

Alterações na microbiota e nos componentes químicos do solo provocados pela deposição de pilhas

O solo é primordial para qualquer atividade humana, o estudo da sua composição microbiológica e química pode gerar várias indicações para o uso cuidadoso, sustentável e qualquer interferência de forma inadequada pode trazer consequências muitas vezes irreparáveis. Fatores bióticos e abióticos influenciam na respiração do solo e de maneira interativa apresentam efeitos sobre os componentes do mesmo. O objetivo da pesquisa foi avaliar as alterações na população de bactérias e fungos cultiváveis e nos componentes químicos do solo provocados pela deposição de pilhas. O experimento foi conduzido em vasos preenchidos com terra onde foram depositadas pilhas alcalinas e secas a uma profundidade de 12 cm da superfície do vaso. Os vasos ficaram na área externa da escola EMEF Prof Luiz Ribeiro Muniz, foram dispostos sobre manta plástica com a finalidade de evitar que os resíduos produzidos lixivissem no solo. Os tratamentos consistiram em deposição com pilhas alcalinas e pilhas secas nos solos dos vasos. As análises microbiológicas destes solos foram realizadas mensalmente por um período de 8 meses, enquanto que análise química do solo foi realizada no final do experimento. Verificou-se que a deposição de pilhas alcalinas e secas no solo provocaram alterações nas características químicas, principalmente de zinco e cobre. Maior concentração destes elementos foi verificada quando foram empregadas 4 pilhas. Foi constatado que a população de bactérias Gram-positivas, Gram-negativas e de fungos, foi reduzida em todos os tratamentos, havendo maior redução de fungos com as pilhas alcalinas. Sugere a necessidade de um trabalho educativo para cuidados com o solo e o descarte assertivo das pilhas.

Palavras-chave: Solo; Contaminação; Pilhas; Microorganismos.

Changes in microbiota and the chemical components of ground caused by batteries deposition

The soil is paramount to any human activity, the study of microbiological and chemical composition can generate several indications for use careful, sustainable and any interference improperly can often bring irreparable consequences. Biotic and abiotic factors influence the soil respiration and interactively have an effect on the components of it. The objective of the research was to evaluate changes in the population of bacteria and fungi cultivated and chemical components of the soil caused by the deposition of cells. The experiment was conducted in pots filled with earth where they were deposited and alkaline dry batteries at a depth of 12 cm from the surface of the vessel. The vessels were in school outside àrea EMEF Prof. Luiz Muniz Ribeiro, were arranged on plastic mat in order to prevent the waste produced lixivissem the ground. The treatments consisted of deposition with alkaline batteries and dry cells in the soil pots. Microbiological analyzes of these soils were held monthly for a period of eight months, while chemical analysis of soil was carried out at the end of the experiment. It was found that the deposition of alkaline dry batteries and the soil caused changes in chemical properties, especially zinc and copper. Higher concentration of these elements was observed when 4 cells were employed. It has been found that the population of Gram-positive bacteria, Gram-negative bacteria and fungi was reduced in all treatments, with greater reduction with alkaline fungi. It suggests the need for educational work to care for the soil and assertive disposal of batteries.

Keywords: Solo; Contamination; Batteries; Microorganisms.

Topic: **Microbiologia Ambiental**

Received: **15/09/2015**

Approved: **23/11/2015**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Alessandra Magalhaes Ciaca

Faculdade do Litoral Sul Paulista

<http://lattes.cnpq.br/7848204901432798>

alessandra2011@yahoo.com.br



DOI: 10.6008/SPC2179-6858.2016.001.0013

Referencing this:

CIACA, A. M.. Alterações na microbiota e nos componentes químicos do solo provocados pela deposição de pilhas. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.7, n.1, p.149-160, 2016. DOI: <http://doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2016.001.0013>

INTRODUÇÃO

O solo se caracteriza por ser um ecossistema complexo e de difícil estudo, constituído por um número elevado e diversificado de organismos eucariotos e procariotos que interagem com o ambiente (ABURJAILE ET AL., 2011; PREVIATI et al., 2012) e segundo Moreira e Siqueira (2006), o solo como habitat é um sistema heterogêneo, descontínuo e estruturado, formado por micro-habitats ou micrositios discretos que se diferenciam nas suas características químicas, físicas e biológicas. Os micro-habitats, são os locais onde as populações microbianas se encontram e são influenciadas pelas características físico-químicas desse microambiente.

Uma vez que a estrutura do solo representa um bom indicador para a atividade biológica, os agregados do solo definem os microhabitats sendo importantes para os microorganismos. Muitos fatores biológicos como as comunidades microbianas, suas atividades e os fatores abióticos (fornecimento de substrato, temperatura, umidade, radiação solar, pH do solo, deposição de nitrogênio e textura do solo) influenciam na respiração do solo, de maneira interativa apresentam efeitos sobre os componentes do mesmo (HEINEMEYER et al., 2007, MO et al. 2008, FEN et al. 2010).

A composição das comunidades microbianas é significativamente diferente nos diversos tipos de solos e podem ser influenciadas pelos exudados das plantas. Estas características sugerem que o solo é um importante reservatório de micro-organismos, sendo o principal banco de genes microbianos deste nicho ecológico (ZARRAONAINDIA et al., 2015). A atividade microbiana do solo como compreensão de todas as reações bioquímicas catalisadas pelos microorganismos, alguns processos como respiração e produção de calor podem ser realizados pela maioria dos micro-organismos do solo, enquanto outros, tais como a nitrificação e a fixação de nitrogênio atmosférico, só poderão ser realizados por um número restrito de espécies. A respiração do solo tem sido usada com frequência para a avaliação dos efeitos dos compostos tóxicos (MARTÍ et al., 2007, 2011; COELLO et al., 2009, YU et al., 2015).

A resposta da microbiota à presença de poluentes pode ser relacionada com a população microbiana presente no solo, a concentração dos poluentes e com as propriedades do próprio solo. Todas estas características podem modificar não só a biodisponibilidade do poluente, mas também a capacidade de estimulação da microbiota. Contudo, os efeitos dos poluentes nos ecossistemas do solo não são dependentes apenas dos compostos tóxicos específicos e a sua concentração, mas também do tipo e do estado fisiológico do solo impactado (CHO et al. , 2000; PU e CUTRIGHT, 2007).

As alterações das características físico-químicas e biológicas do solo resultam do processo de industrialização, das práticas agropecuárias intensivas e da deposição inadequada de resíduos urbanos e industriais, (DAI et al., 2004, AQUINO et al., 2008; YANG e CHEN, 2009). As atividades antropogênicas influenciam de forma eminente na concentração de alguns elementos no solo. Portanto, o aumento da concentração dos metais pesados, como cobre (Cu), zinco (Zn), e cobalto (Co) que desempenham um papel importante na nutrição de plantas e animais, ocorrem naturalmente nos solos, podem ter efeitos deletérios sobre componentes bióticos e abióticos do ambiente. Efeitos nocivos, também são causados pelo cádmio

(Cd), chumbo (Pb), e arsênio (As), quando depositos de forma inadequada (ATUANYA e OSEGHE, 2006, LIMA et al., 2009).

Os diversos componentes de equipamentos eletrônicos, assim como os próprios equipamentos apresentam na sua constituição metais pesados que quando depositos de forma inadequada podem contaminar o ambiente (DINU et al., 2011). Lembrando que, os metais pesados são considerados sérios poluentes ambientais devido a sua propriedade de bioacumulação por meio da cadeia alimentar e seus efeitos tóxicos no organismo humano (GOMES e MELO, 2006).

De acordo com o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO, 2015), a pilha comum ou seca é composta na sua formação por um cilindro de zinco metálico, funcionando como ânodo que separa as demais espécies químicas presentes na pilha por um papel poroso. O cátodo é o eletrodo central, consiste de grafite coberto por uma camada de dióxido de manganês, carvão em pó e uma pasta úmida contendo cloreto de amônio e cloreto de zinco. Esta pilha tem caráter ácido, devido a presença de cloreto de amônio. Enquanto que, a pilha alcalina apresenta uma mistura eletrolítica que contém hidróxido de potássio ou de sódio (bases), e o ânodo é feito de zinco altamente poroso, que permite uma oxidação mais rápida em relação ao zinco utilizado na pilha seca comum.

As pilhas fazem parte do cotidiano brasileiro, são usadas com frequência pela população e o descarte correto é previsto aqui o Brasil com a resolução nº207 (CONAMA, 1999), no qual estabelece a obrigatoriedade de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final adequada de pilhas e baterias contendo chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, com o intuito de minimizar os riscos ao meio ambiente e a saúde humana e animal.

Contudo, muitas vezes as pilhas são descartadas em lixos comuns das residências, comprometendo os tratamentos nos aterros sanitários. De acordo com Mantuano et al. (2011), nos aterros sanitários a presença de metais pesados dificulta o tratamento do chorume, enquanto que a incineração de pilhas e baterias pode gerar contaminação atmosférica.

Portanto, a solução para o problema passa obrigatoriamente pela conscientização que a educação ambiental pode oferecer a população juntamente no esclarecimento da aplicação de legislações que regulamentem a fabricação, coleta, disposição e tratamento tecnologicamente sustentável deste tipo de resíduo evitando a possível redução das comunidades presentes no solo. Neste contexto aqui descrito, esta pesquisa tem o objetivo em avaliar as alterações na população de bactérias e fungos cultiváveis nos componentes do solo provocados pela deposição de pilhas.

METODOLOGIA

Local e Tempo do Experimento

O experimento foi conduzido em área escolar e externa da EMEF Prof. Luiz Ribeiro Muniz, com livre circulação de ar, sol e chuva. A escola está localizada no litoral norte paulista no município de Caraguatatuba (SP), com Latitude 23° 37' 3" Sul e Longitude: 45° 23' 25" Oeste.

Nesta área que foi montado o experimento fica um parque infantil de madeira desativado que na década passada era destinado para lazer dos alunos menores da escola atendida na época. Hoje o local escolhido se apresenta como uma área externa e agradável, mas que precisa de um paisagismo, tem arvores de médio porte que favorece bastante sombras ao chão e fica ao lado da quadra de esporte escolar.

O período desta atividade ocorreu em 8 meses, desde a montagem até a última retirada de solo. Os delimitamentos foram acompanhados e diariamente irrigados com 100mL de água destilada. No período chuvoso não se realizava a irrigação.

Delimitamento

O experimento foi conduzido em vasos de PVC com volume de 3,5 litros, com a base inferior de 12,5 cm, altura de 19,5cm e a base superior de 19cm. Marcas de bolinhas em um dos lados externos dos vasos foram feitas para diferenciar a quantidade de pilhas que seriam depositadas em cada delineamento.

Os vasos foram preenchidos no total de 15 cm de substrato AgroPlant®, em que cada vaso recebeu aproximadamente 7cm de terra, a quantidade respectiva de pilha por delimitamento deixada sob esta camada, acrescentou-se mais uma camada de terra, entorno de 8 cm de terra. Restando uma largura de 4 cm sem terra para chegar a borda de cada vaso. Ou seja, a pilha foi depositada na distância de 12 cm da superfície de cada vaso.

Assim, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com sete tratamentos em seis repetições, nos quais foram :

- Grupo 1- testemunha terra sem pilhas;
- Grupo 2- terra + uma pilha seca,
- Grupo 3- terra + duas pilhas secas;
- Grupo 4- terra+ quatro pilhas secas;
- Grupo 5- terra +uma pilha alcalina;
- Grupo 6- terra +duas pilhas alcalinas,
- Grupo 7- terra + quatro pilhas alcalinas.

Tabela 1: Delimitamento do experimento.

Tipo de repetição	Quantidade de vasos	Quantidade de pilha depositada	Tipo de pilhas	Marca recebida no recipiente
1	06	0	Nenhum	Nenhuma marca
2	06	1	Alcalina	Uma bolinha
3	06	2	Alcalina	Duas bolinhas
4	06	4	Alcalina	Quatro bolinhas
5	06	1	Seca	Uma bolinha
6	06	2	Seca	Duas bolinhas
7	06	4	Seca	Quatro bolinhas

As pilhas depositadas em cada vaso atenderam as seguintes classificações: tamanho médio, já usadas, com datas de vencimentos no ano de 2015, não podiam ter características de deterioramento, eram pilhas dos tipos AA secas e pilhas AA alcalinas.

Elas ficaram dispostas sobre a terra numa profundidade de 12 cm da borda do vaso. Os recipientes com as pilhas implantadas foram armazenados na área externa da escola e ficaram isolados na manta plástica com a finalidade de evitar que os resíduos produzidos lixivissem o solo.

Amostragem de Solo para Análise Microbiológica e Química

Subtraí mensalmente de cada um dos vasos uma quantia próxima de 10g de solo, com o uso de uma pá de jardim as retiradas aconteceram na parte interna e lateral próxima das paredes dos vasos e aproximadamente a 10cm da base de cada um dos delineamentos. Substrato.

Acondicionou-se e classificou as porções de terras retiradas por tipos de tratamentos, afim de avaliar e acompanhar a quantidade de comunidades presentes nas amostras nos intervalos de 30 a 240 dias da deposição da pilha no solo. As amostras foram colocadas em caixa isotérmica e conduzidas ao laboratório de análise microbiológica.

Após os oito meses do início do experimento (240 dias), os vasos sofreram a última retirada de amostra do solo, com o uso da pá de jardim, porém a quantidade colhida foi superior. Extraíu-se de cada vaso uma porção equivalente a 20g de solo que estava na uma profundidade entorno de 10 cm da borda do substrato presente em cada vaso.

A cada retirada dos vasos, a porção de solo foi acondicionada nas embalagens plásticas, identificadas e homogeneizadas, compondo o total de 120gr de solo dos respectivos tratamentos. Totalizou sete embalagens com solo para os sete tipos de tratamentos, como consequência formou as sub amostras de cada tratamento, sendo que foram usadas para as análises microbiológicas e a química, buscando alcançar o objetivo desta pesquisa.

Com essas sete embalagens foram realizadas a divisão para as duas análises, em que se destinou uma amostra de 20gr de solo para análise microbiológica e 100gr para análise química. Quanto ao transporte destas amostras aos respectivos laboratórios, as mesmas foram acondicionadas em caixa isotérmicas. Lembrando que as amostragens do solo para análise microbiológica foram realizadas mensalmente, enquanto que para a análise química foi realizada no final do experimento.

Análise Química e Microbiológica do Solo

No laboratório de Fertilidade do Solo, da Universidade Estadual Paulista, (UNESP), localizado na cidade de Ilha Solteira – SP foram feitas as análises químicas pelo método padrão com o solo da última amostragem. Ou seja, para esta análise usou o solo após os 8 meses da implantação de pilhas nos vasos.

As amostras de solo foram homogeneizadas e 10 gramas de solo foi diluído em 90mL de solução salina (Na Cl, 0,5%), constituindo a diluição 10^{-1} , após foram agitados por 30 minutos a 250 rpm. Posteriormente, foram realizadas as diluições seriadas (até 10^{-6}).

Os isolamentos dos micro-organismos foram realizados pela técnica de *pour plate* em meio Plate Count Agar (PCA) (APHA, 2005) suplementado com nistantina para bactérias e ágar batata suplementado com cloranfenicol para isolamento fúngicos. Dos tubos foram retirados volumes de 0,1mL e inoculados em placas triplicadas de ágar nutriente e de ágar batata, incubadas a 37° C por 24-48 horas para bactérias e a 28° C por 7 dias para fungos, quando as colônias desenvolvidas foram contadas.

Para caracterização, os isolados bacterianos foram examinados quanto a morfologia coloração tintoriais e características bioquímica (WINN et al., 2008, DE LA MAZA et al., 1999 e MINAMI,2003), para validação da experiência. Após a identificação dos os grupos bacterianos e fúngicos foi calculada a porcentagem de redução de micro-organismos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2 estão apresentados os resultados da análise química dos solos sem e com deposição de pilhas secas e alcalinas, que foi empregado na última amostra de solo. Percebe-se que ocorreu uma variação na concentração dos diferentes elementos analisados, o solo sofreu modificações em suas composições.

É possível constatar o aumento na concentração de cálcio, sendo mais notável quando foram depositadas 2 e 4 pilhas alcalinas. Em relação ao potássio percebe a diminuição na concentração no solo tratado com as pilhas secas e com 1 e 2 pilhas alcalinas, entretanto aumentou a concentração deste elemento quando foram depositadas 4 pilhas alcalinas. Quanto o magnésio foi reduzido na presença de 1 pilha alcalina no solo e tratamentos com 2 e 4 pilhas secas e alcalinas induziram o aumento deste elemento.

Logo, os solos são expostos a ações naturais e antropogênicas podem influenciar de forma benéfica ou prejudicial. Estas ações quando intensas causam desequilíbrio nos componentes bióticos e abióticos do sistema, destacando-se o desequilíbrio entre nutrientes, considerado como um dos mais problemáticos, pois pode restringir o desenvolvimento da planta (CORRÊA et al., 2006).

Contudo, a disponibilidade de nutrientes no solo é dependente de uma série de fatores, que devido as diferentes interações que ocorrem, o uso e monitoramento das relações entre nutrientes pode ser uma das formas adequadas para proporcionar um equilíbrio nutricional para as plantas. (SALVADOR et al., 2011). O resultado da amostra do solo com deposição de pilhas por 240 dias obteve os dados organizados na Tabela 2.

Tabela 2: Resultados analíticos das amostras de solos sem e com deposição de pilhas alcalinas e secas.

Quantidade de pilhas	Cálcio mmolc/dm ³	Potássio mmolc/dm ³	Magnésio mmolc/dm ³	Zinco mg/dm ³	Enxofre mg/dm ³	Cobre mg/dm ³
0 pilhas	239	15,3	77	39,3	97	21,7
1 pilha seca	258	11,1	76	42,8	20	26,3
2 pilhas secas	273	15,2	92	44,2	39	26,7
4 pilhas secas	247	11,8	86	58,3	32	22,8
1 pilha alcalina	224	10,6	67	31,9	21	19,7
2 pilhas alcalinas	290	11,2	83	48,2	23	27,8
4 pilhas alcalinas	337	22,5	102	55,1	69	36,7

O enxofre apresentou redução em todos os solos tratados com as pilhas, quando comparado ao tratamento sem a deposição de pilhas. A concentração de zinco e cobre foi maior que a do solo não tratado, exceto quando foi utilizada 1 pilha alcalina que reduziu a concentração destes elementos. O cobre e o zinco ocorrem naturalmente no solo, teve o aumento na concentração destes elementos provavelmente estão relacionados a presença dos mesmos em ambos os tipos de pilhas depositas no solo (LIMA et al., 2009; DINÚ et al., 2011; INMETRO, 2015).

Portanto, resultou no aumento de dois elementos importantes ao solo, quando este foi analisado quanto aos seus componentes químicos, porém o resultado não é favorável na observação da quantidade da microbiota nestes tratamentos, pois se diminuem consideravelmente. As figuras 1 e 2 revelam os resultados das análises microbiológicas com as porcentagens de redução da população de bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, respectivamente, em solos tratados com pilhas alcalinas e secas.

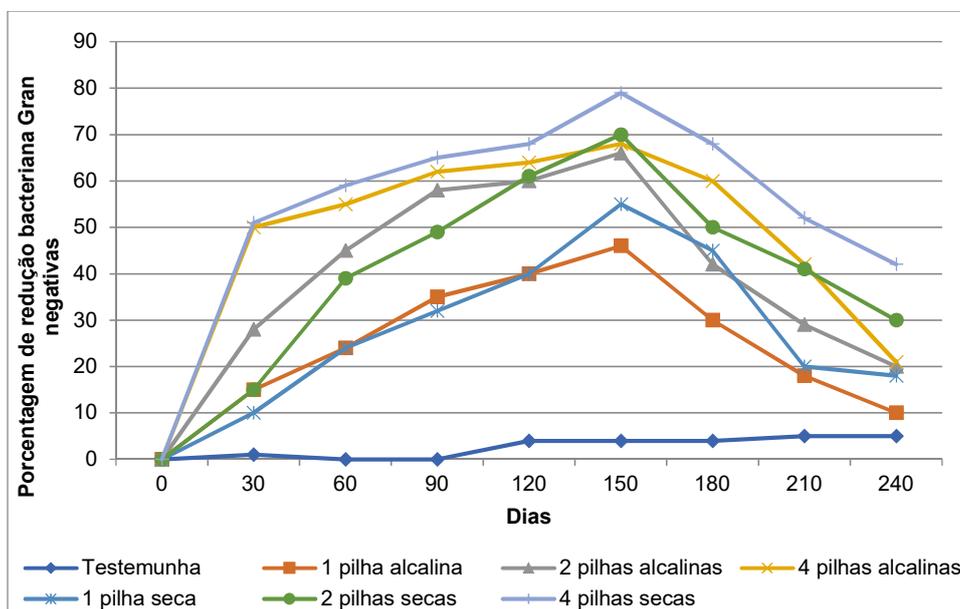


Figura 1: Porcentagem de redução de bactérias Gram negativas em solos tratados com pilhas alcalinas e secas.

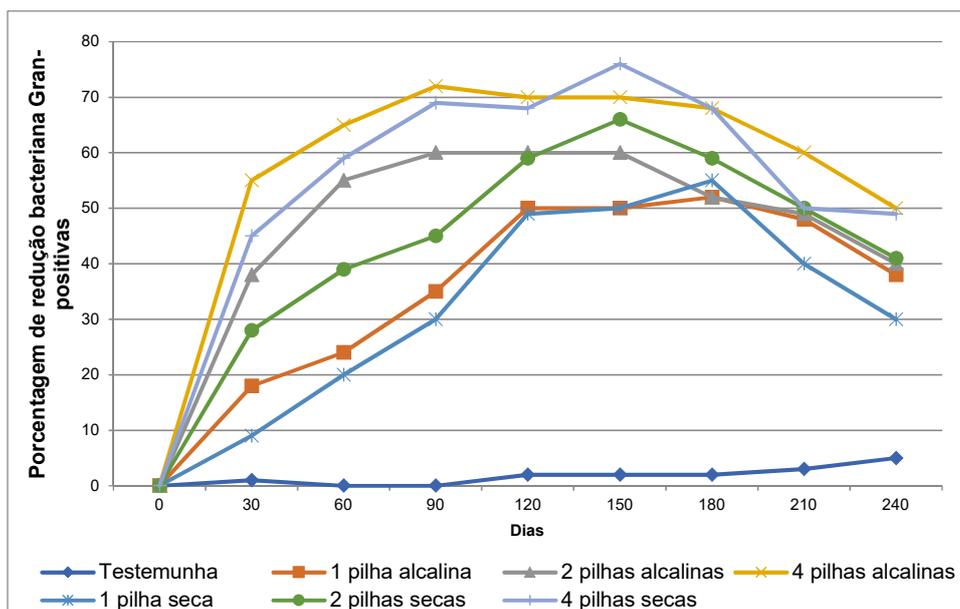


Figura 2: Porcentagem de redução de bactérias Gram positivas em solos tratados com pilhas alcalinas e secas.

Verificou-se redução bacteriana por um período de 5 meses, quando se iniciou a recomposição numérica das bactérias. Constatou-se que ambos os grupos (Gram-positivo e Gram-negativo) foram afetados pela deposição de pilhas, no entanto houve maior redução do número bacteriano quando o solo foi tratado com 4 pilhas, sendo que o efeito foi superior com as pilhas secas nas bactérias Gram-negativas e este fato não foi verificado nas bactérias Gram-positiva.

Todavia, o solo é um recurso natural vital para o funcionamento do ecossistema terrestre e que representa um balanço entre fatores físicos, químicos e biológicos, mas que pode ser quebrado pelas atividades antrópicas, as quais podem acarretar riscos em diferentes níveis biológicos, podendo em alguns casos ser letal (ATUANYA, OSEGHE, 2006; DINU et al., 2011). Com estes resultados há a necessidade de alertar sobre os perigos das interferências humanas, elas são inúmeras, que vão da substituição da vegetação nativa por exóticas à eliminação inadequada de diferentes resíduos que geram variações físicas, químicas e microbiológicas no solo; as quais estão diretamente relacionadas com sua qualidade, produtividade e sustentabilidade dos ecossistemas terrestres. (ABURJAILE et al., 2011; PREVIATTI et al., 2012; ZARRAONAINDIA et al.; 2015).

Em relação ao efeito das pilhas alcalinas e secas sobre a população de fungos, constatou-se maior efeito deletério das pilhas alcalinas (figura 3). Estes resultados, provavelmente, estão relacionados com a características das pilhas alcalinas que apresentam na sua composição a uma mistura eletrolítica que contém hidróxido de potássio ou de sódio (INMETRO, 2015), que podem ter interferido na população fungos, que apresentam melhor desenvolvimento em meios ácidos (WINN et al, 2008).

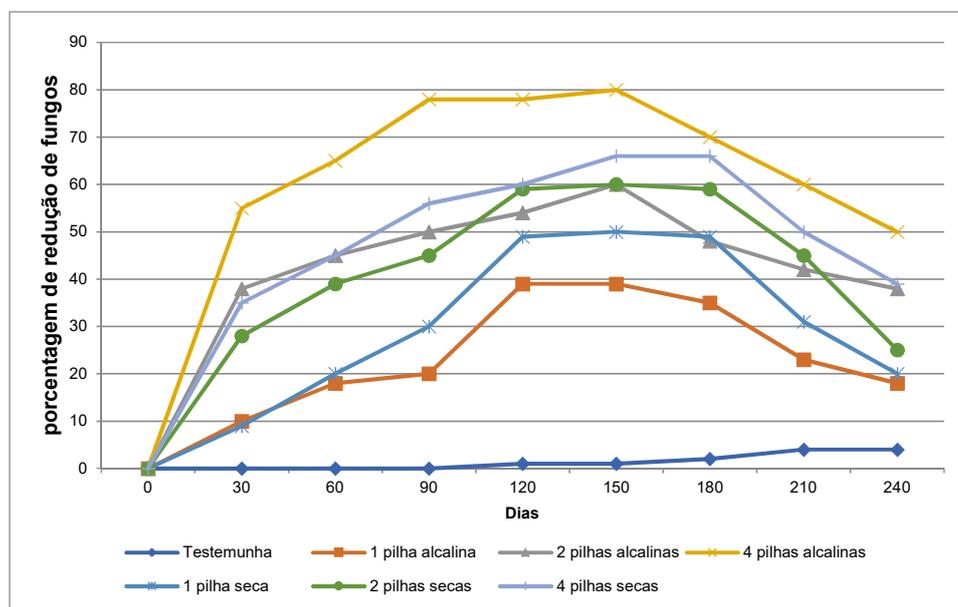


Figura 3: Porcentagem de redução de fungos em solos tratados com pilhas alcalinas e secas.

É preciso atentar-se a determinação das densidades populacionais na comunidade microbiana dos solos por sua importância, tanto na identificação de fatores que influenciam o equilíbrio microbiológico dos solos como na caracterização das relações entre grupos e espécies de microorganismos. Desse modo, estudos dessa natureza podem fornecer subsídios para programas de conservação de áreas e recuperação de áreas degradadas (PREVIATTI et al., 2012). As variações quantitativas e qualitativas, na microbiota do

solo, podem ser consideradas como uma resposta à presença de poluentes. As características bióticas e abióticas do solo podem modificar não só a biodisponibilidade do poluente, mas também a capacidade de estimulação da microbiota. Portanto, os efeitos dos poluentes nos ecossistemas do solo não são dependentes apenas dos compostos tóxicos específicos e da sua concentração, mas também do tipo e do estado fisiológico do solo impactado (CHO et al., 2000; PU e CUTRIGHT, 2007).

No presente trabalho se constatou as variações na composição química (tabela 2) e na microbiota (Figuras 1, 2, 3) em decorrência do número e características das pilhas.

Pela análise química verificou-se que aumentou os seguintes elementos no solo: zinco, enxofre e o cobre quando foram depositadas 4 pilhas alcalinas, assim como o zinco e o cobre com 4 pilhas secas. O aumento destes elementos no solo interferiram negativamente no desenvolvimento da população microbiana (Figuras 1, 2, 3). Estes resultados geram uma alerta em razão dos metais, como o zinco e o cobre, serem considerados sérios poluentes ambientais devido à sua propriedade de bioacumulação por meio da cadeia alimentar e seus efeitos tóxicos no organismo humano (GOMES e MELO, 2006; DINU et al., 2011).

Frente às evidências da interferência negativa ao ambiente que ocasiona a deposição inadequada das pilhas, surge a necessidade de um trabalho educacional e ambiental que oriente a população quanto ao cuidado no descarte destes materiais. Colocar as pilhas usadas no lixo que vai para o aterro sanitário não é uma solução assertiva, nem para a decomposição dos resíduos e nem para o solo. É preciso que as pilhas sejam recolhidas em locais apropriados, de fácil acesso e divulgado à população.

CONCLUSÃO

Com a metodologia utilizada e pelos resultados obtidos, foi possível perceber e concluir que a deposição de pilhas alcalinas e secas no solo provocaram alterações nas características químicas, principalmente de zinco e cobre. Estes elementos tiveram a maior concentração nos experimentos que foram implantadas 4 unidades de pilhas em cada vaso.

Em todos os tratamentos o resultado avaliou e constatou a diminuição da quantidade da população de bactérias Gram-positivas, Gram-negativas e de fungos. Assim, a população foi reduzida em todos os tratamentos, havendo maior redução de fungos com as pilhas alcalinas.

Ao constatar as alterações na microbiota e nos componentes químicos do solo, a pesquisa valida o descarte correto de pilhas e enfatiza que é indesejável a deposição e /ou implantação de pilhas no solo, porque altera a composição química e diminui a população de bactérias e fungos do solo. A educação ambiental junto às atividades pedagógicas torna-se ferramentas fundamentais na conscientização sobre a necessidade de preservação da microbiota e de todo o meio ambiente, conseqüentemente favorece a saúde da população humana.

REFERÊNCIAS

- ABURJAILE, S. B.; SILVA, M. P.; BATISTA, E. A. F. S.; BARBOSA, L. P. J. B.; BARBOSA, F. H. F.. Pesquisa e caracterização da diversidade microbiológica do solo, na região de São José do Buriti – MG, em decorrência da substituição de cobertura florestal nativa (cerrado) por plantações de eucalipto. **Ciência Equatorial**, Amapá, v.1, n.2, p. 78-81, 2011.
- APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. 21th, Washington. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Washington, 2005.
- AQUINO, A. M., SILVA, R. F., MERCANTE F. M., CORREIA, M. E. F., GUIMARÃES, M. F., LAVELLE, P.. Invertebrate soil macrofauna under different ground cover plants in the no-till system in the Cerrado. **European Journal of Soil Biology**, v.44, p.191-197, 2008.
- ATUANYA, E.I.; OSEGHE, E.O.. Lead Contamination and Microbial Lead Tolerance in Soils at Major Road Junctions in Benin City. **Journal Applied Science Environmental Management**, v.10, n.2, p.99-104, 2006.
- CHO, Y. G.; RHEE, S.; K.; LEE, S. T.. Effect of soil moisture on bioremediation of chlorophenol-contaminated soil. **Biotechnology Letters**, v.22, p.915-919, 2000.
- COELLO, M. D.; BARRAGÁN, J.; ARAGÓN, C.; QUIROGA, J. M.. A new approach to toxicity determination by respirometry. **Environmental Technology**, v.30, p.1601-1605, 2009.
- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº. 257 de 30 de Junho 1999**. DOU, 22 Jul 1999.
- CORREA, J. C., COSTA, M. C.; CRUSCIOL, C. A. C.; MAUAD, M.. Doses de boro e crescimento radicular e da parte aérea de cultivares de arroz de terras altas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, n.6, p.1077-1082, 2006.
- DAI, J.; BECQUER, T.; ROUILLER, J. H.; REVERSAT, G.; BERNHARD-REVERSAT, F.; LAVELLE, P.. Influence of heavy metals on C and N mineralisation and microbial biomass in Zn-, Pb-, Cu-, and Cd-contaminated soils. **Applied Soil Ecology**, v.25, p.99-109, 2004.
- DE LA MAZA, L. M., PEZZLO, M. T., BARON, E. J.. **Atlas de diagnóstico em microbiologia**. Artmed, 1999.
- DINU, L. D.; ANGHEL, L.; JURCOANE, S.. Isolation of heavy metal resistant bacterial strains from the battery manufactured polluted environment. **Romanian Biotechnological Letters**, Romania, v.16, n.6, p.102-106, 2011.
- FENN, K. M.; MALHI, Y.; MORECROFT, M. D.. Soil CO₂ efflux in a temperate deciduous forest: Environmental drivers and component contributions. **Soil Biology and Biochemistry**, v.42, p.1685-693, 2010. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.soilbio.2010.05.028>
- GOMES, A. C. L.; MELO, S. R.. Batteries and their hazardous effects. **Arquivos do Mudi**, Maringá. v.10, n.3, p.10-15, 2006.
- HEINEMEYER, A.; HARTLEY, I. P.; EVANS, S. P.; FUENTE, J. A.; INESON, P.. Forest soil CO₂ flux: uncovering the contribution and environmental responses of ectomycorrhizas. **Global Change Biology**, v.13, n.8, p.1–12, 2007. DOI: <http://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2007.01383.x>
- INMETRO: Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. **Pilhas Alcalinas e Zinco-Manganês**. 2015.
- LIMA, F. S.; NASCIMENTO, C. W. A.; SILVA, F. B. V.; CARVALHO, V. G. B.; RIBEIRO FILHO, M. R.. Lead concentration and allocation in vegetable crops grown in a soil contaminated by battery residues. **Horticultura brasileira**, v.27, n.3, p.362-365, 2009.
- MANTUANO, D.P.; ESPINOSA, D. C. R.; WOLFF, E.; MANSUR, M. B.; SCHWABE, W. K.. Pilhas e baterias portáteis: legislação, processos de reciclagem e perspectivas. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, São Paulo, n.21, p.1-7, 2011.
- MARTÍ, E.; SIERRA, J.; SÁNCHEZ, M.; CRUAÑAS, R.; GARAU, M. A.. Ecotoxicological tests assessment of soils polluted by chromium (VI) or pentachlorophenol. **Science of the Total Environment**, v.378, p.53-57, 2007.
- MARTÍ, E.; SIERRA, J.; CÁLIZ, J.; MONTERRAT, G.; VILA, X.; GARAU, M. A.; CRUAÑAS, R.. Ecotoxicity of chlorophenolic compounds depending on soil characteristics. **Science of the Total Environment**, v.409, p.2707-2716, 2011.
- MINAMI, P. S.. **Micologia: métodos laboratoriais de diagnósticos das micoses**. Manole, 2003.
- MO, J. M.; ZHANG, W.; ZHU, W. X.; GUNDERSEN, P.; FANG, Y T.. Nitrogen addition reduces soil respiration in a mature tropical forest in southern China. **Global Change Biology**, v.14, n.2, p.403–412, 2008. DOI: <http://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2007.01503.x>
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O.. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2 ed. Lavras: UFLA, 2006.
- PREVIATI, R.; SILVA, J. R. R.; SOUZA, C. R.; JANKE, L.. Isolamento e quantificação das populações de bactérias em geral e de Actinomicetos presentes no solo. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia**, Umuarama, v.15, n.2, p.155-160, 2012.
- PY, X.; CUTRIGHT, T.. Degradation of pentachlorophenol by pure and mixed cultures in two different soils. **Environmental Science and Pollution Research**, v.14, p.244, 2007.
- SALVADOR, J. T.; CARVALHO, T. C.; LUCCHESI, L. A. C.. Relações cálcio e magnésio presentes no solo e teores foliares de macronutrientes. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v.9, n.1, p.27-32, 2011.
- WINN, W.; ALLEN, S.; KONEMAN, E.W.; PROCOP, G.; SCHRECKENBERGER, P.; WOODS, G.. **Koneman: Diagnóstico microbiológico, texto e atlas colorido**. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.
- YANG, X.; CHEN, J.. Plant litter quality influences the contribution of soil fauna to litter decomposition in humid

tropical forests, southwestern China. **Soil Biology and Biochemistry**, v.41, p.910-918, 2009.

YU, L.; WANG, Y.; WANG, Y.; SUN, S.; LIU, L.. Quantifying components of soil respiration and their response to abiotic factors in two typical subtropical forest stands, Southwest China. **PLoS ONE**, Tennessee, v.10, n.2, p.1-20, 2015. DOI: <http://doi.org/10.1371/journal>

ZARRAONAINDIA, I.; OWENS, S. M.; WEISENHORN, P.; WET, K.; HAMPTON-MARCELL, J.; LAX, S.; BOKULICH, N. A.; MILLS, D. A.; MARTIN, G.; TAGHAVI, S.; VAN DER LELIE, D.; GILBERT, J. A.. The soil microbiome influences grapevine-associated microbiota. **mBio**, Washington, v.6, n.2, p.1-10. 2015. DOI: <http://doi.org/10.1128/mBio.02527-14>