

III-162 – ESTUDO DA BIORREMEDIAÇÃO EM SOLO CONTAMINADO DO ANTIGO LIXÃO DE CUIABÁ – MT

Mayara Cristina Santos Marques⁽¹⁾

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT).

Aline Nayara R. São Pedro⁽²⁾

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT).

Ana Caroline Pintar⁽³⁾

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT).

Tathiane Dalmut Isoton⁽⁴⁾

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT).

Eduardo Beraldo de Moraes⁽⁵⁾

Professor Adjunto do Depto de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

Endereço⁽¹⁾: Rua 20, Quadra 19, Lote 09, Ap. 22 – Boa Esperança – Cuiabá - MT - CEP: 78068-360 - Brasil - Tel: (65) 9958-2968 - e-mail: marmayara@gmail.com

RESUMO

A Cidade de Cuiabá – MT gera em torno de quinhentas toneladas de lixo por dia, estes eram dispostos em área de “lixão” desde 1982 até 1997, quando a cidade passou a dispô-los em um aterro sanitário. Neste trabalho, procurou-se propor uma recuperação da área contaminada do lixão desativado por meio da biorremediação, que consiste na degradação de contaminantes utilizando microrganismos. As técnicas de biorremediação testadas foram a bioestimulação e o bioenriquecimento por meio dos testes respirométricos. Além da produção de CO₂ outras variáveis também foram analisadas como contagem de bactérias heterotróficas, contagem de fungos e toxicidade. Após a realização dos experimentos percebe-se que o uso da biorremediação é viável, principalmente devido a melhora nos testes de toxicidade.

PALAVRAS-CHAVE: Lixão, Biorremediação, Bioestimulação, Bioenriquecimento.

INTRODUÇÃO

Na atual sociedade, o planeta está se tornando um imenso depósito de resíduos, e pouco se faz para a solução dos problemas causados pela má condução do gerenciamento dos resíduos sólidos.

O Brasil não foge a regra, pois, o que predomina na maioria das áreas urbanas é a disposição final inadequada dos resíduos sólidos, que acabam sendo despejados sem critérios no meio ambiente interferindo na qualidade do solo, do ar e das águas. Várias são as possibilidades de disposição final, sendo a menos adequada o “lixão”, definido como o local no qual se deposita o lixo, sem projeto ou cuidado com a saúde pública e o meio ambiente, sem tratamento e sem qualquer critério de engenharia (BRAGA et al., 2002).

Os resíduos assim lançados acarretam problemas à saúde pública, como proliferação de vetores de doenças (moscas, mosquitos, baratas, ratos etc.), geração de maus odores e, principalmente, a poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas através do chorume (líquido de cor preto, mal cheiroso e de elevado potencial poluidor produzido pela decomposição da matéria orgânica contida no lixo), comprometendo os recursos hídricos (IPT, 1991).

As áreas destinadas à disposição do lixo, sem a infra-estrutura adequada para evitar os danos conseqüentes dessa atividade, têm seu uso futuro comprometido e são responsáveis pela degradação ambiental das regiões sob sua influência (SISSINO & MOREIRA, 1996). Assim, apesar de alguns lixões serem desativados, a contaminação continua ao longo do tempo, trazendo vários problemas, principalmente para quem acaba ocupando essas áreas.

Alternativas vêm sendo buscadas para a recuperação dessas áreas contaminadas e uma delas é a biorremediação que se mostra interessante devido principalmente aos baixos custos e por ser uma técnica com mínima intervenção. Sua eficiência está associada a uma população microbiana adaptada ao consumo dos contaminantes e como esta pode ser enriquecida e mantida no ambiente.

Dessa maneira, este trabalho teve como objetivo avaliar a biorremediação do solo em área contaminada pelo lixão desativado da cidade de Cuiabá, MT, mediante a realização de testes em laboratório como suporte para a determinação do potencial de remoção de poluentes pelos microrganismos presentes na área.

MATERIAIS E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

O solo utilizado foi o do antigo "Lixão" de Cuiabá, MT, hoje desativado, que se encontra às margens do córrego Camundongo, que deságua no Ribeirão do Lipa, afluente do rio Cuiabá, a 12 km do centro da cidade (ELIS et al, 1995) (Figura 1).

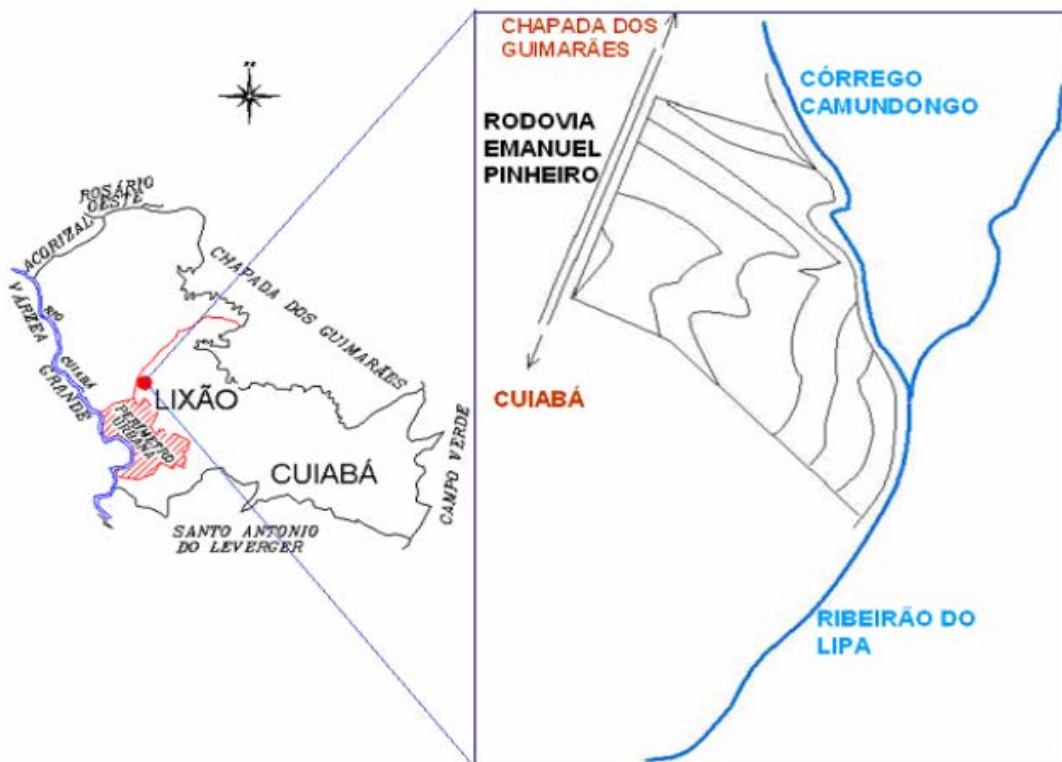


Figura 1: Localização do antigo depósito de resíduos sólidos urbanos de Cuiabá, MT (FARIA, 2001).

A disposição dos resíduos sólidos, no período de 1982 a 1997, foi feita no antigo depósito de resíduos, com uma área estimada em 27,2 ha. Conforme Faria (2001), esta área recebeu cerca de 700 mil toneladas de lixo.

Foram coletadas amostras em seis pontos distintos da região contaminada principalmente por chorume a fim de se obter uma amostragem mais representativa do solo para este estudo. Optou-se pela coleta a 10 cm de profundidade. A partir dos solos amostrados foi preparada uma amostra composta para se realizar a caracterização e os ensaios experimentais. E para o controle foram coletadas amostras em dois pontos da região do solo não contaminado por disposição de resíduos sólidos urbanos, mas que apresentasse as mesmas características do primeiro, sendo também realizada uma amostragem composta.

As amostras de solo utilizadas no desenvolvimento dos testes foram coletadas em maio de 2010, na profundidade de 10 cm e transportadas ao laboratório em sacos de polietileno.

RESPIROMETRIA

O acompanhamento do processo de biodegradação foi realizado de acordo com o respirômetro de Isermeyer (1952), citado por Alef e Nannipieri (1995) onde a produção de CO₂ pode ser determinada durante o período de incubação de solo em um sistema fechado. O CO₂ é aprisionado em uma solução de NaOH, que é então titulado com HCl.

Foram feitas duplicatas para os respirômetros com 80 g dos seguintes solos: não contaminado, contaminado, contaminado acrescido de um consórcio de bactérias, contaminado acrescido de um consórcio de fungos e contaminado com adição de nutrientes.

As técnicas de biorremediação utilizadas no estudo foram o bioenriquecimento e bioestimulação. Os ensaios de biorremediação por bioenriquecimento utilizaram consórcios microbianos de bactérias e fungos isolados no próprio local contaminado e que possivelmente estão adaptados às condições deste ambiente podendo apresentar as vias metabólicas para a degradação dos contaminantes.

Suspensões de três linhagens bacterianas foram utilizadas após padronização a 0,8 de absorbância, leitura esta feita a 600nm em espectrofotômetro. Os respirômetros bioenriquecidos com bactérias receberam 4 mL do consórcio destas linhagens. Para o bioenriquecimento por fungos duas linhagens foram selecionadas e seus esporos suspensos em água destilada estéril e contados em câmara de Neubauer na ordem de 10⁵ esporos/mL. Também 4 mL do consórcio destes fungos foram adicionados no respirômetro bioenriquecidos por estes microrganismos.

A técnica de biorremediação por bioestimulação foi feita com a adição de fertilizante comercial (NPK 10 10 10), sendo que 1g deste foi diluído em 4 mL de água destilada e adicionados nos respirômetros bioestimulados.

CONTAGEM DE COLÔNIAS BACTERIANAS E FÚNGICAS

Para a contagem de microrganismos foi utilizada o método de diluição em série seguido das técnicas de pour plate para determinação de bactérias e spread plate para fungos. As determinações destes microrganismos ocorreram no início e final do período de incubação.

TOXICIDADE

Comparou-se a toxicidade inicial e final das amostras utilizando a prática do bioensaio de toxicidade com sementes de alface (*Lactuca sativa*). Foi realizado a agitação do solo (contaminado e não contaminado) em água destilada na proporção de 1 : 4 durante 24 horas e posteriormente a toxicidade foi mensurada nos solubilizados (DUTKA, 1989). Os testes de toxicidade foram realizados nos solubilizados diluídos em água destilada (25%, 50% e 75%) e no solubilizado sem diluição. Os seguintes parâmetros foram analisados:

- (1) Germinação das sementes (GS), correspondente ao percentual de sementes germinadas após o experimento;
- (2) Alongamento de raiz (AR), calculada pela equação $AR = (M - C) / C$, onde M é o alongamento médio por tratamento e C é o alongamento média do controle. Assim, quando o AR = 0, não há nenhuma toxicidade, se AR < 0 a amostra é tóxica e, se AR > 0 o alongamento é estimulado (DUTKA, 1989).

RESULTADOS

RESPIROMETRIA

A Figura 2 apresenta os valores de CO₂ obtidos durante o ensaio de biorremediação do solo contaminado do Lixão de Cuiabá, MT.

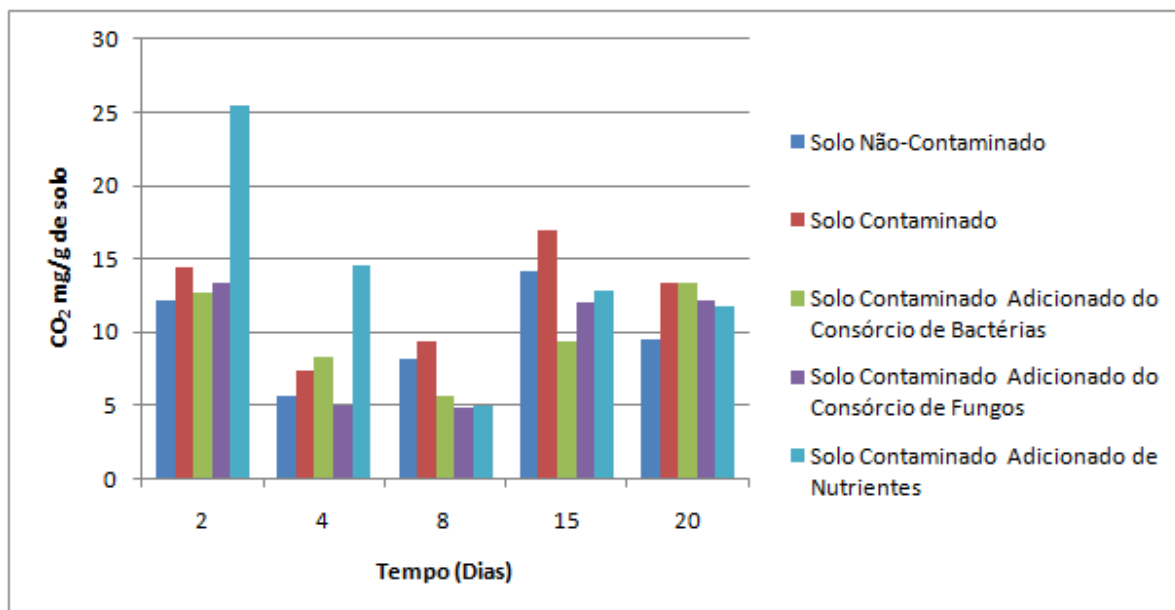


Figura 2: Evolução de CO₂ produzido durante o ensaio de biorremediação do solo contaminado do Lixão de Cuiabá, MT.

A partir dos resultados observados na Figura 2 nota-se que a bioestimulação apresentou a maior produção de CO₂ nas primeiras leituras e provavelmente maior degradação do contaminante. Após a segunda leitura, entretanto, há decréscimo na produção de CO₂ que pode indicar o rápido consumo do fertilizante sendo necessário estudos posteriores para verificar qual a melhor concentração a ser utilizada.

Na Figura 3 são apresentados os valores para o total de CO₂ acumulado durante o período de monitoramento. Percebe-se que o uso de fertilizantes aumentou a produção de CO₂ em 13% em relação ao produzido no solo contaminado que não foi estimulado e enriquecido.

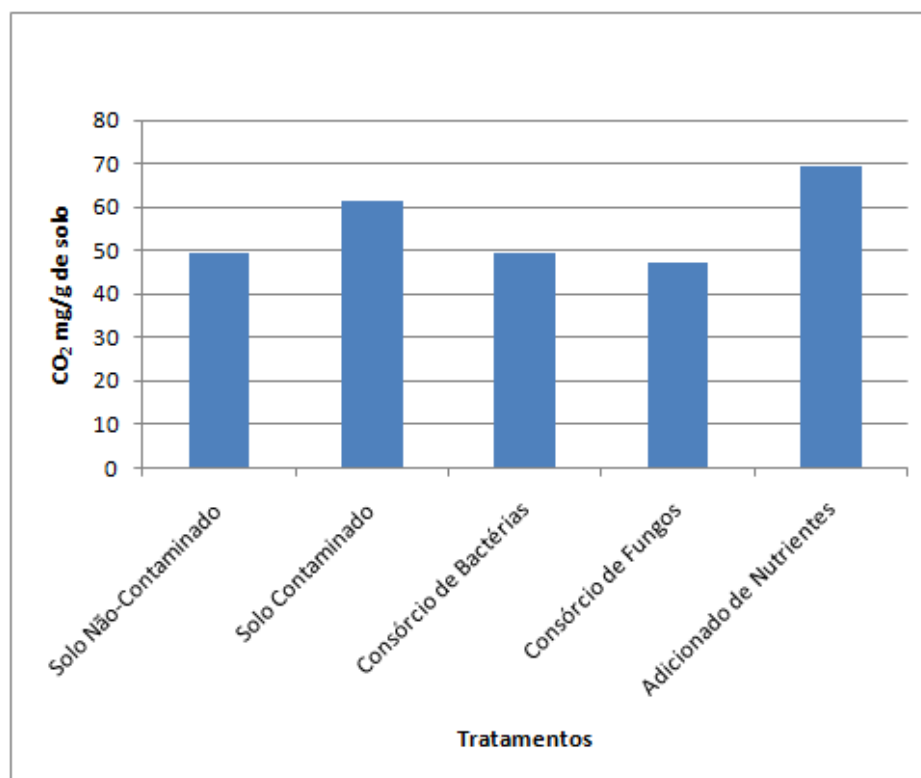


Figura 3: CO₂ acumulado durante o acompanhamento dos testes de biorremediação.

ESTIMATIVA DA DENSIDADE DE BACTÉRIAS E FUNGOS NOS SOLOS SUBMETIDOS À BIORREMEDIÇÃO

A Figura 4 mostra o número de unidades formadoras de colônias (UFC) de bactérias heterotróficas cultiváveis por grama de solo nos diversos tratamentos durante o ensaio de biorremediação.

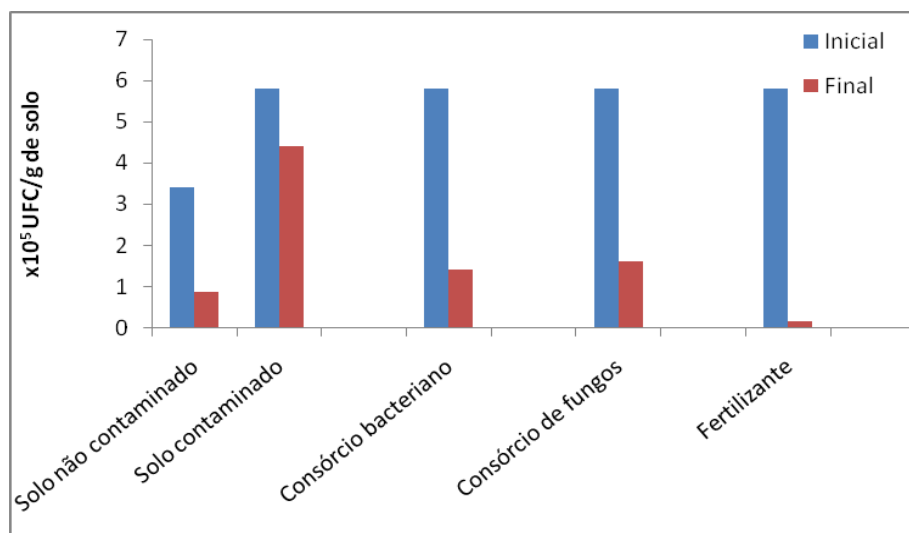


Figura 4: Contagem de UFC de bactérias heterotróficas cultiváveis nos solos submetidos ao ensaio de biorremediação.

A maior quantidade de bactérias no solo contaminado no início dos experimentos comparados ao solo não contaminado pode estar relacionado à contaminação pelo chorume uma vez que este é formado principalmente por substâncias orgânicas, a principal fonte de carbono e energia destas bactérias. Com relação à contagem fúngica, com as diluições utilizadas não houve formação de colônias entre 30 e 300 para expressar os resultados da contagem inicial e final.

TOXICIDADE

Após os cinco dias de incubação as sementes germinaram e o comprimento de suas raízes foram medidas. A partir desses procedimentos foram obtidos os resultados para a toxicidade inicial e final, segundo a metodologia proposta por Dutka (1989). As Figuras 5 e 6 mostram a porcentagem de germinação das sementes e alongamento da raiz submetidas aos solubilizados dos solos contaminados e não contaminados no início do experimento.

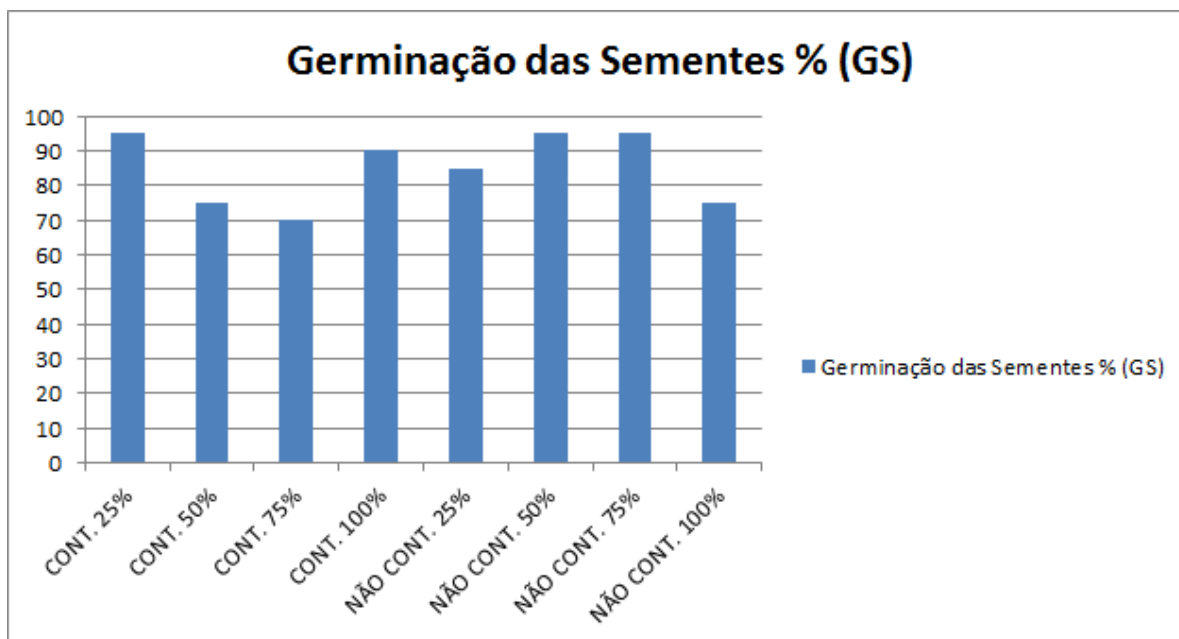


Figura 5: Porcentagem de germinação das sementes submetidas aos solubilizados dos solos contaminados e não contaminados no início do experimento

Analisando a Figura 5 nota-se que a germinação foi menor no solo contaminado em relação ao branco e ao não contaminado, porém a diferença não foi significativa.

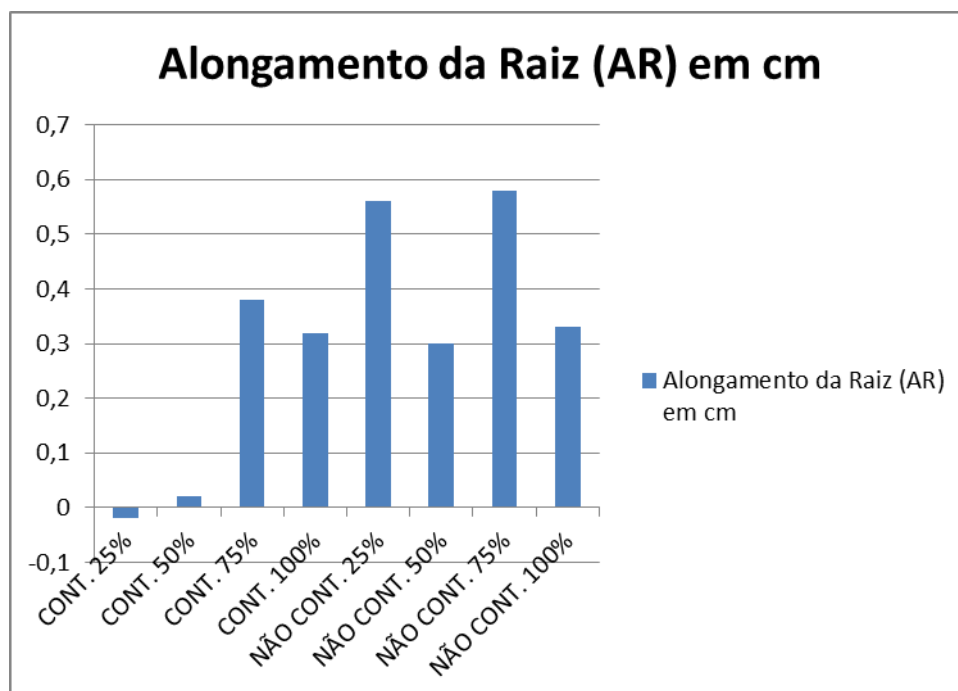


Figura 6: Alongamento das raízes submetidas aos solubilizados obtidos no início do experimento.

Quanto ao alongamento da raiz nas amostras do início do experimento (Figura 6) a diferença entre o solo não contaminado e o contaminado já foi mais significativa, chegando a apresentar resultado negativo para a concentração 25 % do contaminado, o que indica toxicidade além de valor próximo do zero para a concentração 50%.

Os resultados de toxicidade das amostras no final do experimento, após tratamentos pela biorremediação, são apresentados nas Figuras 7 e 8.

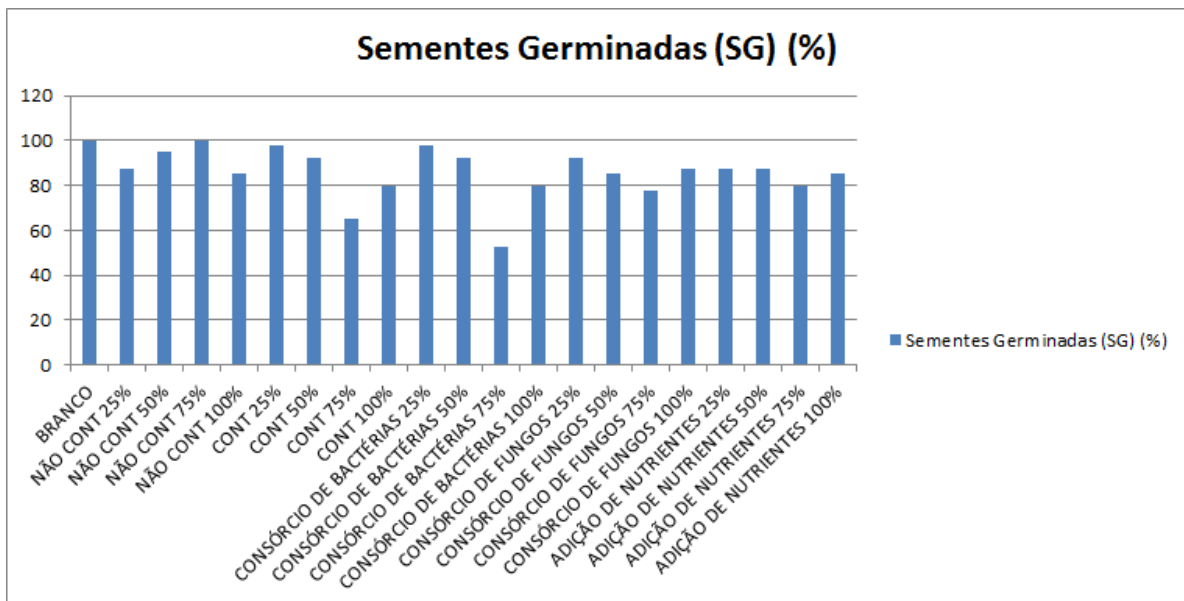


Figura 7: Porcentagem de germinação das sementes submetidas aos solubilizados dos solos contaminados e não contaminados no final do experimento

Analisando a Figura 7 nota-se que houve um aumento na germinação das raízes no geral em relação ao inicial (Figura 5).

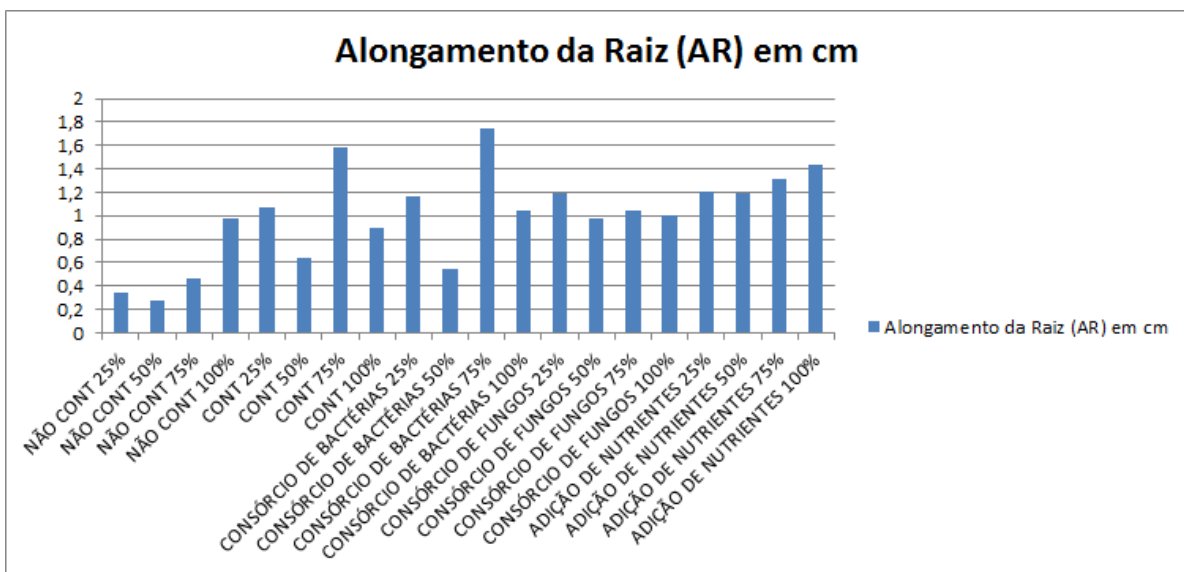


Figura 8: Alongamento das raízes submetidas aos solubilizados obtidos no final do experimento.

A Figura 8 demonstra que houve um aumento significativo no alongamento das raízes em relação ao inicial (Figura 6) nos solos tratados pela biorremediação, o que significa um maior estímulo e melhores condições do solo.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Considerando que o estudo se deu num intervalo de tempo relativamente curto para esse tipo de pesquisa, nota-se, levando em conta os primeiros resultados obtidos, uma tendência para uma melhor adaptação a técnica de bioestímulo, esta se mostrando mais eficiente.

Analisando os resultados obtidos na contagem de colônias bacterianas heterotróficas verificou-se a diminuição no número das colônias finais em relação à contagem inicial mostrando que ocorreu alguma interferência negativa, podendo ter ocorrido até mesmo conflitos entre as culturas exógenas e nativas nos respirômetros em que foram adicionados os consórcios.

Quanto aos resultados obtidos de toxicidade, levando-se em consideração os fatores de germinação e crescimento das raízes, independente das concentrações, nota-se que no início do estudo o solo apresentava indícios de toxicidade. E no final não houve indícios da mesma, havendo uma melhora das condições do solo em relação à inicial, e uma das justificativas seria porque o ambiente encontrava-se propício para os microrganismos que degradaram o contaminante. Verifica-se isso comparando as Tabelas 6 e 8, onde a melhora, principalmente no alongamento das raízes, se deu principalmente no bioamento com bactérias e no bioestímulo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o estudo verificou-se que recuperação da área é possível através da biorremediação aplicando-se a técnica de bioestimulação, como mostrou os testes de biodegradação e o ensaio de toxicidade onde observou uma melhora nas condições do solo relacionado a este parâmetro.

Novos estudos, entretanto, devem ser realizados relacionados à concentração de fertilizantes a ser utilizados. O uso dos consórcios microbianos não foi adequado sob as condições a que estavam expostos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALEF, K.; NANNIPIERI, P. (eds.) *Methods in applied soil microbiology and biochemistry*. London: Academic Press, 1995. 576p.
2. BRAGA, B., HESPAHOL, I., CONEJO, J. G. L., BARROS, M. T. L., SPENCER, M., PORTO, M., NUCCI, N., JULIANO, N., EIGER, S. *Introdução à Engenharia Ambiental*. São Paulo: Prentice Hall, 2002. v. 1, 305 p.
3. DUTKA BJ. *Methods for microbiological and toxicological analysis of waters, wastewaters and sediments*. Canada: Burlington: National Water Research Institute (NWRI); 1989.
4. ELIS, V. R.; MATTOS, M. R.; CUTRIM, A. O. Sondagens elétricas aplicadas ao estudo da contaminação gerada pelo lixão de Cuiabá - MT. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE, 5., 1995, Goiânia. *Anais...* Goiânia: SBG/Núcleo Centro-Oeste, 1995. p. 37-39.
5. FARIA, A. F. B. de, *Poluição Ambiental Decorrente Da Disposição Inadequada De Resíduos Sólidos Urbanos No Solo – Estudo De Caso: Lixão de Cuiabá*. 2001. 129 f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente) – Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2001.
6. IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo. *Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado*. São Paulo: IPT, 1991.
7. SISSINO, C. L. S.; MOREIRA, J. C. Avaliação da contaminação e poluição ambiental na área de influência do aterro controlado do Morro do Céu, Niterói, Brasil. *Caderno de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, p. 515-523, 1996.