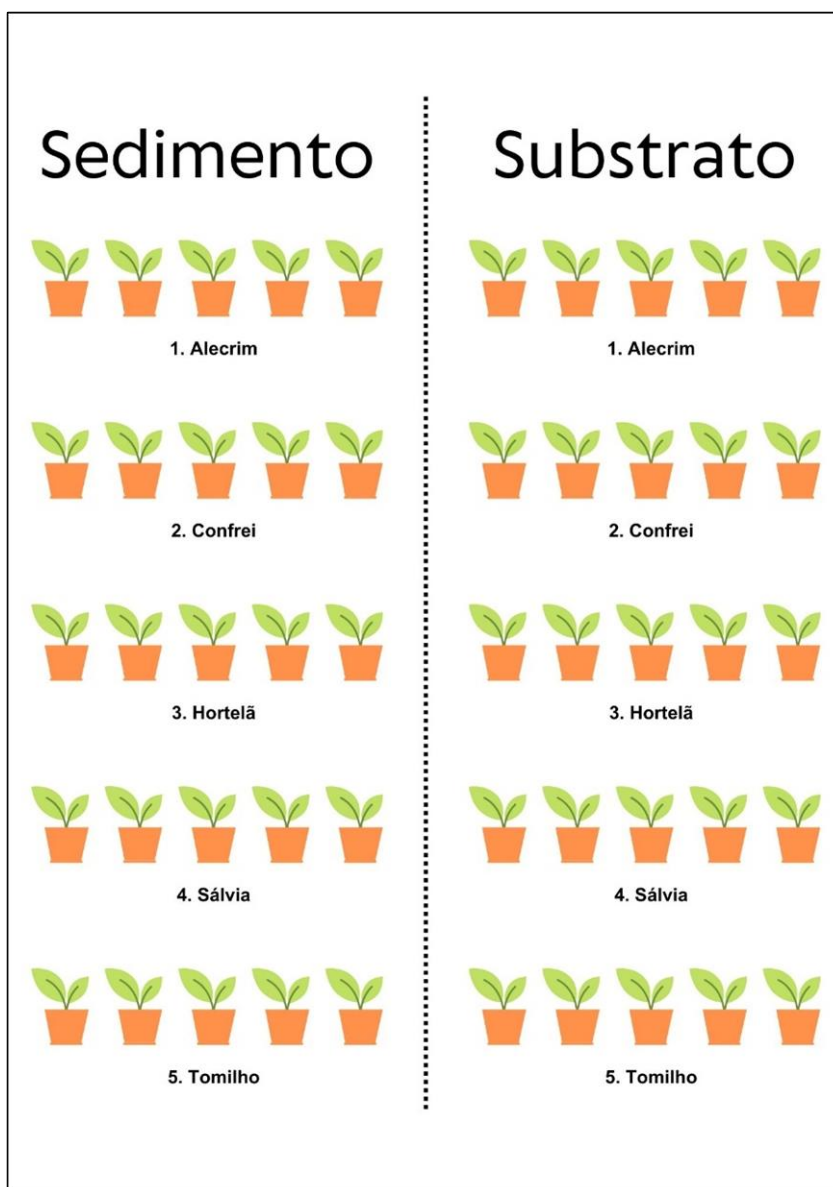


Figura 1. Representação esquemática dos tratamentos e repetições.

Tabela 4. Concentrações de contaminantes biológicos no sedimento dos viveiros.

viveiro	<i>E. coli</i>	Coliformes totais	<i>Salmonella</i> sp.
	NMP/g de sedimento seco	NMP/g de sedimento seco	
1	142,22±2	995,55±2	NÃO
2	213,33±1	782,22±2	NÃO
3	853,33±2	853,33±3	NÃO
4	782,22±4	995,55±3	NÃO

O substrato comercial também foi analisado para atributos químicos e os resultados estão na Tabela 5.

Tabela 5. Atributos químicos do substrato comercial usado para preenchimento dos vasos e cultivo das plantas.

pH	CE	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	P	S	K	Ca	Mg
	dS m ⁻¹mg dm ⁻³						
5,2	2,9	239,1	126,8	1,6	176,7	65,9	198,9	75,2

Método de extração: 1:1.5 (Holandesa). Método de determinação: N-(amoniacal e nitrato): destilação; K,Ca,Mg,P,S: ICP-OES

Foram utilizados vasos de plástico com capacidade para 2,5 litros contendo 2 dm³ do sedimento de sistemas aquícolas (2.470 g) ou 2 dm³ de substrato comercial (1.430 g). No fundo dos vasos foram colocadas duas telas para cobrir os orifícios a fim de limitar a perda do sedimento e do substrato. As mudas utilizadas foram produzidas em sacos de polietileno, e no momento do transplântio foi retirado o excesso de substrato, as raízes foram lavadas e as mudas foram transplantadas para os vasos dia 21 de maio de 2022 (Figura 2).



Figura 2. Casa de vegetação com as mudas transplantadas.

A irrigação foi realizada com água deionizada, portanto, as plantas utilizaram exclusivamente os nutrientes presentes no sedimento pós despesca e no substrato comercial. A capacidade de retenção de água do solo e do sedimento foi determinada e a irrigação foi feita visando manter 50% dos poros cheios de água. A irrigação foi feita todos os dias de condução do experimento, uma vez no começo da manhã e outra vez no fim da tarde, pesando cada vaso e repondo a massa de água perdida. Uma vez por semana os vasos foram rotacionados na casa de vegetação, de maneira que as unidades experimentais não fossem influenciadas pelos efeitos do ambiente.

Após 63 dias de cultivo a parte aérea das plantas foi colhida, lavada e colocada em estufa para secar a 65-70°C. Após atingirem peso constante, foi obtida a massa de matéria seca e as amostras foram moídas para iniciar as análises de macronutrientes. Os teores de nitrogênio foram determinados por digestão sulfúrica, seguida de destilação e titulação. Para analisar potássio, fósforo, cálcio e magnésio foi feita incineração das amostras em mufla e as cinzas foram dissolvidas em solução de ácido nítrico 0,1 mol L⁻¹. Os teores de K foram obtidos por fotometria de chama, P por colorimetria e Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica. Os métodos usados estão descritos na publicação de Carmo et al. (2000). A partir da matéria seca produzida pelas plantas e dos teores de nutrientes na matéria seca foi calculado o acúmulo de nutrientes na parte aérea.

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e, em caso de significância para os efeitos isolados e de interação, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises

estatísticas foram realizadas no software AgroStat 1.1.0.712 rev 77 (Barbosa e Maldonado Jr., 2015).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 3 está o aspecto visual das plantas que cresceram no sedimento e no substrato, na ocasião da colheita. Os resultados da análise de variância (teste F) para as variáveis matéria seca e acúmulo de nutrientes na parte aérea das plantas medicinais cultivadas no sedimento dos tanques e no substrato comercial estão na Tabela 6.

A produção de matéria seca das plantas medicinais e o acúmulo de nutrientes variaram em função do meio de crescimento, exceção feita ao K, que apresentou diferenças entre espécies e interação espécie/meio de crescimento. Para os acúmulos de Ca e Mg, também houve efeito de interação, indicando que a resposta da planta variou com o cultivo no sedimento ou no substrato (Tabela 6).



Figura 3. Espécies medicinais cultivadas em substrato comercial, à esquerda, e em sedimento de tanque de aquicultura, à direita, após 63 dias de crescimento em vasos.

Tabela 6. Análise de variância (valores do teste F) para efeitos de sedimento/substrato, espécies e interação na produção de matéria seca (MS) das plantas medicinais e no acúmulo de nutrientes na parte aérea das plantas.

Fator	MS	N	P	K	Ca	Mg
Sed/Sub	12,08** ¹	39,03**	5,69**	1,06 NS	29,32**	67,97**
Espécies	10,77**	4,44**	6,60**	8,81**	17,93**	9,74**
Interação	1,67 NS	1,19 NS	2,24 NS	3,68*	3,19*	6,91**

¹ *, ** e NS, significativo ao nível de 5%, 1% e não significativo, respectivamente, pelo teste F

A produção de matéria seca, na média de crescimento das espécies, foi 28,67% maior no tratamento com sedimento do que no substrato comercial (Tabela 7). O confrei e o alecrim foram as espécies com menor crescimento e acúmulo de matéria seca, e o confrei foi a planta que apresentou a maior diferença de crescimento entre os meios de crescimento, 86,37% maior no sedimento. As outras três espécies, sálvia, tomilho e hortelã, apresentaram produções semelhantes, e o tomilho foi a planta com menor diferença entre os meios de crescimento, apenas 2,95% maior no sedimento (Tabela 7). Franchini (2019) também relatou que plantas usadas como condimento acumularam mais matéria seca quando cresceram em sedimento de tanque, comparado com substrato comercial.

Tabela 7. Matéria seca e teores de nitrogênio e fósforo nas plantas medicinais em função do crescimento em sedimento de tanque pós-despesca ou substrato comercial.

	Alecrim	Confrei	Hortelã	Sálvia	Tomilho	Médias
Matéria seca (g/planta)						
Sedimento	5,56	8,89	10,92	11,44	10,11	9,38 a
Substrato	4,08	4,77	9,35	7,69	9,82	7,29 b
Médias	5,18 b ¹	6,83 b	10,10 a	9,57 a	9,96 a	
Nitrogênio (mg/planta)						
Sedimento	110,72	229,16	211,36	234,56	264,74	210,12 a
Substrato	70,67	72,52	73,02	114,6	149,5	96,05 b
Médias	90,66 b	150,84 ab	142,19 ab	174,58 a	207,12 a	
Fósforo (mg/planta)						
Sedimento	15,24	30,08	32,06	29,72	22,76	25,97 a
Substrato	15,22	27,76	18,3	23,04	23,92	21,65 b
Médias	15,23 b	28,92 a	25,18 a	26,38 a	23,34 ab	

¹Médias seguidas de letras iguais indicam ausência de diferença entre tratamentos, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O acúmulo de nitrogênio na matéria seca das plantas foi maior quando cultivadas no sedimento, e tomilho e sálvia foram as espécies que mais

concentraram o macronutriente, tanto no sedimento quanto no substrato. O alecrim foi a espécie que acumulou menos N, e o confrei e a hortelã apresentaram comportamento intermediário. Porém, foi para o confrei que houve a maior variação (215,99%) entre os meios de crescimento, seguido pela hortelã (189,45%) e pela sálvia (104,68%). No caso do confrei foram observados sintomas visuais de deficiência de N nas plantas cultivadas no substrato comercial e, nessa condição, as plantas apresentaram clorose generalizada. Para o alecrim a diferença não foi tão acentuada quanto para as outras espécies (56,67%), porque essa espécie apresenta crescimento lento em relação às demais, com menor demanda de nutrientes (Tabela 7).

O sedimento do tanque pode ser considerado um solo com alto teor de matéria orgânica (44 g dm^{-3}) e de alta fertilidade (Tabela 3). A fertilidade alta resulta das sobras de quantidades muito altas de nutrientes, particularmente N e P. Por exemplo, apenas de 25 a 30% do nitrogênio e do fósforo fornecidos via ração são incorporados na biomassa dos animais no final do cultivo. O restante, 70 a 75% do N e do P ficam no sedimento ou são eliminados no efluente (Boyd e Tucker, 1998; Casillas-Hernández et al., 2006). David et al. (2017) relataram concentrações de 197 kg ha^{-1} de nitrogênio no sedimento.

Quase todo o N presente no sedimento dos tanques está concentrado na fração orgânica, assim como ocorre nos solos, nos quais se estima que 95% do N total está na matéria orgânica (Cantarella, 2007). Quando o sedimento foi removido dos tanques no final do ciclo, passado em peneira e homogeneizado para ser colocado nos vasos, ocorreu aumento de aeração e exposição dos materiais particulados sedimentados (restos de ração e dejetos) à decomposição

microbiana. Além da decomposição dos constituintes característicos do fundo do tanque (restos de ração e dejetos animais), há também a mineralização do N componente da matéria orgânica do solo que compõe o sedimento, ou seja, o N orgânico é convertido à amônio e, posteriormente, à nitrato, e essas são as formas de N absorvidas pelas plantas. No caso do experimento, esse processo foi suficiente para atender à demanda de N de todas espécies cultivadas no sedimento.

Os substratos comerciais, como o que foi utilizado, é composto de materiais pobres em N, como casca de Pinus e casca de arroz carbonizadas e, por isso, são enriquecidos com fertilizantes solúveis, de modo geral com liberação rápida. Por isso, à medida que a planta cresce e consome as formas disponíveis, não há formas de reposição contínua, como no caso do sedimento. Esgotada a quantidade adicionada nos fertilizantes, a planta pode entrar em deficiência, como aconteceu com o confrei, em relação ao nitrogênio.

Os acúmulos de fósforo, na média das espécies, foi 19,97% maior com o cultivo no sedimento, com exceção do tomilho, em que os valores acumulados variaram 5,10%. A maior variação percentual no fósforo acumulado foi na hortelã, 75,19%, e a menor foi no alecrim, com 0,13% (Tabela 7). Novamente, a justificativa para os maiores acúmulos no sedimento é a concentração de P disponível (131 mg dm^{-3} , Tabela 3). Esse teor é considerado alto, inclusive para o cultivo de hortaliças, que são as espécies mais exigentes em P (Cantarella et al., 2022).

Para os acúmulos de potássio na matéria seca das plantas houve interação entre as espécies e o meio de crescimento (Tabela 8). Alecrim, sálvia

e tomilho acumularam quantidades de potássio semelhantes crescendo em sedimento ou substrato. A hortelã acumulou 33,7% mais K crescendo no vaso com substrato, e o inverso ocorreu com o confrei, que acumulou 41,6% mais crescendo no sedimento.

Tabela 8. Potássio acumulado na matéria seca da parte aérea nas plantas medicinais em função do crescimento em sedimento de tanque pós-despesca ou substrato comercial.

	Alecrim	Confrei	Hortelã	Sálvia	Tomilho
	----- mg/planta -----				
Sedimento	143,7a ¹ C ²	277,14aA	189,20bBC	219,02aABC	240,94aB
Substrato	150,6aC	195,68bBC	253,04aAB	242,18aAB	298,64aA

¹Médias seguidas de letras minúsculas comparam as espécies dentro do substrato comercial e do sedimento de tanque, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

²Médias seguidas de letras maiúsculas comparam uma espécie com a outra, dentro do substrato comercial ou sedimento de tanque, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A sequência de acúmulo de K nas plantas cultivadas no substrato foi confrei>tomilho>sálvia>hortelã>alecrim, com diferenças significativas entre confrei, tomilho e alecrim (Tabela 8). No substrato comercial a sequência foi tomilho>hortelã>sálvia>confrei>alecrim, com diferenças entre tomilho, confrei e alecrim. Os teores de potássio no sedimento são classificados como médios. A justificativa para esse resultado está no fato que o K não é componente da matéria orgânica e não está associado aos processos de mineralização/disponibilização. Ainda, o potássio é um elemento muito solúvel, que adsorve aos coloides minerais e orgânicos do fundo do tanque fracamente e, por isso, é facilmente transportado na água (Ribeiro et al., 2005). Por outro lado, o substrato comercial, além da adubação com adubos potássicos solúveis, tem a contribuição do potássio presente nos materiais carbonizados, que é também potássio solúvel.

Os acúmulos do cálcio foram maiores nas plantas que cresceram no sedimento, exceto para o alecrim. As espécies confrei, sálvia e hortelã acumularam o nutriente em quantidades bem maiores quando cultivadas no sedimento, com aumentos de 106,26%, 76,64%, 70,82% em relação ao substrato comercial (Tabela 9).

Tabela 9. Cálcio acumulado na matéria seca da parte aérea nas plantas medicinais em função do crescimento em sedimento de tanque pós-despesca ou substrato comercial.

	Alecrim	Confrei	Hortelã	Sálvia	Tomilho
	----- mg/planta -----				
Sedimento	47,3a ¹ C ²	208,16aA	143,42aB	174,52aAB	73,88aC
Substrato	39,08aA	100,92bA	83,96bA	98,8bA	51,98aA

¹Médias seguidas de letras minúsculas comparam as espécies dentro do substrato comercial e do sedimento de tanque, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

²Médias seguidas de letras maiúsculas comparam uma espécie com a outra, dentro do substrato comercial ou sedimento de tanque, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O comportamento do acúmulo de magnésio nas plantas foi semelhante ao do cálcio, com o sedimento resultando em maiores acúmulos. O confrei apresentou a maior variação, de 323,01%, seguido pela hortelã, com aumento de 289,60% (Tabela 10).

Tabela 10. Magnésio acumulado na matéria seca da parte aérea nas plantas medicinais em função do crescimento em sedimento de tanque pós-despesca ou substrato comercial.

	Alecrim	Confrei	Hortelã	Sávia	Tomilho
	----- mg/planta -----				
Sedimento	17,66a ¹ C ²	68,02aA	64,44aA	49,88aAB	31,26aBC
Substrato	10,84aA	16,08bA	16,54bA	26,92bA	17,64aA

¹Médias seguidas de letras minúsculas comparam as espécies dentro do substrato comercial e do sedimento de tanque, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

²Médias seguidas de letras maiúsculas comparam uma espécie com a outra, dentro do substrato comercial ou sedimento de tanque, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tanto para o Ca quanto para o Mg, havia teores altos no sedimento (Tabela 3), o que resultou nos maiores acúmulos de ambos nessa condição.

5. CONCLUSÃO

As plantas medicinais alecrim, confrei, hortelã, sálvia e tomilho crescem adequadamente em sedimento de tanques de piscicultura, sem necessidade de adubação complementar. Na comparação com substrato comercial, o sedimento mostrou resultados melhores ou equivalentes para todas as espécies, atendeu às necessidades de cada espécie e foi suficiente para o desenvolvimento delas, particularmente para o confrei, que foi limitado pela deficiência de nitrogênio quando cultivado no substrato. Desse modo, o uso do sedimento com finalidade de cultivo de plantas em vasos é viável, dá destinação adequada para o resíduo da atividade de produção animal e pode gerar renda adicional para o piscicultor.

4. Literatura Citada

Amaral, S. M., Carvalho, L. Q. C., de Souza Pereira, N. A. C., Sobrinho, M. D. F. S., de Sousa Sobrinho, M. K., dos Santos, L. D. L., ... Sousa Lopes, L. A. (2021). Alecrim (*Rosmarinus officinalis*): principais características. **Revista de Casos e Consultoria**, 12(1), e24651-e24651.

Avnimelech, Y., Ritvo, G. (2003) Shrimp and fish pond soils: processes and management. **Aquaculture**, v. 220, 549-567.

Barbosa, J.C.; Maldonado Jr, W. (2015) **Experimentação agrônômica & AgroEstat - Sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos**. Jaboticabal: Multipress, 396p.

Boyd, C. E.; Tucker, C. S. (1995). Sustainability of channel catfish farming. **World Aquaculture**, v. 26, 45 – 53.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa SDA n.07**, de 12 de abril de 2016. Altera os anexos IV e V da IN SDA n.27, de 05 de junho de 2006. Publicado no D.O.U. de 13 abril de 2016.

Carneiro, F. M., da Silva, M. J. P., Borges, L. L., Albernaz, L. C., Costa, J. D. P. (2014). Tendências dos estudos com plantas medicinais no Brasil. **Revista Sapiência: sociedade, saberes e práticas educacionais** (2238-3565), 3(2), 44-75.

Casillas-Hernández, R.; Magallón-Barajas, F.; Portilloclarck, G.; Páez-Osuna, F. (2006). Nutrient mass balances in semi-intensive shrimp ponds from Sonora, Mexico, using two feeding strategies: trays and mechanical dispersal. **Aquaculture**, v. 258, n. 1-4, p. 289-298.

Castellani, D., Abimorad, E. G. (2012) Sistemas integrados em aquicultura. **Pesquisa & Tecnologia**. v. 9, n. 1, 4 p.

Carmo, C.A.F.S.; Araújo, W.S.; Bernardi, A.C.C.; Saldanha, M.F.C. **Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2000. 47 p.

CATI – Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. (2018) **Cultivo de plantas aromáticas e medicinais**. Campinas, SP. 2 ed. 72p. (Boletim Técnico 247)

Cantarella, H. (2007) **Nitrogênio**. In: Novais, R.F., Alvarez V., V.H., Barros, N.F., Fontes, R.L.F., Canmtarutti, R.B., Neces, J.C.L. (eds). Fertilidade do Solo. Viçosa: SBCS, p.375-470.

Cantarella, H., Quaggio, J.A., Mattos Jr., D., Boaretto, R.M., Raij, B. van (2022). **Boletim 100**: Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agrônômico, 489p.

Correa, C. C., Alves, A. F. (2008). Plantas medicinais como alternativa de negócios: caracterização e importância.

David, F. S., Proença, D. C. & Valenti, W. C. (2017). Nitrogen budget in integrated aquaculture systems with Nile tilapia and Amazon river prawn. **Aquaculture International**, 25(5), 1733-1746.

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2013) **Plantas Aromáticas e Condimentares**: uso aplicado na horticultura. Eds: Clemente, Flávia, M. V. T; Haber, Lenit, A. L Brasília, DF. 168p.

Embrapa Clima Temperado – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2006) **Coleção de plantas medicinais aromáticas e condimentares**. Documentos 157. Pelotas, RS. 91p.

Embrapa Pantanal - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2006a) **Alecrim**. Série Plantas Medicinais, Condimentares e Aromáticas. Corumbá, MS.

Embrapa Pantanal - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2006b) **Hortelã**. Série Plantas Medicinais, Condimentares e Aromáticas. Corumbá, MS.

Embrapa Pantanal - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2006c) **Confrei**. Série Plantas Medicinais, Condimentares e Aromáticas. Corumbá, MS.

Fabri, E.G., Teramoto, J.R.S., Maia, N.B. (2014) Hortelã. In: Aguiar, A.T.E et al. (eds) **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. 7. ed. Campinas, Instituto Agrônômico, p.213-214.

Fenerick DC, Tavares LHS (2023) Impacto do sedimento de viveiro de piscicultura no crescimento de *Lactuca sativa* L. In: Congresso Nacional de Meio Ambiente, Poços de Caldas, 19 a 22 de setembro, 2023. Resumos. 9p.

Fonseca, M.C.M. (2012) Epamig pesquisa, produção de Plantas Medicinais para Aplicação no SUS. **Espaço para o produtor**, Viçosa, MG.

Franchini, A. C. (2019) **Cultivo integrado de peixes, camarões e hortaliças em viveiros de aquicultura**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura do Centro de Aquicultura da UNESP – CAUNESP. Jaboticabal, SP. 69p.

Funge-Smith, S.J.; Briggs, M. R. P. (1998) Nutrient budgets in intensive shrimp ponds: implications for sustainability. *Aquaculture* 164, 117-133.

Gurib-Fakim A. (2006) Medicinal plants: traditions of yesterday and drugs of tomorrow. **Molecular Aspects of Medicine**, 27(1):1-93.

Maia, N.B., Furlani, A.M.C. (1996) Especiarias, aromáticas e medicinais. In: Raij, B. van, Cantarella, H., Quaggio, J.A., Furlani, A.M.C. (eds) *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2.ed. Campinas: Instituto Agônômico e Fundação IAC, p.75-90.

Muendo P. N.; Stoorvogel, J. J.; Verdegem, M. C. J.; Gamal E. N.; Verreth, J. A. J. (2006) The role of fish ponds in farms' nutrient balances. In: *Proceedings of the Fish Ponds in Farming Systems' Symposim*, Can Tho, Viet Nam.

Nascimento, L. N., Lima, A. N., Reis, A. (2012) Sistema integrado de produção agrícola em forma de mandalas: um estudo de caso da Associação dos Produtores e Produtoras Rurais da Agricultura Familiar do Município de Tomé-Açu (APRAFAMTA).

Oliveira, E. G.; Santos, F. J. S. (2015) Piscicultura e os desafios de produzir em regiões com escassez de água. *Ciência Animal (Edição Especial)*, Fortaleza, v. 25, n.1, p. 133-154, 2015. Disponível em: http://www.uece.br/cienciaanimal/dmdocuments/palestra_11_p133_154.pdf. Acesso em: 8 out. 2021.

Ostrensky, A. (2002) Aqüicultura brasileira e sua sustentabilidade. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 12. Goiânia. Anais... Goiânia, p. 4-10.

Raij, B. van; Andrade, J.C.; Cantarella, H.; Quaggio, J.A. (eds.) (2001) **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônômico, p.189-199.

SENAR – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. (2017) *Plantas medicinais, aromáticas e condimentares: produção e beneficiamento*. Coleção SENAR 123. Brasília, DF. 124p.

Silva, G. M. N. D., Sobral, M. D. C. (2021). *Gestão da Piscicultura & Sustentabilidade*. Camaragibe, PE: CCS Gráfica e Editora, 2021. 222p.

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina. **Hortelã**. Horto didático de Plantas Medicinais HU/CC. 8 jan. 2020a. Disponível em: <https://hortodidatico.ufsc.br/hortela/>. Acesso em 20 dez. 2023.

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina. **Confrei**. Horto didático de Plantas Medicinais HU/CC. 8 jan. 2020b. Disponível em: <https://hortodidatico.ufsc.br/confrei/>. Acesso em 20 dez. 2023.

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina. **Sálvia**. Horto didático de Plantas Medicinais HU/CC. 8 jan. 2020c. Disponível em: [https://hortodidatico.ufsc.br/salvia-real/Acesso em 20 dez. 2023](https://hortodidatico.ufsc.br/salvia-real/Acesso%20em%20dez.%202023).

Ribeiro, R. et al. (2005) Coleta de amostras de sedimentos em viveiros de piscicultura.

Tyson,, R.V., Treadwell, D.D., Simonne, E.H. (2011) Opportunities and challenges to sustainability in aquaponics. HortTechnology, 21(1): 6-13.

Xavier, M.A.; Landell, M.G.A.; Teixeira, L.G.; Rodrigues P.A.; Nassif G.L.; Oliveira, J.A.C. (2014). Sistema de multiplicação MPB e integração com o setor sucroenergético. O Agrônomo. Campinas: IAC, p.64-66.