

Água Potável na Amazônia IV: Água Preta e Húmus

Whei OH Lin, Izabel Souto Ferreira da Silva** e
Phelippe Maximo de Jesus Borges***

Palavras-chave

Água preta; fonte de água; húmus.

Áreas do Conhecimento

Química; Engenharia Química; Processo Industrial; Tratamento de água.

As águas dos rios da Amazônia são classificadas de acordo com a sua coloração: a água branca é barrenta; a água preta é marrom escura; e a água clara é esverdeada e transparente. A cor da água preta geralmente é causada pela queda de vegetais, frutas e de carcaças de animais na água, de modo que com o passar do tempo ocorre o acúmulo de sedimentos no fundo do rio, proporcionando a tonalidade escura da água. A principal característica da água preta é o seu alto teor de acidez (baixo pH, na faixa de 3,5 e 6,0). A alta acidez da água preta é responsável pela pequena diversidade de espécies de árvores na margem do rio, pois as larvas e os ovos dos insetos têm dificuldade de se desenvolver nesta água. Assim, a população de insetos nas proximidades do rio de água preta é reduzida drasticamente, favorecendo a homogeneidade de determinada espécie de vegetal na margem do rio. O solo próximo ao rio de água preta também possui um

elevado nível de acidez, inviabilizando a prática da agricultura nas margens do rio. Os rios de águas claras possuem um valor de pH alto, sendo, portanto, uma água mais básica. Possibilita a presença de uma grande variedade de espécies de vegetais nas margens do rio como também de plantas subaquáticas. As larvas de insetos podem se desenvolver nesta água mais básica resultando numa grande população desses animais capazes de polimerizar em locais distantes do rio. A água clara possui minérios como sódio, potássio, magnésio e cálcio, já a água preta possui minérios como alumínio, ferro, cobre, manganês e zinco.

Muitas pessoas relacionam os rios de água preta da Amazônia à poluição. No entanto, o fato de a água dos rios apresentar coloração escura, semelhante ao café, é devido ao acúmulo de sedimentos de materiais orgânicos, produtos da decomposição de animais, vegetais e insetos.

* Departamento de Engenharia Química, Instituto Militar de Engenharia.

** Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Esses materiais orgânicos são conhecidos como substâncias húmicas. Quimicamente, as águas escuras apresentam acidez elevada, baixa quantidade de nutrientes e poucos minerais dissolvidos.

Dificultando, assim, o desenvolvimento de larvas de insetos e da diversidade das espécies vegetais nas margens dos rios de água preta. O solo das margens dos rios de água preta também é ácido, pobre em nutrientes, o que inviabiliza a prática do cultivo. Assim, justificando o apelido **Fome**, dado ao rio Negro pelos índios.



Figura 1 – Margem de um rio de água escura

O húmus

As substâncias húmicas, também conhecidas como húmus, são materiais orgânicos, resultantes da decomposição de animais e plantas mortos, que alcançam certa estabilidade, não sofrendo mais degradação para moléculas menores. Esse material orgânico de cor café sedimenta com o tempo, formando camadas abaixo da superfície do solo que podem ficar estáveis por séculos e até milhões de anos. A figura 2 mostra uma camada preta de substâncias húmicas abaixo do solo.



Igarapé

Rio Negro

Figura 2 – Os húmus abaixo de solo

O processo de conversão dos restos de vegetais em substâncias húmicas leva muito tempo na natureza. A degradação microbiológica ou bioquímica de animais e plantas mortos fornece substâncias não húmicas e húmus. Primeiramente, os microorganismos sintetizam substâncias químicas que possuem o grupamento amina. As aminas presente no solo fazem reações com açúcares, quininas e ligninas modificadas gerando complexos escuros conhecidos como substâncias húmicas. A figura 3 mostra a formação de húmus.

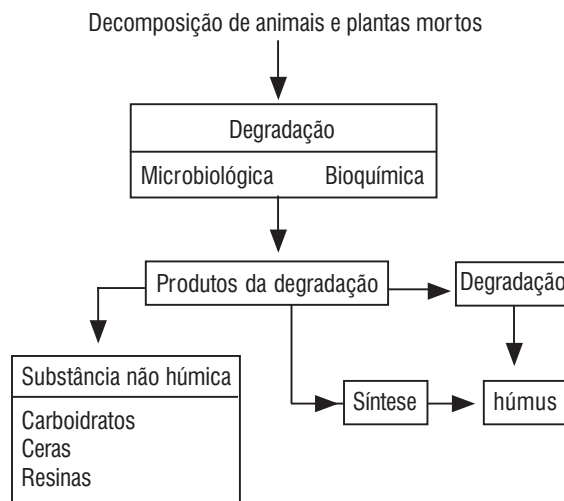


Figura 3 – Formação de húmus

O húmus possui três membros: ácido húmico, ácido fúlvico e humina. A humina é uma mistura de substâncias húmicas insolúveis em água; o ácido fúlvico é solúvel em água, tanto em meio ácido quanto em meio básico; o ácido húmico é a fração principal do húmus, que são substâncias húmicas solúveis em água, porém insolúveis em meio ácido. A figura 4 mostra um fluxograma para a separação das substâncias húmicas.

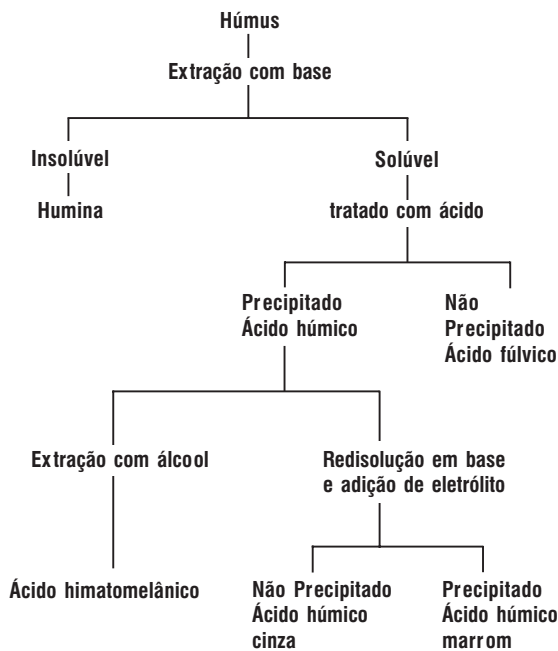


Figura 4 – Separação de húmus

A degradação de materiais orgânicos da natureza, tais como a lignina, a celulose etc., fornece componentes menores derivados de aldeídos, fenóis e ácidos (figura 5), como produtos primários que por meio de transformações posteriores produzem polifenóis. A oxidação enzimática de polifenóis fornece quinonas, que podem reagir com aminas e ácidos orgânicos oriundos da degradação biológica ou microbiológica de proteína da planta ou animal morto.

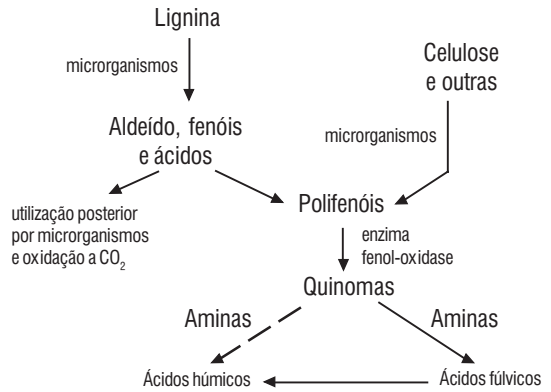


Figura 5 – Formação de húmus na natureza

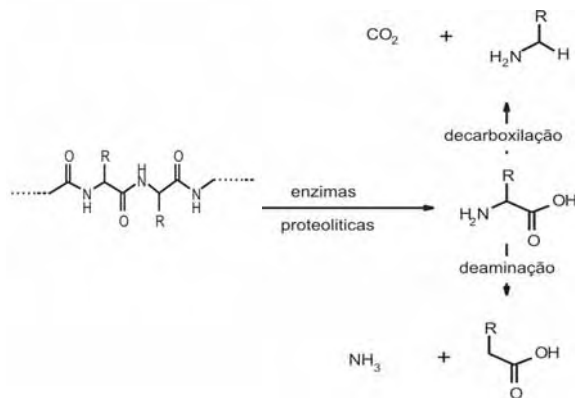
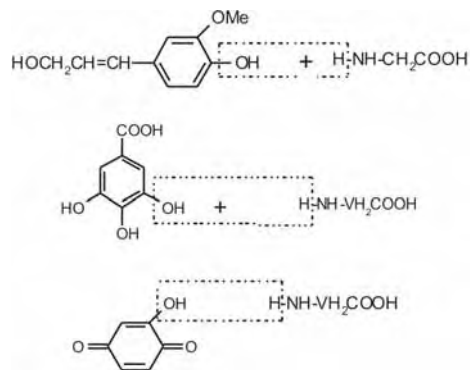


Figura 6 – Degradação de proteína

As moléculas pequenas, produzidas pela decomposição da lignina, são precursores para síntese de macromolécula húmicas. Elas encontram e reagem com as aminas e ácidos da degradação de proteína e formam o húmus.



A condensação de açúcar com amina também forma produtos marrons.

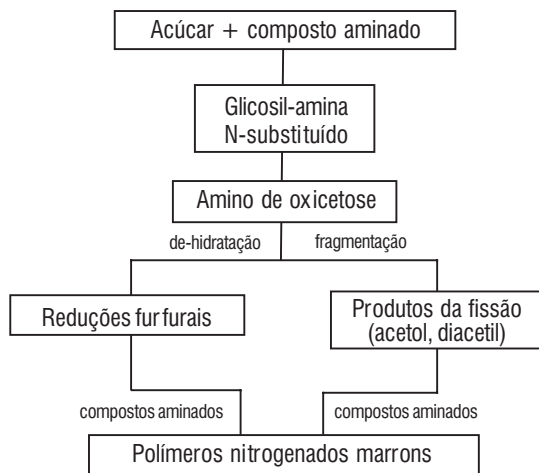
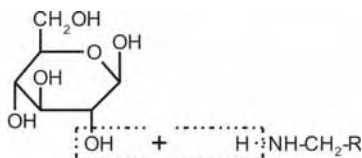


Figura 7 – Formação de húmus a partir de açúcar

A figura 8 mostra as principais vias para formação das substâncias húmicas a partir dos restos de vegetais na natureza.

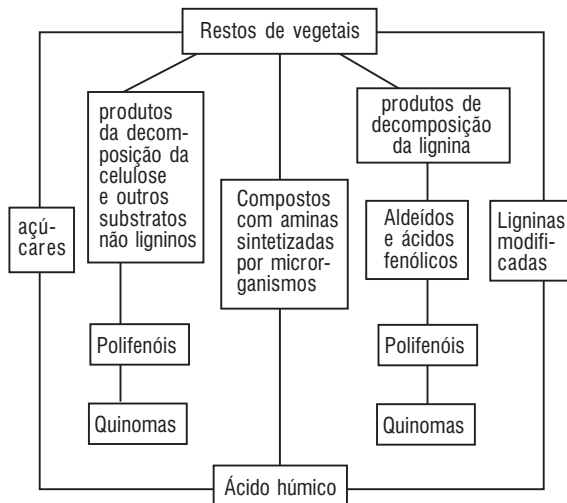


Figura 8 – Principais vias de formações de substâncias húmicas

Química de ácido húmico no solo

O ácido húmico é um material orgânico coloidal com grande quantidade de carbono e presença de grupos funcionais, tais como fenol, enol, carboidrato e ácido carboxílico. A figura 9 representa estrutura de um ácido húmico.

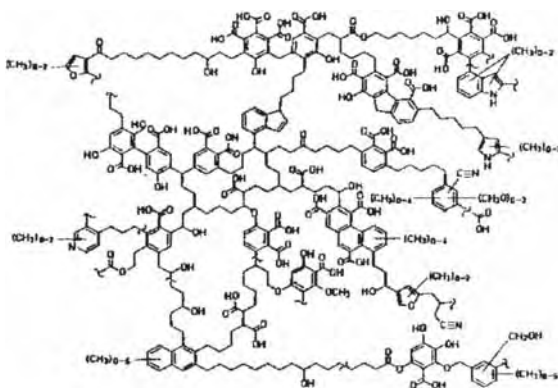
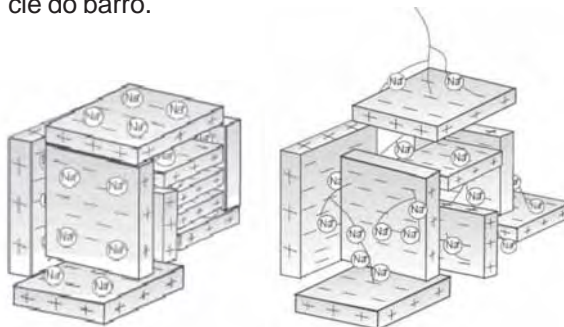


Figura 9 – Estrutura de um ácido húmico

O ácido húmico atua em diversas formas no desenvolvimento da planta e na melhoria da qualidade do solo. Um solo denso e compacto de barro geralmente é resultado do alto teor de sal que prejudica a passagem dos micronutrientes para as raízes do vegetal. A presença de ácido húmico aumenta a penetração de água, separa e remove os íons positivos da superfície do barro, reinstalando, assim, os íons negativos na superfície do barro.



a) placas de barro compacto;

b) placas de barro afastadas

Figura 10 – Ação de ácido húmico no solo compacto

Os húmus, por intermédio de seus grupos funcionais carboxílicos e fenólicos, atuam em solo com diferentes acidez. Pela ligação hidrogênio ele segura a água no solo e, através da quelação com íons metálicos, neutraliza o solo, liberando os nutrientes para o solo e, assim, melhorando a qualidade da terra. As figuras 11-13 mostram a agregação de ácidos húmicos no solo e sua atuação no barro agregado carregado com íons positivos por grupo funcionais.

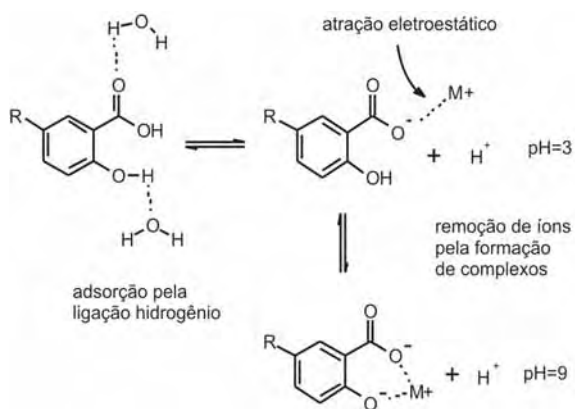


Figura 11 – Agregação de ácido húmico no solo

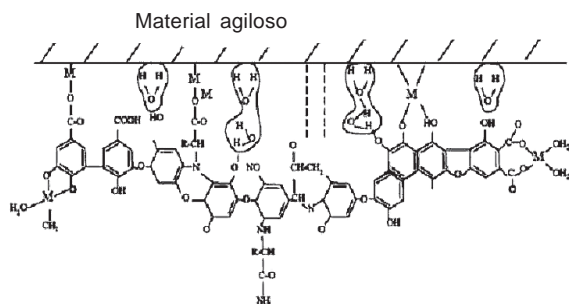


Figura 12 – Atuação do ácido húmico no solo com barro compacto

Dessa maneira, há rompimento das forças de atração entre a extremidade da carga positiva e carga negativa ou com outra camada plana. O ácido húmico separa e remove os íons positivos em excesso da superfície das partículas de barro, e os íons de carga negativa são introduzidos na

camada de barro. As camadas de barro se repelem ocorrendo a desagregação do barro e os micronutrientes saem do ácido húmico e se deslocam para as membranas das raízes.

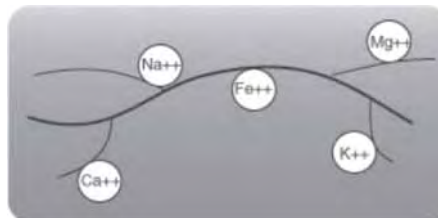


Figura 13 a) O ácido húmico “segura” os cátions próximos das raízes das plantas e facilita a sua absorção pela raiz.

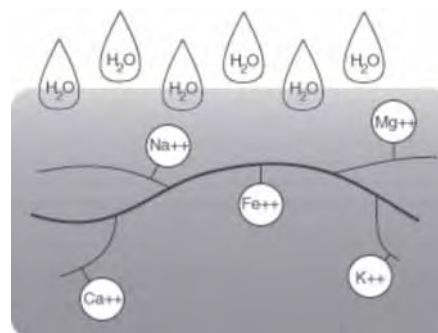



Figura 13 b) A atração entre moléculas de água e os cátions facilita a absorção de nutrientes pela planta

O processo de mineralização transforma os materiais orgânicos em substâncias estáveis, “o húmus”, que alimenta o solo com microorganismos e outros nutrientes, mantendo assim o solo em estado saudável. Húmus aumenta a manutenção de umidade e nutrientes no solo, melhora a aeração do solo, reduz a erosão e aumenta a tolerância do solo nas estações de seca. Na época do verão, no período de forte chuva, o uso do húmus fortalece as raízes dos vegetais próximas das encostas, assim, reduzindo o risco de deslizamento da terra. O húmus é visto como solução para aperfeiçoar as plantações. Pesquisas recentes realizadas pela Embrapa com uso

de húmus nos solos garantem um aumento na produtividade em 18%. O uso de ácido húmico está em evidência na Região Nordeste do Brasil, principalmente nas proximidades do Vale de São

Francisco, onde o cultivo de uvas se destaca. Neste local, mais da metade dos agricultores utilizam o ácido húmico, que vem alcançando um aumento na produção próximo de 30%. 

Referências

1. The Forest River-River types <http://rainforests.mongabay.com/0602.htm>
2. Blackwater River http://en.wikipedia.org/wiki/Blackwater_river
3. Amazon River http://en.wikipedia.org/wiki/Amazon_river
4. Relatório, Bio Ag Technologies International, Semtember (1999) http://www.phelpstek.com/graphics/pdfs/humic_acid.pdf
5. Ademar Virgolino da Silva Filho, Mônica I. Virgolino da Silva, Anais de II Simpósio Nacional sobre as Culturas do Inhame e do Taro (SINCIT) Vol. II, <http://www.emepa.org.br/anais/volume2/av209.pdf>
6. Relatório de EMBRAPA, L. C. Trevelin, F. Oliveira, M. B. de Souza e T.C. Postali, http://www.inpa.gov.br/~pdbff/download/efa/livro/2007/pdf/varzea/va_po3g2.pdf
7. Produção integrada de Manga e Uva, Vale do Rio San Francisco, EMBRAPA, http://www.cnpma.embrapa.br/projetos/prod_int/item6.html
8. R.L. Mikkelsen, Better Crops, 89, 6 (2005).