

## **AVALIAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DE CÁDMIO (Cd) E NEMATÓIDES EM SOLO LOCALIZADO EM TORNO DO “ATERRO SANITÁRIO” DE CERES – GO**

Elias Costa Bittencourt<sup>1</sup>

Mônica Lau da Silva Marques<sup>2</sup>

### **Resumo**

Os aumentos dos níveis de metais pesados no solo podem ser atribuídos ao uso de fertilizantes e outros agroquímicos, a emissão natural de gases, a deposição de resíduos industriais, a queima de combustíveis, aplicação de rejeitos urbanos, e, depósito de resíduos urbanos em aterros sanitários mal projetados e conduzidos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a distribuição de Cádmio (Cd) em solo localizado em torno do “Aterro Sanitário” de Ceres - GO. O solo foi coletado em uma grade regular georreferenciada na profundidade de 0,00-0,20 m para análise granulométrica, da fertilidade do solo, e da concentração de Cádmio (Cd). Os dados foram submetidos à análise descritiva e geoestatística. Os resultados obtidos foram avaliados buscando entender a dinâmica do Cd em profundidade e ao longo do relevo. Não houve a presença de Cádmio solúvel e Cádmio total na área de lixão. Houve predomínio do gênero *Meloidgyne* spp. na área do lixão.

**Palavras-chave:** Lixão. Metal Pesado. Geoestatística. Contaminação.

## **EVALUATION OF CADMIUM (CD) AND NEMATODES DISTRIBUTION IN THE SOIL LOCATED AROUND THE “LANDFILL” OF CERES - GO**

### **Abstract**

Increases in soil heavy metal levels can be attributed to fertilizers and other agrochemicals, natural gas emissions, industrial waste disposal, fuel combustion,

---

<sup>1</sup>Técnico em Meio Ambiente pelo Instituto Federal Goiano Campus Ceres-GO. Discente no IF GOIANO-CAMPUS CERES-GO.

<sup>2</sup>Doutora em Fitossanidade pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Docente no IF GOIANO-CAMPUS CERES-GO.

urban waste disposal, and urban waste disposal in poorly designed and conducted landfills. The objective of this work will be to evaluate the distribution of Cadmium (Cd) in soil located around the Ceres - GO Landfill. The soil will be collected in a regular georeferenced grid at a depth of 0.00-0.20 m for granulometric analysis, soil fertility, and cadmium (Cd) concentration. The data will be submitted to descriptive and geostatistical analysis. The results will be evaluated, trying to understand the dynamics of Cd in-depth and along with the relief. There was no presence of soluble cadmium and total cadmium in the dump area. There was a predominance of the genus *Meloidogyne* spp. in the dump área.

**Keywords:** Dumping ground. Contamination. Georeferencing.

## Introdução

O estudo que está sendo realizado trata-se de um assunto que são poucos estudados pela comunidade acadêmica, que são os metais pesados (MP) correlacionados com os nematoides sob a visão de bioindicadores do solo. Os produtos tecnológicos estão sendo cada vez mais usados pela população mundial, que os fabrica em grande escala, sendo que na composição dos mesmos são inseridos os MP, um exemplo disso são as placas eletrônicas desses aparelhos, que tem na sua composição mercúrio, chumbo, estanho, tungstênio e outros. Como vivemos em um mundo capitalista, esses produtos são logo descartados em aterros sanitários ou no meio ambiente e substituídos por novos.

Como o sistema de reciclagem em algumas regiões do país é muito precário, esses materiais permanecem nos 'lixões' e, com o passar do tempo e condições climáticas, esse material vai se desgastando e sendo envolvido com o solo, que por sua vez é lixiviado pela água da chuva, e levado para o lençol freático e rios, causando assim a contaminação dos mesmos.

Pode haver também a presença de vermes microscópios, os nematoides que geralmente são abundantes no solo, água doce e salgada que são parasitas de animais, insetos e plantas (Goulart et al., 2009). Os nematoides possuem variadas formas de adaptação a mudanças que ocorrem nos ambientes causados por diversos fatores, entre os quais o manejo dos cultivos, época de plantio, fisiologia

das plantas e melhoramento genético, sendo utilizados em muitos casos como bioindicadores dos solos.

Segundo Mesquita (2002), a entrada do MP na cadeia alimentar tem sido motivo de grande preocupação. Como na maioria das vezes os produtores utilizam água dos rios, que já estão contaminadas para irrigar sua produção a mesma vai levar à contaminação a população. Sendo assim, o presente estudo tem como objetivo avaliar a distribuição do Cd e dos nematoides na área em torno do “Aterro Sanitário” de Ceres-GO, usando a geotecnologia.

### **Material e métodos**

A área de estudo selecionada está localizada na microbacia Córrego Água Azul, cuja área possui superfície de 2,69 km<sup>2</sup>. O relevo local é predominantemente plano a suavemente ondulado, com altitude variando entre 525,05 a 643,67 m. O clima, conforme classificação de Köppen é o Aw (clima de savana ou clima tropical de estações úmida e seca – Tropical Sazonal, de inverno seco), com medidas anuais de 25 °C e 1.300 mm de precipitação.

Figura 1. Área de estudo dividida



Fonte: Google Earth, 2019 (com modificações)

Foi construída uma grade regular, com pontos distantes de 50 m, numa área de 1,00 ha, para a coleta das amostras do solo na área entorno ao “Aterro Sanitário” de Ceres-GO, utilizando um sistema de posicionamento global (GPS Leica 900) para o georreferenciamento dos pontos de amostragem. As amostras de solo, para análise química, granulométrica e do teor de Cd foram retiradas com o trado holandês nos pontos de cruzamento da malha, na profundidade de 0,00-0,20 m, resultando em 22 pontos.

Tabela 1. Coordenadas geográficas coletadas em cada amostra.

Nº DA AMOSTRA DA ÁREA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		
01 CANA	649056,247	8302335,098	557,051
02 CANA	649069,824	8302364,871	557,758
03 CANA	649015,106	8302460,757	559,057
04 CANA	648943,429	8302509,470	560,716
05 CANA	648905,849	8302470,739	559,810
06 CANA	648879,808	8302423,073	557,752
07 CANA	648946,388	8302393,806	557,418
08 CANA	648979,483	8302419,889	558,537
09 LIXÃO	648947,598	8302360,063	557,435
10 LIXÃO	648844,855	8302401,540	557,985
11 LIXÃO	649036,280	8302324,376	556,533
12 LIXÃO	649006,287	8302231,889	548,400
13 LIXÃO	648892,392	8302250,092	548,243
14 LIXÃO	648795,141	8302302,061	546,969
15 LIXÃO	648769,469	8302275,873	547,547
16 LIXÃO	648772,846	8302231,837	541,264
17 PASTO	648777,043	8302189,769	536,247
18 PASTO	648899,640	8302181,540	542,187
19 BREJO	648905,828	8302122,171	534,762
20 PASTO	648940,476	8302126,957	540,747
21 PASTO	648989,588	8302167,162	546,967
22 PASTO	649065,944	8302244,509	553,826

Fonte: Pesquisa dos Autores

As análises granulométricas para quantificação dos componentes: areia, silte e argila foram feitas seguindo a metodologia descrita no Manual de Métodos de Análises de Solo da EMBRAPA (1979). Nas análises químicas do solo foram avaliados os seguintes atributos: pH em água, Al, Ca, Mg, K, P, Na e Matéria Orgânica, seguindo a metodologia descrita pela EMBRAPA (1997).

O teor total de Cd foi determinado utilizando-se 1 g de solo, previamente pulverizado em almofariz de ágata, e aquecido em banho-maria (95°C), por 1 hora, com uma mistura de 3 mL de HNO<sub>3</sub> (65%) e 2 mL de HCl (30%). As extrações foram feitas, utilizando o extrator ehlich-1 (HCl 0,05 mol L<sup>-1</sup> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,025 mol L<sup>-1</sup>), consistiram em agitar, horizontalmente, por uma hora, 5 g de solo com 50 mL da solução extratora.

Após a extração, foi feita a filtragem. O teor de Cd presente nos extratos foi determinado por espectrofotometria de absorção atômica, empregando-se chama ar-acetileno. Não foi realizada correção de “background”. O comprimento de onda e o limite de detecção utilizado foi de 228,8 nm e 0,0022 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente.

Para analisar a variabilidade espacial da concentração de Cd na área entorno ao aterro sanitário, foi utilizada a geoestatística, por meio da análise de semivariogramas, interpolação dos dados por triagem e construção de mapas de isolinhas. A extração de nematoides nas amostras de solo foi feita seguindo a metodologia de Jenkins (1964) ou método de peneiramento e flutuação em centrífuga. A extração dos nematoides das raízes foi feita seguindo o método de Coolen e D’Herde (1972).

Foi realizada amostragem dos mapas de isolinhas por meio de uma malha com distância definida pela equipe e avaliada a relação entre os mapas por meio da metodologia da correlação linear simples e diagrama de dispersão adaptada de Leite e Landin (2003), que usaram análise de regressão.

O software empregado foi o ArcGis 9.3. para o processamento dos dados das coordenadas UTM dos pontos das amostras georreferenciadas. Para analisar a correlação entre as n variáveis foi feita a análise de componentes principais (PCA) utilizando o software Past, para verificar a correlação entre fitonematoides, atributos físicos e químicos do solo.

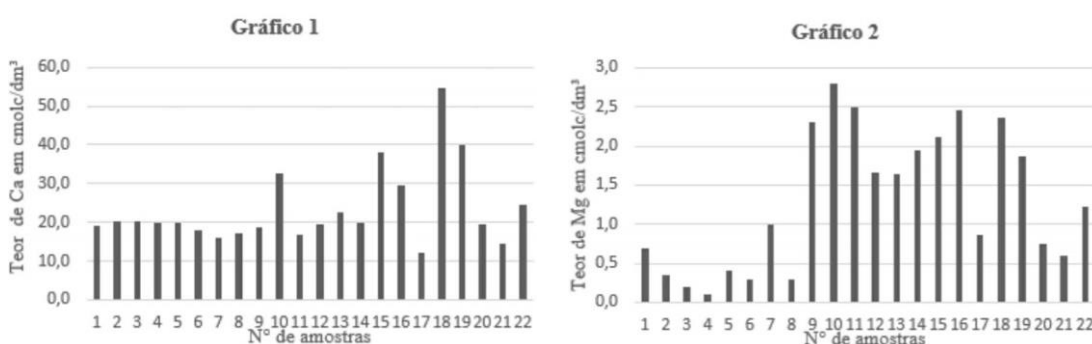
## Considerações finais

Ao final do projeto foi produzido um mapa que mostra a distribuição de Cd na área do aterro sanitário e a tendência de movimento em profundidade e superficial desse elemento no solo, juntamente conhecendo a fertilidade do mesmo, a estrutura física e possíveis espécies de nematoides presentes nesse solo que foi retirado do Aterro Sanitário de Ceres - GO. O resultado das análises físicas e químicas (pH em água, MO, Al, Ca, Mg e H+Al) das 22 amostras que foram coletadas em setembro de 2018.

As análises físico-químicas feitas mostraram resultados bem relevantes para o projeto. O Cálcio (Ca) apresentou resultado máximo de 30,3 cmolc/dm<sup>3</sup> e mínimo 0,1 cmolc/dm<sup>3</sup>, e uma média de 7,42 cmolc/dm<sup>3</sup>, como se pode observar no (Gráfico 1). Esse valor elevado foi coletado dentro do lixão, e ocorre porque o cálcio é muito ácido os principais destinos de onde ele vem são de resíduos de construção civil.

O Magnésio (Mg) apresentou resultados máximos de 2,8 cmolc/dm<sup>3</sup> e mínimo de 0,1 cmolc/dm<sup>3</sup>, com média 1,29 cmolc/dm<sup>3</sup>, como se observa no (Gráfico 2). Segundo Oliveira et al. (2015) o Cálcio (Ca) possui menor mobilidade que o magnésio sendo esse um dos possíveis fatores para a sua maior concentração. Os resultados máximos das análises foram coletados na área do lixão.

Gráficos 1 e 2. Teor de Ca em cmolc/dm<sup>3</sup>,



Fonte: Pesquisa dos Autores

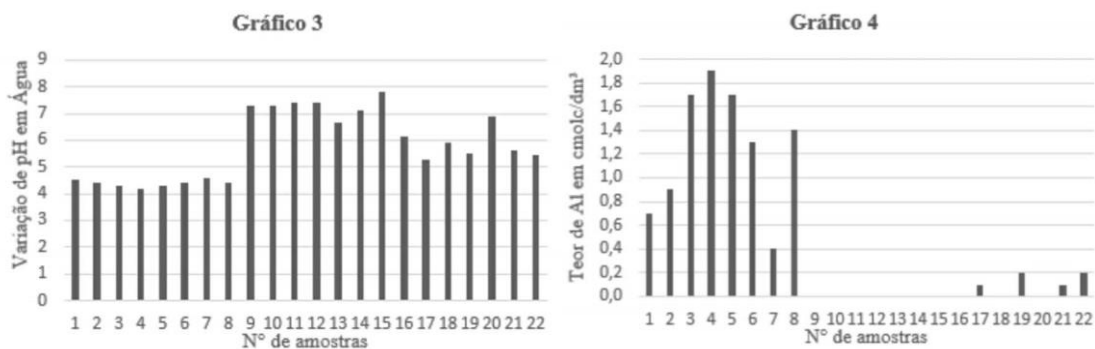
As áreas onde se encontram os maiores valores de Mg (Magnésio) estão localizadas em uma área de declive onde os rejeitos escorrem ladeira abaixo caindo

em um brejo, por isso a alta concentração de magnésio. Já as amostras que foram coletadas acima do lixão, na região da cana-de-açúcar, mostraram baixos teores desse mesmo elemento. Como cita Lopes et al. (1991), os solos podem ser naturalmente ácidos em função da pobreza em bases do material de origem ou devido a processos de formação que favorecem a remoção de elementos básicos.

Por esses motivos as amostras 1 a 8 apresentam valores relativamente baixos como mostra o (Gráfico 3) em comparação com as amostras de 9 a 22, que apresentam resultados neutros e/ou impróprios para o plantio, pois é um solo ácido.

O (Gráfico 4), apresenta os resultados das análises de alumínio (Al) no solo, as amostras de 9 a 16 apresentaram valores 0 de Al, isso quer dizer que a região não apresenta acidez. Mas nas outras amostras os resultados de (1 a 8) variam de 0,4 a 1,9 (Gráfico 4). A acidez é comum em todas as regiões onde a precipitação é suficientemente elevada para lixiviar quantidades apreciáveis de bases permutáveis das camadas superficiais dos solos, podemos observar semelhante comportamento na área do lixão.

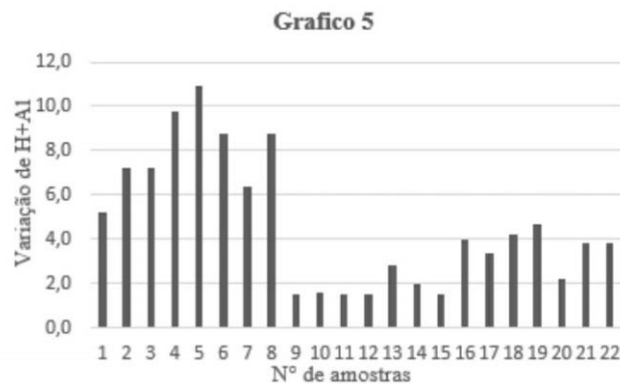
Gráficos 3 e 4. Variação de pH em água



Fonte: Pesquisa dos Autores

Houve uma variação de 1,5 a 10,9 na acidez total, como pode ser visto no (Gráfico 5). A acidez total ou potencial é composta pela acidez trocável e não trocável e é representado pelo H+Al (SOBRAL et al., 2015). A análise feita com Matéria Orgânica (MO) apresentou uma máxima de 54,7 g/dm<sup>3</sup> e menor de 12,2 g/dm<sup>3</sup> na amostra 17.

Gráfico 5. Variação de H+Al



Fonte: Pesquisa dos Autores

Tabela 2. Médias e variações das análises granulométricas.

Areia (g/Kg)	Silte (g/Kg)	Argila (g/Kg)
424,26	155,81	419,96
383,9 a 684,15	41 a 569,18	70,797 a 563,58

Fonte: Pesquisa dos Autores

Os nematoides fazem parte da fauna do solo e interagem diretamente em ecossistemas, como herbívoros em plantas e indiretamente como consumidores da microflora e a liberação dos nutrientes para as plantas (COLEMAN et al., 1984). A composição de espécies reflete o substrato, textura, clima, biogeografia, *inputs* orgânicos, e distúrbios naturais e antrópicos (YEATES, 1984; NEHER, 2001).

Observou no estudo um predomínio de J2+ovos nas amostras analisadas do gênero *Meloidogyne* spp. foi na área da cana e pastagem apresentando uma correlação positiva, apresentando uma textura argilosa no quadrante inferior esquerdo.

Observou-se que os nematoides do gênero *Meloidogyne* spp. apresentou-se inversamente proporcionou ao solo arenoso, aos teores de potássio (K) e fósforo (P) atribuídos à área do lixão não podendo neste caso ser utilizado como bioindicadores



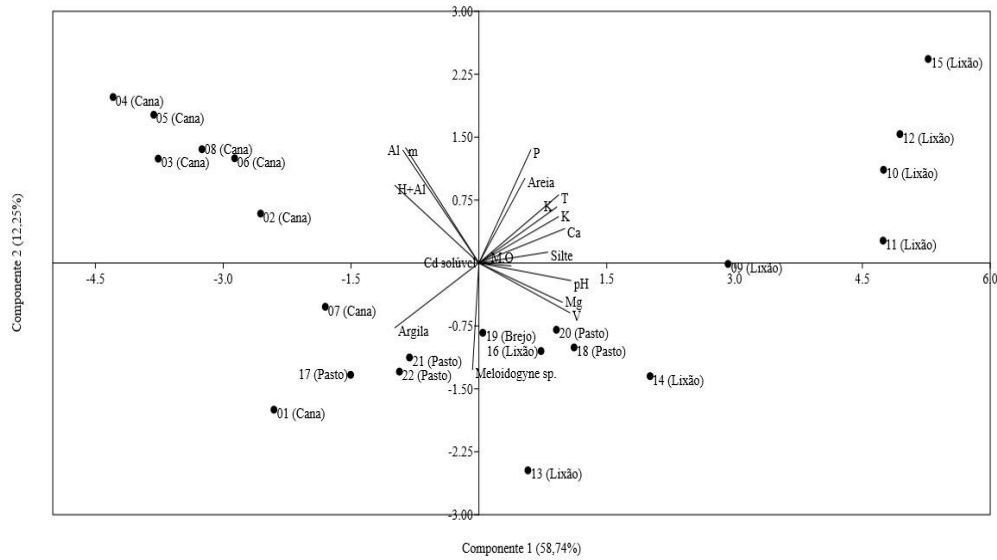
dos solos em condições adversas, visto que não encontramos a presença do Cd em nossas análises. Os nematoides das galhas deste gênero são fitoparasitas de plantas e hospedam as raízes da cana-de-açúcar e as pastagens (Figura 2).

Notou-se que os nematoides das galhas do gênero *Meloidogyne* spp. encontrou correlação positiva na área com predomínio da pastagem, apresentando um solo com a textura mais argilosa. Na pastagem pode estar associada biomassa de raízes geradas pela vegetação dominante no sistema que favorece a proliferação de nematoides fitoparasitas tais como do gênero *Meloidogyne* spp. que são comumente associados a pastagens (Cares e Huang, 1991).

O somatório dos componentes principais P1 e P2 foi de aproximadamente de 71%, demonstrando que as variáveis analisadas apresentaram correlações entre si (Figura 2). A matéria orgânica teve correlação positiva no quadrante superior direito, onde apresentou a área do lixão com elevados teores de K, Ca e P e com predomínio do solo com uma textura com silte e areia (Figura 2). Notou-se que no quadrante superior esquerdo, na área canavieira uma correlação positiva com o alumínio e uma relação inversamente proporcional ao quadrante inferior direito que apresentou uma área de brejo, pasto e lixão e com pH e Mg (Figura 2).

Com relação ao Cadmio total e o Cadmio solúvel não houve correlação com as variáveis analisadas e nem correlação aos nematoides encontrados na área e por este motivo não se observa no gráfico nenhum vetor, encontrando-se no centro com valor zero (Figura 2 e 3).

Figura 2. Análise das Componentes principais P1 e P2.



Fonte: Pesquisa dos Autores

Figura 3. Análise do Cádmio na espectrofotometria de absorção atômica.

Label	Conc
Sample 1	ND
Sample 2	ND
Sample 3	ND
Sample 4	ND
Sample 5	ND
Sample 6	ND
Sample 7	ND
Sample 8	ND
Sample 9	ND
Sample 10	ND
Sample 11	ND
Sample 12	ND
Sample 13	ND
Sample 14	ND
Sample 15	ND
Sample 16	ND
Sample 17	ND
Sample 18	ND
Sample 19	ND
Sample 20	ND
Sample 21	ND
Sample 22	ND

Fonte: Pesquisa dos Autores

Não houve a presença Cádmio solúvel e Cádmio total na área de lixão. Houve predomínio do gênero *Meloidogyne* spp. na área do lixão.

## Referências

- CARES, J.H., HUANG, S.P. **Nematode fauna in natural and cultivated cerrados of Central Brazil**. Fitopatologia Brasileira, v. 16, n. 3, p. 199-209, 1991.
- COLEMAN, DC; ANDERSON, RV; COLE, CV; McCLELLAN, J.F.; WOODS. L. W.; TROFYMOW, JA; ELLIOTT, E.T. **Roles of protozoa and nematodes in nutriente cycling**. In: TODD, RL; GIDDENS, JE (Ed.). Microbial-plant interactions. Madison: ASA Spec. Publ. 47. ASA, CSSA, and SSSA, 1984. P. 17-28.
- COOLEN, WA, D'HERDE, CJ **A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue**. Ghent, State Nematology and Entomology Research Station, 1972. 77 p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos – CNPS, 1979.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos – CNPS, 1997. 212p. (Embrapa-CNPS. Documentos. 1).
- GOULART, A. M. C.; CARES, J. E.; FERRAZ, L. C. C. B. **Ecologia e biodiversidade de nematoides – Parte I**. Revisão Anual de Patologia de Plantas – RAPP – v. 17, p 149-185, 2009.
- JENKINS, WR **A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil**. Plant Disease Report, v. 48, p. 692. 1964.
- LEITE, C.B.B., LANDIM, P.M.B. **Relação entre mapas temáticos por meio da análise de regressão múltipla**. Solos e Rochas, 26: 95-203, 2003.
- LOPES, Alfredo Scheid., SILVA, Marcelo de Carvalho, GUILHERME, Luiz Robert G. **Boletim técnico n° 1: acidez do solo e calagem**. 3. ed. São Paulo: ANDA, 1991. 14 p.
- MESQUITA, A.A. **Remediação de áreas contaminadas por metais pesados provenientes de lodo de esgoto**. Seropédica, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2002. 68p. (Tese de Mestrado).

NEHER, DA **Role of nematode in soil health and their use as indicator**. Journal of Nematology, v. 33, n. 4, p. 161-168, 2001.

OLIVEIRA, M. A. B. et al. **Análise do solo no lixão e áreas circunvizinhas no município de Caraúbas - RN**. Fortaleza.

PIRES, Sebastião. **Acidez, alcalinidade e efeitos da calagem no solo**. Disponível <[www.grupocultivar.com.br/artigos/acidez-alcalinidade-e-efeitos-da-calagem-no-solo](http://www.grupocultivar.com.br/artigos/acidez-alcalinidade-e-efeitos-da-calagem-no-solo)>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2019.

SOBRAL, L. F. et al. **Guia Prático para a interpretação de Resultados de Análises de Solo**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC', 2015.

YEATES, GW **Variation in soil nematode diversity under pasture with soil and year**. Soil Biology and Biochemistry, v. 16, n. 2. P.95-102. 1984.