

Universidade Camilo Castelo Branco

Campus de Fernandópolis

ALESSANDRA DE MAGALHÃES CIACA

EFEITO DO DESCARTE INCORRETO DE PILHAS SOBRE A  
MICROBIOTA DO SOLO E O DESENVOLVIMENTO DO RABANETE

EFFECT OF INCORRECT DISPOSAL OF BATTERIES ON MICROBIOTA OF SOIL  
AND DEVELOPMENT OF RADISH

Fernandópolis, SP

2015

Alessandra de Magalhães Ciaca

EFEITO DO DESCARTE INCORRETO DE PILHAS SOBRE A MICROBIOTA DO  
SOLO E O DESENVOLVIMENTO DO RABANETE

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Dora Inés Kozusny-Andreani

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Camilo Castelo Branco, como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Fernandópolis, SP

2015

## FICHA CATOLOGRÁFICA

CIACA, Alessandra de Magalhães

C491E Efeito do Descarte Incorreto de Pilhas sobre a Microbiota do Solo e o Desenvolvimento do Rabanete / Alessandra de Magalhães Ciaca - São José dos Campos: SP / UNICASTELO, 2015.

54f. il.

Orientador: Profa. Dra. Dora Inês Kozusny-Andreani

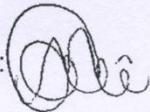
Dissertação de Mestrado apresentada no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Camilo Castelo Branco, para complementação dos créditos para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

1. Solo. 2. Contaminação. 3. Pilhas. 4. Microorganismos. 5. *Raphanus sativus* L.  
I. Título

**CDD: 574**

Autorizo, exclusivamente, para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, por processos xerográficos ou eletrônicos.

Assinatura do aluno:



Data: 15/03/16

**TERMO DE APROVAÇÃO**

**ALESSANDRA DE MAGALHÃES CIACA**

**EFEITO DO DESCARTE INCORRETO DE PILHAS SOBRE A MICROBIOTA  
DO SOLO E O DESENVOLVIMENTO DO RABANETE**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Camilo Castelo Branco, pela seguinte banca examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof(a). Dr(a). Dora Inés Kozusny-Andreani (Presidente)

  
\_\_\_\_\_  
Prof(a). Dr(a). Luiz Sergio Vanzela

  
\_\_\_\_\_  
Prof(a). Dr(a). Evandro de Araujo Jardim

Fernandópolis, 25 de setembro de 2015.

Presidente da Banca Prof(a). Dr(a). Dora Inés Kozusny-Andreani

**Dedicatória:**

Dedico a pesquisa às pessoas que acreditam e fazem boas ações por um mundo melhor e mais justo.

Dedico também à minha família, em especial, à minha mãe, e ao meu esposo Fábio.

## **Agradecimentos:**

Agradeço a Deus que me fortalece e me oportuniza as possibilidades de estudar e vivenciar bons momentos.

Ao meu esposo Fábio que incansavelmente me acompanhou durante os estudos.

À minha mãe, Aurora, que sempre me esperava com seus mimos maternos.

Sou grata aos familiares e amigos que nestes últimos semestres participaram deste momento.

À professora Dr<sup>a</sup>. Dora que foi muito além de uma orientadora, indicou e encorajou o trabalho.

À Prefeitura Municipal de Caraguatatuba por subsidiar os estudos nesta modalidade de ensino.

Aos funcionários e alunos da EMEF Professor Luiz Ribeiro Muniz que sempre estavam dispostos a colaborar e acompanhar o desenvolvimento da pesquisa.

À Bettina pela disponibilidade e cuidado com afazeres escolares, enquanto eu estava nas aulas dos créditos.

Ao Carlos e à Renata pela companhia em zelar pelo experimento.

À Márcia que, além de diretora, é amiga e faz parte da turma de mestrando.

Não posso deixar de reconhecer todas as colaborações do casal de amigos de turma Luiz Alfredo e Sibebe que não mediam esforços para compartilhar os conhecimentos e liderar os estudos.

Para a finalização deste registro tenho que agradecer os amigos Denise Ribeiro, Wlamir Nascimento e meu primo Thiago que muito me auxiliaram na conclusão da digitação desta dissertação.

*“As comunidades de organismos micro e macroscópicos que habitam o solo, por não estarem visíveis aos olhos humanos, raramente são mencionados e, por isso, geralmente negligenciados”*

(Moreira e Siqueira, 2006)

# EFEITO DO DESCARTE INCORRETO DE PILHAS SOBRE A MICROBIOTA DO SOLO E O DESENVOLVIMENTO DO RABANETE

## Resumo

O solo é primordial para as atividades humanas, o estudo da sua composição microbiológica e química gera várias indicações para o uso cauteloso e sustentável, e qualquer interferência de forma inadequada pode trazer consequências irreparáveis. Fatores bióticos e abióticos influenciam na sua respiração e de maneira interativa apresentam efeitos sobre os componentes do mesmo. Com o objetivo de avaliar os efeitos da deposição de pilhas no solo sobre a microbiota do solo e o desenvolvimento do rabanete, o trabalho foi conduzido em dois experimentos. No primeiro, os vasos estavam preenchidos com terra, as pilhas alcalinas e secas respectivamente depositadas nos recipientes de PVC, acrescida mais uma camada de terra. Os tratamentos consistiram em deposição de 1,2,4 pilhas alcalinas e pilhas secas no solo dos vasos. Para evitar que os resíduos produzidos lixiviassem o solo, os vasos foram colocados em pratos e sobre a manta plástica. As amostras dos solos foram coletadas mensalmente para as análises microbiológicas por um período de 8 meses, enquanto que a análise química do solo foi realizada no final do experimento. O segundo experimento teve a deposição das pilhas sobre a cultura do rabanete, verificou-se que a deposição de pilhas alcalinas e secas no solo provocou alterações nas características químicas, principalmente de zinco e cobre, houve maior concentração destes elementos quando foram empregadas 4 pilhas alcalinas e secas. Constatou-se 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. Quanto ao efeito sobre o desenvolvimento do rabanete, verificou-se que as pilhas secas e alcalinas provocaram efeitos negativos no desenvolvimento radicular do rabanete e na qualidade da raiz. Conclui-se que há a necessidade do trabalho educativo para manejo do solo e para o descarte assertivo das pilhas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Solo; contaminação; pilhas; microorganismos;

*Raphanussativus* L..

# **EFFECT OF BATTERIES INCORRECT DISPOSAL OF THE MICROBIOTA SOIL AND RADISH DEVELOPMENT**

## **Abstract**

The soil is essential to human activities, and the study of its chemical and microbiological composition proposes caution and sustainability on its use. Any inappropriate interference can result in irreparable consequences, because biotic and abiotic factors influence in its breathing and perform effects on its components in an interactive way. This research was conducted by two experiments. In the first one, the vases were filled with soil, the dry alkaline batteries were deposited in PVC containers with a soil layer further. The handlings consisted of deposition of 1,2,4 alkaline batteries and dry batteries in the soil of the vases. The vases were placed on plates on plastic to prevent that produced waste leached out the ground. The soil samples were collected along eight months for microbiological analysis, while soil chemical analysis was carried out in the final stage. The second experiment had the deposition of batteries on the radish crop. It was verified that the deposition of dry alkalines on the soil caused changes in chemical characteristics, specially in zinc and copper, concentrating a higher level of these elements when it was used four dry alkalines. What then has this research discovered is that the population of Gram positive and Gram negative bacteria and fungi was reduced in all treatments with increasing decline of fungi when handling alkalines. Regarding the effect on the development of radish, it was noticed that dry alkalines caused negative impacts on radish root system evolution. Thus, educational work for soil management and correct disposal of batteries is required. After all the objective of this study was to evaluate the consequences of deposition of batteries on soil concerning its microbiota and development.

**KEYWORDS:**soil; contamination; batteries; microorganismis; RaphanusSativus L.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Identificação da área .....	27
<b>Figura 2:</b> Representação do preenchimento do vaso com terra e pilhas.....	28
<b>Figura 3:</b> Pilhas secas e alcalinas empregadas no experimento.....	29
<b>Figura 4:</b> Disposição dos vasos sobre manta plástica, antes de dispor nos pratos..	30
<b>Figura 5:</b> Registro de precipitação em Caraguatatuba –SP. ....	34
<b>Figura 6:</b> Porcentagem de redução de bactérias Gram-negativas em solos tratados com pilhas alcalinas e secas. ....	377
<b>Figura 7:</b> Porcentagem de redução de bactérias Gram positivas em solos tratados com pilhas alcalinas e secas. ....	388
<b>Figura 8:</b> Porcentagem de redução de fungos em solos tratados com pilhas alcalinas e secas. ....	38
<b>Figura 9:</b> Desenvolvimento do rabanete em solo sem e com deposição de pilhas secas. A: testemunha sem deposição de pilhas, B: deposição de 1 pilha, C: deposição de 2 pilhas, D: deposição de 4 pilhas.....	40
<b>Figura 10:</b> Desenvolvimento do rabanete em solo sem e com deposição de pilhas alcalinas. A: testemunha sem deposição de pilhas, B: deposição de 1 pilha, C: de posição de 2 pilhas, D: deposição de 4 pilhas.....	41

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Delineamento experimental .....	29
<b>Tabela 2:</b> Delineamento do experimento com sementes. ....	33
<b>Tabela 3:</b> Composição química do biofertilizante vetor 1000.....	33
<b>Tabela 4:</b> Resultados analíticos das amostras de solos sem e com deposição de pilhas alcalinas e secas por 240 dias. ....	36
<b>Tabela 5:</b> Médias da fitomassa fresca (F.F.) e da, fitomassa seca (F.S.) da parte aérea e das raízes para plantas de rabanete submetidas aos diferentes tratamentos.....	39

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS e SÍMBOLOS

ABELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
Al	Alumínio
AS	Arsênio
B	Boro
C	Celsius
Ca	Cálcio
Cd	Cádmio
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Básico
CIAGRO	Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas
cm	Centímetros
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
Cu	Cobre
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
Fe	Ferro
g	Gramas
Hg	Mercúrio
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
IUNC	Internacional Union for the Conservation of Nature
K	Potássio
L	Litros
Mg	Magnésio
mL	Mililitros
mm	Milímetros
Mn	Manganês
MnO <sub>2</sub>	Bióxido de manganês
N	Nitrogênio
NaCl	Solução salina estéril
ONU	Organização das Nações Unidas
P	Fósforo

Pb	Chumbo
PCA	Plate Count Agar
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
pH	Potencial hidrogeniônico
S SO <sub>4</sub>	Enxofre
SP	São Paulo
UNESP	Universidade Estadual Paulista
Zn	Zinco
%	Porcentagem
°	Grau
®	Marca Registrada

## Sumário

1.	INTRODUÇÃO .....	16
1.1.	Descarte de resíduos .....	17
1.2.	Microbiota do solo .....	20
1.3.	Uso do solo na produção de hortaliças .....	22
1.4.	A Educação Ambiental no manejo do solo .....	24
1.5.	Objetivo geral .....	26
1.5.1.	Objetivos específicos .....	26
2.	MATERIAL E MÉTODO .....	27
2.1.	Local do experimento .....	27
2.2.	Experimento 1: Avaliação do efeito da deposição de pilhas alcalinas e secas sobre a microbiota e os componentes químicos do solo .....	28
2.2.1.	Delineamento experimental .....	28
2.2.2.	Amostragem do solo para análise microbiológica e química .....	30
2.2.3.	Análise microbiológica do solo .....	31
2.2.4.	Análise química do solo .....	32
2.3.	Experimento 2: Avaliação do efeito da deposição de pilhas alcalinas e secas sobre o desenvolvimento do rabanete ( <i>Raphanus sativus L.</i> ) .....	32
2.3.1.	Delineamento experimental e condução do experimento .....	32
3.	RESULTADOS .....	35
3.1.	Efeito da deposição de pilhas sobre características do solo .....	35
3.2.	Efeito da deposição de pilhas sobre microbiota do solo .....	37
3.3.	Efeito da deposição de pilhas sobre o desenvolvimento do rabanete .....	39
4.	DISCUSSÃO .....	42
5.	CONCLUSÃO .....	46
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	48

## 1. INTRODUÇÃO

A vida do planeta deve ser preservada e cuidada, em toda sua diversidade, mas o uso irracional dos recursos naturais compromete a quantidade e a qualidade da biodiversidade existente, pois a degradação ambiental promovida pela ação do homem tem exercido forte pressão sobre a qualidade dos sistemas [1].

Por considerar que o solo se caracteriza como um ecossistema complexo e de difícil estudo, constituído por um número elevado e diversificado de organismos eucariotos e procariotos que interagem com o ambiente, ele também precisa ser protegido, afirmam Aburjaile et al.[2];Peviaty et al. [3].

Moreira & Siqueira [4] afirmaram que a terra não pode ser vista nem como um ecossistema a ser preservado, nem como um canteiro para ser explorado por razões egoístas e econômicas de curto prazo. Mas como um jardim a ser cultivado para o desenvolvimento das próprias potencialidades da aventura humana.

As atividades antropogênicas influenciam de forma eminente a concentração de alguns elementos no solo, causam mudanças na estrutura das comunidades microbianas, podendo influenciar os ciclos bioquímicos de nutrientes de grande importância agrícola e ambiental, como o carbono e o nitrogênio, principalmente em se tratando de comunidades específicas, como por exemplo, as bactérias envolvidas no ciclo do nitrogênio, segundo Valpassos [5] e Bustamante [6].

Cho et al. [7], Pu e Cutright [8] demonstraram que 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.

Logo, o acúmulo e o descarte irregular dos resíduos, neste caso as pilhas, são preocupações que precisam ser consideradas quanto ao destino dos resíduos sólidos, pois as pilhas usadas pela população brasileira em equipamentos eletrônicos geram poluição do ecossistema e diminuição da biodiversidade do solo, porque o chorume produzido nesses lixões atravessa o

solo, contaminando-o e, como consequência, os reservatórios de água subterrâneos [9].

Considerando que os fabricantes de pilhas secas e alcalinas hoje atendem a legislação nacional, por meio da Política Nacional de Resíduos Sólidos, a Lei 12305/2010 traz os cuidados e materiais permitidos em sua fabricação, espera-se que o consumidor descarte o seu resíduo em locais apropriados [10].

Mas, na prática, o descarte dos resíduos não é tão favorável ao meio ambiente, ainda há o descarte de pilhas feitas pela população nos lixos comuns ou transferidas para os aterros sanitários. Assim, é imprescindível que a população esteja ciente dos perigos que esses materiais podem causar, porque contaminam o solo, a água, os alimentos e, conseqüentemente, afetam a saúde [11].

Contudo, o cultivo de hortaliças e outros vegetais utilizados para consumo humano e animal em solos contaminados ou comprometidos pode ser prejudicial à qualidade do alimento, porque a manutenção da produtividade nos ecossistemas depende principalmente das transições da matéria orgânica e dos processos de ciclagem de nutrientes a ela associados [5, 12].

### **1.1. Descarte de resíduos**

Após o grande marco histórico da Revolução Industrial, a produção de bens de consumo aumentou de forma grandiosa. Na década de 70, esses bens eram produzidos para durar de sete a oito anos, por isso eram duráveis. Posteriormente, os mesmos produtos foram idealizados para durar de oito a dez meses (embora continuem a ser denominados duráveis). Trata-se do predomínio do descartável e da veloz mudança de costumes, revelam os registros de Rodrigues [13].

Junto a este cenário mundial, ocorreram os avanços tecnológicos e conseqüentemente aumentou a produção e tipos de resíduos sólidos. Segundo pesquisas conduzidas pela Abrelpe - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais [14], em 45% da população brasileira houve 76 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos em 2013, um

aumento de 4,1% em relação ao ano anterior. Conseqüentemente, existe um acúmulo abusivo de resíduos que fortalecem o uso irracional dos recursos naturais, aumentando a concentração dos metais pesados, como cobre (Cu), zinco (Zn), e cobalto (Co) que, em concentrações recomendadas, desempenham um papel importante na nutrição de plantas e animais, e ocorrem naturalmente nos solos. Quando as concentrações desses elementos são alteradas pela deposição incorreta de diferentes resíduos no solo, 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 depostos de forma inadequada [15, 16].

Os diversos componentes de equipamentos eletrônicos, assim como os próprios equipamentos, apresentam na sua constituição metais pesados que quando depostos de forma inadequada podem contaminar o ambiente [17]. Para que funcionem é preciso que aconteça a produção da corrente elétrica e, por isso, muitos desses equipamentos usam somente as pilhas, que são empregadas no funcionamento de rádios, lanternas, brinquedos eletrônicos, controles remotos, etc. [18].

Com a vida moderna e os avanços da tecnologia, as pessoas fazem cada vez mais uso de recursos eletrônicos, o que aumenta o consumo de pilhas. As primeiras preocupações acerca do perigo oferecido pelo descarte inadequado de pilhas e baterias começaram no final da década de 70, pois algumas delas eram fabricadas com metais perigosos em grandes quantidades, havendo pilhas que chegavam a conter até 30% do peso total de mercúrio (Hg), elemento muito perigoso para a vida [19].

Furtado [20] expõe que há grande disparidade entre os números referentes a unidades consumidas de pilhas e baterias no Brasil e essa disparidade é suficiente para revelar o tamanho do problema que esses produtos ao final de sua vida útil representam para a sociedade. Hoje, um bilhão de pilhas são consumidas e descartadas por ano no Brasil e não existe um sistema formalizado de reciclagem, afirmou Palácios [21].

O Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO [18] define que 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. Tem caráter ácido, devido à presença de cloreto de amônio. Enquanto que a pilha alcalina apresenta uma mistura eletrolítica que contém hidróxido de potássio ou de sódio (bases), o ânodo é feito de zinco altamente poroso, que permite uma oxidação mais rápida em relação ao zinco utilizado na pilha seca comum.

Agourakis, Camargo, Cotrim e Flues [22] reforçam que, se as pilhas estiverem com as suas substâncias blindadas dentro da embalagem, oferecem pouco perigo. Porém, se as substâncias internas estiverem em evidência ou em vazamento, tornam-se um potencial resíduo perigoso. São considerações de impactos ambientais e se espera uma disposição adequada, porque as pilhas contém Hg e podem prejudicar o meio ambiente. Juntas aos metais pesados são sérios poluentes ambientais, devido a sua propriedade de bioacumulação por meio da cadeia alimentar e seus efeitos tóxicos no organismo humano [23].

As pilhas fazem parte do cotidiano brasileiro e são usadas com muita frequência pela população, sendo que o descarte correto é previsto no Brasil com a resolução nº 207 da CONAMA [24], a 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 à saúde humana e animal.

Concomitantemente, a Lei Federal nº 12305/2010 [10] trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos, pois agrega e direciona o descarte dos resíduos produzidos coletados. Traz as responsabilidades do produtor, até o seu destino final, bem como o tratamento ideal para todos os resíduos sólidos urbanos, perigosos e industriais. Essa legislação aborda as diretrizes, a gestão integrada, o gerenciamento de resíduos sólidos e a determinação da logística reversa, além de conscientizar a população.

Mesmo com as cobranças e orientações das legislações, a realidade não é otimista, a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, ABRELPE [14], aponta que em 2013 foram descartadas

24 milhões de toneladas de resíduos em lugares inadequados, ou seja, uma grande parte da população ainda destina os resíduos de suas residências de forma inadequada.

Há aqueles que acondicionam todos os resíduos em um único saco plástico, sem qualquer prévia seleção e classificação porque em muitos municípios não se faz a coleta seletiva, talvez as pilhas sejam descartadas no lixo comum, chegando até os aterros ou lixões. O descarte de pilhas no lixo urbano ou no solo gera problemas nas estações de tratamento de lixo, poluição das águas superficiais e subterrâneas, e acumulação de substâncias tóxicas na cadeia alimentar - bioacumulação e biomagnificação [22].

Conseqüentemente, o resíduo está presente no solo, quer seja no aterro sanitário, quer seja em local qualquer. Mantuano [25] afirma que 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.

Reutilizar o solo contaminado com o plantio de hortaliças compromete a qualidade do alimento. As plantas submetidas a ambientes contaminados por metais pesados apresentam uma série de distúrbios fisiológicos e nutricionais [26-28].

Cannata [1] em sua pesquisa descreveu que os distúrbios nutricionais estão no prejuízo da absorção, translocação e função dos nutrientes, influenciando no desenvolvimento e crescimento normal das plantas.

## **1.2. Microbiota do solo**

O desequilíbrio dos ciclos no planeta muitas vezes é iniciado pelo uso irregular do solo, ou seja, mudanças no uso e manejo do solo quebram o equilíbrio, modificando o balanço da matéria orgânica no solo [29].

Há a iniciativa de mobilizar a sociedade para a importância dos solos como parte fundamental do meio ambiente e os perigos que envolvem a degradação deles em todo o mundo. A ONU (Organização das Nações Unidas) decretou 2015 como o Ano Internacional dos Solos, estimando que 33% das terras do planeta estão degradadas, por razões físicas, químicas ou biológicas,

segundo a FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura [30].

Os estudos demonstram a dependência do homem ao solo devido à biodiversidade que o mesmo oferece. Segundo Feeney [31] é no solo que está a maior reserva da biodiversidade da terra e a funcionalidade deste sistema, resultante das interações entre processos biológicos, químicos e físicos, que sustenta o resto da biosfera terrestre.

Os componentes biológicos ou microbiota do solo, estão representados por cinco grandes grupos: bactérias, actinomicetos, fungos, algas e protozoários, sendo que constituem somente 1 a 4% do carbono total e ocupem menos de 5% do espaço poroso do solo, a diversidade e a quantidade dos micro-organismos é bastante elevada. Entretanto, como o solo é normalmente um ambiente estressante, limitado por nutrientes, somente 15 a 30% das bactérias e 10% dos fungos encontram-se em estado ativo. Os componentes microbianos vivos do solo são também denominados de biomassa microbiana e as bactérias e fungos respondem por cerca de 90% da atividade microbiana do solo [32].

Como já afirmado, nessa diversidade da microbiota estão presentes as bactérias, elas se diferenciam por sua coloração e paredes celulares. São chamadas Gram-negativas por apresentar na sua parede estruturas de múltiplas camadas bastante complexas, que não retêm o corante quando submetidas a solventes nos quais o corante é solúvel, sendo descoloradas e, quando acrescentado outro corante, adquirem a nova coloração. Já as bactérias Gram-positivas têm as paredes das células em única camada que retém o corante aplicado, não adquirindo a coloração do segundo corante, revelam os estudos de Burnett & Schuster [33]; Nisengard & Newman [34].

A composição das comunidades microbianas é significativamente diferente nos diversos tipos de solos e podem ser influenciadas pelos exsudatos das plantas. Estas características sugerem que o solo é um importante reservatório de micro-organismos, sendo o principal banco de genes microbianos desse nicho ecológico, uma vez que a estrutura do solo representa e favorece um bom indicador para a atividade biológica. São essas estruturas e agregados presentes no solo que constituem os microhabitats, sendo eles

importantes para os micro-organismos. Logo, os microhabitats, são os locais onde as populações microbianas se encontram e são influenciadas pelas características físico-químicas desse microambiente [35].

Os estudos de Heinemeyer et al.[36]; Mo et al. [37];Fen et al.[38] mostram que 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.

Por sua vez, a atividade microbiana do solo [39-41] é vista como compreensão de todas as reações bioquímicas catalisadas pelos micro-organismos, 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. Afinal, a respiração do solo tem sido usada com frequência para a avaliação dos efeitos dos compostos tóxicos.

A resposta da microbiota à presença de poluentes pode ser relacionada com a população microbiana presente no solo, com a concentração dos poluentes e com as propriedades do próprio solo. Todas essas características podem modificar não só a biodisponibilidade do poluente, mas também a capacidade de estimulação da microbiota. Pois, as alterações das características físico-químicas e biológicas do solo [42-44] resultam do processo de industrialização, das práticas agropecuárias intensivas e da deposição inadequada de resíduos urbanos e industriais.

Moreira e Siqueira [4] acrescentam que o solo é considerado como habitat, é um sistema heterogêneo, descontínuo e estruturado, formado por microhabitats ou microssítios discretos que se diferenciam nas suas características químicas, físicas e biológicas.

### **1.3. Uso do solo na produção de hortaliças**

É crescente a busca por técnicas de produção alimentar para abastecer a população mundial com boas condições para que todos tenham acesso à

alimentação segura e a um solo fértil, por considerar que as técnicas de produção alimentar precisam oferecer alimentos em quantidades, qualidades e, de forma sustentável, nem sempre é fácil encontrar. O entendimento das interações, especialmente aquelas que envolvem a microbiota do solo e o desenvolvimento de tecnologias que possibilitam a maximização de seus benefícios em prol da agricultura sustentável, constitui-se, atualmente, um dos grandes desafios da pesquisa na área agrônômica [32].

Uma proposta para atender a demanda está na escolha por cultivo e uso de alimentos orgânicos. Barros e Silva [45] informaram que, nos últimos anos, a procura por esses tipos de alimentos aumentou consideravelmente e esta nova tendência do consumidor tem incentivado a busca de alternativas de técnicas de produção de hortaliças.

As pesquisas de Kozusny-Andreani [46] acrescentam que, ao escolher a utilização de biofertilizantes que possuem compostos bioativos, resultantes da biodigestão de compostos orgânicos de origem animal e vegetal, tem sido uma opção que gerou melhorias na qualidade de algumas hortaliças.

Para a preservação da microbiota e um bom plantio é preciso que o solo esteja favorável para a cultura da espécie e tenha condições favoráveis à vida, afirma Medeiros (47).

Em contrapartida, existem estudos apontando que também cresce a quantidade de lixo produzido pelas pessoas e surgem apontamentos sobre os impactos desses resíduos tecnológicos, muitas vezes tóxicos, que se acumulam no meio ambiente e comprometem a cadeia alimentar [1].

Muitos elementos ou compostos perigosos, como dioxinas, pesticidas, metais e metaloides acumulam-se ao longo da cadeia alimentar [48] e diminui a microbiota do solo. Pode ser que o substrato não gere boas condições para o cultivo, pois a escolha do substrato é baseada em dois critérios: o custo de aquisição e a disponibilidade do material para produção [49].

Para obtenção de mudas de qualidade e, conseqüentemente, uma hortaliça provida de boas características físicas, químicas, biológicas e sanitárias é necessário que as condições do solo sejam favoráveis [50 – 52].

Uma alternativa para amenizar a concentração dos elementos pesados no solo está no uso de algumas plantas em solo contaminado.

Hamadouche *et al.* [53] mostrou que plantas de rabanete são hiperacumuladoras que podem concentrar metais pesados em suas diferentes partes e serem utilizadas para recuperação de áreas poluídas.

#### **1.4. A Educação Ambiental no manejo do solo**

Visto que muitas ocorrências de contaminação são relacionadas ao descarte inadequado de resíduos, a conscientização e adoção de práticas sustentáveis é a proposta para valorização e manutenção da vida [54].

Piva [55] conceitua que o bem ambiental é um valor difuso, imaterial ou material, que serve de objeto mediado a relações jurídicas de natureza ambiental, por se tratar de um bem protegido por um direito que visa a assegurar um interesse transindividual, de natureza indivisível, de que sejam titulares pessoas indeterminadas e ligadas por circunstâncias de fato. Assim, a solução dos problemas ambientais está diretamente relacionada com a educação ambiental.

A percepção humana de sua relação com o meio ambiente é de que os recursos naturais são dádivas e estão ali para serem usufruídos. Usar o recurso sem cuidado, ou seja, de forma predatória, é uma concepção de usufruto aleatório dos recursos ambientais e que conseqüentemente causam o desequilíbrio e a degradação do meio ambiente, sendo a deposição de resíduos no solo um claro exemplo de contaminação e alteração de sistema do solo [56].

Essas atitudes, para Aparin e Suhacheva [57], ocorrem pela falta de conhecimento do papel que o solo desempenha na vida humana e na conservação da biodiversidade, o qual faz parte de um contexto global.

A Educação Ambiental [58] oferece ao cidadão o conhecimento e o esclarecimento da aplicação das legislações que regulamentam a fabricação, coleta, disposição e tratamento tecnologicamente sustentável de resíduos, alertando para a possível redução das comunidades presentes no solo e para os perigos que o rejeito desse tipo de material pode oferecer ao desenvolvimento das plantas e da saúde humana e animal.

Contudo, a proposta da Educação Ambiental para ser eficaz deve ser realizada a partir de uma ação reflexiva (teoria e prática) de intervenção em uma realidade complexa; precisa ser coletiva; com conteúdos além dos livros, dentro da realidade socioambiental que derruba os muros das escolas. Para Guimarães [59] é uma educação política voltada para a transformação da sociedade em busca da sustentabilidade.

O solo pode ser usado como um instrumento de educação ambiental, aumentando a percepção acerca de sua importância para um uso racional, estando integrado a todo um contexto ambiental global.

Para Miranda [59], as informações científicas e empíricas para conscientização e preservação ambiental dirigem um novo olhar para transformar e evoluir o pensamento educacional, partindo de conceitos que revelam a inexperience e consequências dos maus tratos à natureza.

O estudo dos solos e dos processos relacionados ao mesmo propõe a adoção de uma nova perspectiva de produção, uma transição para um modelo mais sustentável e menos impactante [60].

Desenvolver e sensibilizar a humanidade para a importância do solo e o valor que o mesmo possui para a vida na Terra, baseada na concepção dos princípios da sustentabilidade por meio da educação ambiental pode vir a contribuir para a formação de uma consciência pedológica [56].

Os Parâmetros Curriculares Nacionais de Meio Ambiente - PCNs [61], é um documento educacional que norteia o trabalho das escolas brasileiras. Apresenta três blocos de conteúdos incluindo o item não menos importante que é Manejo e Conservação Ambiental, no qual os alunos do Ensino Fundamental precisam participar das ações que proponham a necessidade e as formas de coleta e destino dos resíduos sólidos, a reciclagem, e os comportamentos responsáveis de produção e destino dos resíduos domiciliares, escolares e nos espaços de uso comum, além de noções de manejo e conservação do solo, alguns processos simples de reuso e reaproveitamento de materiais.

É esperado que as crianças e adolescentes tenham acesso a todos esses conteúdos para que a Educação Ambiental aconteça e dê suporte às ações de preservação das vidas de forma sustentável, porque o nosso planeta precisa delas. No entanto, os PCNs sobre o Meio Ambiente [61] enfatizam que

é necessário o conhecimento da qualidade do ambiente a ser preservado, porque as pessoas protegem aquilo que amam e valorizam.

### **1.5. Objetivo geral**

Avaliar o efeito da deposição inadequada de pilhas no solo sobre a microbiota do solo e o desenvolvimento do rabanete (*Raphanussativus L.*).

#### **1.5.1. Objetivos específicos**

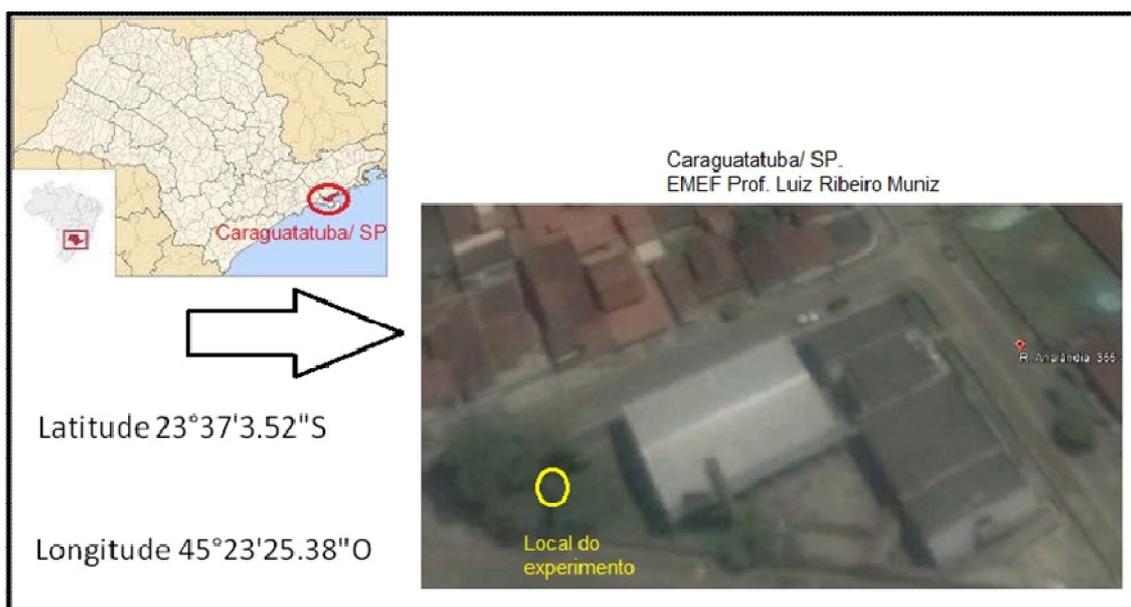
Avaliar o efeito da deposição no solo de pilhas alcalinas e secas sobre:

- as bactérias Gram-negativas, Gram-positivas e fungos componentes da microbiota;
- as alterações dos componentes químicos do solo;
- o desenvolvimento do rabanete.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Local do experimento

Os experimentos foram conduzidos na região central do município de Caraguatatuba, litoral norte de São Paulo (Figura 1).



**Figura 1:** Identificação da área

**Fonte:** site do Wikipedia e foto do Google Earth, elaboração própria, 2014.

Segundo a classificação climática de Köppen & Geiger [62], o município de Caraguatatuba se caracteriza como Af, ou seja, um clima quente sem estação seca, pluviosidade elevada, temperatura média do mês mais frio do ano maior que 18°C, tem estação invernal ausente. Localiza-se na faixa litorânea [63] e apresenta a precipitação média do mês mais seco superior a 60mm.

Quanto a geomorfologia, Caraguatatuba se enquadra como Domínio Morfoclimático das Regiões Serranas [63, 64] com características tropicais úmidas, ou dos “mares de morros”; em toda sua extensão é florestado, com profundo e generalizado horizonte de decomposição de rochas, densa rede de drenagens perenes, mamelonização extensiva, agrupamentos eventuais de

“pães de açúcar”, planícies de inundação meândricas e extensos setores de solos superpostos.

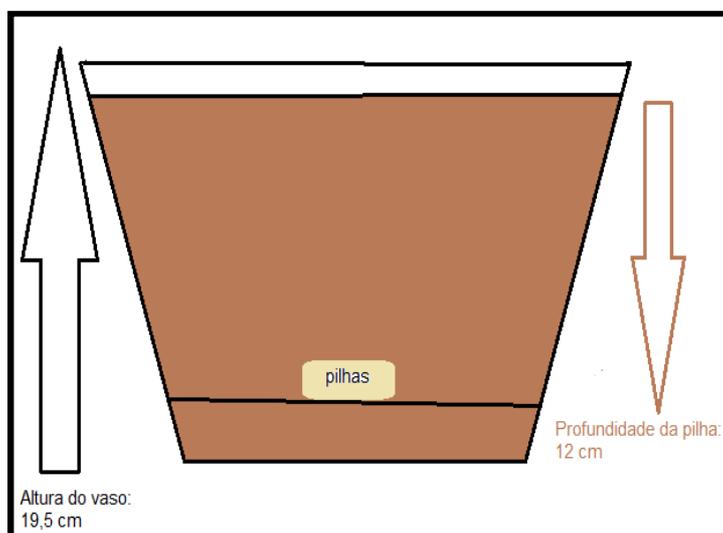
O tipo de solo dessa região é o Latossolo Vermelho e Amarelo [63, 65] caracterizado pela homogeneidade e textura arenosa média quartzosa, principalmente nas áreas de relevo suave. Esses terrenos foram classificados como de alta suscetibilidade à erosão por sulcos, ravinas e voçorocas.

## 2.2. Experimento 1: Avaliação do efeito da deposição de pilhas alcalinas e secas sobre a microbiota e os componentes químicos do solo

### 2.2.1. Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em vasos de PVC de volume em 3,5 litros, com diâmetro basal e superior de 12,5cm e de 19cm, respectivamente, e altura de 19,5cm.

Os vasos foram preenchidos em camadas com substrato Plantmax<sup>®</sup>, sendo que cada vaso recebeu a primeira camada de terra (1,0L), depois a quantidade respectiva de pilha por tratamento e por último acrescentou-se novamente a camada de substrato (2,2L), com a finalidade de cobrir as pilhas, as quais permaneceram a uma profundidade de 12cm, a figura 2 ilustra a montagem do delineamento:



**Figura 2:** Representação do preenchimento do vaso com terra e pilhas.  
**Fonte:** elaboração própria, 2014.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com sete tratamentos em seis repetições, totalizando 42 vasos, conforme a tabela 1:

**Tabela 1:** Delineamento experimental

Tratamentos	Repetições	Quantidade de pilhas depositadas	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 às seguintes classificações: tamanho médio, já usadas, com datas de vencimentos no ano de 2015, sem ter características de deterioramentos, sendo pilhas dos tipos AA secas e pilhas AA alcalinas (Figura 3).



**Figura 3:** Pilhas secas e alcalinas empregadas no experimento.

**Fonte:** elaboração própria, 2014.

Os vasos com as pilhas depositadas permaneceram por um período de oito meses, na área externa da escola. Com a finalidade de isolamento do solo

e para evitar que os resíduos produzidos pelos vasos lixiviassem o solo, os recipientes foram acondicionados sobre uma manta plástica, segundo a metodologia descrita por Biczak et al. [66], conforme a figura 4.



**Figura 4:** Disposição dos vasos sobre manta plástica, antes de dispor nos pratos.  
**Fonte:** elaboração própria AMC, 2014.

Também foram usados em cada vaso pratos de PVC, entre a manta plástica e os vasos.

Todos os vasos foram irrigados diariamente com 100mL de água destilada, com exceção do período chuvoso.

### **2.2.2. Amostragem do solo para análise microbiológica e química**

Mensalmente, foram retiradas amostras de 10g de solo de cada vaso, utilizando-se um amostrador cilíndrico, construído com cano de PVC de 4cm de diâmetro. Para o procedimento, os vasos foram irrigados e as amostras colhidas na parte interna dos vasos a uma profundidade de 10cm da superfície do solo. Consistiu em movimentos circulares até atingir a profundidade desejada e cuidadosamente a amostra foi retirada.

As amostras foram acondicionadas em embalagens plásticas e higiênicas, identificadas e transportadas em caixas isotérmicas ao laboratório

para análise microbiológica. As amostragens foram realizadas em intervalos de 30 dias por um período de 8 meses.

Para determinação dos componentes químicos do solo de cada vaso, foram retirados 100g de solo, sendo consideradas como subamostras de cada tratamento. Todas as subamostras do mesmo tratamento foram acondicionadas em uma mesma embalagem plástica, identificadas e homogeneizadas, constituindo, assim, na amostra para análise química. Para o transporte dessas amostras, foram usadas caixas isotérmicas.

### **2.2.3. Análise microbiológica do solo**

As amostras de solo foram homogeneizadas e 10g de solo diluído em 90mL de solução salina estéril (NaCl, 0,5%), constituindo a diluição  $10^{-1}$ , e agitadas por 30 minutos a 250rpm. Posteriormente, foram realizadas as diluições seriadas (até  $10^{-6}$ ).

O isolamento dos micro-organismos foi realizado pela técnica de *pour plate* em meio Plate Count Agar (PCA) [67] em que, para bactérias, o isolamento foi suplementado com nistantina e, para fungos, foi empregada a ágar batata foi suplementada com cloranfenicol. 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 à morfologia colonial, micromorfológico celular [68-70]. Logo, as culturas bacterianas foram submetidas à coloração de Gram e analisadas em microscópio de luz convencional (modelo ZEISS), utilizando a objetiva de 100 com óleo de imersão ocular de 10X, sendo agrupadas como Gram-positivas e Gram-negativas. Os fungos foram corados com Azul de algodão, e avaliados em microscópio de luz convencional (modelo ZEISS), utilizando a objetiva de 40 ocular de 10X.

Uma vez identificados os grupos bacterianos e fúngicos, foi calculada a porcentagem de redução de micro-organismos. Utilizando o *software* Assistat,

foram elaborados os gráficos para melhor visualização das contagens da microbiota presente nas amostras.

#### **2.2.4. Análise química do solo**

No laboratório de Fertilidade do Solo, da Universidade Estadual Paulista, (UNESP), localizado na cidade de Ilha Solteira – SP, foram realizadas as análises químicas pelo método padrão de análise de solos.

### **2.3. Experimento 2: Avaliação do efeito da deposição de pilhas alcalinas e secas sobre o desenvolvimento do rabanete (*Raphanus sativus* L.)**

#### **2.3.1. Delineamento experimental e condução do experimento**

O experimento foi conduzido em vasos de PVC de volume de 5 litros, com diâmetro basale superior de 18cm e de 28cm, respectivamente, e altura de 30 cm. Os vasos foram preenchidos com substrato Plantmax<sup>®</sup>, sendo que primeiramente cada vaso recebeu substrato até a altura de 10cm, a partir da base do vaso, foram depositadas as pilhas de acordo com o tratamento e, por último foi acrescentado o substrato com a finalidade de cobrir as pilhas, as quais permaneceram a uma profundidade de 15cm.

Os vasos foram deixados em repouso por um período de 180 dias, quando se procedeu a amostragem para análise química e a semeadura do rabanete (Sakata<sup>®</sup>), depositando na superfície 3 sementes por vaso e, em seguida, foi distribuída uma fina camada de substrato com a finalidade de cobrir as sementes.

Os recipientes foram irrigados diariamente com 100ml de água destilada. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com sete tratamentos, dez repetições, totalizando 70 parcelas (Tabela 2):

**Tabela 2:** Delineamento do experimento com sementes.

<b>Tratamentos</b>	<b>Repetições</b>	<b>Quantidade de pilhas depositadas</b>	<b>Tipo de pilha</b>	<b>Sementes por vaso</b>
1	10	0	Nenhum	3
2	10	1	Alcalina	3
3	10	2	Alcalina	3
4	10	4	Alcalina	3
5	10	1	Seca	3
6	10	2	Seca	3
7	10	4	Seca	3

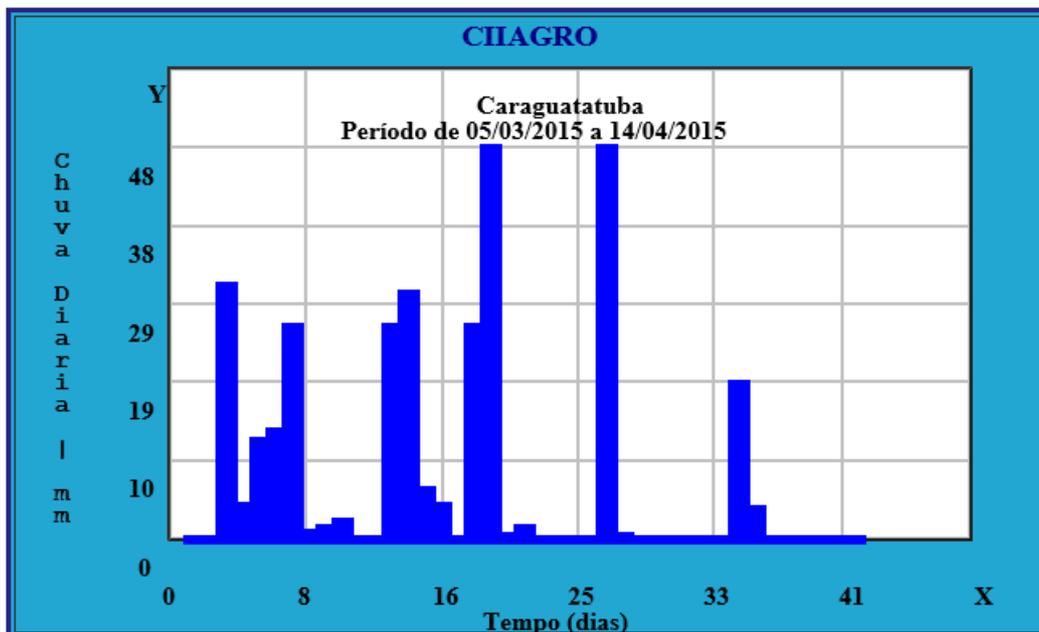
No plantio, foi utilizado o biofertilizante Vetor-1000, fabricado por Lieknin, Indústria e Comércio de Fertilizantes Orgânicos Ltda., cuja composição química está descrita na tabela 3. A solução do biofertilizante foi preparada utilizando-se 1mL do biofertilizante diluído em 1L de água destilada, foram empregados 100mL de solução no plantio e nos 20 dias após semeadura.

**Tabela 3:** Composição química do biofertilizante vetor 1000.

<b>Composição</b>	<b>mg / 100 mL</b>
Ácido aspártico	328,57
Treonina	203,89
Serina	139,93
Ácido glutâmico	346,94
Prolina	219,99
Glicina	389,07
Alanina	ND*
Cistina	239,35
Valina	227,95
Metionina	186,61
Isoleucina	431,36
Tirosina	115,11
Fenilalanina	205,97
Lisina	296,94
Histidina	110,87
Triptofano	16,66
Arginina	222,66
Amônia	131,62

\* ND= não detectado

No período experimental ocorreram intensas precipitações entre os meses de março a abril, conforme os dados da figura 5.



**Figura 5:** Registro de precipitação em Caraguatatuba –SP.

**Fonte:** <http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/Graficos/graficos.asp?Fator=Chuva&Tipo=Diaria>

O período de duração do experimento entre a semeadura e a colheita das plantas foi de quarenta dias. A partir do material colhido, foram avaliados os seguintes parâmetros: comprimento e fitomassa das raízes e fitomassa da parte aérea.

Para obtenção da fitomassa fresca, as plantas foram lavadas para retirada das sujidades e o excesso de água foi eliminado com o uso de papel absorvente, procedendo-se a pesagem em balança digital. Para obtenção da fitomassa seca da parte aérea e das raízes, foram deixadas em estufa com circulação forçada de ar a 56°C por 72 horas e pesados em balança analítica.

Os dados obtidos foram tabulados e submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança, para comparar os tratamentos nas variáveis: comprimento da parte aérea, comprimento da raiz, peso das folhas frescas, peso das folhas secas, peso da raiz fresca e peso da raiz seca.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Efeito da deposição de pilhas sobre características do solo

Na tabela 4 estão apresentados os resultados analíticos dos solos coletados e homogeneizados das amostras dos respectivos vasos, ou seja, resultados dos solos presentes nos vasos sem e com deposição de pilhas secas e alcalinas. Verificou-se que houve variação na concentração dos macronutrientes e dos micronutrientes analisados.

Constatou-se aumento de cálcio, sendo mais notável quando foram depositadas 2 pilhas secas e 2 e 4 pilhas alcalinas. Em relação ao pH e matéria orgânica, não foram verificadas variações significativas entre os diferentes tratamentos. Não foi detectada presença de alumínio nas amostras (Tabela 4).

Verificou-se aumento na concentração de fósforo em todos os tratamentos com deposição de pilhas, sendo maior o incremento quando foram empregadas 2 pilhas alcalinas, 2 e 4 pilhas secas.

Diminuiu a concentração de potássio quando o solo foi tratado com as pilhas secas e com 1 e 2 pilhas alcalinas. No entanto, aumentou a concentração deste elemento quando foram depositadas 4 pilhas alcalinas. Já a presença de 1 pilha alcalina no solo reduziu o magnésio, mas as 2 e 4 pilhas secas e alcalinas induziram o seu aumento nas respectivas amostras. O solo tratado com ambos os tipos de pilhas apresentou menor concentração de enxofre quando comparado com o solo que não recebeu as pilhas (Tabela 4).

Constatou-se que os micronutrientes boro, cobre, manganês, ferro e zinco apresentaram variações nas concentrações (Tabela 4), em solos tratados com 2 e 4 pilhas alcalinas foi observado aumento de concentração de boro, enquanto que nos demais tratamentos verificou-se diminuição deste elemento no solo. No entanto, o aumento da concentração de manganês e de zinco foi proporcional ao aumento do número de pilhas, independente do tipo (alcalina ou seca). Resultados semelhantes foram observados para o elemento manganês (Tabela 4).

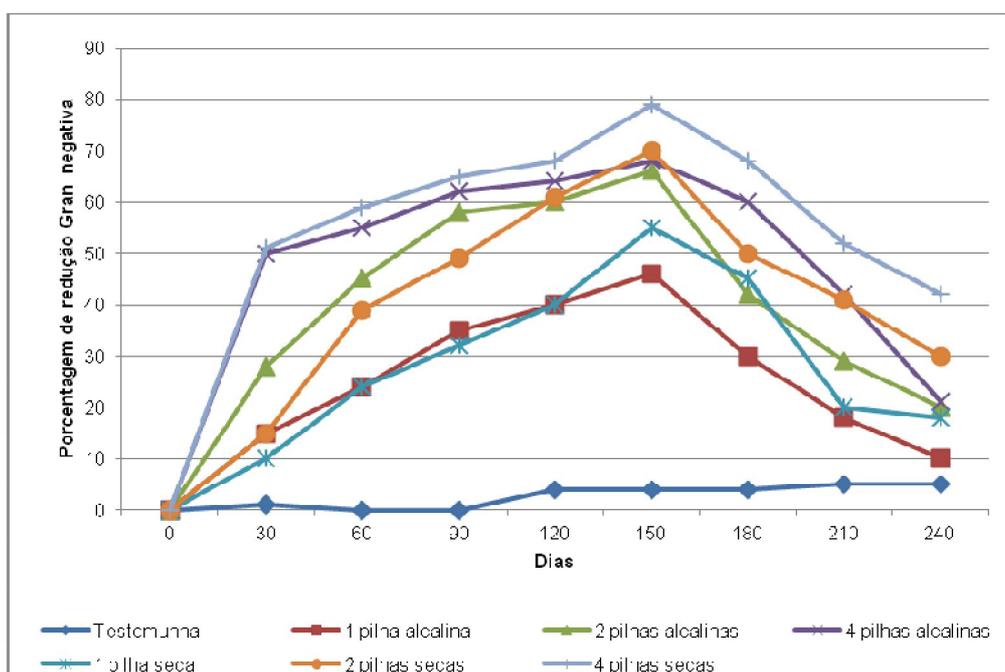
**Tabela 4:** Resultados analíticos das amostras de solos sem e com deposição de pilhas alcalinas e secas por 240 dias.

Tratamentos	P Fósforo mg/dm <sup>3</sup>	MO Matéria Orgânica g/dm <sup>3</sup>	pH mmolc/ dm <sup>3</sup>	K Potássio mmolc/ dm <sup>3</sup>	Ca Cálcio mmolc/ dm <sup>3</sup>	Mg Magnésio mmolc/ dm <sup>3</sup>	B Boro mg/ dm <sup>3</sup>	Cu Cobre mg/dm <sup>3</sup>	Mn Manganês mg/dm <sup>3</sup>	Fe Ferro mg/dm <sup>3</sup>	Zn Zinco mg/dm <sup>3</sup>	Al Alumínio mmolc/dm <sup>3</sup>	S SO4 Enxofre mg/dm <sup>3</sup>
0 pilhas	1640	40	6.7	15.3	239	77	0.79	21.7	11.8	99	39.3	0	97
1 pilha seca	1760	41	6.7	11.1	258	76	0.76	22.8	12.8	106	42.8	0	20
2 pilhas secas	2140	43	6.8	15.2	273	92	0,84	26.3	13.7	116	44.2	0	39
4 pilhas secas	1740	43	6.7	11.8	247	86	0.87	26.7	14.1	118	58.3	0	32
1 pilha alcalina	1860	43	6.8	22.5	224	67	0.62	27.8	12.8	116	31.9	0	21
2 pilhas alcalinas	2620	37	6.6	10.6	337	83	0.62	29.7	13.4	116	48.2	0	23
4 pilhas alcalinas	2200	41	6.6	11.2	290	102	0.71	36.7	14.9	117	55.1	0	69

### 3.2. Efeito da deposição de pilhas sobre microbiota do solo

Nas figuras 6 e 7 estão apresentadas as porcentagens de redução da população de bactérias importantes ao solo, as Gram-positivas e as Gram-negativas, respectivamente, em solos tratados com pilhas alcalinas e secas.

Constatou-se que ambos os grupos, Gram-negativo e Gram-positivo, foram afetados pela deposição de pilhas.

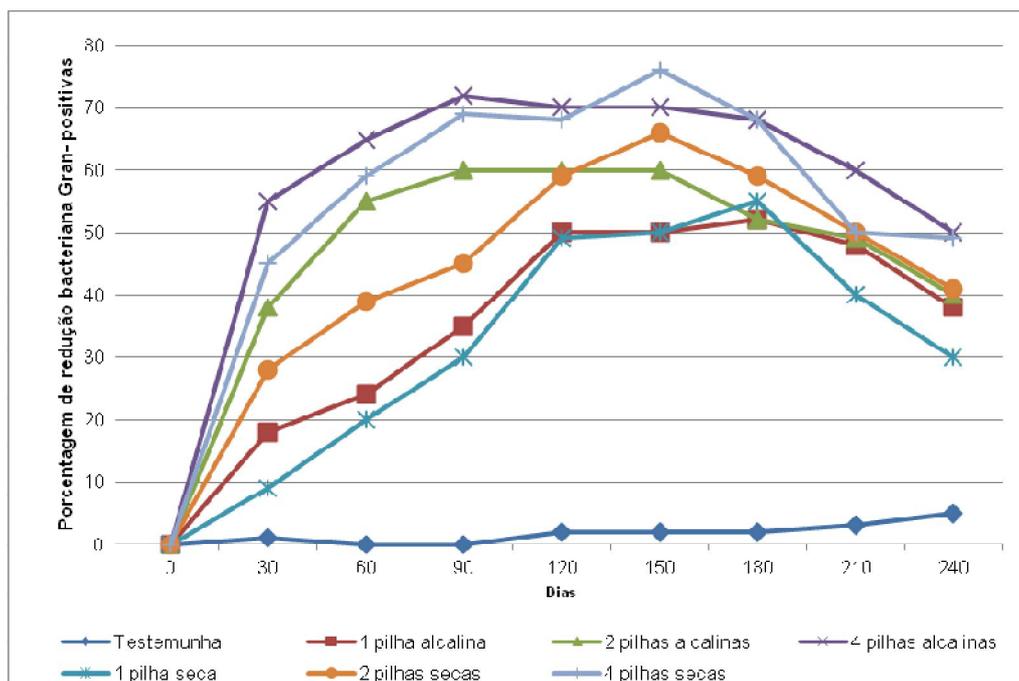


**Figura 6:** Porcentagem de redução de bactérias Gram-negativas em solos tratados com pilhas alcalinas e secas.

Fonte: Adaptação do *software* Assisat.

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 (Figura 6). Este fato não foi verificado nas bactérias Gram-positivas (Figura 7).

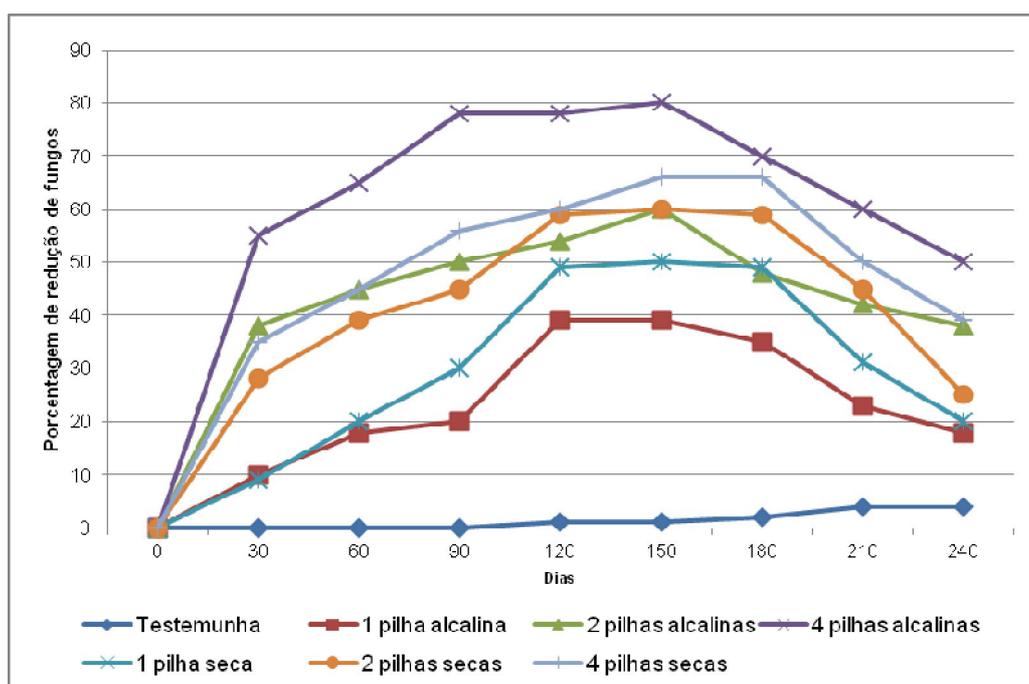
Verificou-se redução bacteriana por um período de 5 meses, quando se iniciou a recomposição numérica das bactérias.



**Figura 7:** Porcentagem de redução de bactérias Gram positivas em solos tratados com pilhas alcalinas e secas.

Fonte: Adaptação do *softwareAssistat*.

Em relação ao efeito das pilhas alcalinas e secas sobre a população de fungos, da população fúngica por um período de 120 dias, quando se constatou estabilização no número de células viáveis, entre o 120<sup>o</sup> e o 150<sup>o</sup> dias, após este período iniciou-se recomposição numérica da população (Figura 8).



**Figura 8:** Porcentagem de redução de fungos em solos tratados com pilhas alcalinas e secas.

Fonte: Adaptação do *softwareAssistat*.

### 3.3. Efeito da deposição de pilhas sobre o desenvolvimento do rabanete

Na tabela 5 estão apresentados os resultados referentes ao desenvolvimento do rabanete em condições de solo tratado sem e com deposição de pilhas secas e alcalinas.

**Tabela 5:** Médias da fitomassa fresca (F.F.) e da, fitomassa seca (F.S.) da parte aérea e das raízes para plantas de rabanete submetidas aos diferentes tratamentos.

Variáveis	Tratamentos						
	0 pilhas	1 pilha seca	2 pilhas secas	4 pilhas secas	1 pilha alcalina	2 pilhas alcalinas	4 pilhas alcalinas
F. F. parte aérea *	34,14 a	12,54 c	11,05 c	11,45 c	22,96 b	12,61 c	11,22 c
F. S. parte aérea*	12,23 a	2,25 b	1,98 bc	1,45 c	3,28 b	2,76 b	0,99 bc
F. F. raízes*	45,76 a	8,45 bc	8,00 bc	3,95 c	20,22 b	9,89 bc	9,00 bc
F. S.raízes *	12,08 a	1,05 bc	0,80 c	0,08 c	6,77 b	3,58 bc	1,23 bc

\* Médias seguidas letras diferentes nas linhas diferem entre si quanto aos respectivos tratamentos utilizados ( $p < 0,05$ ), os valores estão maiores por ordem crescente a, b, c  
 F.F.: fitomassa fresca  
 F.S. fitomassa seca

A deposição de pilhas secas no solo influenciou de maneira negativa o desenvolvimento radicular do rabanete, sendo independente do número (tabela 5, Figura 9).

Constatou-se que, além do escasso desenvolvimento, as raízes apresentaram rachaduras (Figura 9B).

O efeito sobre a parte aérea não foi tão drástico (Figura 9), porém foram verificadas diferenças estatísticas significativas (Tabela 5).

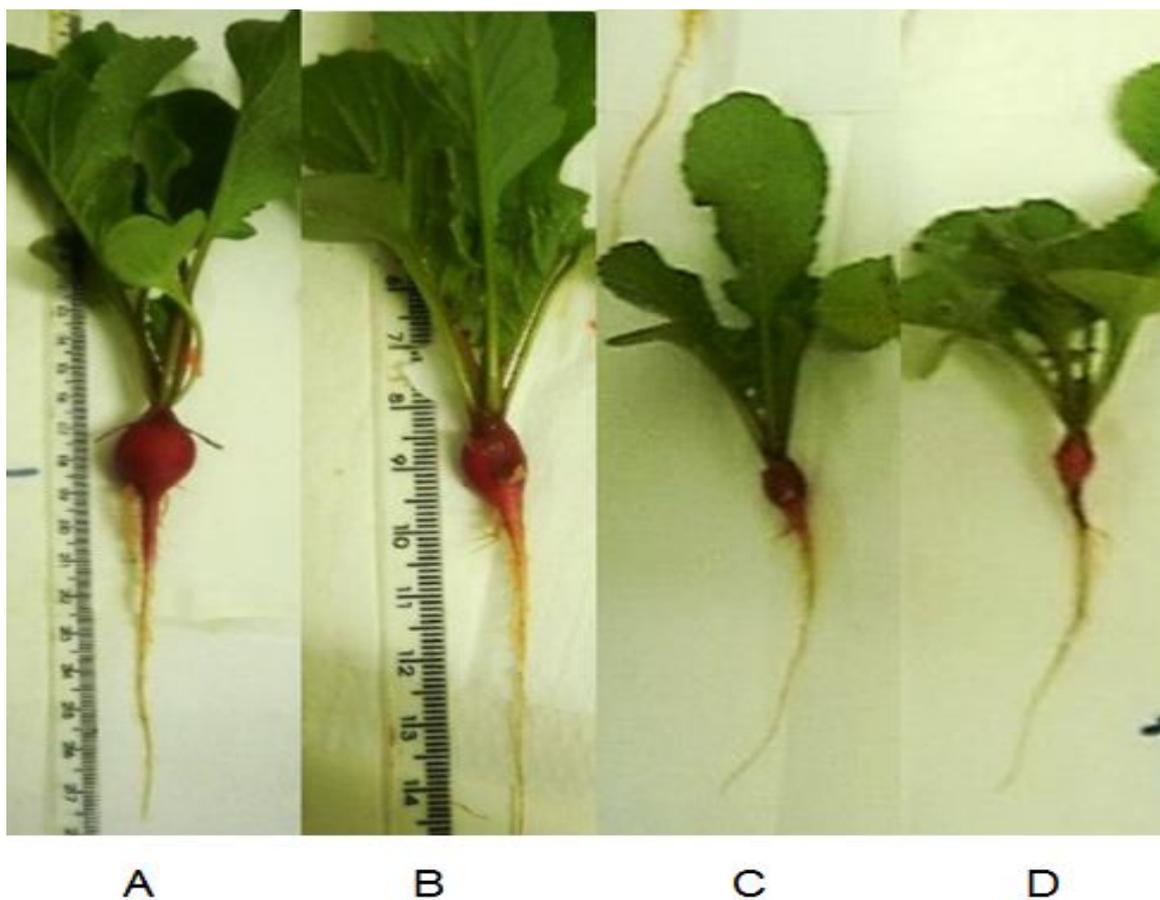


**Figura 9:** Desenvolvimento do rabanete em solo sem e com deposição de pilhas secas. A: testemunha sem deposição de pilhas, B: deposição de 1 pilha, C: deposição de 2 pilhas, D: deposição de 4 pilhas.

**Fonte:** elaboração própria AMC, 2015.

O efeito das pilhas alcalinas no desenvolvimento radicular do rabanete foi menor que o produzido pelas pilhas secas (Tabela 5, Figuras 9 e 10).

No entanto, verificou-se menor fitomassa fresca e seca das raízes quando comparadas com o tratamento sem deposição de pilhas.



**Figura 10:** Desenvolvimento do rabanete em solo sem e com deposição de pilhas alcalinas. A: testemunha sem deposição de pilhas, B: deposição de 1 pilha, C: de posição de 2 pilhas, D: deposição de 4 pilhas

**Fonte:** elaboração própria AMC, 2015.

As raízes, provenientes dos tratamentos com as pilhas, apresentaram externamente manchas escuras e brancas (Figura 10 B, C, D).

Quanto às características internas das raízes, as tratadas com pilhas alcalinas e secas apresentaram aspecto esponjosos e amarelo claro, enquanto que as obtidas do solo sem pilhas se caracterizaram pela coloração externa vermelha (Figuras 9 e 10 A) e internamente aspecto, compacto, uniforme e branco.

## 4. DISCUSSÃO

O solo é um recurso natural vital para o funcionamento do ecossistema terrestre e representa um balanço entre fatores físicos, químicos e biológicos, mas pode ser quebrado pelas atividades antrópicas, as quais podem acarretar riscos em diferentes níveis biológicos, podendo em alguns casos ser letal [15, 17].

Os solos são expostos a ações naturais e antropogênicas que podem influenciar de forma benéfica ou prejudicial. Corrêa [72] escreve sobre 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.

A disponibilidade de nutrientes no solo é dependente de uma série de fatores, que devido às diferentes interações que ocorrem, o uso e monitoramento das relações entre nutrientes no solo pode ser uma das formas adequadas para proporcionar um equilíbrio nutricional para as plantas, segundo os estudos de Salvador *et al.* [73].

Bardini [74] escreveu que a deposição de pilhas no solo pode fornecer a este: mercúrio, cádmio, chumbo, lítio, níquel, bióxido de manganês, zinco e cobalto. O cobre e o zinco ocorrem naturalmente no solo, no entanto, o aumento na concentração destes elementos provavelmente está relacionado à presença dos mesmos em ambos os tipos de pilhas depositadas no solo [16-18].

No presente trabalho verifica-se que o aumento da concentração de cobre, manganês e de zinco foi proporcional ao aumento do número de pilhas, independente do tipo (alcalina ou seca). Esses elementos, quando em concentrações acima do limite, causam efeitos prejudiciais à planta [15] e conseqüentemente à saúde humana, pois, o zinco (Zn) provoca no homem a irritação gastrointestinal e vômitos; o bióxido de manganês ( $MnO_2$ ) causa anemia, dores abdominais, vômitos, crises nervosas, dores de cabeça, seborréia, impotência, tremores nas mãos, perturbação emocional [74]. O cobre é um elemento traço essencial e sua homeostase é importante,

principalmente em idosos [75], no entanto, quando em excesso pode causar efeitos tóxicos, associados à hipercupremia - doença de Wilson, que consiste basicamente no acúmulo de cobre nos hepatócitos, provocando alterações cerebrais e hepáticas irreversíveis. Outra característica dessa doença é a deposição de cobre na córnea [76].

Os resultados obtidos nesta pesquisa (Tabela 4) alertam em razão dos aumentos nas quantidades dos metais, como o zinco e o cobre por serem considerados sérios poluentes ambientais, devido a suas propriedades de bioacumulação por meio da cadeia alimentar e seus efeitos tóxicos no organismo humano [23, 17], principalmente porque muitas espécies vegetais acumulam metais pesados tanto nas raízes quanto na parte aérea [77].

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 [7-8].

O presente trabalho comprovou que ambos os grupos de bactérias (Gram-positivo e Gram-negativo) foram afetados pela deposição de pilhas, sendo maior quando o solo foi tratado com 4 pilhas, sendo que o efeito foi superior com as pilhas secas nas bactérias Gram-negativas (Figura 6 e 7). Quanto à quantidade da população de fungos, constatou-se maior efeito deletério das pilhas alcalinas. Este resultado, provavelmente, está relacionado com as características das pilhas alcalinas que apresentam na sua composição uma mistura eletrolítica que contém hidróxido de potássio ou de sódio [18], que pode ter interferido na população de fungos, que apresentam melhor desenvolvimento em meios ácidos [68].

Os resultados mostram que há necessidade de alertar sobre os perigos das interferências humanas, elas são inúmeras e 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 [78, 3, 35].

A determinação das densidades populacionais na comunidade microbiana dos solos é importante, tanto na identificação de fatores que influenciam o equilíbrio microbiológico dos solos, como na caracterização das relações entre grupos e espécies de micro-organismos. Desse modo, Previatti [3] afirma que estudos dessa natureza podem fornecer subsídios para programas de conservação e de recuperação de áreas degradadas.

A contaminação dos ecossistemas agrícolas por metais pesados ganhou atenção porque afeta a qualidade das culturas e da saúde humana [79-81]. Mesmo baixas concentrações de metais pesados em culturas alimentares podem ser prejudiciais por causa da falta de um mecanismo para a sua eliminação pelo vegetal e porque não é usual a determinação da concentração dos mesmos. Entretanto, os estudos [2, 76, 82] indicam a eficácia de algumas hortaliças em acumular metais pesados do ambiente contaminado para correção de solos com acúmulos de alguns metais indesejados.

Com a deposição de pilhas alcalinas e secas no solo revelaram-se as alterações na composição dos elementos químicos do mesmo (Tabela 5). Esta perturbação nas características do solo influenciou o desenvolvimento das raízes do rabanete, sendo que as pilhas secas apresentaram um efeito negativo superior, no entanto as alcalinas provocaram manchas brancas e escuras nas raízes (Figuras 9 e 10). Segundo Kumar [77] o uso de efluentes da indústria de pilhas e baterias, mesmo após o tratamento e diluição subsequente, causa alterações bioquímicas em rabanete, resultando na acumulação de metais pesados (cobre, cádmio, chumbo e cromo) nas partes comestíveis da planta, razão pela qual a utilização desses efluentes na agricultura deve ser desencorajado.

Tal afirmação, revela o potencial das plantas para extrair metais, a partir do solo, ocorrendo até um determinado nível de concentração desses metais. Depois disso, quando a concentração de metais é alta, a taxa fitoextração de metal ou coeficiente de bioacumulação diminui

consideravelmente. De acordo com estas afirmações, é possível supor que as plantas de rabanete obtidas nesta pesquisa (Figuras 9 e 10 B,C,D) apresentaram bioacumulação dos elementos zinco e cobre devido ao aumento dos mesmos no solo (Tabela 5).

Frente às evidências da interferência negativa ao ambiente que ocasiona a deposição inadequada das pilhas, surge a necessidade de um trabalho que oriente a população quanto ao cuidado no descarte desses materiais. A educação ambiental e as atividades pedagógicas tornam-se ferramentas fundamentais na conscientização sobre a necessidade de preservação do meio ambiente e, conseqüentemente, da saúde da população humana.

## 5. CONCLUSÃO

Ao realizar a sequencia da pesquisa, foi possível avaliar o efeito da deposição inadequada de pilhas secas e alcalinas no solo e as consequências do uso desse solo no plantio de rabanete.

Teve como resultado a demonstração que a deposição de pilhas alcalinas e secas no solo modifica as características químicas e as quantidades dos micro-organismos presentes nos solos dos recipientes experimentados.

Com a deposição das pilhas nos respectivos recipientes, alterações foram provocadas nos macro e micronutrientes, concomitantemente, houve o aumento de ferro, zinco e cobre. Sendo que a maior elevação desses elementos foi verificada quando no solo se empregou a quantidade de quatro pilhas.

O trabalho constatou a diminuição da microbiota do solo, quanto à quantidade da população de bactérias Gram-positivas, Gram-negativas e de fungos.

Ao comparar as quantidades presentes em cada amostra foi possível mensurar, em porcentagens, a redução em todos os tratamentos, inclusive houve maior redução de fungos nos grupos com as pilhas alcalinas.

Notou-se que o fato do solo ter a presença das pilhas no plantio de rabanetes causou efeitos negativos, tanto no desenvolvimento radicular quanto na qualidade da raiz do rabanete.

Quanto às partes radiculares dos rabanetes se apresentaram com características esponjosas e coloração amarela na parte interna.

Já as raízes provenientes das amostras das pilhas alcalinas estavam escurecidas e com manchas brancas na raiz.

A parte superior da planta não foi afetada no seu desenvolvimento e cresceram dentro do esperado.

Diante de todos os resultados aqui apresentados, comprova-se que há a necessidade urgente da realização de atividades educacionais por meio das ações que a Educação Ambiental pode desenvolver nas comunidades e municípios.

Conclui-se que é preciso que ocorra a divulgação dos trabalhos acadêmicos sobre preservação e manutenção da biodiversidade, iniciativas de trabalhos voltados ao bom manejo de solo, busca de estratégias sustentáveis que promovam a diversidade da microbiota do solo, propagação dos locais do descarte das pilhas, acompanhamento dos descartes de resíduos urbanos e tecnológicos bem como a adoção do descarte assertivo de pilhas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cannata, MG. Efeito de cádmio e chumbo no desenvolvimento de rúcula (*Eruca sativa* L.), rabanete (*Raphanussativus* L.) e feijoeiro (*Phaseolusvulgaris* L.) em solução nutritiva. Lavras: UFLA, 2011.
2. Abdullah, WS, Sarem SM. The Potential of Chrysanthemum and Pelargonium for Phytoextraction of Lead - Contaminated Soils Jordan Journal of Civil Engineering, v. 4, N. 4,p. 406-416, 2010.
3. Previati R, Silva JRR, Souza CR, Janke L. Isolamento e quantificação das populações de bactérias em geral e de Actinomicetos presentes no solo. Arquivos de Ciências Veterinárias e Zootecia, Umuarama, v. 15, n. 2, p. 155-160, 2012.
4. Moreira FMS & Siqueira JO. Microbiologia e bioquímica do solo. 2ª ed. Lavras: UFLA, 2006. 729 p.
5. Valpassos MAR, Cavalcante EGS, Cassiolato A.M.R, Alves MC. Effects of soli management systems on soil microbiota activity bulk density and chemical properties. Pesquisa Agrapecuária Brasileira, Brasília, v.36, n.12, p.1539-1545, 2001.
6. Bustamante MMC, Medina E, Asner GP, Nardoto G B, Garcia-Montiel DC. Nitrogen cycling in tropical and tempestad savannas. BIOGEO chemistry, Dordrecht, v.79, p.209-237, 2006.
7. Cho YG, Rhee SK, Lee, ST. Effect of soil moisture on bioremediation of chlorophenol-contaminated soil. Biotechnology Letters, v.22, p.915-919, 2000.
8. Pu X, Cutright, T. Degradation of pentachlorophenol by pure and mixed cultures in two different soils. Environmental Science andPollutionResearch, v.14, p.244, 2007.
9. Legat LNA, Brito JL .O mercúrio em cetáceos (Mammalia, Cetacea): uma revisão. Revista OecologiaAustralis, Rio de Janeiro, dez. 2010. Disponível em: <http://www.oecologiaaustralis.org/ojs/index.php/oa/article/viewArticle/oeco.2010.1404.14>. Acesso: 14/jun/2015
10. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – Lei nº 12.305 – Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Publicado Diário Oficial da União: 02/8/2010. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>, Acesso em 12/abr/2015.
11. Espinosa DCR, Tenório JAS. Reciclagem: Reciclagem de baterias: análise da situação atual no Brasil. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, São Paulo, v. 2, p.14-20, dez. 2004. Disponível em: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsare/e/proypilas/pilas.pdf>. Acesso: 14/ jun/ 2015.

12. Lal R. Global potencial of soil carbon sequestration to mitigate the greenhouse effect. *Critical Reviews in Plant Sciences*. Boca Raton, v. 22, p. 151-158; 2003.
13. Rodrigues AM. A revolução tecnológica e o território: realidades e perspectivas. *Terra Livre- AGB*, São Paulo, n.9, p.7, jul-dez, 1991
14. ABRELPE. Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Atlas Brasileiro de emissões de GEE e potencial energético na destinação de resíduos sólidos.  
Disponível: [http://www.abrelpe.org.br/noticias\\_detalhe.cfm?NoticiasID=2091](http://www.abrelpe.org.br/noticias_detalhe.cfm?NoticiasID=2091)  
Acesso: 20/ mai/2015.
15. Atuanya EI, Oseghe EO. 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.
16. Lima FS, Nascimento CWA, Silva FBV, Carvalho VGB, Ribeiro Filho MR. 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.
17. Dinu LD, 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.
18. INMETRO -Relatório sobre Análise em Pilhas Alcalinas e Zinco-Manganês. Divisão de Orientação e Incentivo à Qualidade – Divi, Diretoria da Qualidade – Dqual, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2011.  
Disponível: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/pilhas.asp> . Acesso: 25/jul/2015.
19. Reidler NMVL, Günther WMR. Impactos sanitários ambientais devido aos resíduos gerados por pilhas e baterias usadas. In: Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitária y Ambiental. 2002.
20. Furtado JS. Baterias esgotadas: legislações & gestão. Relatório elaborado para o Ministério do Meio Ambiente do Brasil. Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Urbanos. Projeto de Redução de Riscos Ambientais. São Paulo. Fev. 2004, p. 2 de 95.
21. Palácios MP. Pilhas usadas poderiam virar corretivo de solo, mas falta coleta seletiva. *Revista Rumo Sustentável*. Disponível em <http://www.rumosustentavel.com.br>. Acesso: 27/mar/2015.
22. AgourakisDC, Camargo IMC, Cotrim MB, Flues M. Comportamento de zinco e manganês de pilhas alcalinas em uma coluna de solo. *Revista Química Nova*. Vol.29. nº5. 960-964. 2006.

23. Gomes ACL, Melo SR. Batteriesandtheirhazardouseffects. Arquivos do Mudi, Maringá. v.10, n.3, p.10-5, 2006.
24. CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) Resolução nº. 257 de 30.06.1999. DOU – Diário Oficial da União. 22.07.1999.
25. Mantuano DP, Espinosa DCR, Wolff E, Mansur MB, Schwabe WK. Pilhas e baterias portáteis: legislação, processos de reciclagem e perspectivas. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, São Paulo, n. 21, p.1-7, 2011.
26. Mengel K, Kirkby EA. Principles of plant nutrition. 4ed. Bern: International Potash Institute, 1987. 655p.
27. Paiva, HN, Carvalho JG; Siqueira JO. Índice de translocação de nutrientes em mudas de cedro (*CedrelafissilisVell.*) e de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl.) submetidas a doses crescentes de cádmio, níquel e chumbo. Revista Árvore, Viçosa, v. 26, n.4, p. 467-473, 2001.
28. Soares, CRFS, Accioly AMA de, Marques TCLLSM de, Siqueira JO, Moreira FMS. Acúmulo e distribuição de metais pesados nas raízes, caule e folhas de mudas de árvores em solo contaminado por rejeitos de industria de zinco. Revista Brasileira Fisiologia Vegetal, v. 13, p. 302-315, 1999.
29. Silveira APD, Freitas SS. Microbiota do solo e qualidade ambiental. Campinas: Instituto Agrônômico, 2007. 312 p.
30. Medeiros L, Cantaritti RB, Faria ASG. Release ONU declara 2015 como Ano Internacional do Solo. Revista Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, disponível em: [www.sbcs.org.br/?post\\_type=noticia&p=3810](http://www.sbcs.org.br/?post_type=noticia&p=3810) acesso: 20/abr/2015.
31. Feeney DS, Crawford JM, Daniell T, Hallet PD, Nunan N, Ritz K, Rivers M. & Young M. Tree-dimensional microorganization of the soil-root-microbe system. Microb. Ecol.52, 151-158, 2006.
32. Andreola F, Fernandes SSF. A microbiota do solo na agricultura orgânica e no manejo das culturas. Microbiota do Solo e a Qualidade Ambiental-Capítulo2. Instituto Agrônômico, Campinas, SP, 2007.
33. Burnett G, W, Schuster GS. Microbiologia Oral e Enfermidade infecciosas. Panamericana, Buenos Aires, 1982, p. 31-70.
34. Nisengard, RJ, Newman MG. Oral Microbiology and Immunology. 2ª ed., Philadelphia, Saunders, 1994, 477 p.
35. Zarraonaindia I, Owens, SM, Weisenhorn P, Wet K, Hampton-Marcell J, Lax S, Bokulich NA, Mills DA, Martin G, Taghavi S, Van der Lelie D, Gilbert JA. The soil microbiome influences grapevine-associated microbiota. Washington, v.6, n.2, p.1-10. 2015, doi:10.1128/mBio.02527-14.

36. Heinemeyer A, Hartley IP, Evans SP, Fuente JA, Ineson P. Forest soil CO<sub>2</sub> flux: uncovering the contribution and environmental responses of ectomycorrhizas. *Global Change Biology*, v.13, n.8, p.1–12, 2007. doi: 10.1111/j.1365–2486.2007.01383.x.
37. Mo JM, Zhang W, Zhu WX, 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: 10.1111/j.1365–2486.2007.01503.x.
38. Fenn KM, Malhi Y, Morecroft MD. Soil CO<sub>2</sub> efflux in a temperate deciduous forest: Environmental drivers and component contributions. *SoilBiologyandBiochemistry*, v.42, p.1685-693, 2010. doi: 10.1016/j.soilbio.2010.05.028.
39. Martí E, Sierra J, CálizJ, Sánchez M, Vila X, Garau MA, Cruañas R. Ecotoxicological tests assessment of soils polluted by chromium (VI) or pentachlorophenol. *Science of the Total Environment*, v.378, p. 53-57, 2007.
40. Coello MD, Barragán J, Aragón C, Quiroga, JM. A new approach to toxicity determination by respirometry. *Environmental Technology*, v.30, p.1601-1605, 2009.
41. 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. p. 1-20, 2015. doi:10.1371/journal.
42. Dai J, Becquer T, RouillerJH,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.
43. Aquino AM, Silva RF, Mercante FM, Correia MEF, Guimarães MF, Lavelle P. Invertebrate soil macro fauna under different ground cover plants in the no-till system in the Cerrado. *European Journal of Soil Biology*, v.44, p.191–197, 2008.
44. Yang X, Chen J. Plant litter quality influences the contribution of soil fauna to litter decomposition in humid tropical forests, southwestern China. *SoilBiology and Biochemistry.*, v.41, p.910–918, 2009.
45. Barros JDS, Silva MFP. Práticas agrícolas sustentáveis como alternativas ao modelo hegemônico de produção agrícola. *Sociedade e Desenvolvimento Rural on line*, v. 4, n. 2, set., 2010. Disponível in: [www.inagrodf.com.br/revista](http://www.inagrodf.com.br/revista). Acesso: 05/set/2015.
46. Kozusny-Andreani, D.I; Andreani Junior, R.; Leitão, R. S. et al. Promotores do crescimento. *Cultivar HF (Pelotas) V. x.*, p 8-10, 2011.

47. Medeiros AS, Silva EG, Luison EA, Andreani Júnior, R, Andreani DIK. Utilização de compostos orgânicos para uso como substratos na produção de mudas de alface. *Revista Agrarian*, v.3, p.261-266, 2010.
48. RajaratnanG, Winter C. Metals in drinking water from new housing estates in the Sydney area. *Environ Res.* 2002. Jun, 89(2): 165-170. Disponível: [www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12123649](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12123649) . Acesso: 20/jul/ 2015.
49. Steffen GPK, Antonioli ZI, Machado RG. Casca de arroz e esterco bovino como substrato para multiplicação de minhocas e produção de mudas de tomate e alface. *Acta Zoológica Mexicana*, v2, p.333-343, 2010.
50. Santos MR, Sediya MAN, Salgado LT, Vidigal SM, Reigado FR. Produção de mudas de pimentão em substratos à base de vermicomposto. *BioscienceJournal*, v.26, p.572-578, 2010.
51. Lopes JC, Mauri J, Ferreira A, Alexandre R S, Freitas AR. Broccoli production depending on the seed production system and organic and mineral fertilizer. *Horticultura Brasileira*, v.30, p.143-150, 2012.
52. Mesquita E F, Chaves L H G, Freitas BV, Silva GA, Sousa MVR, Andrade R. Produção de mudas de mamoeiro em função de substratos contendo esterco bovino e volumes de recipientes. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.7, p.58-65, 2012.
53. Hamadouche NA, Souad DAH, Slimani M, Aques A. Phytoremediation potential of *Raphanussativus* L. for lead contaminated soil. *Acta BiologicaSzegediensis*. v.56, n.1, p:43-49, 2012.
54. Rangel R. Noções gerais sobre outras ciências forenses: Toxicologia Forense. Disponível em: <http://medicina.med.up.pt/legal/NocoiesGeraiCF.pdf>. Acesso em: 07 de julho/2015
55. Piva RC. Bem ambiental. São Paulo: Max Limonad, 2000. 179p. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. Museu de Solos do Rio Grande do Sul. Galeria de Solos do Rio Grande do Sul. Disponível em: [http://w3.ufsm.br/msrs/Galeria\\_de\\_solos.htm](http://w3.ufsm.br/msrs/Galeria_de_solos.htm). Acesso: 03/agosto/2015.
56. Muggler CC, Pinto SFA, Machado VA. Educação em solos: princípios, teoria e métodos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. v.30, p.733-744, 2006.
57. Aparin B, Suhacheva E. Methodology of uninterrupted ecological education on soil science. In: World Congress Soil Science, 17. Thailand, 2002. Abstracts. Bangkok, IUSS, 2002, p. 1685.
58. Guimarães M. Sustentabilidade e educação ambiental. In: Cunha, SB e Guerra AJT. (orgs.). *A questão ambiental: diferentes abordagens*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003, p. 81-103.

59. Miranda DJP. Educação e percepção ambiental: o despertar consciente do saber ambiental para ação do homem na natureza. Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental. v.19, 2007.
60. Luzzardi R. E. S. Educação ambiental: sustentáculo para o desenvolvimento da agricultura sustentável. Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental. v.17, 2006.
61. Brasil. Parâmetros Curriculares Nacionais: meio ambiente; saúde / Ministério da Educação Fundamental. – 3ed. – Brasília: A Secretaria, 2001.
62. Köpper W. Geiger R, Klimate der Erde. Gotha Verlag Justus Perthes. 1928 (Wall – map 120 cm x 200 cm)
63. CARAGUATUBA / SP. Decreto nº 120 – Aprova e institui o Plano Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos do município de Caraguatatuba. Disponível: [www.legislacaoonline.com.br/caraguatatuba/images/leis/htmlD1202014.html](http://www.legislacaoonline.com.br/caraguatatuba/images/leis/htmlD1202014.html) Acesso: 20/abril/2015.
64. Ab'saber NA. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
65. Biczak R, Paulowska B, Balczewski P, Rychter P. The role of the anion in the toxicity of imidazolium ionic liquids. Journal of Hazardous Materials. Volume 274, 14 June 2014, pages 181-190.
66. IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos da Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Litoral Norte: relatório final. São Paulo: IPT, 2000.
67. APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. 21th, Washington. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Washington, 2005.
68. Winn W, Allen S, Koneman EW, Procop G, Schreckenberger P, Woods G. Koneman: Diagnóstico microbiológico, texto e atlas colorido. 6.ed. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan,2008. 1760 p.
69. De La Maza LM, Pezzlo MT, Baron EJ. Atlas de diagnóstico em microbiologia. Ed Artmed. 1999, 216p.
70. Minami, PS. Micologia. Métodos laboratoriais de diagnósticos das micoses. Ed. Manole, 2003, 199p.
71. CIIAGRO- Centro integrado de informações agrometeorológicas. Disponível: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/Graficos/graficos.asp?Fator=Chuva&Tipo=Diaria> Acesso: 25/maio/2015.

72. Correa, JC, Costa, MC, Crusciol, CAC, 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.

73. Salvador, JT. Carvalho TC, Lucchesi LAC. 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.

74. Bardini, R. Pilhas e baterias o lixo tóxico dentro de casa. 2004. Disponível: <http://www.reciclarepreciso.hpg.ig.com.br>. Acesso: 16/abril/2015.

75. Baierle M, Valentini J, Paniz C, Moro A, Barbosa Junior F, Garcia SC. Possíveis efeitos do cobre sanguíneo sobre parâmetro hematológicos em idosas. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*. V46, n.6, p.463-470, 2010.

76. Brito JCF, Coutinho MAP, ALMEIDA HJ, NOBREGA PV. Doença de Wilson – Diagnóstico clínico e sinais das “faces do panda” à ressonância magnética. Relato de caso. *Arq. Neuropsiquiatr* 2005; 63(1): 176-179. Disponível em [www.scielo.br/pdf/anp/v63n1/23622.pdf](http://www.scielo.br/pdf/anp/v63n1/23622.pdf) acesso em 18/08/2015.

77. Kumar N, Baudh K, Kumar S, Dwivedi N, Singh D P, Barman S. C. Accumulation of metals in weed species grown on the soil contaminated with industrial waste and their phytoremediation potential. *EcologicalEngineeringJournal*, v.61, p. 491-495. 2013a.

78. Aburjaile SB, Silva M P, Batista E A F S, Barbosa L P J B, Barbosa FH. Pesquisa e caracterização da diversidade microbológica 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*, v.1, n.2, p. 78-81, 2011.

79. Kumar N, Baudh K, Kumar S, Dwivedi N, Singh D P, Barman S. C. Extractability and phytotoxicity of heavy metals present in petrochemical industry sludge. *Clean Technologies and Environmental Policy*, v. 15, p. 1033-1039, 2013b

80. Kumar N, Baudh K, Kumar S, Dwivedi N, Singh D P, Barman S. C. Toxicity Assessment and Accumulation of Metals in Radish Irrigated With Battery Manufacturing Industry Effluent, *International Journal of Vegetable Science*, 2014:DOI:10.1080/19315260.2014.880771, <http://dx.doi.org/10.1080/19315260.2014.880771>. acesso em 18/08/2015.

81. Raju K, Vishnuvardhan V, Damodharam T. Industrial effluents effect on seedling growth of rice and wheat (*Oryza sativa* L. and *Triticum vulgare* L.). *International Journal of Recent Scientific Research* v:6, n:7, p.4935-4939, 2015. <http://www.recentscientific.com> acesso em 18/08/2015.

82. Salaskar D, Srivastava M, Kale, SP. Bioremediation potential of spinach (*Spinaciaoleracea*L.) for decontamination of cadmium in soil. Current. Science, v.101, n.10, p. 1359-1363, 2011.