



Macafiltro:

uso da macaúba para
remoção de resíduos de
insumos agrícolas de água
contaminada

**Escola Estadual Ângelo Scarabucci
2022**



Macafiltro:

uso da macaúba para remoção de resíduos
de insumos agrícolas de água contaminada

Estudante: Giovana Parreira Bomfim

Estudante: Lorrane Batista Alves

Estudante: Maria Fernanda Motta Pereira

Orientador: Henrique Pereira

Coorientador: Camila Carvalho de Paula Nunes

Período de desenvolvimento: Junho/2022 a Outubro/2022

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO
DIRETORIA DE ENSINO – REGIÃO DE FRANCA
E.E. ÂNGELO SCARABUCCI

Rua: Rosa Del Monte, 2941 - Vila Scarabucci - Franca/SP
Fone (016) 3702-4797 - Fax 3724.2583



SUMÁRIO

RESUMO.....	3
1. INTRODUÇÃO.....	4
2. OBJETIVOS E RELEVÂNCIA.....	5
3. DESENVOLVIMENTO.....	8
4. RESULTADOS.....	17
5. CONCLUSÃO	19
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21



RESUMO

A cidade de Franca/SP concentra uma produção anual correspondente a pouco mais de 15% da produção total de café no Brasil e, em 2020, o setor cafeeiro representou cerca de 20% da economia total da cidade. Para manter a produção, o setor utiliza intensivamente insumos agrícolas que, após a sua utilização, geram resíduos que podem infiltrar-se no solo, contaminando as massas subterrâneas de águas, ou podem sofrer o processo de escoamento superficial, contaminando águas superficiais. O deslocamento desses resíduos para a água pode ocasionar efeitos adversos em animais e em seres humanos quando estes consomem essa água contaminada. Diante desta situação, o objetivo do projeto é remover eventuais resíduos de insumos agrícolas presentes em águas de abastecimento humano utilizadas por trabalhadores e/ou moradores das imediações de lavouras de café da região de Franca/SP. Para isso, levando em conta o público-alvo do projeto que, na maioria dos casos, possui condições financeiras limitadas, o objetivo deste projeto foi o de produzir um filtro acessível e de baixo custo fabricado em cano PVC e preenchido com carvão vegetal produzido a partir do endocarpo de frutos da macaúba (*Acrocomia aculeata*), uma palmeira muito presente na região. Inicialmente, o presente trabalho optou pela tentativa de remoção do glifosato (herbicida indicado para o controle plantas daninhas que podem comprometer a produção das lavouras) e do nitrato (resíduo proveniente de fertilizantes nitrogenados utilizados para a nutrição do cafeeiro). A partir da realização de testes iniciais, os melhores resultados obtidos pelo trabalho até então foram: redução de 18% de nitrato com o carvão dentro do filtro; e redução de 11% de glifosato com o carvão fora do filtro, em agitação com a solução controle. Desta forma, é possível concluir que o filtro representa um produto promissor, mas que ainda está em fase de aprimoramento para que seus resultados possam ser ainda mais significativos.

Palavras-chave: Resíduos de insumos agrícolas; Macaúba; Filtro caseiro



1 INTRODUÇÃO

O café deixou marcas fundamentais na construção socioeconômica do mundo e teve grande importância na construção estrutural do Brasil. Os grãos chegaram ao país pelo estado do Pará, trazidos por Francisco de Mello Palheta, um militar brasileiro que estava a serviço de Portugal em expedições pela América do Sul. Por volta de 1727, em uma dessas expedições, o militar visitou a Guiana Francesa e obteve algumas sementes de café, trazendo-as para o Brasil de forma clandestina, já que sua exportação era proibida pela França (ESCOLA, 2022). A partir deste ponto, surgiram as primeiras plantações de café no país, que se expandiram por várias regiões do território nacional, tendo grande importância ao longo de todo o contexto econômico do país.

Mais recentemente, no ano de 2005, o setor cafeeiro representou o setor do agronegócio brasileiro que mais empregou no Brasil, gerando mais de 8 milhões de empregos diretos e indiretos (EMBRAPA, 2005). Neste mesmo ano, o país contou com uma exportação de café equivalente a US\$ 2 bilhões, ou 26 milhões de sacas, contribuindo com mais de 2% do valor total das exportações brasileiras e com mais de 30% da produção mundial de café (EMBRAPA, 2005).

Uma das regiões brasileiras que se destaca na produção do café é a Alta Mogiana, localizada na divisa entre os estados de São Paulo e Minas Gerais, e que é considerada de grande relevância no setor cafeeiro por produzir um café de alta qualidade, equilibrando a acidez, doçura e fragrância do grão. Tais características já renderam ao café da região pontuações elevadas em avaliações especializadas em grãos especiais, inclusive com a obtenção de títulos em concursos nacionais e internacionais. Pertencente a esta região, a cidade de Franca/SP, também se destaca na produção de café, não somente pela alta produção e qualidade do produto, mas também por apresentar tecnologia e mão de obra qualificadas, além de possuir rodovias que facilitam o escoamento de sua produção. A cidade concentra uma produção anual correspondente a pouco mais de 15% da produção total brasileira (MURARA, 2022), e de acordo com a AMSC - Associação dos produtores de cafés especiais da Alta Mogiana, em 2020, o ramo cafeeiro representou cerca de 20% da economia total da cidade (MURARA, 2022).



Para manter a produção, o setor cafeeiro, assim como outros setores do agronegócio brasileiro, tem utilizado cada vez mais insumos químicos, como os agrotóxicos (IBAMA, 2020). Esses compostos são produtos químicos sintéticos usados para matar insetos, larvas, fungos, carrapatos sob a justificativa de controlar as doenças provocadas por esses vetores e de regular o crescimento da vegetação, tanto no ambiente rural quanto urbano (BRASIL, 2002). Na última década, o Brasil expandiu em 190% o mercado de agrotóxicos, o que elevou o País ao primeiro lugar no *ranking* mundial de consumo desde 2008. Somente na safra de 2010 e 2011, foram consumidas 936 mil toneladas de agrotóxicos (RIGOTTO, VASCONCELOS, ROCHA, 2014). Contudo, apesar de contribuir com a alta produtividade do setor, a utilização desses defensivos agrícolas nas lavouras de café pode desencadear diversos problemas para o meio ambiente, incluindo consequências nocivas para a saúde humana. Tais consequências, em muitos casos, são provenientes do consumo de água contaminada por esses defensivos. Diante desta situação, o objetivo do projeto é remover os resíduos de agrotóxicos em águas de abastecimento humano utilizadas por trabalhadores e/ou moradores das imediações de lavouras de café. Como na maioria dos casos esses indivíduos possuem condições financeiras limitadas, a solução proposta deve ser de baixo custo e de fácil implementação, de modo a ser acessível para este público.

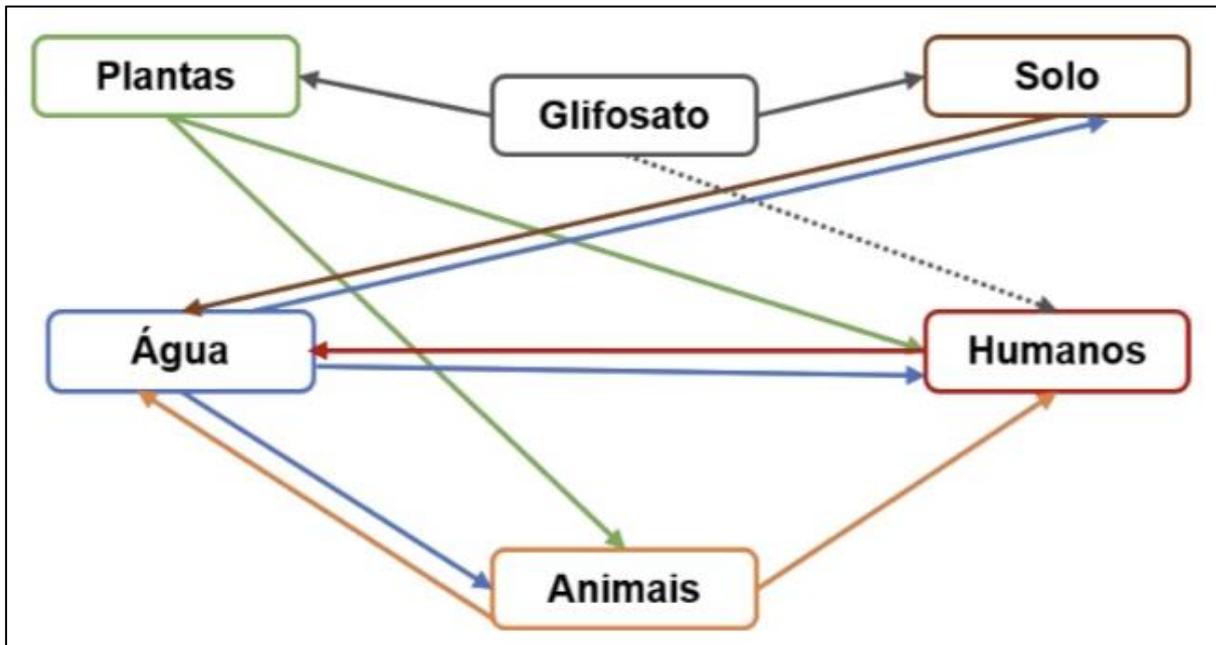
2 OBJETIVOS E RELEVÂNCIA

Pesquisas apontam três agrotóxicos que lideram o ranking como os mais utilizados no país: glifosato; 2,4-D e atrazina, nesta mesma ordem (MATIAS et. al, 2021). Em destaque temos o herbicida glifosato, que tem sido largamente empregado no controle de plantas daninhas na cultura do café (RODRIGUES et. al, 2003). Contudo, apesar de contribuir com a alta produtividade do setor, a utilização do glifosato nas lavouras de café pode trazer alguns problemas. A imagem abaixo mostra o ciclo do glifosato após a sua utilização em áreas de cultivo, ilustrando o deslocamento do produto para a água, o que pode ocasionar efeitos em animais



aquáticos, terrestres e em seres humanos quando estes consomem a água ou ingerem alimentos contaminados pelo produto (VAN BRUGGEN et al., 2018).

Figura 1- Ciclo do glifosato após uso em áreas de controle de plantas daninhas



Fonte: Adaptado de Van Bruggen et al. (2018)

A presença de glifosato em águas naturais e residuárias demonstra o potencial de transporte do composto por lixiviação ou por escoamento superficial (AMARANTE et al., 2002). Seu deslocamento para a água pode ocasionar efeitos adversos em animais e em seres humanos quando estes consomem a água ou ingerem alimentos contaminados. Com relação aos animais aquáticos, diferentes pesquisas já constataram os efeitos de agrotóxicos no desenvolvimento de prosencéfalo, mesencéfalo e olhos deficientes em peixes paulistinha (ROY; CARNEIRO; OCHS, 2016); alterações em células do fígado e mitocôndrias de carpas (SZAREK et al., 2000); e diminuição das células de defesa do peixe zeza (KREUTZ et al., 2010). Já com relação à saúde humana, pesquisas já constataram o grande impacto que glifosato pode desencadear, como: o desenvolvimento de diferentes formas de câncer; problemas nos rins; transtornos mentais como TDAH, autismo, Alzheimer e Parkinson; abortos; (FLUEGGE; FLUEGGE, 2016; FORTES et al., 2016; JAYASUMANA; GUNATILAKE; SENANAYAKE, 2014; MESNAGE et al., 2015).



Além do glifosato, outros insumos agrícolas muito utilizados em lavouras de café são os fertilizantes nitrogenados, produzidos, importados e comercializados em grandes quantidades no Brasil. A fertilização nitrogenada é uma complementação à capacidade de suprimento de nitrogênio dos solos, fundamental tanto ao crescimento estrutural da planta (folhas, caule, ramos e raízes), como também ao florescimento e à frutificação abundantes (MESQUITA, 2016)

Dentre os fertilizantes nitrogenados mais utilizados no mundo se destaca a ureia, tanto que no ano de 2015, tal substância representou 58% do consumo mundial de fertilizantes nitrogenados. Diversas características desse fertilizante o tornaram o preferido pelos agricultores, entre elas a alta concentração de nitrogênio (45%), o que faz reduzir seus custos com transporte, além de sua fácil aquisição, manuseio e aplicação (DOMINGHETTI, 2016). Contudo, quando em contato com a água devido a sua infiltração no solo ou escoamento superficial, os fertilizantes nitrogenados podem sofrer um processo de degradação resultado formação do nitrato (RESENDE, 2002). A ingestão de água com concentrações de nitrato superiores ao padrão de potabilidade pode causar doenças como a metehemoglobinemia (ou síndrome do bebê azul) e alguns tipos de câncer, como o estomacal ou o de esôfago (RESENDE, 2002)

Desta forma, com base em todas as informações aqui apresentadas, é perceptível a necessidade de encontrar formas para remover resíduos de insumos agrícolas da água, de forma a minimizar seus impactos. Neste sentido, diversos estudos já encontraram formas para esta ação, podendo destacar, dentre os métodos mais empregados, os tratamentos físico-químicos tradicionais, tais como: coagulação/floculação, adsorção em carvão ativado, filtros de areia, cloração, membranas de separação, etc. (MASON; CHOSHEN; RAVACHA, 1990; THOMAS; ASSOCIATE, 1994; YUAN et al., 2018).

Com relação ao carvão ativado, qualquer matéria prima rica em carbono pode, se tratada adequadamente, vir a ser utilizada para a fabricação deste produto, que possui como uma de suas principais características a grande capacidade de adsorção, processo muito utilizado na filtragem de água, em que átomos, moléculas ou íons são retidos em sua superfície por meio de interações de natureza química ou física. No Brasil as principais fontes de carvões ativados são de origem vegetal, produzidos



principalmente a partir de pinus, eucalipto e coco (WERLANG et. al, 2013). Contudo, outro vegetal que pode apresentar grande potencial para este fim, mas ainda pouco explorado, é a macaúba (*Acrocomia aculeata*), uma palmeira muito presente na região de Franca/SP e que possui o endocarpo de seu fruto com boas características para a produção do carvão vegetal (SILVA, 1986).

Entretanto, a produção de carvão ativado muitas vezes envolve a utilização de ácidos (como o ácido fosfórico), bases (como o hidróxido de potássio e hidróxido de sódio) e sais (como cloreto de zinco), que se não manipulados de maneira correta, podem resultar em resíduos no produto final. Desta forma, pensando nas condições do público-alvo do projeto, que são os trabalhadores e/ou moradores das imediações de lavouras de café da região de Franca/SP, tal procedimento seria inviável, tanto tecnicamente quanto financeiramente. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi construir um filtro caseiro preenchido com carvão vegetal (sem passar pelo processo de ativação), produzido a partir do endocarpo de frutos de macaúba. Ao acoplar o filtro na tubulação de abastecimento hídrico da residência, espera-se que ocorra adsorção entre o carvão vegetal produzido os resíduos de insumos agrícolas presentes em água eventualmente contaminada. Inicialmente, a proposta do projeto é avaliar o potencial do filtro na remoção de glifosato e nitrato. Em continuidade, também deve ser avaliado o potencial do filtro para a remoção de outros resíduos de insumos agrícolas, como os provenientes de diversos outros tipos de agrotóxicos e fertilizantes.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA MACAÚBA

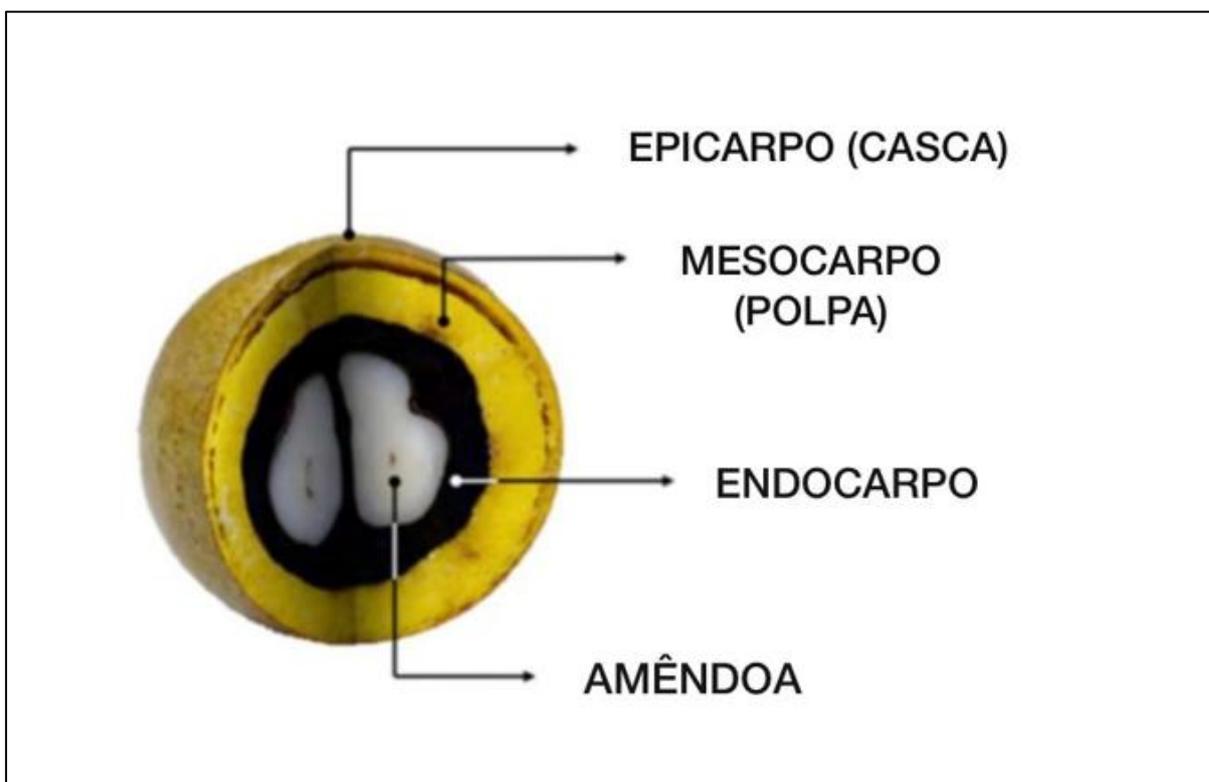
A Macaúba (*Acrocomia aculeata*), também conhecida como coco de espinho, macaíba ou coco baboso, é uma palmeira pertence à família das Arecaceae podendo atingir 20 m de altura com diâmetro de 30 cm, com cachos de frutos que podem pesar até 60 kg, produzindo de 4 a 6 cachos por ano (RIBEIRO, 2019). Seu período de floração é de janeiro a fevereiro com frutificação entre março e abril, podendo viver até 100 anos (RIBEIRO, 2019). No Brasil, a *Acrocomia aculeata* ocorre em quase todo



território brasileiro, mas pode ser encontrada em maior densidade populacional nos estados de Minas Gerais e São Paulo (NEMA, 2021).

Da macaúba aproveita-se praticamente tudo, inclusive o fruto (Figura 2). De acordo com Evaristo (2016), todos os resíduos do processamento do fruto da macaúba têm potencial na geração de energia, especialmente o endocarpo e o epicarpo.

Figura 2 – Estruturas do fruto da macaúba



Fonte: Análise Soléa, 2009

Ao avaliar o endocarpo de macaúba, estudos mostraram elevados valores para a densidade aparente, o que representa uma boa característica para a produção de carvão vegetal (SILVA, 1986). Além disso, Tenório (1982) certifica que o endocarpo das palmáceas são formados de um tecido fibroso rico em feixe vasculares e por um conjunto de células de enchimento, formando um tecido lignificado e rígido que apresenta grande aptidão para ser convertido em carvão ativado de elevada qualidade.



3.2 OBTENÇÃO DO ENDOCARPO DA MACAÚBA PARA SUA UTILIZAÇÃO COMO CARVÃO VEGETAL

Para a produção de carvão vegetal a partir do endocarpo da macaúba, é necessário que os frutos sejam coletados maduros, de preferência os que já tenham caído do cacho. Em seguida, é necessário realizar a retirada da casca e a quebra do endocarpo de modo a retirar também as amêndoas presentes no interior do fruto (Figura 3).

Figura 3 – Frutos de macaúba sem casca e sem amêndoas abertos por processo mecânico



Fonte: De autoria própria (2022)



Em seguida, o endocarpo com resquícios da polpa é encaminhado diretamente para estufa, a uma temperatura de 80°C para secagem, assim deixando-os todos secos. (RIBEIRO, 2019)

Contudo, ao realizar a coleta dos frutos de macaúba à sombra da palmeira, devido ao processo de decomposição dos frutos, foi possível identificar a presença de endocarpos já separado das outras partes do fruto, como a casca e polpa (Figura 4), fazendo com que todo o processo descrito aqui não fosse necessário. Vale destacar que o tempo médio para que o endocarpo fique neste estado é de 3 meses após o amadurecimento do fruto.

Figura 4 – Endocarpos de frutos de macaúba após decomposição de demais estruturas



Fonte: De autoria própria (2022)



3.3 PRODUÇÃO DE CARVÃO VEGETAL A PARTIR DO ENDOCARPO DA MACAÚBA

Para a produção do carvão vegetal foram utilizados 200 endocarpos de macaúba, que foram embrulhados em papel alumínio (divididos em 8 conjuntos de 25 endocarpos) com apenas uma pequena saída de ar na parte de cima do embrulho (Figura 5). Em seguida, os embrulhos foram colocados junto às brasas em uma churrasqueira (Figura 5), onde permaneceram por cerca de 40 minutos.

Figura 5 – Endocarpos de macaúba embrulhado em papel alumínio e colocados junto às brasas em uma churrasqueira



Fonte: De autoria própria (2022)

Após esse tempo, os endocarpos, já na forma de carvão vegetal, foram retirados da churrasqueira e fervidos em água por mais 20 minutos para a retirada de eventuais impurezas em sua superfície (Figura 6).



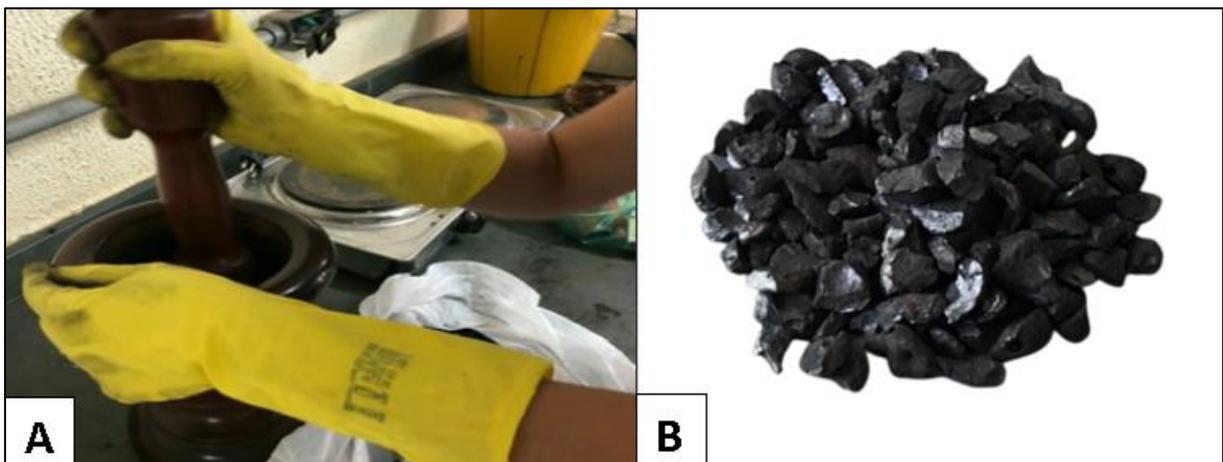
Figura 6 – Fervura em água do carvão vegetal produzido



Fonte: De autoria própria (2022)

Por fim, o carvão vegetal produzido foi triturado com o auxílio de um pilão em uma granulometria média de 5 mm (Figura 7).

Figura 7 – Processo de trituração do carvão vegetal produzido (A) e o carvão já triturado (B)



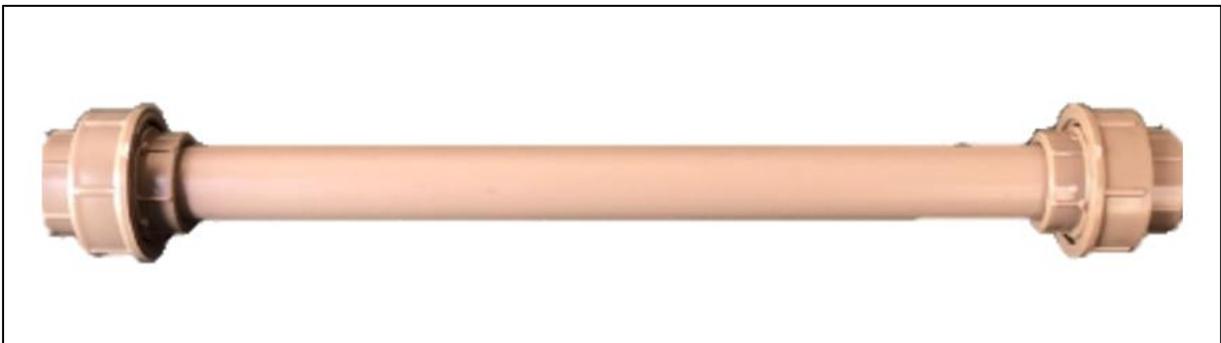
Fonte: De autoria própria (2022)



3.4 PRODUÇÃO DE FILTRO CASEIRO COM A UTILIZAÇÃO DE CARVÃO VEGETAL PRODUZIDO A PARTIR DO ENDOCARPO DOS FRUTOS DE MACAÚBA

80g do carvão vegetal produzido, já triturado em granulometria média de 5 mm, foi utilizado para preencher 30 cm de cano de PVC $\frac{3}{4}$ com 2 luvas de união soldável conectadas em suas extremidades (Figura 8).

Figura 8 – Filtro construído com cano de PVC e luva de união soldável preenchido com carvão vegetal produzido a partir do endocarpo de frutos de macaúba



Fonte: De autoria própria (2022)

Levando em conta todos os materiais utilizados, o custo final para a construção do filtro foi de R\$ 24,86, visto que 30 cm de cano PVC $\frac{3}{4}$ apresentou um valor de R\$ 1,35; as duas luvas de união soldável apresentaram um valor de R\$ 23,50 (valor unitário = R\$ 11,75); e o dois pedaços de tule com 5 cm de diâmetro apresentaram um valor de R\$ 0,01.

Com a construção do filtro finalizada, a intenção é acoplá-lo entre a caixa d'água e a tubulação de abastecimento hídrico da residência (Figura 9) para que ocorra o processo de adsorção entre o carvão vegetal e os resíduos de insumos agrícolas presentes em água eventualmente contaminada com glifosato e nitrato. Para que o carvão vegetal não saia de dentro do cano, entre cada luva de união soldável e a tubulação da caixa d'água e do abastecimento hídrico da residência será inserido um pedaço de tecido tule com 5 cm de diâmetro (Figura 9).



Figura 9 – Representação de como será realizada a instalação do filtro em uma residência



Fonte: De autoria própria (2022)

Importante destacar que, com a utilização das luvas de união soldável, o filtro pode ser facilmente retirado e recolocado, o que facilita uma eventual troca do carvão vegetal.

3.5 REALIZAÇÃO DE TESTES PARA A VERIFICAÇÃO DO POTENCIAL DO FILTRO NA RETENÇÃO DE GLIFOSATO E NITRATO PRESENTES EM ÁGUA

Para a realização de testes com o intuito de verificar o potencial do filtro, primeiramente foram realizadas diluições separadas de nitrato e de glifosato em água.

Com relação ao nitrato, foram realizadas diluições de ácido nítrico na porção necessária para gerar o metabólito nitrato na quantidade em torno de 10 mg/L. Já com relação ao glifosato, foram realizadas diluições para que a quantidade desta substância fosse em torno de 500 µg/L. Estes valores foram escolhidos por serem considerados os valores máximos permitidos (VMP) em água para consumo humano segundo a Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maior de 2021 (BRASIL, 2021).



Finalizadas as diluições, para continuidade dos testes foram utilizados dois filtros, um para o teste com o nitrato e outro para o teste com o glifosato. Com o primeiro filtro na posição vertical, foi despejada a diluição de ácido nítrico, de tal forma que a sua passagem pelo filtro ocorresse pela ação da gravidade (Figura 10). O mesmo procedimento foi realizado com o segundo filtro, mas com a diluição de glifosato no lugar da diluição de ácido nítrico.

Figura 10 – Passagem de diluição de ácido nítrico no filtro construído



Fonte: De autoria própria (2022)

Além disso, para verificar se o tempo de exposição entre o carvão vegetal e os resíduos teria influência significativa no potencial de adsorção do carvão, foram coletadas novas amostras. Para isso, foi realizada uma nova trituração do carvão, agora em uma granulometria média 2 mm, tendo como intenção o aumento da superfície de contato do carvão. Logo após, foram adicionados em um béquer 50 gramas deste carvão e 500 ml da solução de ácido nítrico diluído em água, sendo essa mistura agitada por 3 minutos. O mesmo procedimento foi realizado separadamente para o glifosato. Após o término do tempo, para a retirada do carvão e coleta das amostras, foram utilizados um funil e uma manta de bidim.



Desta forma, foram colhidas as seguintes amostras:

- Amostra 1 (Nitrato Controle): ácido nítrico diluído em água;
- Amostra 2 (Nitrato + Filtro): ácido nítrico diluído em água pós filtragem no filtro preenchido com o carvão vegetal;
- Amostra 3 (Nitrato + Carvão Vegetal): ácido nítrico diluído em água pós contato de 3 minutos com o carvão vegetal;

- Amostra 4 (Glifosato Controle): glifosato diluído em água;
- Amostra 5 (Glifosato + Filtro): glifosato diluído em água pós filtragem no filtro preenchido com o carvão vegetal;
- Amostra 6 (Glifosato + Carvão Vegetal): glifosato diluído em água pós contato de 3 minutos com o carvão vegetal;

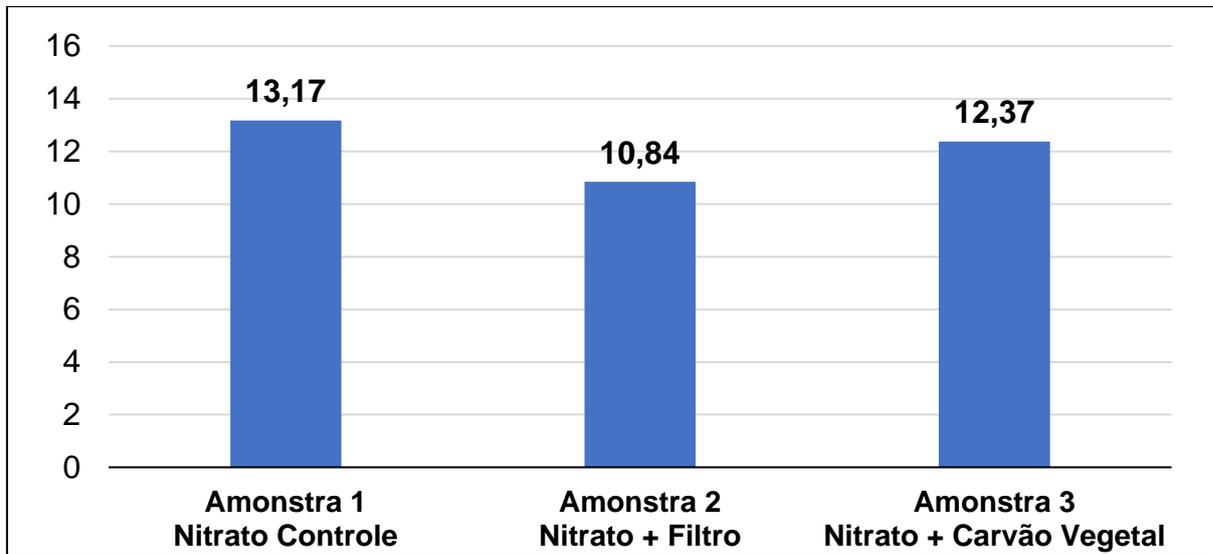
Para a quantificação de glifosato e nitrato, todas as amostras foram enviadas ao laboratório da Acqualab, empresa especializada em amostragem e análises ambientais.

4. RESULTADOS

A partir da realização dos testes iniciais, foi possível constatar que o filtro reduziu de 13,17 mg/L (amostra 1) para 10,84 mg/L (amostra 2) a quantidade de nitrato quando comparado à amostra controle (Figura 11), o que representa uma redução de 18%. Na amostra em que o carvão vegetal permaneceu em agitação com a solução de ácido nítrico diluído em água, a redução foi de 13,17 mg/L (amostra 1) para 10,84 mg/L (amostra 3) (Figura 11), o que representa uma redução de 6%.



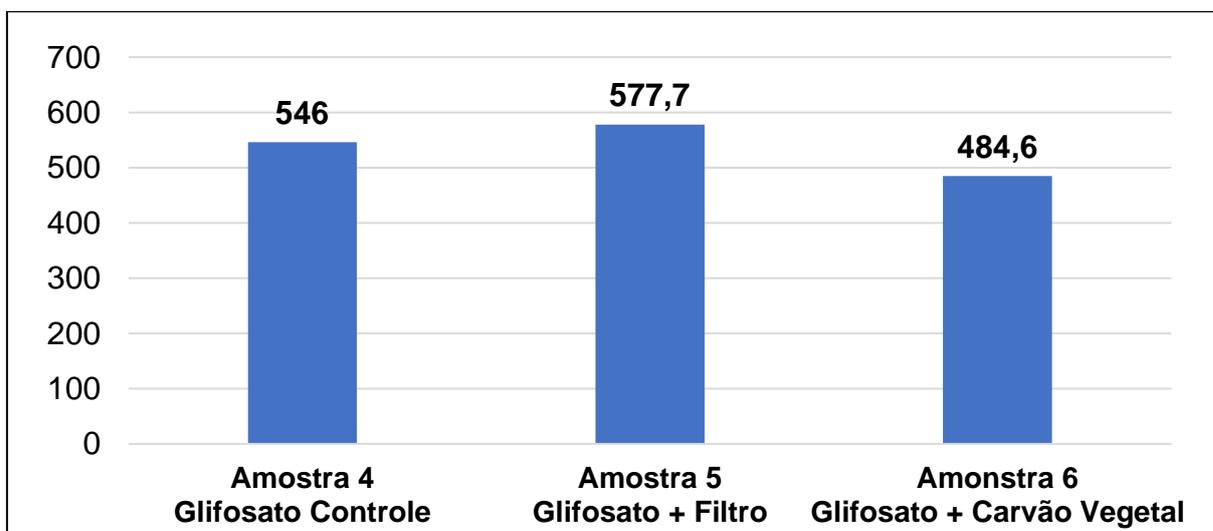
Figura 11 - Quantificação de nitrato (mg /L) nas amostras 1, 2 e 3



Fonte: De autoria própria (2022)

Já com relação aos testes com o glifosato, foi possível constatar que na amostra em que o carvão vegetal permaneceu em agitação com a solução controle houve uma redução de 546 $\mu\text{g/L}$ (amostra 4) para 484,6 $\mu\text{g/L}$ (amostra 6) na quantidade dessa substância (Figura 12), o que representa uma redução de 11%. Contudo, na amostra em que foi utilizado o filtro, a quantidade de glifosato aumentou de 546 $\mu\text{g/L}$ (amostra 4) para 577,7 $\mu\text{g/L}$ (amostra 5).

Figura 12 - Quantificação de glifosato ($\mu\text{g/L}$) nas amostras 4, 5 e 6



Fonte: De autoria própria (2022)



Após muitas reflexões e discussões sobre o porquê do aumento de glifosato na amostra 5, foi levantada a hipótese da ocorrência de um erro humano durante o processo de diluição de glifosato durante a realização dos testes. Isso porque, devido aos recursos disponíveis no laboratório da escola, a diluição de glifosato precisou ter sido realizada ao menos 3 vezes. Uma primeira diluição foi realizada para colher a amostra controle. Uma segunda foi realizada para ser utilizada nos testes envolvendo o uso do filtro. E por fim, uma terceira foi realizada para ser utilizada nos testes envolvendo a mistura da diluição com o carvão vegetal. Desta maneira, como as diluições envolviam uma concentração de glifosato extremamente pequena, na faixa de microgramas, qualquer diferença mínima de cada diluição na quantidade de água ou na pipetagem do glifosato poderiam acarretar diferenças na concentração final da solução. Desta forma, tal erro humano pode ter comprometido todas as análises realizadas, inclusive as análises envolvendo o nitrato. Mesmo assim, é importante destacar que tal constatação não descarta totalmente os resultados aqui apresentados, uma vez que, mesmo com essa interferência, ainda assim é possível verificar um possível potencial do carvão vegetal produzido.

5. CONCLUSÃO

Os resultados aqui apresentados demonstram que, mesmo com alguns erros cometidos ao longo dos testes, o que pode ter comprometido de forma parcial a quantificação de nitrato e glifosato, o filtro representa um produto promissor, mas que ainda precisa ter a sua eficiência mais bem comprovada por meio do aprimoramento dos processos realizados durante os testes.

Além disso, também espera-se realizar o aprimoramento do filtro no que diz respeito a utilização do carvão vegetal em uma granulometria ainda menor, o que aumentaria a sua superfície de contato, contribuindo para um maior potencial de adsorção do carvão. Com relação a este fato, vale destacar que tal procedimento não foi realizado nos primeiros testes pelo fato de que para a realização dos testes iniciais, o potencial do filtro foi avaliado por meio do despejo da solução controle no interior do



filtro, disposto na posição vertical. Desta forma, a solução controle percorreu o filtro graças a ação da gravidade. Ao ser utilizado um carvão com granulometria muito pequena, a força da gravidade não foi suficiente para fazer com que a solução controle percorresse o filtro, acarretando no seu entupimento. Por isso, a proposta para a realização de novos testes é realizar a testagem do filtro em uma situação real de funcionamento, ou seja, com o filtro acoplado imediatamente na saída de água de uma caixa d'água, o que aumentaria a pressão fazendo com que o carvão possa exercer sua atividade de adsorção sem causar o entupimento do filtro.

Por fim, cabe destacar que, sendo confirmado de maneira ainda mais criteriosa o potencial do filtro, este representaria uma solução de grande impacto, uma vez que apresenta uma solução para um problema cada vez mais preocupante devido ao aumento da liberação de agrotóxicos nos últimos anos no Brasil, utiliza recursos naturais abundantes e praticamente não utilizados na região, visto que os frutos da macaúba pouco são aproveitados no interior do estado de São Paulo, e sua construção envolve materiais de baixo custo, característica importante levando em conta que os indivíduos que residem na zona rural da cidade de Franca/SP, em sua maioria, não possuem condições financeiras para realizar um tratamento de água mais específico.



6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARANTE JR, O. P.; SANTOS, T. C. R.; BRITO, N. M.; RIBEIRO, M. R.; Quim. Nova, v. 25, p. 589, 2002.

ANÁLISE SOLÉA. Macaúba: produção de mudas, plantio e tratos culturais, 2009. Disponível em: http://pages.cnpem.br/wectbe/wp-content/uploads/sites/83/2017/06/Felipe_Morbi_Acrotech_Sole%C3%A1.pdf. Acesso em: 20 out. 2022.

BRASIL. Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, [...] e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 139, n. 5, p. 1-12, 8 jan. 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 07 mai. 2021, seção 1, ed.58, p. 127.

DOMINGHETTI, A. W. Fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada e convencionais na cultura do cafeeiro. 2016. 144 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

EMBRAPA. A importância do café nosso de todos os dias. EMBRAPA Café, 2005. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/17987068/a-importancia-do-cafe-nosso-de-todos-os-dias>. Acesso em: 23 out. 2022.

ESCOLA, Equipe Brasil. Francisco de Melo Palheta; Brasil Escola, 2022. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biografia/francisco-melo-palheta.htm>. Acesso em: 23 out. 2022.

EVARISTO, A. B.; MARTINO, D. C.; FERRAREZ, A. H.; DONATO, D. B.; CARNEIRO, A. C. O.; GROSSI, J. A. S. Potencial energético dos resíduos do fruto da macaúba e sua utilização na produção de carvão vegetal. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.26, n.2, p.571-577, 2016.

FLUEGGE, K.; FLUEGGE, K. Glyphosate use predicts healthcare utilization for ADHD in the healthcare cost and utilization project net (HCUPnet): A two-way fixed-effects analysis. *Polish Journal of Environmental Studies*, v. 25, n. 4, p. 1489–1503, 2016.



FORTES, C. et al. Occupational Exposure to Pesticides with Occupational Sun Exposure Increases the Risk for Cutaneous Melanoma. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, v. 58, n. 4, p. 370–375, 2016.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Relatório de comercialização de Agrotóxicos e Afins - histórico de vendas 2020. Brasília, 2020. Disponível em <http://ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#>. Acesso em: 23 de out. de 2022.

JAYASUMANA, C.; GUNATILAKE, S.; SENANAYAKE, P. Glyphosate, hard water and nephrotoxic metals: Are they the culprits behind the epidemic of chronic kidney disease of unknown etiology in Sri Lanka? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 11, n. 2, p. 2125–2147, 2014.

KREUTZ, L. C. et al. Exposure to sublethal concentration of glyphosate or atrazine-based herbicides alters the phagocytic function and increases the susceptibility of silver catfish fingerlings (*Rhamdia quelen*) to *Aeromonas hydrophila* challenge. *Fish and Shellfish Immunology*, v. 29, n. 4, p. 694–697, 2010.

MASON, Y. (ZELICOVITZ); CHOSHEN, E.; RAV-ACHA, C. Carbamate insecticides: Removal from water by chlorination and ozonation. *Water Research*, v. 24, n. 1, p. 11–21, 1990.

MATIAS, T. P.; CASTRO NETO, T. Z.; BOTEZELLI, L.; IMPERADOR, A.M. Os agrotóxicos mais vendidos no Brasil: Implicações em meio ambiente e saúde. *Research, society and development*, v. 10, p. 1-12, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/17082/15300>. Acesso em: 23 de out. de 2022.

MESNAGE, R. et al. Potential toxic effects of glyphosate and its commercial formulations below regulatory limits. *Food and Chemical Toxicology*, v. 84, p. 133–153, 2015.

MESQUITA, C. M. de et al. Manual do café: manejo de cafezais em produção. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016. 72 p. il.

MURARA, M. Casa do Café adota SAP Business One. *Baguete Diário*, 2022. Disponível em: <https://www.baguete.com.br/noticias/21/03/2022/casa-do-cafe-adota-sap-business-one>. Acesso em: 23 out. 2022.

NEMA – Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental. Espécie do mês: Macaúba, 2021. Disponível em: https://www.nema.univasf.edu.br/site/index.php?page=newspaper&record_id=77. Acesso em: 03 nov. 2022



RESENDE, A. V. de. Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato / Álvaro Vilela de Resende. – Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. 29 p.

RIBEIRO, A. P. A. de L. Carvão ativado de endocarpo de macaúba (*Acrocomia Aculeata*) para adsorção de CO₂ emitido pela queima do bagaço da cana-de-açúcar. 2019. 39 f. TCC (Graduação) – Curso de Tecnologia em Produção Sucroalcooleira, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019.

RIGOTTO, R. M.; VASCONCELOS, D. P.; ROCHA, M. M. Uso de agrotóxicos no Brasil e problemas para a saúde pública, Rio de Janeiro. Cad. Saúde Pública, 30(7):1-3, jul, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/bGBYZvVVKMrV4yzqfwwKtP/>. Acesso em: 23 de out. de 2022.

RODRIGUES, G. J.; TEIXEIRA, M. M.; FERREIRA, L. R.; FERNANDES, H.C. Eficiência de uma barra de pulverização para aplicação de herbicida em lavouras de café em formação. Planta Daninha, v. 21, n. 3, p. 459-465, 2003.

ROY, N. M.; CARNEIRO, B.; OCHS, J. Glyphosate induces neurotoxicity in zebrafish. Environmental Toxicology and Pharmacology, v. 42, p. 45–54, 2016.

SILVA, J. C. Endocarpos de Babaçu (*Orbigua spp. Mart.*) e de Macaúba (*Acrocomia sclerocarpa Mart.*) Comparados a Madeira de *Eucalyptus grandis* W. HILL Ex MAIDEN para a Produção de Carvão Vegetal. Piracicaba SP. ESALQ-USP. 112p. 1986.

SZAREK, J.; SIWICKI, A.; ANDRZEJEWSKA, A.; TERECH-MAJEWSKA, E.; BANASZKIEWICZ, T. Effects of the herbicide Roundup TM on the ultrastructural pattern of hepatocytes in carp (*Cyprinus carpio*). Marine Environmental Research, v.50, n.1-5, p.263-266, 2000.

TENÓRIO, E. C. O babaçu e coqueiros assemelhados em Minas Gerais. Belo Horizonte, 216p. 1982.

THOMAS, B.; ASSOCIATE, F. S. OH. Journal of Environmental Engineering, v. 119, n. 6, p. 1139–1157, 1994.

VAN BRUGGEN, A. H. C. et al. Environmental and health effects of the herbicide glyphosate. Science of the Total Environment, v. 616–617, p. 255–268, 2018.

WERLANG, B. E. et al. Ter 4 Produção de Carvão Ativado a partir de resíduos vegetais REVISADO. Revista Jovens Pesquisadores, n. 1, p. 156–167, 2013.

YUAN, J. et al. Removal of glyphosate and aminomethylphosphonic acid from synthetic water by nanofiltration. Environmental Technology (United Kingdom), v. 39, n. 11, p. 1384–1392, 2018.