
Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Etec Prof. Dr. José Dagnoni
Técnico em Química

Reutilização Do Cabelo Para Produção De Biofertilizante Para Hortaliças

Gustavo De Matos Prock¹

Juliana Luiz Rodrigues²

João Vitor Bueno Araujo³

Lucas Roberto⁴

RESUMO: o cabelo é um problema socioambiental significativo, atrapalhando sistemas de drenagem, poluição, causando eutrofização em corpos d'água e até problemas de saúde. Devido em sua composição conter uma quantidade significativa de nitrogênio e enxofre, é possível reutilizar o cabelo para fins agrícolas como um fertilizante renovável, auxiliando no desenvolvimento de plantas hortaliças e atendendo a demanda do mercado de fertilizantes e assim eliminando as adversidades do cabelo no meio social e direcionando-o para um meio produtivo e ambientalmente agradável.

PALAVRAS-CHAVE: Fertilizante; hortaliças; cabelo.

¹ gustavo.prock@etec.sp.gov.br

² Juliana.rodrigues164@etec.sp.gov.br

³ joao.araujo187@etec.sp.gov.br

⁴ lucas.roberto01@etec.sp.gov.br

1. INTRODUÇÃO

A indústria de fertilizantes nos últimos 25 anos, esteve vivendo em dependência de importações de fora, em 2021, aproximadamente 85% dos insumos vieram do exterior, a razão por isso é que nosso país tem pouquíssima produção de nutrição de fertilizantes e os custos para implantar fábricas no país é maior que de se importar, esses custos se devem a questões de infraestrutura, ambientais e logística complexa, aumentando exponencialmente os custos de sua produção em larga escala, tornando-o inviável (VILARINO,2022 ; CANÁRIO,2024).

1.1. EFEITOS DA FERTILIZAÇÃO QUÍMICA.

Além de ter um custo elevado, os fertilizantes produzidos são principalmente químicos e causam vários impactos ambientais indesejáveis, como:

- **Contaminação do solo**

Vários tipos de fertilizantes usados na adubação mineral acidificam o solo (sulfato, fosfato e o nitrato de amônia), deslocando o equilíbrio de pH para ácido e consequentemente há a deficiência de disponibilidade dos nutrientes no solo e contribuindo para que o solo seja cada vez mais improdutivo. Com isso, gera-se um ciclo vicioso: com um solo pouco fértil, utiliza-se uma quantidade maior de fertilizante nas próximas plantações e eliminando a microbiota benéfica presente no solo. (BRAGA,2012)

- **Contaminação da água**

A maior parte dos fertilizantes aplicados penetra diretamente no solo, mas uma parte é levada pelo processo de lixiviação. Como resultado, os compostos químicos presentes nos fertilizantes causam a contaminação de rios, lagos e lençóis freáticos. (CIVITEREZA,2021).

Quando presentes na água, aumentam consideravelmente a população de algas e

plantas como consequência desse distúrbio na vegetação aquática é a Eutrofização, um processo em que o ambiente aquático sofre o crescimento excessivo das algas, roubando o oxigênio da água e matando a fauna e flora presentes no corpo de água. (SOUZA,2018)

- **Contaminação do ar**

Os fertilizantes nitrogenados, quando utilizados em grande quantidade de forma que o solo e a plantas, o nitrogênio evapora junto com a água e eventualmente chegando à camada de ozônio e danificando sua integridade. Portanto, um ótimo alternativo contra os seus efeitos é a utilização da fertilização orgânica como meio de minimização dos impactos e outros benefícios como: A adição de matéria orgânica melhora, consideravelmente, as características físicas e biológicas do solo. Os maiores benefícios constatados são: redução do processo erosivo; maior disponibilidade de nutrientes às plantas; maior retenção de água; menor diferença de temperatura do solo durante o dia e a noite; estimulação da atividade biológica; aumento da taxa de infiltração; maior agregação de partículas do solo. (SANTIAGO,2022)

1.2. CABELO HUMANO

O cabelo humano é um resíduo natural, sendo composto por proteínas, principalmente a queratina, responsável por dar o cabelo sua resistência. embora seja um resíduo orgânico, é um material considerado inútil na maioria das sociedades e, portanto, é encontrado nos fluxos de resíduos municipais em quase todas as cidades e vilas do mundo. Nas zonas rurais ou com baixa densidade populacional, o cabelo se encontra fora na natureza onde se decompõe lentamente ao longo de vários anos, em áreas urbanas ou áreas com alta densidade populacional, muitas vezes acumula-se em grandes quantidades nos fluxos de resíduos sólidos e obstrui os sistemas de drenagem, representando um problema multifacetado. Devido à lenta degradação, permanece por muito tempo nos lixões/fluxos de resíduos, ocupando grandes volumes de espaço. Com o tempo a lixiviação desses lixões aumenta a concentração de nitrogênio nos corpos hídricos, causando problemas de eutrofização. (NOBREGA,2022)

A queima de cabelos humanos ou das pilhas de resíduos que os contêm - uma prática observada em muitas partes do mundo - produz odor desagradável e gases tóxicos, como amônia, sulfetos de hidrogênio e carbonila, dióxido de enxofre, fenóis, nitrilas, pirróis e piridinas. Óleo, suor e matéria orgânica conseguem ficar adsorvidas no cabelo, se tornando um lugar propício a criação de microrganismos potencialmente prejudiciais à saúde humana, como a tuberculose e outros patógenos que afetam diretamente no trato respiratório (E. Vijayalakshmi, 2003; MONDAL, 2014).

Assim, um dos métodos para a sua reutilização é a sua participação na compostagem orgânica devido aos elementos importantes as plantas presentes em sua estrutura. (GUPTA,2014)

Tabela 1 – composição química do cabelo

| Elemento | % |
|----------------|----|
| Carbono (C) | 44 |
| Oxigênio (O) | 30 |
| Nitrogênio (N) | 15 |
| Hidrogênio (H) | 6 |
| Enxofre (S) | 5 |

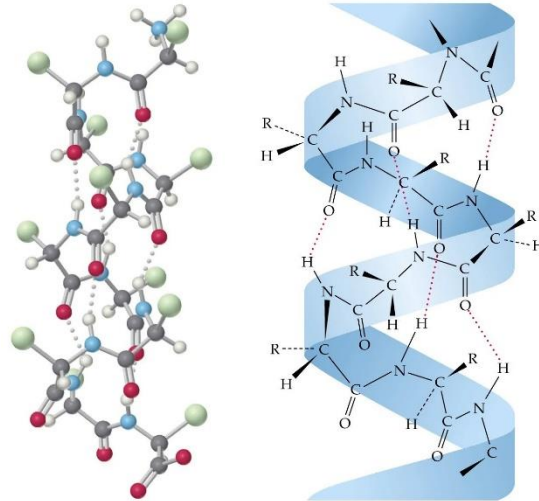
Fonte: Dados pesquisados

A queratina e outras proteínas contêm um grande nível de aminoácidos, e no nível atômico, nitrogênio, um importante macronutriente primário para o desenvolvimento fitológico devido ser um Componente significativo dos ácidos nucléicos, como o DNA para sua reprodução e crescimento, participando de diversos processos metabólicos para a produção de proteínas, enzimas e compostos mais complexos um macronutriente secundário que também é encontrado no cabelo é o enxofre(S), semelhante ao nitrogênio, desempenha um papel no metabolismo e síntese de moléculas necessárias à planta podendo ser utilizado pelos microrganismos e a flora presente no solo para o seu sustento mas devido a resiliência da queratina, esse processo é lento, demorando de 6 meses a um ano, alguns casos chegam a décadas.(NOBRÉGA,2022; DOANA,2020).

Os fios capilares são compostos basicamente por proteínas, formadas por longas e paralelas cadeias de aminoácidos ligados entre si por meio de ligações primárias

(iônicas e covalentes) e secundárias (interações por ligações de hidrogênio). As ligações covalentes entre os grupos de enxofre, conhecidas como ligações dissulfeto, são o tipo de ligação predominante. (KOHLENER,2011).

Figura 1: Estrutura da queratina



Fonte: RODRIGUES, João. 2014

Para a que sua decomposição seja mais rápida, é utilizado bases fortes para a quebra dessas ligações por meio da hidrólise dos aminoácidos presentes, rompendo mais facilmente as ligações peptídicas (ligações covalentes entre grupo amina e carboxila entre aminoácidos). (THACKER,2004)

Com a quebra dos compostos orgânicos, os elementos são mais facilmente absorvidos e integrados no solo sem a preocupação da demora de decomposição e acompanhados com outros resíduos naturais, como cascas e folhas, a demanda dos outros macronutrientes como potássio e fósforo podem ser supridas.

Portanto há o interesse de desenvolver um fertilizante com vantagens relacionados ao custo-benefício de produção e com riscos reduzidos ao meio ambiente. A ideia é produzir um fertilizante eficaz para ser utilizado em cultivo pequeno e não em escala industrial, como em hortas, floriculturas. A adubação é o ato de disponibilizar ao solo/plantas, substâncias minerais ou orgânicas, naturais ou sintéticas, fornecedoras de um ou mais nutrientes das plantas. Existem dois grandes grupos de fertilizantes: os inorgânicos e os orgânicos; ambos podem ser naturais ou sintéticos. Os inorgânicos mais comuns levam fertilizantes minerais, como nitrogênio, fósforo, potássio, fosfato, magnésio ou enxofre. A maior vantagem desses tipos de fertilizantes está no fato de conterem grandes concentrações de nutrientes que podem ser

absorvidos quase que instantaneamente pelas plantas. Já os fertilizantes orgânicos são feitos a partir de produtos naturais. Isso inclui húmus, farinha de osso, torta de mamona, algas e esterco. Será produzido um fertilizante com estas duas características reunidas.(GUITARRARA, 2016)

Estudos mostram que o uso de fertilizantes orgânicos aumenta a biodiversidade do solo. Isso porque há o surgimento de microrganismos e fungos que contribuem para o crescimento das plantas. Além disso, a longo prazo, há um aumento da produtividade do solo, diferente do que acontece com os fertilizantes convencionais, inorgânicos. No caso das plantas, os nutrientes são classificados em dois grupos: macronutrientes e micronutrientes. Os macronutrientes são os elementos de que a planta necessita em quantidades elevadas aqueles que elas precisam em quantidade alta, que são nitrogênio, o potássio e o fósforo (NPK).; e os micronutrientes. (SANTOS, 2016)

2. METODOLOGIA

2.1. PREPARAÇÃO DO FERTILIZANTE

O cabelo foi lavado com detergente neutro para retirar sujeiras e oleosidade por meio de uma peneira, lembrando-se que foi utilizado apenas cabelo sem tintura já que as tintas contêm substâncias potencialmente prejudiciais.

Em sequência, foi colocado na estufa á 60°C por 20 minutos para secagem, mas pode também ser realizado com o sol natural com os raios atingindo diretamente. o preparo da solução de Hidróxido de potássio (KOH), foi utilizado em torno de 35g de KOH 50% para dois litros de água deionizada que foi então homogeneizado. após seu preparo, colocou-se 200g do cabelo lavado em um Erlenmeyer junto a solução e ficou em repouso por 5 dias para a dissolução do cabelo. Após os 5 dias, o cabelo foi completamente dissolvido no líquido alcalino, que em sequência foi filtrada a vácuo e filtros de café para remoção de impurezas, restos de cabelo e sujeiras.

Figura 2: Filtração do cabelo por filtros de café.



Fonte: autoria própria.

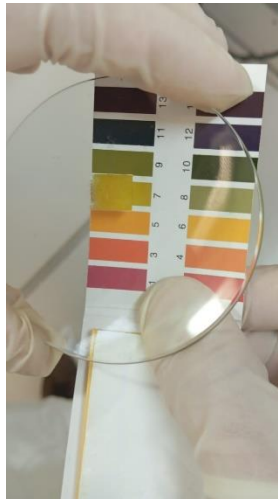
Figura 3: filtragem a vácuo



Fonte: Autoria própria

O pH foi então ajustado para sete com a utilização do ácido cítrico sólido, que foi colocado na solução gradativamente até que esta alcançasse o pH neutro de 7, utilizando-se em torno de 60g devido ser um ácido orgânico fraco.

Figura 4: Teste de pH



Fonte: Autoria própria

Em seguida da neutralização, foram feitas 4 diluições desta solução com concentrações diferentes: 5%, 10%, 20% e 40%, com o objetivo de testar o desenvolvimento das plantas tratadas com diferentes concentrações de fertilizante.

2.2. TESTAGEM COM A HORTALIÇA ALFACE

Foram separados 10 vasos devidamente identificados para a testagem, com Quinhentos gramas de terra preta juntamente com 5 sementes de alface crespa em cada um deles. dois vasos para cada concentração de fertilizante anteriormente

mencionados (5,10,20 e 40%) e foram colocados em um ambiente que tem uma quantidade regular e igual de exposição ao sol.

Dois vasos foram regados somente com água sendo utilizados como a amostra em branco.

Figura 5: Preparação dos vasos e plantio das sementes de alface.



Fonte: Autoria própria

Os vasos foram enfileirados em 2 linhas com 5 colunas e a cada dia, os vasos foram deslocados em uma posição posterior para garantir que todos estavam expostos a mesma quantidade de luz solar. sendo regados com água todos os dias no mesmo horário junto as soluções de fertilizante diluídas, de 5 em 5 dias;

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o ministério da agricultura, pecuária e abastecimento, a colheita da alface é realizada depois de 45 dias de desenvolvimento, neste estágio já se terá dados suficientes em relação ao desenvolvimento das mudas de alface para analisar a eficácia do fertilizante experimental. (GERALDO MILANEZ DE RESENDE, 2018).

Recomenda-se que o plantio das sementes fosse em estação de invernos, e a adubação das sementes recomendadas é de 10 em 10 dias, porém foi optado pelo grupo de se fazer de 5 em 5 dias, sua primeira rega de adubo foi no mesmo dia da plantação da semente no dia.

Contudo, ainda não foi obtido o resultado esperado, mesmo após um mês as sementes não se desenvolveram, replantou-se as sementes novamente e repetiu o teste, mas obteve resultados iguais, conclui-se que as sementes utilizadas estavam defeituosas já que a amostra em branco também não demonstrou desenvolvimento, tentou-se testes com mudas, mas devido a circunstâncias de tempo, não foi amplo o suficiente para observar diferenças significativas. O motivo para esse resultado pode ter sido por diversos fatores como a presença de microrganismos, condições climáticas ou fatores próprios da semente.

4. CONCLUSÃO OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora os resultados não se demonstraram satisfatórios devido à falta de tempo para se obter um conclusivo resultado e as condições de plantio terem dificultado o processo experimental, os conteúdos de nitrogênio e enxofre presentes na solução junto com o potássio adicionado hipoteticamente iriam agregar a melhora do desenvolvimento das hortaliças, assim aumentando a sua produtividade e atendendo a demanda de fertilizantes ao mercado, diminuindo os seus impactos ambientais e direcionando os resíduos de cabelo para uma produção de utilidade.

5. REFERÊNCIAS

ALCARDE j.C. , BORELLA J.E..DETERMINAÇÃO DO POTÁSSIO EM FERTILIZANTES POR FOTOMETRIA DE CHAMA DE EMISSÃO. Departamento de Química da ESALQ.V. 33. p. 751-761, dez. 1976; Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aesalq/a/YbkB9LjDHFsnMWfnBcJCHxj/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em 11 de abril. 2024

BOURNE, Joel. Falta de fertilizantes pode levar à crise alimentar global. National GEOGRAPHIC BRASIL. 2 de jun. 2022. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2022/05/falta-de-fertilizantes-pode-levar-a-crise-alimentar-global-haveria-uma-solucao>. Acesso em 11 de junho. 2024.

BRAGA, Gastão. O pH do Solo e a Disponibilidade de Nutrientes. Agronomia com Gismonti. 3 de jan. 2012. Disponível em: <https://agronomiacomgismonti.blogspot.com/2012/01/o-ph-do-solo-e-disponibilidade-de.html#:~:text=A%20disponibilidade%20dos%20nutrientes%20sofrem,pH%206%20a%206%2C5>. Acesso em: 27 de junho. 2024.

TRIBUNA ONLINE. Cabelo é o que mais entope rede de esgoto. Tribuna online. 14 de out. 2020. Disponível em: <https://tribunaonline.com.br/cidades/cabelo-e-o-que-mais-entope-rede-de-esgoto-80975?home=esp%C3%ADrito+santo>. Acesso em 23 de junho. 2024.

CANÁRIO, Pedro. Como o Brasil conseguiu destruir sua própria indústria de fertilizantes. Bloomberg Linea. 17 de mar. 2024. Disponível em:

<https://www.bloomberglia.com.br/2022/03/17/como-o-brasil-conseguiu-destruir-sua-propria-industria-de-fertilizantes/>. Acesso em 7 de junho de 2024.

CIVITEREZA, Gustavo. Os impactos da adubação mineral no meio ambiente. Terra de cultivo. 20 de mai. 2021. Disponível em: [https://www.terradecultivo.com.br/os-impactos-da-adubacao-mineral-no-meio-ambiente/#:~:text=A%20fabrica%C3%A7%C3%A3o%20desses%20fertilizantes%20demanda,%2C%20consequentemente%2C%20do%20aquecimento%20global](https://www.terradecultivo.com.br/os-impactos-da-adubacao-mineral-no-meio-ambiente/#:~:text=A%20fabrica%C3%A7%C3%A3o%20desses%20fertilizantes%20demanda,%2C%20consequentemente%2C%20do%20aquecimento%20global.). Acesso em 27 de junho. 2024.

Como evitar a crise da falta de adubos e o aumento dos custos. FAESP. 11 de mai. 2022. Disponível em: <https://faespsenar.com.br/como-evitar-a-crise-da-falta-de-adubos-e-o-aumento-dos-custos/>. Acesso em 23 de junho. 2024.

DUARTE, Giuliana. Enxofre para as plantas: função, adubação e outras recomendações de manejo. Aegro. 24 de jul. 2020. Disponível em: [https://blog.aegro.com.br/enxofre-para-as-plantas/#:~:text=5%20Conclus%C3%A3o-Import%C3%A2ncia%20e%20fun%C3%A7%C3%A3o%20do%20enxofre%20para%20as%20plantas,em%20suas%20sementes%20ser%20maior](https://blog.aegro.com.br/enxofre-para-as-plantas/#:~:text=5%20Conclus%C3%A3o-Import%C3%A2ncia%20e%20fun%C3%A7%C3%A3o%20do%20enxofre%20para%20as%20plantas,em%20suas%20sementes%20ser%20maior.). Acesso em 29 de set. 2024.

E. Vijayalakshmi, "Hair pollution hits Karnataka. Down to Earth," 14 de jul. 2003. Disponível em: <https://www.downtoearth.org.in/environment/in-disitressi-13180>. Acesso em 29 de set. 2024.

ESCOLA PAULISTA EM MEDICINA, UFSP. Alimentos. tabnut. Disponível em: <https://tabnut.dis.epm.br/Alimento>. Acesso em: 23 de jul.

G1 GLOBO. Dois jovens transformam CABELO HUMANO em adubo na Tanzânia. G1 GLOBO, 2021. 1 vídeo(2min). Disponível em: <https://youtu.be/QCRPj3q8J64?si=RXhHENVAVe7yuxHv>. Acesso em: 27 de junho. 2024.

GOMES, Mayara. 10 maiores exportadores de fertilizantes do mundo. Sensix blog. 1 de ago. 2022 Disponível em: <https://blog.sensix.ag/10-maiores-exportadores-de-fertilizantes-do-mundo/>. Acessado em 14 de junho. 2024.

GUITARRARA, Paloma. "Fertilizantes"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/fertilizantes.htm>. Acesso em 04 de dezembro de 2024.

GUPTA, Ankush. Human Hair "Waste" and Its Utilization: Gaps and Possibilities. NISTDP. 27 de abr. 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/263852365_Human_Hair_Waste_and_Its_Utilization_Gaps_and_Possibilities. Acesso em 29 de set. 2024.

RODRIGUES, João. QUERATINA – MOLÉCULA DA SEMANA. 31 de jul. 2014. Disponível em: <https://www.fcencias.com/2014/07/31/queratina-molecula-da-semana/>. Acesso em: 28 de novembro. 2024.

KOHLER, R.C.O. A química da estética capilar como temática no ensino de química e na capacitação dos profissionais da beleza. 2011. 112 f. Dissertação (mestrado). Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011. Disponível em: http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=3577. Acesso em 25 de junho. 2024.

MONDAL, KK, et al. The impact of human waste hair reprocessing occupation on environmental degradation-A case study from rural West Bengal, India. Environ Geochem Health. 2020 Out. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32193807/>. Acesso em: 04 de dez. 2024.

Mosaic. NITROGEN IN PLANTS. Disponível em: <https://www.croplnutrition.com/nutrient-management/nitrogen/#:~:text=NITROGEN%20IN%20PLANTS,-Healthy%20plants%20often&text=Nitrogen%20is%20so%20vital%20because,the%2>

[Obuilding%20blocks%20of%20proteins](#). Acesso em 29 de set. 2024

NOBRÉGA, Ana. Pode usar cabelo na compostagem? eCycle. 7 de dez. 2022. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/cabelo-compostagem/#:~:text=de%20maneira%20sustent%C3%A1vel-.Pode%20colocar%20cabelo%20na%20composteira%3F,neste%20tipo%20de%20material%20org%C3%A2nico>. Acesso em 23 de junho. 2024.

RODRIGUES, João. QUERATINA – MOLÉCULA DA SEMANA. Fciências. 31 de julho de 2014. Disponível em: <https://www.fciencias.com/2014/07/31/queratina-molecula-da-semana/>. Acesso em 04 de dez. 2024

SANTIAGO, Antonio. ROSSETO, Raffaella. Adubação orgânica. EMBRAPA. 22 de fev. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana/producao/correcao-e-adubacao/diagnose-das-necessidades-nutricionais/recomendacao-de-correcao-e-adubacao/adubacao-organica>. Acesso em 27 de junho. 2024

SANTOS, Vanessa. Nutrição vegetal; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/nutricao-das-plantas.htm>. Acesso em 04 de dezembro de 2024.

SLER, Juliane; Não jogue cabelo na privada. Nunca! Veja por que ; GreenMe! ; Encontrado em: <https://www.greenme.com.br/informarse/73759-o-cabelo-humano-e-um-grande-problema-ambiental-mas-ele-pode-ser-reciclado/>. Acesso em 05 de abril. 2024

SOUZA, Líria. Fertilizantes químicos e poluição. Mundo educação uol. Disponível em: [https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/fertilizantes-quimicos-poluicao.htm#:~:text=O%20fen%C3%B4meno%20de%20Eutrofiza%C3%A7%C3%A3o%20%C3%A9,dissolvido%20\(OD\)%20da%20%C3%A1gua](https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/fertilizantes-quimicos-poluicao.htm#:~:text=O%20fen%C3%B4meno%20de%20Eutrofiza%C3%A7%C3%A3o%20%C3%A9,dissolvido%20(OD)%20da%20%C3%A1gua). Acesso em 27 de junho. 2024.

THACKER H. Leon. Alkaline Hydrolysis. National Agricultural Biosecurity Center. Agosto. 2004. Disponível em: <https://krex.k-state.edu/server/api/core/bitstreams/3dc29a4f-b2ee-40fc-91c7-620e8f5ae343/content>. Acesso em 04 de dez. 2024.

VILARINO, Cleyton. Por que Brasil não produz fertilizante suficiente e importa da Rússia? Globo rural. 04 de mar. 2022. Disponível em: <https://globorural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2022/03/por-que-o-brasil-depends-de-fertilizante-importado-entenda.html>. Acesso em 10 de junho de 2024.