

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL**

**Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental**

**ESTOQUE DE CARBONO NO SOLO EM AMBIENTE DE MATA  
ATLÂNTICA NO ESTADO DE PERNAMBUCO**

**MARÍLIA DE MACÊDO ALMEIDA**

**Orientador:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Caroline Miranda Biondi

**Co-orientadores:** Prof. Dr. Edivan Rodrigues de Sousa

Prof. Dr. Fabrício Marcos Oliveira Lopes

Recife, PE

Julho, 2015

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL**

**Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental**

**MARÍLIA DE MACÊDO ALMEIDA**

**ESTOQUE DE CARBONO NO SOLO EM AMBIENTE DE MATA  
ATLÂNTICA NO ESTADO DE PERNAMBUCO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental, Área de Concentração: Controle e Remediação da Poluição.

**Orientador:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Caroline Miranda Biondi

**Co-orientadores:** Prof. Dr. Edivan Rodrigues de Sousa

Prof. Dr. Fabrício Marcos Oliveira Lopes

Recife, PE

Julho, 2015

## Ficha Catalográfica

A447e Almeida, Marília de Macêdo

Estoque de carbono no solo em ambiente de mata atlântica no estado de Pernambuco / Marília de Macêdo Almeida. – Recife, 2015.

60f. : il.

Orientadora : Caroline Miranda Biondi

Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Tecnologia Rural, Recife, 2015.

Inclui referência(s) e apêndice(s).

1. Matéria orgânica 2. Solo 3. Serapilheira 4. Ciclagem de nutrientes I. Bione, Caroline Miranda, orientadora II. Título

CDD 620.8

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL**

**Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental**

**ESTOQUE DE CARBONO NO SOLO EM AMBIENTE DE MATA**  
**ATLÂNTICA NO ESTADO DE PERNAMBUCO**

Marília de Macêdo Almeida

APROVADO EM:      DE                      DE 2015

---

Prof. Dr. Fernando Cartaxo Rolim Neto  
DTR/PPEAMB - UFRPE

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Carolina Borges Lins e Silva  
Departamento de Biologia - UFRPE

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Caroline Miranda Biondi  
Orientadora

---

Prof. Dr. Vicente de Paulo Silva  
**Coordenador do PPEAMB**

Aos meus pais, Nerivaldo e Aparecida, minha avó Laura, minha irmã  
Nathalia e ao meu noivo e grande amor, Victor,  
DEDICO.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela vida, por estar sempre comigo e por mostrar caminhos a seguir quando parecia difícil continuar.

A minha família, minha base e porto seguro. Meus pais, Nerivaldo e Aparecida, meus avós, Laura e Edezio (em memória) e a minha irmã, Nathalia. Pelo amor, carinho, dedicação, incentivo e por sempre me apoiarem em tudo.

Ao meu noivo, Victor Menezes, por todo amor, incentivo, apoio e compreensão. Obrigada por ter contribuído tanto nessa etapa tão importante da minha vida, assim como em todos os momentos. Sem você ao meu lado, tudo teria sido muito mais difícil.

Ao meus tios, tias, primos, primas, amigos e amigas. Especialmente aos meus primos Samara Macêdo e Diego Macêdo e a minha Madrinha Veracilda Almeida, pela acolhida e por ter ajudado a me adaptar a uma realidade/cidade tão diferente. Por todas as nossas risadas e aprendizados em nosso convívio, meu muito obrigada.

A família do meu noivo, da qual já me sinto parte. Obrigada por terem me acolhido de braços abertos e por todo carinho.

A minha Orientadora, Caroline Biondi. Que me permitiu conhecimentos da área acadêmica e sobre a vida. Obrigada pela dedicação, aprendizado, paciência, amizade e até pelos “puxões de orelha” quando foi necessário, tudo contribuiu para meu crescimento profissional e pessoal. Foi um prazer imenso tê-la como Orientadora.

Ao grupo PPBio, principalmente a Professora Ana Carolina e seu Orientando Pedro Sena, por toda disponibilidade e apoio ao desenvolvimento desse projeto.

A Wildson Moraes e Marcos Antonio, por terem sido minha “força” na etapa das coletas. Obrigada pela dedicação e por me darem forças e não me deixar desanimar. Wildson Moraes, além de companheiro de coletas, obrigada pelos ensinamentos e momentos de descontração, desde o laboratório até os almoços no RU.

A Isadora Carvalho, com quem tanto aprendi e me diverti. Obrigada por ter estado comigo desde o início das análises laboratoriais e pela amizade que construímos. Seu auxílio foi fundamental para desenvolvimento deste trabalho. E, a Jennifer Ferreira, pela contribuição em laboratório, apoio e amizade. Meninas, obrigada principalmente por terem tornado os meus dias em laboratório mais felizes.

A Adelazil Neta e João Paulo, pelo apoio e auxílio em algumas etapas das análises químicas.

Aos Professores Clístenes Nascimento e Caroline Biondi, por toda disponibilidade e acolhimento ao Laboratório de Química Ambiental do Solo. Assim, como a todos que fazem parte dessa equipe, que sempre me ajudaram e contribuíram para realização desta pesquisa. Muito obrigada a todos vocês: Josangela, Ygor, Willian, Simone, Tereza, Arthur, Luiz Henrique, Filipe, Franklone, Albérico, Paula, Bruno, Rebeca, Talmo, Cinthia e aos já citados, Izadadora, Jennyfer, Adelazil e João Paulo. Foi uma honra conhece-los e poder trabalhar com pessoas tão competentes e especiais.

Ao Professor Brivaldo Almeida, pela disponibilidade do Laboratório de Física do Solo para desenvolvimento de algumas análises físicas.

Ao Professor Valdomiro Severino e sua orientanda Juliet Emília, pelo apoio e empréstimo de materiais do Laboratório de Mineralogia do Solo para realização das análises de granulometria do solo.

Aos meus coorientadores, Edivan Rodrigues e Pabrcício Lopes, pela contribuição no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental, aos coordenadores e todos os professores e funcionários. Obrigada por todo conhecimento passado e todas as experiências vividas.

A minha turma de mestrado. Tivemos pouco tempo de convívio, mas aprendi algo com cada um. Foi um prazer conhecer vocês.

A minha amiga e colega de mestrado, Yenê Paz. Obrigada pela amizade, construída desde o primeiro dia de aula, por todos os momentos que vivemos e por tudo que aprendi com você.

A FACEPE pela concessão de bolsa e por apoiar o desenvolvimento desse projeto.

E a todos que de forma direta ou indireta estiveram presente nesta etapa de minha vida e contribuíram para seu desenvolvimento e realização. Serei eternamente grata!

## RESUMO

A matéria orgânica do solo constitui o maior reservatório de carbono do solo, comparada à fração mineral. Compreendendo cerca de duas vezes a quantidade de C dos compartimentos atmosfera e biomassa vegetal. Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo determinar o estoque de carbono em solos sob Mata Atlântica no Parque Estadual Dois Irmãos (PEDI), e caracterizar química e fisicamente os solos desta área. As coletas foram realizadas dentro do Sítio Pernambuco, uma das áreas de estudo do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio). Foram coletadas amostras de solo compostas por três amostras simples, das camadas 0-5, 5-10, 10-20, 20-30 e 30-50 cm de profundidade do solo, em 16 pontos, perfazendo um total de 80 amostras de solo. A coleta da serapilheira estocada no piso florestal foi realizada nos 16 pontos, com a utilização de gabarito com dimensões de 0,50 x 0,50 m. As análises químicas do solo determinaram o pH e a disponibilidade dos elementos:  $Mg^{2+}$ ,  $Al^3$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$  e  $Al^+$  trocáveis, H+Al, P, S, C orgânico e N total. Além, das análises físicas, granulometria e densidade do solo, para obtenção do cálculo do Estoque de Carbono. Na serapilheira, foram determinados através da análise química os valores de matéria orgânica; N, mediante destilação da amônia; e os elementos P, Ca, Mg, Na, K e S, após digestão nitro-perclórica. Concluiu-se que, o conteúdo de nutrientes na serapilheira (Ca, Mg, K, S e N) é responsável pela manutenção da fertilidade do solo e que de 50-70% do estoque de carbono está acumulado nos 30 primeiros centímetros de solo, influenciado pelo aporte de matéria orgânica em superfície, entretanto a contribuição da camada de 0-5 cm foi menos relevante, devido a textura arenosa, explicitando a importância do aporte da argila para proteção e manutenção de matéria orgânica no sistema solo.

**Palavras-chave:** Matéria Orgânica do Solo; Serapilheira; Ciclagem de nutrientes.



## ABSTRACT

Soil organic matter is the largest reservoir of soil carbon compared to mineral fraction. Comprising about twice the amount of C of the atmosphere and plant biomass compartments. In this context, the present study aimed to determine the carbon stocks in soils under Mata Atlantica State Park Dois Irmãos (PEDI), and chemical and physically characterize the soil of this area. The collections were made inside the Place, one of the areas of study of the Research Programme on biodiversity (PPBio). Composite soil samples were collected by three simple samples of layers 0-5, 5-10, 10-20, 20-30 and 30-50 cm depth of soil, on 16 points, making a total of 80 soil samples. The collection of litter in the forest floor was stocked held on 16 points, with the use of feedback with dimensions of 0.50 x 0.50 m. Soil chemical analysis determined the pH and the availability of the elements:  $Mg^{2+}$ ,  $Al^3$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$  and  $Al^+$  exchangeable, H+Al, P, S, C organic and N total. In addition, the physical analysis, particle size and density of the soil, for the calculation of carbon stocks. In Burlap, were determined by chemical analysis the values of organic matter; N by ammonia distillation; and the elements P, Ca, Mg, Na, K and S, after digestion nitric perchloric. It was found that the content of nutrients in litterfall (Ca, Mg, K, S and N) is responsible for the maintenance of soil fertility and that of 50-70% of the carbon stock is accumulated in the first 30 cm of soil, influenced by the amount of organic matter in surface, however the contribution of 0-5 cm layer was less relevant because of the sandy texture highlighting the importance of the contribution of clay for protection and maintenance of organic matter in the soil system.

**Keywords:** Soil Organic Matter; Burlap; Nutrient cycling.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Localização do Módulo do PPBio no Parque Dois Irmãos na cidade do Recife-PE.....	24
Figura 2 – Parcela PE2 500, onde foram coletadas as amostras de solo e serapilheira.....	25
Figura 3 – A) Coleta de Solos com auxílio do trado holandês. B) Quadrante para estimativa da serapilheira.....	26
Figura 4 – Composição da serapilheira nos 16 pontos de coleta.....	35
Figura 5 – Serapilheira estocada nos 16 pontos de coleta.....	35
Figura 6 – Dados pluviométricos do mês de maio de 2014, com indicação dos dias de coleta de solo e serapilheira.....	38
Figura 7 – Estoque de Carbono da serapilheira e do solo.....	40
Figura 8 – Distribuição do estoque de carbono no solo ao longo do perfil, nos 16 pontos de coletas .....	44

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização química do solo, valores médios, máxima e mínima.....	32
Tabela 2 – Caracterização química do solo, valores médios, máxima e mínima.....	34
Tabela 3 – Caracterização química da serapilheira nos 16 pontos de coleta.....	37
Tabela 4 – Relação C:N da serapilheira.....	39
Tabela 5 – Interferência da granulometria, classe textural e densidade do solo em relação ao estoque de carbono do solo.....	42

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ácidos fúlvicos livres	- AFL
Carbono da matéria orgânica viva	- CMOV
Capacidade de troca catiônica	- CTC
Estoque de carbono no solo	- ECS
Matéria orgânica do solo	- MOS
Parque Estadual de Dois Irmãos	- PEDI
Programa de Pesquisa em Biodiversidade	- PPBio
Terra fina seca ao ar	- TFSA

## Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>16</b>
2.1	Mata Atlântica	16
2.2	Serapilheira e Ciclagem de Nutrientes	17
2.3	Matéria Orgânica do Solo	18
2.4	Estoque de Carbono do Solo	19
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>23</b>
3.1	Caracterização da área de estudo	23
3.2	Coleta das Amostras	24
3.3	Preparo das Amostras de Solo e Serapilheira	25
3.4	Analises Químicas e Físicas do Solo	22
3.4.1	Análises Químicas	26
3.4.2	Análises Físicas	27
3.4.2.1	Granulometria e Densidade do Solo	27
3.5	Analises Químicas da Serapilheira	28
3.5.1	Digestão nítrico-perclórica	28
3.6	Estatística descritiva e correlação	29
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>30</b>
4.1	Disponibilidade de elementos essenciais nos solos estudados	30
4.2	Serapilheira e contribuição para a disponibilidade de nutrientes	34
4.3	Estoque de Carbono	40
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>46</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>47</b>
	<b>ANEXO</b>	<b>58</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica distribuída em 150 milhões de hectares, em uma amplitude de 29° de latitude, e distintas condições de temperatura e pluviosidade, que se refletiam na ampla heterogeneidade e diversidade biológicas (RIBEIRO et al., 2009), foi originalmente uma das mais extensas florestas tropicais das Américas, atualmente, no Brasil, limita-se a menos de 13% de sua distribuição original (SOS MATA ATLÂNTICA, 2013).

No Estado de Pernambuco, o bioma se distribui em 200.332 ha, o equivalente a 2,04% do território estadual, reduzido a apenas 11,8% da cobertura original, período em que recobria 17% do território estadual (SOS MATA ATLÂNTICA, 2013). Os remanescentes do estado estão distribuídos em fragmentos de menor dimensão que os encontrados nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, acompanhando a tendência da maior parte dos remanescentes localizados nos estados do Nordeste (MELO e FURTADO, 2006).

A pequena dimensão dos fragmentos remanescentes, em sua maioria com áreas inferiores a 100 ha (DANTAS DE PAULA et al., 2011), expõem o fragmento aos impactos negativos gerado pela atividade humana, além de efeitos abióticos, como a ação de vento e secas pronunciadas em áreas de borda de fragmentos da Mata Atlântica, podendo ser observados a distâncias de até 500m do perímetro. Este impacto definido como efeito de borda, uma vez que estas condições tornam as áreas dos remanescentes mais vulneráveis, nas áreas (LAURANCE e VASCONCELOS, 2009), em geral resultam em menor riqueza e diversidade de espécies nos fragmentos pequeno, além de reduzir em 50% o potencial da floresta em sequestrar carbono.

O sequestro de carbono em áreas de Floresta tropical é de 428 Mg.ha<sup>-1</sup>, considerando o compartimento vegetação/solo. O solo desempenha um papel de suma importância neste processo, sequestrando, no primeiro metro de profundidade, 50,5% deste total, ou seja, seu potencial de estoque de carbono equivale a quantidade de C estocada na vegetação viva. Em biomas localizados em regiões temperadas ou associadas a solos alagados, o sequestro de carbono no solo pode superar em até 15 vezes a quantidade no compartimento vegetal (MACHADO, 2005). Considerando a extensão do bioma Mata Atlântica (< 200.000 Km<sup>2</sup>), verifica-se um potencial de sequestro estimado entre 7 e 14 Pg C, havendo, portanto, um enorme potencial de

estocagem de carbono neste bioma via reflorestamentos e regeneração natural, ambos de extrema importância para o balanço global de C (FEREZ, 2010).

A vegetação é a principal responsável pela deposição de materiais orgânicos no solo. O tipo de vegetação e as condições ambientais são determinantes para quantidade e qualidade do material aportado ao solo, refletindo na heterogeneidade e taxa de decomposição do resíduo após a deposição (FAVORETTO, 2007). O carbono adicionado anualmente aos solos inclui a queda de liteira grossa e fina e mortalidade de árvore e de raiz. Somente uma pequena fração desse carbono adicionado é incorporado à matéria orgânica do solo, a maioria parte é transferida para a atmosfera como CO<sub>2</sub>, resultante da respiração microbiana (PARTON et al., 2007).

Para solos florestais, geralmente de baixa fertilidade, se faz importante o compartimento composto pela serapilheira do piso florestal. Pois, os estoques de C e nutrientes encontrados na serapilheira e na parte aérea são importantes na definição do balanço de C e nutrientes e podem servir de indicadores da capacidade produtiva dos fragmentos florestais da Mata Atlântica mediante a ciclagem de nutrientes que é considerada o meio mais importante de transferência de elementos essenciais da vegetação para o solo (GAMA-RODRIGUES e BARROS, 2002; VITAL, et al., 2004).

Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo determinar o estoque de carbono no solo em fragmento de Mata Atlântica no estado de Pernambuco, e caracterizar química e fisicamente solos desta área, visando contribuir com as pesquisas de monitoramento e avaliação de impactos neste bioma.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Bioma Mata Atlântica

A Mata Atlântica apresenta condições ambientais extremamente heterogêneas, devido a sua amplitude latitudinal, intervalo com cerca de 29°, o que influencia na diferenciação da composição da floresta, estando presente em regiões tropicais e subtropicais (RIBEIRO et al., 2009). Possuindo cerca de 20 mil espécies de plantas, sendo 8 mil endêmicas (SOS MATA ATLÂNTICA, 2015). Sua distribuição abrange 3.409 municípios em 17 Estados brasileiros, situados ao longo da costa atlântica, do Rio Grande do Sul ao Rio Grande do Norte, além de parte dos Estados do Mato Grosso do Sul e Goiás, chegando aos países da Argentina e Paraguai (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2015).

A Mata Atlântica é um dos biomas brasileiros mais alterados por atividades antrópicas. Em algumas regiões, esta situação é mais crítica, como nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais (COUTINHO, et al., 2010). Restando apenas pequenos fragmentos de Mata Atlântica (CUNHA et al., 2009). A perda da cobertura florestal reflete negativamente em importantes ciclos biogeoquímicos. Os impactos podem se refletir tanto de forma local, como globalmente, como por exemplo, a maior emissão de gases de efeito estufa para a atmosfera (COUTINHO, et al., 2010).

Estudos apontam desmatamento de 18.267 ha (183 Km<sup>2</sup>), de remanescentes florestais, nos 17 estados brasileiros que possuem Mata Atlântica, no período de 2013 a 2014 (SOS MATA ATLÂNTICA, 2015). Atualmente, os remanescentes de vegetação nativa estão reduzidos a cerca de 22% de sua cobertura original e encontram-se em diferentes estágios de regeneração. Apenas cerca de 7% estão bem conservados em fragmentos acima de 100 hectares (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2015).

O processo de fragmentação tem como característica principal a sua ocorrência em grande escala espacial numa pequena escala de tempo, e está em sua maioria localizado nas zonas urbanas, que além das atividades agrícolas sofre influências das atividades ligadas ao turismo, ao crescimento das áreas urbanizadas e especulação imobiliária (OLIVEIRA e MATOS, 2014).

Os principais fatores que influenciam a dinâmica de fragmentos florestais são: tamanho, forma, grau de isolamento, tipo de vizinhança e histórico de perturbações.



Esses aspectos apresentam estreita ligação com fenômenos entre os solos, plantas, animais e por exemplo, ao efeito de borda.

À criação de bordas, expostas a ambientes abertos, pode modificar severamente as condições microclimáticas até centenas de metros dentro da floresta, causando maior insolação, exposição ao vento e dessecamento. Essas condições favorecem a mortalidade de árvores ou a queda de folhas e ramos, influenciando na produção de serapilheira. Outra consequência é o estabelecimento de espécies típicas dos estádios sucessionais iniciais, de crescimento rápido e vida relativamente curta, com madeira de baixa densidade, baixa resistência a predadores e a agentes infecciosos (VIDAL, et al., (2007). A relação e análises do conjunto desses fatores permitem identificar formas de preservação dos fragmentos florestais (VIANA e PINHEIRO, 1998).

#### **2.4. Serapilheira e Ciclagem de Nutrientes**

A produção de serapilheira representa o primeiro estágio de transferência de nutrientes e energia da vegetação para o solo, pois a maior parte dos nutrientes absorvidos pelas plantas retorna ao piso florestal por meio da queda de serapilheira ou lavagem foliar (CALDEIRA, et al., 2007). A serapilheira é composta principalmente por folhas, cascas, ramos, caules, frutos, sementes, flores, fragmentos vegetais não identificáveis e resíduos animais (ANDRADE, et al., 2008; CIANCIARUSO, et al., 2006).

O acúmulo de serapilheira varia em função da procedência, da espécie, da cobertura florestal, do estágio sucessionais, da idade, da época da coleta, do tipo de floresta e do local (CALDEIRA, et al., 2007).

A ciclagem de nutrientes em ambientes florestais diz respeito ao processo de absorção dos minerais pelas plantas, translocação interna entre os tecidos vegetais e transferência desses elementos, acumulados na fitomassa, novamente para o solo, à atmosfera e à hidrosfera, tornando-se disponíveis para serem reabsorvidos. Este é um processo essencial para a manutenção da vida nas florestas (ANDRADE et al., 1999).

O processo de ciclagem de nutrientes e incorporação de matéria orgânica no solo florestal inicia com a deposição da serapilheira no piso florestal, sendo considerado o meio mais importante de transferência de elementos essenciais da vegetação para o solo (VITAL et al., 2004). O acúmulo de serapilheira no solo é regulado pela quantidade de material depositado e sua taxa de decomposição. Quanto maior o aporte de resíduo e/ou

menor a velocidade de decomposição, maior será o acúmulo. Vários fatores afetam a quantidade e qualidade dos resíduos depositado que formam a serapilheira, como por exemplo, o clima, o solo, as características da espécie, parte do vegetal e estágio de desenvolvimento (KOLM, 2001).

Estudo em floresta ombrófila mista no estado do Paraná, Caldeira et al. (2007), observaram que a serapilheira acumulada é a principal via de transferência de N, K e Ca e carbono orgânico para o solo, demonstrando a importância do material formado da serapilheira no processo de ciclagem de nutrientes em sítios florestais, principalmente para os elementos N, K e Ca.

Vital et al. (2004), avaliaram a produção de serapilheira em floresta semidecidual localizada no estado de São Paulo, onde observaram o retorno total estimado de macronutrientes em  $520,6 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . O nitrogênio é o elemento que apresenta a maior transferência dentro da vegetação ( $217,76 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), seguido do Ca ( $199,8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$ ). Nesse mesmo estudo, a média anual de serapilheira acumulada foi de  $6.227,3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , e a taxa instantânea de decomposição da serapilheira (K), que indiretamente representa a velocidade com que os nutrientes, ligados a ela, tornam-se disponíveis, foi de 1,71, valor considerado alto. Já em estudo realizado por Backes et al., (2005) em floresta ombrófila mista localizada no Rio Grande do Sul a floresta acumulou  $14.296 \text{ kg}/\text{ha}^{-1}$  de resíduos vegetais e a taxa de decomposição corresponde a  $K=0,86$  e o tempo necessário para decompor 50% do material vegetal e o tempo médio de renovação foi de 316 dias.

Em florestas localizadas em menores altitudes, a temperatura e umidade, geralmente, são maiores, fazendo com que, apesar do grande volume de serapilheira produzido, a serapilheira acumulada sobre o solo seja menor, devido às condições favoráveis para uma atividade microbiana intensa e, por consequência, maior decomposição do resíduo vegetal (MARTINS, 2010).

As florestas, em grande parte, estão estabelecidas em solos pobres em nutrientes minerais, o que torna sua manutenção dependente dos ciclos geoquímico, bioquímico e biogeoquímico. A dinâmica da serapilheira e de seus nutrientes, representada pela entrada via deposição e saída via decomposição/mineralização, é essencial à manutenção de florestas nativas ou plantios florestais. (FERREIRA et al., 2001).

## 2.2. Matéria Orgânica do Solo

A matéria orgânica do solo (MOS) constitui o maior reservatório de carbono (C) do solo, comparada à fração mineral, representada pela classe dos carbonatos. Compreende cerca de duas vezes a quantidade de C dos compartimentos atmosfera e biomassa vegetal. O estoque de carbono orgânico do solo pode ser alterado com maior ou menor intensidade, sendo um dos atributos mais sensíveis às transformações ocorridas (BORSZOWSKI, 2011; STEINER et. al., 2012).

O termo MOS designa um conjunto de substâncias altamente heterogêneas que inclui numerosos compostos de carbono, variando de açúcares, proteínas, ácidos orgânicos de baixo peso molecular, como os ácidos acéticos e oxálicos, quase todos facilmente mineralizáveis, até o conjunto complexo de produtos recalcitrantes resultantes de transformações químicas e microbianas da matéria orgânica do solo, as substâncias húmicas (FAVORETTO, 2007). Pode ser dividida em dois grandes compartimentos: o composto pela fração não-humificada, representada pelos restos vegetais e animais pouco decompostos e pelos compostos orgânicos com categoria bioquímica definida (proteínas, açúcares, ceras, graxas, resinas), e outro formado pelas substâncias humificadas (CANELLAS et al., 2001). As substâncias húmicas (SH), compostas de ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e humina, são os principais componentes da matéria orgânica do solo, cerca de 85 a 90 %, e originam-se a partir de transformações bioquímicas de compostos como lignina, celulose, hemicelulose, açúcares e aminoácidos (SILVA e MENDONÇA, 2007).

A vegetação é a principal responsável pela deposição de materiais orgânicos no solo. O tipo de vegetação e as condições ambientais são os fatores determinantes da quantidade e qualidade do material que cai no solo, determinando heterogeneidade e taxa de decomposição do material depositado na superfície (FAVORETTO, 2007). Por meio da fotossíntese, as plantas capturam o CO<sub>2</sub> atmosférico, fixando-o no tecido vegetal. Através da liberação de exsudatos radiculares no perfil do solo, durante o crescimento dos vegetais, parte do carbono (C) fixado fotossinteticamente é depositado no solo. O restante é incorporado ao solo pela deposição de folhas ou de toda parte aérea das plantas, após a sua senescência, bem como pela ciclagem de suas raízes, contribuição bastante representativa, principalmente em espécies gramíneas (PILLON et al., 2002).

A dinâmica da matéria orgânica no solo sofre grande influência da textura do solo. A matéria orgânica interage com minerais no solo formando complexos organominerais. Partículas de argila tendem a aumentar a estabilidade dos compostos orgânicos e a biossíntese microbiana, de forma que em solos mais argilosos há maior proteção da matéria orgânica, pela formação de complexos organo-minerais resultando em partículas secundárias de diversos tamanhos e formas, desde microagregados (< 250 µm) até macroagregados com dimensão da ordem de alguns milímetros, que favorecem um maior acúmulo e preservação da matéria orgânica no solo. (SANTOS e ALBUQUERQUE FILHO, 2011).

A importância da matéria orgânica nos solos é abrangente, possibilitando modificações em atributos físicos e químicos do solo. Devido à sua importância no processo de agregação do solo, interfere indiretamente na aeração, retenção e armazenamento de água, aumento da capacidade de troca catiônica do solo (CTC), e importância como compartimento nos ciclos biogeoquímicos, como o ciclo de carbono, fósforo, enxofre e nitrogênio, além de contribuir com a disponibilidade de nutrientes para a manutenção da diversidade biológica do solo (SILVA et al., 2004; FIGUEIREDO et al., 2008; TRUMBORE e CAMARGO, 2009).

### **2.3 Estoque de Carbono no Solo**

Em condições naturais, o solo organiza-se em uma estrutura bem definida pela sua composição granulométrica e química, aliadas a atuação dos agentes biológicos, influenciados pelas condições ambientais do meio que o solo está inserido. A agregação do solo realizada pela ação de hifas de fungos e substâncias orgânicas provenientes das raízes das plantas ou dos produtos da decomposição da MOS pelos microrganismos, é um dos fatores mais importantes para o estoque de carbono do solo (VEZZANI e MIELNICZUK, 2011).

O estoque de carbono de um solo representa o balanço dinâmico entre a adição de material vegetal morto e a perda pela decomposição ou mineralização (CHAVES e FARIAS, 2008). Os três principais processos responsáveis pelo sequestro de carbono nos solos são a humificação, agregação e sedimentação, enquanto, os processos responsáveis pelas perdas de carbono no solo são a erosão, decomposição, volatilização e lixiviação (MACHADO, 2005). O C adicionado anualmente aos solos inclui a queda de serapilheira bruta e fina, mortalidade de árvore e de raiz. Somente uma pequena

fração desse carbono adicionado acaba estocado como matéria orgânica no solo; a grande maioria é convertida a  $\text{CO}_2$  (PARTON et al., 2007).

Os quatro principais compartimentos de carbono na Terra são: oceanos, atmosfera, formações geológicas contendo carbono fóssil e mineral e ecossistemas terrestres (biota + solo). Segundo as estimativas do Painel Intergovernamental sobre mudanças climáticas, o solo apresenta de duas a três vezes mais C (1576 Pg C no primeiro metro de profundidade) em relação ao estocado nas vegetações (cerca de 562 Pg C ) e, aproximadamente o dobro em comparação com a atmosfera (730 Pg C) (SANDI, 2009).

As transformações do carbono no solo compreendem duas fases. A fase de fixação de C- $\text{CO}_2$  atmosférico, realizada pelos organismos fotossintéticos, em que há síntese de compostos hidrocarbonados que posteriormente são aportados ao solo e utilizados pelos organismos mineralizadores, que regeneram o C- $\text{CO}_2$  durante as reações de oxidação respiratória, utilizando a energia para sua manutenção e crescimento (PULROLNIK, 2009).

O teor de carbono em solos varia com a quantidade e qualidade dos resíduos fonte: teor de lignina, polifenóis, celulose, relações C/N e C/S, que interferem na recalcitrância química do composto e sua taxa de decomposição; proteção em superfície ou oclusão em agregados organo-minerais do solo, principalmente em solos de textura fina, que protegem fisicamente a matéria orgânica (TRUMBORE e CAMARGO, 2009). O aumento no teor de C pode resultar da restrição da atividade da biota decompositora, como em solos mal drenados e localizados em áreas onde baixas temperaturas reduzem a decomposição da matéria orgânica (COSTA et al., 2008).

A quantificação de estoque de carbono do solo consiste essencialmente em dois passos: a) amostragem de solo no campo para análise de carbono total e densidade do solo; b) determinação de carbono total em amostras e quantificação dos estoques em  $\text{Mg C ha}^{-1}$  (MACHADO, 2005). A coleta de amostras de solos no campo e determinação da densidade do solo (massa de solo seco por unidade de volume) é essencial para se calcular a massa ou o estoque de carbono total do solo a partir da concentração de carbono total do solo. Na quantificação do estoque de carbono há necessidade de se estabelecer a profundidade do solo a que se refere o estoque, para a determinação da densidade e da concentração de carbono total do solo, é essencial anotar a profundidade da camada de solo em que as amostras foram coletadas (MACHADO, 2005).

Estimativas realizadas por Bernoux e Volkoff (2006), para todo o território do Brasil (8,5 milhões de km<sup>2</sup>) mostraram estoques de C na ordem de 39, 52, 72 e 105 Pg, respectivamente para as camadas de 0–30, 0–50, 0–100 e 0–200 cm de solo, o que corresponde aproximadamente a 40 % de todo o C armazenado nos solos da América Latina.

Segundo estimativas de Cerri et al. (2006), a floresta amazônica no Brasil teria um potencial de sequestrar C da ordem de 421 a 470 Tg ano<sup>-1</sup>; desse total, cerca de 30% (126 a 141 Tg ano<sup>-1</sup> de C) seria acumulado pelo solo, e os 70 % restantes (295 a 329 Tg ano<sup>-1</sup> de C), devido à biomassa aérea. A quantidade de carbono orgânico (C) estocada na camada superior de 1m nos solos minerais na Bacia Amazônica (~40 Pg C) representa 3% do estoque global estimado de carbono no solo (TRUMBORE e CAMARGO, 2009).

O teor de carbono total do solo diminui exponencialmente com a profundidade. Em geral, 39-70% do carbono orgânico total na camada de 0-100 cm de solo mineral está presente nos primeiros 30 cm e 58-81% nos primeiros 50 cm (MACHADO, 2005). Fato justificado pela maioria dos solos, apresentar teor de MOS entre 5 a 50 g.kg<sup>-1</sup> nos horizontes minerais, localizados nas camadas mais superficiais do solo (PRIMO et al., 2011).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

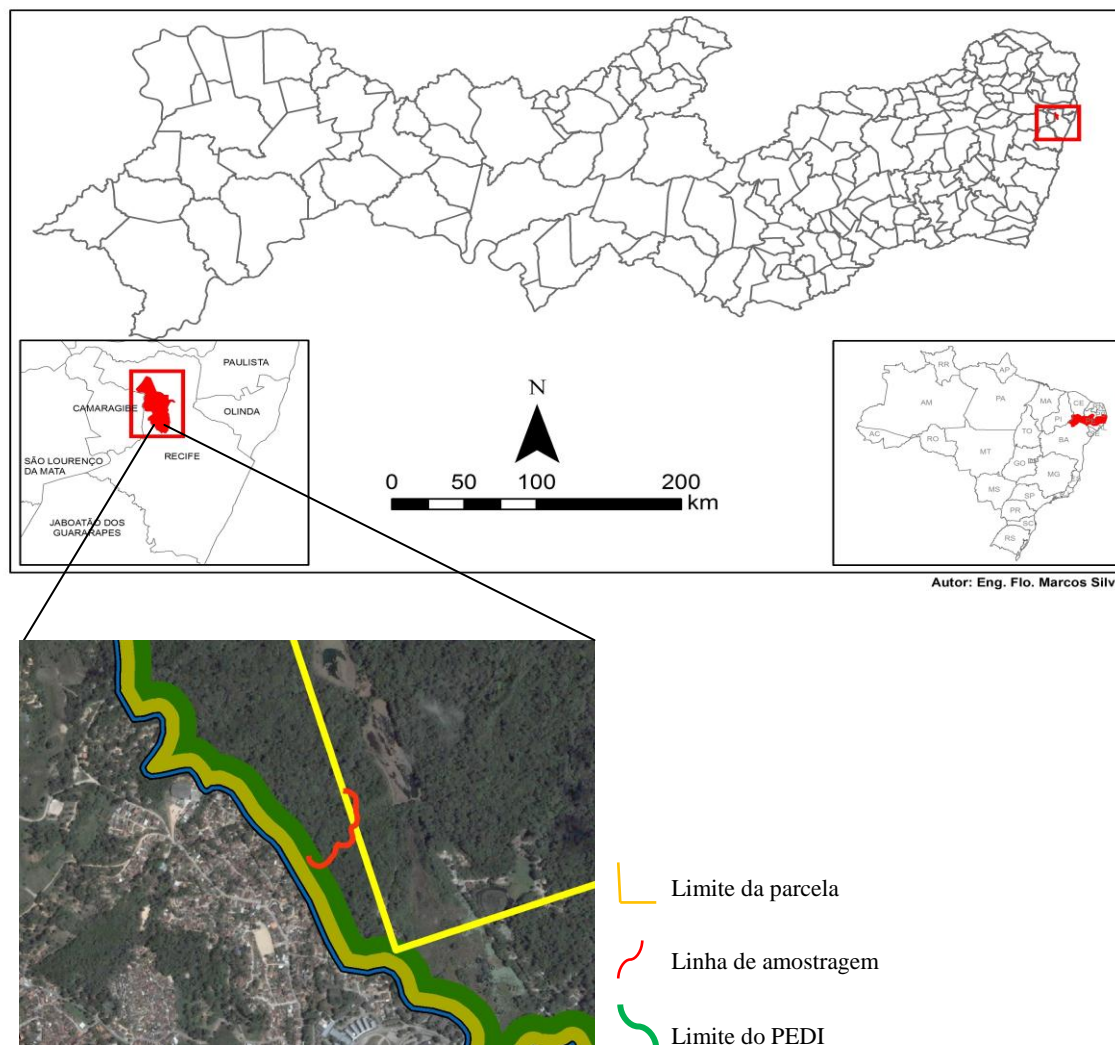
#### 3.1 Caracterização da área de estudo

O Parque Estadual de Dois Irmãos (PEDI) possuía área original de 387,4 hectares em 1998, que abrange o fragmento florestal Mata de Dois Irmãos, ampliada em 2014 para 1.158 ha, com a anexação de área degradada que passará por processo de regeneração do bioma (RODRIGUES E SILVA, 2014). O fragmento é um dos maiores da região Nordeste, e de expressiva dimensão quando comparado aos demais fragmentos do país, dos quais cerca de 97% possuem área inferior a 100 ha (RIBEIRO et al., 2009).

A área de estudo encontra-se no Parque Estadual Dois Irmãos, uma das áreas de estudo do Bioma Mata Atlântica do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio) (Figura 1). Situada à noroeste da Cidade do Recife, sob coordenadas 8°7'30"S e 34°52'30"W, caracterizada como Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, é uma formação que em geral ocupa as planícies costeiras, capeadas por tabuleiros plioleustocênicos do Grupo Barreiras (IBGE, 2012). Apresenta temperatura média de 26°C e precipitação média anual de 1.968mm (IBGE, 2014), com área de 1.158 ha, paralela à rodovia BR-101 norte, km 69, dentro da área urbana do Recife (PERNAMBUCO, 2012).

O PPBio utiliza o Método RAPELD (MAGNUSSON et al., 2005). De acordo com as diretrizes do PPBio, os módulos ou grades de amostragem RAPELD aumentam a eficiência de estudos de monitoramento, já que este sistema está baseado no uso de protocolos de amostragem padronizados e integrados espacialmente. Esta estratégia de amostragem possui algumas vantagens, das quais podemos citar: (I) os módulos são desenhados para permitir uma amostragem que possibilite o estudo integrado do efeito de fatores locais; (II) a utilização de um sistema padronizado de amostragem permite adentrar e aprofundar na comparação dos dados obtidos entre e dentre os diferentes sítios, já estabelecidos; (III) a amostragem sistemática e integrada, utilizada com dados obtidos de outras localidades, permite separar e/ou acompanhar os efeitos temporais de curto/longo prazo dos efeitos de mudanças climáticas previstos para o futuro (REDE PPBIO, 2009). Com a aplicação deste método, foram confeccionadas duas trilhas de 5 km, com seu maior eixo orientado ao longo das curvas de nível do terreno. O desenho proposto minimiza a variação interna de topografia e solo em cada parcela.

**Figura 1 – Localização do Módulo do PPBio no Parque Dois Irmãos na cidade do Recife-PE.**



Fonte: Marcos Araújo Silva (2014).

### 3.2 Coleta das Amostras

As coletas foram realizadas na parcela “PE2 500” localizada no Sítio Pernambuco-PPBio/PEDI, sob coordenadas 285014.199, 9114625.720 (UTM, SAD 69), a uma altitude de 50.849m, instalada no Parque Dois Irmãos. Para o desenvolvimento do trabalho foram coletadas amostras de solo compostas por três amostras simples, das camadas 0-5, 5-10, 10-20, 20-30 e 30-50 cm de profundidade do solo, em 16 pontos, perfazendo um total de 80 amostras de solo. As coletas foram realizadas com auxílio de

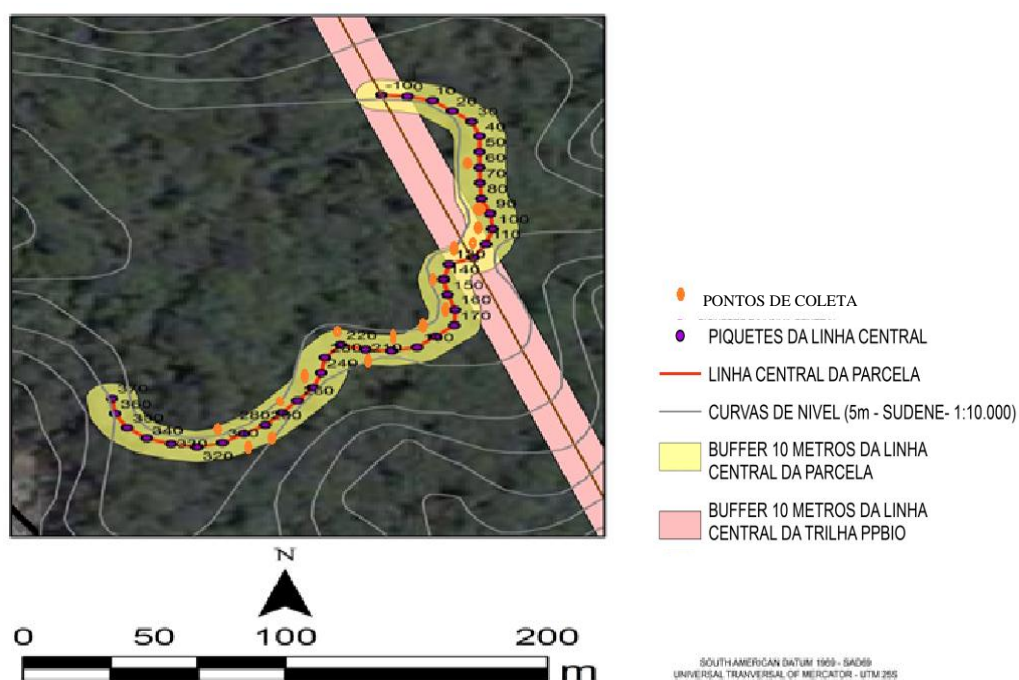


trado holandês, ou de pá em solos/camadas de textura mais arenosa, que inviabilizavam a coleta com trado.

. As coletas foram realizadas próximas aos piquetes 70, 90, 110, 120, 130, 150, 170, 190, 210, 220, 230, 250, 270, 290, 310 e 320, distribuídos ao longo da parcela PE2 500 (Figura 2), a qual mede 250 metros.

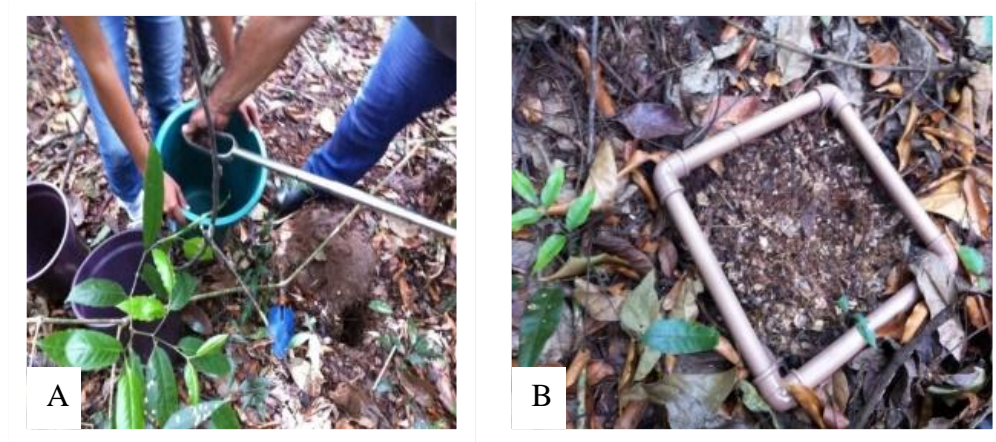
A coleta da serapilheira estocada no piso florestal foi realizada nos 16 pontos, com a utilização de gabarito com dimensões de 0,50 x 0,50 m. Foram coletadas as folhas, galhos, raízes e miscelânea até aparecimento do primeiro horizonte mineral (Figura 3) (AREVALO et al., 2002). Nas parcelas em que havia uma manta de raízes finas, vivas, ainda cobrindo o solo, esta também foi coletada considerando o rápido aporte e grande contribuição para a MOS.

**Figura 2 - Parcela PE2 500, onde foram coletadas as amostras de solo e serapilheira.**



Fonte: Marcos Araújo Silva (2014).

**Figura 3 - A) Coleta de solos com o auxílio do trado holandês. B) Quadrante para estimativa da serapilheira.**



Fonte: Isadora Carvalho (2014).

### **3.3 Preparo das Amostras de solo e serapilheira**

As amostras de solo foram secas ao ar, homogeneizadas e tamisados em peneira com 2 mm de abertura de malha (TFSA). Posteriormente, foram armazenadas em depósitos plásticos identificados.

As amostras de serapilheira foram inicialmente separadas nas frações: galhos, raízes, folhas e miscelânea, secas em estufa a 105°C até peso constante, pesadas e moídas, em moinho de facas Willey. As amostras, após homogeneizadas, foram armazenadas para posteriores análises químicas.

### **3.4 Análises químicas e físicas do solo**

#### **3.4.1 Análises químicas**

Os seguintes atributos químicos foram determinados na TFSA: pH em água;  $K^+$  e  $Na^+$  trocáveis, e fósforo disponível, após extração com extrator Mehlich-1, por fotometria de emissão de chama e colorimetria, respectivamente;  $Mg^{2+}$  e  $Al^{3+}$  trocáveis por titulação, após extração com solução de  $KCl$  1 mol  $L^{-1}$ ;  $H+Al$  por titulação, após extração com solução de acetato de cálcio 0,5 mol  $L^{-1}$  (EMBRAPA, 2011). O  $Ca^{2+}$  trocável, foi determinado em absorção atômica, devido ao baixo teor presente nas amostras.

As amostras de solo foram passadas em peneira de malha de 0,5 mm para determinação de carbono orgânico total (CO), pelo método de oxidação via úmida segundo Yeomans e Bremner (1988) modificado por Mendonça e Matos (2005), e nitrogênio total, dosado por destilação da amônia, em destilador Kjeldahl, após digestão sulfúrica (TEDESCO et al., 1995, adaptado por MENDONÇA e MATOS, 2005). O enxofre disponível foi determinado por turbidimetria, após extração com cloreto de cálcio, segundo Alvarez et al. (2001).

O estoque de carbono do solo foi obtido pela soma do estoque de C orgânico de cada camada, correspondendo ao produto do teor de C do solo ( $C$ ,  $\text{g kg}^{-1}$ ) pela densidade do solo ( $DS$ ,  $\text{g.cm}^{-3}$ ) e pela profundidade da camada (GATTO et al., 2010), empregando-se a seguinte fórmula:

$$\text{ECS} = (C \times DS \times p) / 10$$

em que ECS = estoque de carbono do solo ( $\text{t ha}^{-1}$ );

$C$  = teor de carbono do solo ( $\text{g kg}^{-1}$ );

$DS$  = densidade do solo ( $\text{g cm}^{-3}$ ); e

$p$  = profundidade da camada do solo (cm).

### **3.4.2 Análises físicas**

#### **3.4.2.1 Granulometria e densidade do solo**

A análise de granulométrica do solo foi realizada pelo método do densímetro (EMBRAPA, 1997 modificado por ALMEIDA, 2008). Para tanto, 50g de solo na TFSA foram colocados em garrafas PET de 500 ml, adicionando-se 100 ml de água e 25 ml do dispersante, hidróxido de sódio, e colocadas para agitar em agitador tipo Wagner, por 16 horas. Após agitação, o conteúdo foi lavado com água e passado através de peneira de malha de 0,053 mm, colocada sobre um funil apoiado em um suporte, a suspensão coletada em proveta de 1.000 ml, cujo conteúdo foi completado até aproximadamente 840 ml. Com um bastão, agitou-se o líquido contido na proveta por 20s que foi mantido em repouso por 24 horas. Posteriormente, realizou-se a leitura com o densímetro. A areia retida na peneira foi lavada e colocada em estufa a  $65^{\circ}\text{C}$  até peso constante, e o

silte foi determinado por diferença. As classes dos solos foram obtidas pelo triângulo textural do “United States Department of Agriculture” (USDA).

Para análise da Densidade do solo, foi usado o método da proveta, indicado para solos arenosos. Usou-se uma proveta de vidro de 100 ml, sendo colocados aproximadamente 35 ml de solo, que em seguida foi submetido à compactação, batendo-se 10 vezes a proveta sobre uma borracha, com distância de queda de mais ou menos 10 cm. Esta operação foi repetida três vezes, até que o solo estivesse nivelado com a aferição da proveta. A amostra contida na proveta foi pesada e levada para estufa a 105°C, onde a amostra foi mantida até peso constante (EMBRAPA, 1997).

### **3.5 Análises químicas da serapilheira**

A matéria orgânica da serapilheira foi determinada pelo método de combustão seca, em mufla (GOLDIN, 1987). Foram colocados em cadinhos tarados, 3g da amostra de serapilheira, levados à mufla, onde se elevou a temperatura a cada intervalo de 1 hora, em 50 °C, até 550 °C, sendo mantidas a essa temperatura por três horas. Após resfriar, em dessecador, o conjunto da amostra + cinzas residuais foi pesado e o teor de matéria orgânica calculado por diferença.

O Nitrogênio foi determinado mediante destilação da amônia, em destilador Kjeldahl, após digestão sulfúrica, usando-se 0,2 g de amostra por se tratar de material com alto teor de matéria orgânica (BREMNER e MULVANEY, 1982; TEDESCO et al., 1995 adaptado por MENDONÇA e MATOS, 2005).

#### **3.5.1 Digestão nítrico-perclórica**

Foi pesado 0,2 g de serapilheira e transferido para tubos de digestão. Adicionaram-se 4 ml da solução digestora (150ml de ácido nítrico + 50ml de ácido perclórico) e o conjunto foi mantido em repouso em capela durante 12 horas. Após este período, os tubos foram acondicionados no bloco digestor elevando-se lentamente a temperatura e agitando-se manualmente, com auxílio de uma pinça, os tubos, a cada intervalo de 50 °C até a temperatura de 150 °C. Observado que todas as partículas vegetais foram solubilizadas, elevou-se a temperatura para 220 °C, permanecendo assim até a eliminação total da fumaça branca e densa, e até mudança da cor do extrato do amarelo translúcido a incolor. Finalizada a digestão, com o tubo ainda levemente

aquecido, adicionaram-se aproximadamente 20 ml de água, lavando o tubo e homogeneizando-se a solução. Posteriormente, a solução foi repassada para balões de 50 ml, cujo volume foi completado com água destilada, parte proveniente da lavagem dos tubos, sendo o extrato passado em papel de filtro e armazenado para as etapas de dosagem (ALVAREZ et al., 2001).

A dosagem dos elementos foi realizada conforme indicado: Fósforo dosado por espectrofotometria, pelo método do vanado-molibdato de amônio 1:1 (BATAGLIA et al., 1983); Ca + Mg, leitura em espectrometria de emissão óptica ICP; Na e K trocáveis, por fotometria de emissão de chama (EMBRAPA, 2011).

Para análise do enxofre, foi realizada digestão nitro-perclórica, porém a conclusão ocorreu apenas 45 min após o desaparecimento do fumo branco. A dosagem foi realizada por turbidimetria, segundo ALVAREZ et al. (2001).

### **3.6 Estatística descritiva e correlação**

Devido a grande quantidade de dados, foi utilizada a estatística descritiva para resumi-los, através de médias dos valores disponíveis de elementos, produção de serapilheira e estoque de carbono.

Foi realizado avaliação da correlação entre os parâmetros areia e carbono total, a fim de observar sua relação.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Disponibilidade de elementos essenciais nas amostras estudadas de solo

Os solos estudados apresentaram valores de pH em água abaixo de 4,7 (Tabela 1), indicando uma acidez elevada em todas as seções analisadas. Essa condição indica reduzida disponibilidade de nutrientes, sabendo que a faixa ideal de pH está situada entre 5,5 – 6,5 para maior disponibilidade de nutrientes na solução do solo (FAQUIN, 2005). Os valores de pH encontrados estão de acordo com as condições locais, onde a precipitação é elevada e ocorre contínua lixiviação de bases, principalmente nas camadas mais superficiais. O leve aumento do pH verificado na camada mais profunda, 30 – 50 cm, resulta da ocorrência de processos pedogenéticos menos intensos no interior do perfil do solo, resultando em uma menor remoção de bases (CAMPOS, 2010).

Os valores de alumínio trocável apresentaram máxima de 1,87 e mínima de 0,37  $\text{cmolc.dm}^{-3}$ , o que poderia conferir toxicidade às plantas em algumas camadas do perfil (NICOLODI et al., 2008), condição que causa engrossamento e necrose das raízes, e impedimento ao desenvolvimento do sistema radicular. No entanto, a vegetação apresenta-se desenvolvida e exuberante, sem aparentes sintomas de toxicidade por alumínio. Nestes ambientes, naturais e com constante aporte de material vegetal, a matéria orgânica dissolvida, derivada do processo de decomposição da serapilheira, desempenha papel importante na complexação do Al-trocável presente na solução do solo. De maneira similar, Alleoni et al. (2010) observaram que os ácidos orgânicos complexam de 70-80% do Al-trocável em solos com  $\text{pH} < 5,0$ , sob sistema de plantio direto, manejo com elevada manutenção de resíduo e consequente produção/liberação de ácidos orgânicos durante o processo de decomposição da matéria orgânica. Paralelamente, algumas plantas desenvolveram, ao longo da evolução, mecanismos de tolerância ao Al. As estratégias são divididas em duas classes: as que atuam no sentido de impedir a entrada do Al pelas raízes, com a exsudação de ácidos orgânicos ativados pela presença do Al no ápice da raiz, e as que compartimentalizam o Al em locais específicos das células vegetais (HARTWIG et al., 2007).

Os valores de potássio trocável (K-trocável) variaram entre 0,010-0,056  $\text{cmolc.dm}^{-3}$ , classificados como de muito baixa disponibilidade de K para as plantas (0-0,07  $\text{cmolc.dm}^{-3}$ ) (RAIJ et al., 1996). A manutenção do K-trocável no solo está

diretamente relacionada à textura, uma vez que nos solos mais arenosos, ou com argila de baixa atividade, ambos com baixa capacidade de troca catiônica, o K-trocável fica mais susceptível às perdas por lixiviação (CAMARGO et al., 2008).

Como esperado, considerando os valores de pH observados, os teores das bases trocáveis Ca e K apresentaram-se baixos, e refletindo a intensa ocorrência de lixiviação neste sistema. Os teores de Ca-trocável ficaram entre 0-0,2  $\text{cmolc.dm}^{-3}$ , sendo os solos considerados de muito baixa disponibilidade de Ca para a vegetação (0-0,3  $\text{cmolc.dm}^{-3}$ ) (RAIJ et al., 1996); para a maioria dos solos analisados, os maiores teores foram observados nos 20 cm superiores, como resposta à ciclagem deste elemento a partir dos resíduos vegetais depositados na superfície do solo. No entanto, há disponibilidade de Ca mediante incremento proporcionado pela serapilheira do solo, como será discutido posteriormente. Os teores de magnésio variaram entre 0,18 e 2,72  $\text{cmolc.dm}^{-3}$ , sendo superior aos valores de Ca em todas as pontos de coleta e profundidades.

**Tabela 1. Caracterização química do solo de fragmento de Mata Atlântica do PEDI, Recife-PE. Valores médios, máxima e mínima.**

Profundidade	Ph	Al	H+Al	Ca	Mg	Na	K	CTC
cm	H <sub>2</sub> O	-----cmolc.dm <sup>-3</sup> -----						
0 – 5	3,6 (3,9 - 3,3)	0,73 (1,12 - 0,37)	1,71 (3,70 - 0,31)	0,108 (0,28 - 0,01)	1,07 (2,72 - 0,24)	0,055 (0,091 - 0,026)	0,026 (0,041 - 0,014)	2,92
5 – 10	3,6 (3,9 - 3,4)	1,02 (1,77 - 0,55)	3,2 (6,50 - 0,36)	0,090 (0,23 - 0,01)	0,81 (1,56 - 0,32)	0,055 (0,099 - 0,026)	0,026 (0,044 - 0,013)	4,13
10 – 20	3,7 (4 - 3,2)	1,07 (1,87 - 0,57)	3,31 (6,42 - 0,52)	0,102 (0,19 - 0,01)	0,77 (1,95 - 0,18)	0,064 (0,097 - 0,022)	0,025 (0,056 - 0,010)	4,2
20 – 30	3,6 (4,3 - 3,3)	0,97 (1,50 - 0,70)	2,95 (10,13 - 0,97)	0,062 (0,17 - 0,01)	0,84 (2,05 - 0,23)	0,056 (0,089 - 0,026)	0,019 (0,034 - 0,010)	3,88
30 – 50	3,9 (4,7 - 3,6)	0,94 (1,12 - 0,72)	2,79 (5,51 - 1,51)	0,070 (0,20 - 0,01)	1,13 (2,52 - 0,24)	0,051 (0,093 - 0,026)	0,019 (0,056 - 0,010)	4,02

pH em água; Al, Ca+Mg por titulação após extração com KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; Ca por leitura em absorção atômica; H+Al por titulação após extração com solução de acetato de cálcio 0,5 molL<sup>-1</sup>; K<sup>+</sup> e Na<sup>+</sup> trocáveis após extração com extrator Mehlich-1 (EMBRAPA, 2011). Resultados apresentados: média seguida de valores de máxima e mínima; CTC soma das bases dos valores médios.



A MOS apresentou teores entre 2,91 a 9,71 dag.kg (Tabela 2), tendo seus menores valores na camada superficial (0 - 5), devido a baixa explicada pela textura arenosa. Nas de maior profundidade os teores de argila e matéria orgânica aumentaram.

Os teores de fósforo disponível variaram entre 0,64 - 6,76 mg/dm<sup>3</sup>, sendo a maioria das amostras classificados como de muito baixa (0-2 mg/dm<sup>3</sup>) e baixa disponibilidade de fósforo para plantas (3-5 mg/dm<sup>3</sup>). Apenas na camada de 30-50, no solo do ponto 16, foi verificado teor disponível de 6,76 mg/dm<sup>3</sup>, considerado solo com disponibilidade média de P para as plantas (6-8 mg/dm<sup>3</sup>) (RAIJ et al., 1996). Em estudo em floresta tropical, Cunha et al. (2009) encontraram valores entre 5,4 e 6,1 mg.dm<sup>-3</sup> que assim como os valores do presente estudo, são considerados níveis baixos a médio de fósforo disponível (RAIJ et al., 1996). Os baixos valores desse elemento na forma inorgânica nos solos, derivam do predomínio do P no solo em forma orgânica, principalmente em solos de ambientes naturais, chegando a 80% do P-total, representando uma reserva importante para a nutrição de plantas. Nestes ambientes, fungos, bactérias e exsudatos radiculares liberam fosfatases, enzimas capazes de catalisar a hidrólise de ligações ester, entre fosfatos e compostos de carbono, liberando o P associado aos compostos orgânicos, promovendo maior eficiência na mobilização do P dessa reserva, sem gastos de energia para mineralização desse elemento (FRANSSOS e JONES, 2007; HUANG et al., 2011). No entanto, a biodisponibilidade do P orgânico de baixo peso molecular depende de fatores tais como: quantidade de fosfatase na solução ativa do solo; da capacidade de absorção e assimilação da comunidade microbiana; e da quantidade e força de sorção de diferentes compostos para a fase sólida do solo (LEYTEM et al., 2002).

O S apresentou valores entre 9,48 - 60,29 mg.dm<sup>-3</sup>. Segundo Pinto e Nahas (2002), os teores de S disponíveis são bastante baixos, principalmente nos solos tropicais, tendo seus maiores valores em solos sob florestas isoladas e integradas. Verificou-se a tendência, dos maiores teores serem observados abaixo dos 10 cm de profundidade. O ânion sulfato acumula-se em subsuperfície após ser repellido pelas cargas negativas da matéria orgânica da superfície, que são formadas pela desprotonação de grupos funcionais em pH superior a 2,0.

O N que é um dos principais componentes da MOS, apresentou valores entre 0,3 - 1,1 dag.kg. Provavelmente, os resíduos vegetais depositados sob o solo em estudo, foram constituídos principalmente por substratos orgânicos de decomposição rápida, o que contribuiu para o baixo incrementos de N total no solo (CARDOSO, et al., 2010).

**Tabela 2. Caracterização Química do solo de fragmento de Mata Atlântica do PEDI, Recife-PE. Valores médios, máxima e mínima.**

Profundidade	MO	P	S	N
cm	dag.kg	mg.dm <sup>-3</sup>	mg.dm <sup>-3</sup>	dag.kg
0 – 5	4,34 (6,80 - 3,10)	2,1 (2,93 - 1,33)	25,57 (36,32 - 16,91)	0,317 (0,77 – 0,07)
5 – 10	5,92 (9,71 - 3,21)	1,89 (3,03 - 1,23)	27,97 (60,29 - 18,35)	0,303 (0,8 – 0,01)
10 – 20	5,40 (9,36 - 2,91)	2,02 (3,14 - 0,88)	26,69 (49,50 - 9,48)	0,282 (1,1 – 0,08)
20 – 30	5,06 (7,45 - 3,03)	2,03 (3,58 - 0,64)	27,39 (38,15 - 15,23)	0,235 (0,48 – 0,3)
30 – 50	5,05 (6,84 - 3,08)	2,8 (6,76 - 0,67)	27,53 (52,28 - 18,17)	0,336 (0,34 – 0,33)

Fósforo disponível por extração com extrator Mehlich-1; MO pelo método Yeomans & Bremner (1988) modificado por Mendonça e Matos (2005); Nitrogênio total, dosado por destilação da amônia, em destilador Kjeldahl, após digestão sulfúrica (MENDONÇA E MATOS, 2005); Enxofre disponível determinado por turbidimetria segundo Alvarez V., et. al., (2001). Resultados apresentados: média seguida de valores de máxima e mínima.

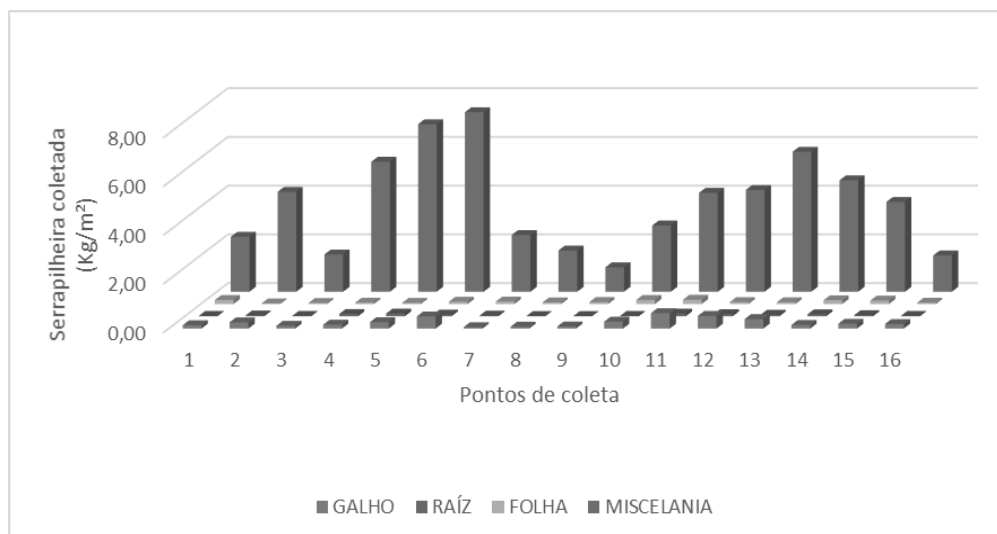
#### 4.2 Serapilheira e contribuição para a disponibilidade de nutrientes

A serapilheira, após seca em estufa, foi separada e pesadas nas seguintes frações, resultando nos respectivos teores máximos e mínimos, observados nas parcelas: galhos (0,63-0,06 kg/m<sup>2</sup>); raízes (0,11-0,01 kg/m<sup>2</sup>); folhas (0,11-0,01 kg/m<sup>2</sup>) e miscelânea, composta por material vegetal particulado, flores, frutos e sementes (7,36-0,99 kg/m<sup>2</sup>). Em todas as parcelas houve predomínio da fração miscelânea que representou de 81,5 a 94,4% de toda a serapilheira coletada (Figura 4).

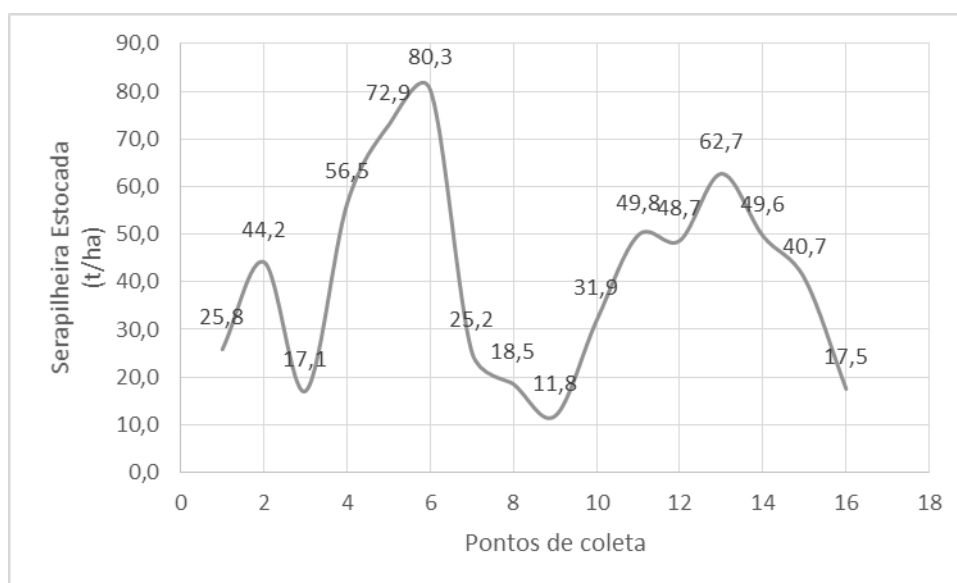
Portanto, estima-se que a serapilheira estocada no pavimento florestal da parcela PE2 500 seja, em média, de 40,80 Mg.ha<sup>-1</sup>, com teores variando entre 11,8 Mg.ha<sup>-1</sup> e 80,3 Mg.ha<sup>-1</sup> (Figura 5). A variação esteve visivelmente relacionada com uma maior densidade de árvores e dossel mais fechado nas áreas de maior estoque.

Em estudo realizado em floresta estacional semidecidual, Vital et al. (2004), estimaram a produção de serapilheira em  $10.646,1 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  ano. Para Pires et al. (2006), a serapilheira acumulada em florestas tropicais varia em torno de  $2,1$  a  $12,5 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$  ano, sendo este fator de difícil comparação por depender de diversos aspectos, como produção de serapilheira, características físicas e químicas do solo, declividade do terreno, e diferentes metodologias empregadas para quantificação.

**Figura 4. Composição da serapilheira nos 16 pontos de coleta no Parque Estadual de Dois Irmãos**



**Figura 5. Serapilheira estocada nos 16 pontos de coleta no Parque Estadual de Dois Irmãos**



A produção de serapilheira é considerada a forma mais importante de transferência de elementos essenciais da vegetação para o solo, mediante a ciclagem de matéria orgânica e mineralização de nutrientes para o solo florestal (VITAL et. al., 2004). Este compartimento possui relevante contribuição, principalmente em solos de baixa fertilidade, por favorecer a atividade microbiana e o fornecimento de nutrientes para as plantas (GAMA-RODRIGUES et al., 2008). A floresta ombrófila densa desenvolve-se, de forma predominante, em solos arenosos, tendo a dinâmica de nutrientes intimamente relacionada à serapilheira, uma vez que o solo possui fertilidade natural e capacidade de retenção de nutrientes baixas (PINTO e MARQUES, 2003).

Esta reserva contribui com a liberação lenta de elementos essenciais ao desenvolvimento da vegetação, servindo como uma reserva constante de nutrientes que são disponibilizados lentamente. Os conteúdos de nutrientes presentes na serapilheira indicaram a importância deste compartimento como reserva fonte de nutrientes, em médio prazo, para a vegetação (Tabela 3). Estima-se que a serapilheira nos pontos analisados possui, em média, 166,35 kg de Ca ha<sup>-1</sup>, com valores variando entre 53,75-278,15 kg de Ca ha<sup>-1</sup>. O conteúdo de Mg, por sua vez, variou entre 8,75-135,03 kg/ha<sup>-1</sup>, com média de 47,35 kg/ha<sup>-1</sup>. A relação Ca:Mg variou entre 2:1 e 6:1, um possível reflexo da qualidade da serapilheira, depositada pelas diferentes espécies florestais e/ou estágio de decomposição da serapilheira.

Analisando a contribuição de diferentes espécies vegetais para o aporte de nutrientes em área de Mata Atlântica apontou variações similares na relação de Ca:Mg da serapilheira. Enquanto a relação Ca: Mg no resíduo de *Tapirira guianenses* (Cupiúba), aportado ao solo, apresentou relação 5,4:1, enquanto que a serapilheira derivada de *Pera glabrata* (Sete-cascos) apresentou uma relação de 2,75:1 entre os teores destes nutrientes (PINTO e MARQUES, 2003). Tais espécies vegetais estão densamente presentes na área do PEDI.

Os valores de N variaram de 26,28 a 198,64 kg/ha e os de C com máxima e mínima de 1204,79 a 150,53 kg/ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

**Tabela 3. Caracterização química da Serapilheira nos 16 pontos de coleta.**

AMOSTRAS	S	Na	K	N	MO	CO	P	Ca	Mg
PONTOS	dag.kg <sup>-1</sup>	-----cmolc.kg <sup>-1</sup> -----	-----cmolc.kg <sup>-1</sup> -----	-----dag.kg <sup>-1</sup> -----	-----dag.kg <sup>-1</sup> -----	-----dag.kg <sup>-1</sup> -----	-----mg.kg <sup>-1</sup> -----	-----mg.kg <sup>-1</sup> -----	-----mg.kg <sup>-1</sup> -----
1	0,132	4,354	0,970	10,08	49,64	28,79	13,88	5.820	1.370
2	0,115	5,470	0,845	10,43	40,83	23,68	22,88	4.184	886
3	0,109	3,557	0,876	9,17	63,97	37,11	14,63	4.138	977
4	0,094	3,717	0,782	10,43	41,76	24,22	22	2.891	1.251
5	0,114	4,514	0,939	14,14	25,68	14,90	16,75	3.814	1.851
6	0,144	4,779	0,907	18,13	60,01	34,81	15,5	3.334	1.416
7	0,098	4,779	0,594	6,58	73,52	42,64	13,13	3.824	764
8	0,121	6,161	1,033	10,85	61,45	35,64	16,13	4.720	888
9	0,12	5,204	0,939	8,89	50,91	29,53	13,75	4.544	740
10	0,089	7,064	1,033	9,17	48,15	27,93	17,25	5.210	1.128
11	0,081	4,726	1,001	8,12	68,67	39,83	13,63	4.753	749
12	0,135	5,683	1,377	13,37	48,38	28,06	21,63	4.656	1.026
13	0,127	5,523	1,189	12,67	44,53	25,83	24,38	3.228	920
14	0,129	6,054	1,409	12,95	43,78	25,39	20,5	3.710	1.109
15	0,124	4,142	0,907	14,28	50,46	29,27	15,75	3.308	1.073
16	0,138	4,460	1,785	12,6	36,11	20,95	30	9.034	1.312

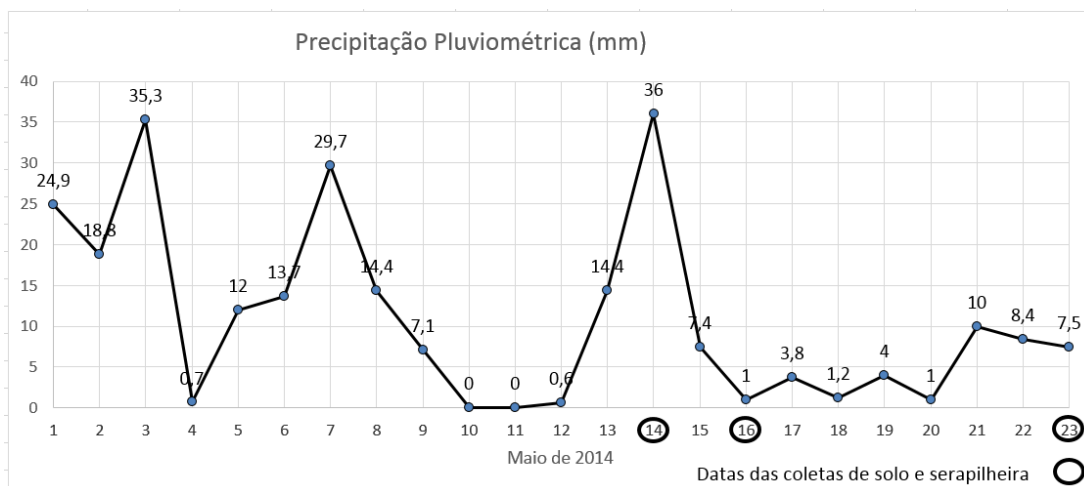
CO: Carbono orgânico; MO: Matéria orgânica.

O potássio atua como ativador enzimático e auxilia na abertura e fechamento de estômatos, pela presença nas células-guarda. As funções permitem uma elevada mobilidade via floema. Os teores de K nas folhas senescentes encontram-se em decréscimo, quando compara-se a outros estádios de desenvolvimento, em função da sua elevada mobilidade. De modo semelhante ao que ocorre com o nitrogênio, é translocado das folhas mais velhas, em estado de senescência, para folhas mais jovens e/ou partes reprodutivas (MARSCHNER, 1997; RENGEL e DAMON, 2008). Neste sentido esperam-se baixos teores de K na serapilheira.

Entretanto, os teores de K na serapilheira deste estudo, encontram-se abaixo dos valores indicados em trabalhos similares. Estes dados corroboram os baixos teores de K disponível, encontrados também nas amostras de solo. Ambas amostras foram coletadas em período chuvoso, propiciando a lixiviação de K nos dois compartimentos, em resposta à chuva acumulada nos dias que antecederam as coletas. Gomes et al. (2010) observaram variação de até 3,6 vezes nos teores de K na serapilheira, em função da época de coleta, com os menores valores associados ao período chuvoso. Deste modo, a serapilheira é a principal via de transferência de fósforo, nitrogênio, cálcio e magnésio

para o solo; já o potássio é devolvido principalmente através da precipitação interna (COLE e RAPP, 1980).

**Figura 6. Dados pluviométricos do mês de maio de 2014, com indicação dos dias de coleta de solo e serapilheira**



Fonte: INMET, dados da estação Curado (Recife)

No estudo em questão observaram-se baixos valores da relação C:N da serapilheira (Tabela 4). Contrariamente Araújo et al. (2011) que afirmam que a relação C:N mais elevada em áreas de florestas, é atribuída ao incremento no conteúdo de folhas, ramos e galhos, que são de difícil decomposição. No entanto, de acordo com Bellote et al. (1998), a quantidade e a rapidez da decomposição podem estar associadas a maiores produtividades. A decomposição e liberação de nutrientes, depositados na serapilheira dependem de vários fatores, como o tipo de biomassa depositada, a temperatura, a precipitação, a composição química da serapilheira e a presença dos agentes decompositores presentes no solo (TERROR et al., 2011).

A baixa relação C:N observada pode ser justificada pela maior parte da serapilheira ser composta por miscelânea, fração de material vegetal particulado que está em estágio mais avançado de decomposição. De acordo com Selle (2007), parte do carbono existente nos resíduos, já foi liberado para a atmosfera como CO<sub>2</sub> e o restante passa a fazer parte da matéria orgânica como um componente do solo.

De acordo com Scheer (2008) a decomposição da serapilheira resulta no acúmulo da matéria orgânica do solo, liberando nutrientes para a biota, e na dissipação de parte do dióxido de carbono, sendo um processo que mantém a fertilidade e

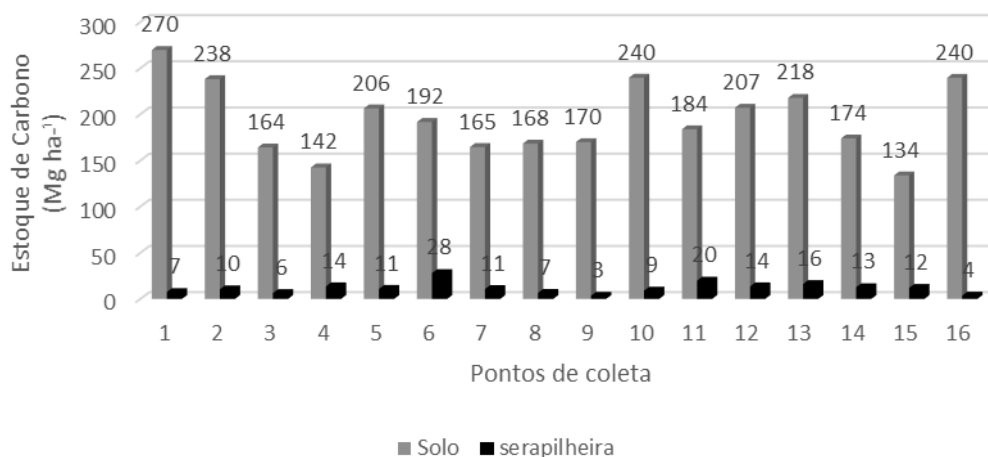
produtividade do solo. E devido à eficiência do processo de ciclagem, que ocorre nas camadas e horizontes mais superficiais do solo, que a maior parte das florestas tropicais e subtropicais mantêm sua alta produtividade, mesmo em solos com baixa disponibilidade de nutrientes.

**Tabela 4. Relação C:N da serapilheira.**

PARCELAS	C	N	C/N
	-----dag.kg <sup>-1</sup> -----		
P1	28,79	10,08	2,86
P2	23,68	10,43	2,27
P3	37,11	9,17	4,05
P4	24,22	10,43	2,32
P5	14,90	14,14	1,05
P6	34,81	18,13	1,92
P7	42,64	6,58	6,48
P8	35,64	10,85	3,28
P9	29,53	8,89	3,32
P10	27,93	9,17	3,05
P11	39,83	8,12	4,91
P12	28,06	13,37	2,10
P13	25,83	12,67	2,04
P14	25,39	12,95	1,96
P15	29,27	14,28	2,05
P16	20,95	12,60	1,66

Na figura 7 constata-se que os solos, até a profundidade de 50 cm, apresentam maior potencial em armazenar C, sendo até 38 vezes maior que a serapilheira. Este dado corrobora o observado no trabalho de Morais (2012), que avaliou o estoque de carbono nos compartimentos arbóreo, serapilheira, raiz e solo até 100 cm de profundidade, com valores respectivamente de 12,38; 2,04; 7,99 e 38,82 Mg/ha.

**Figura 7. Estoque de Carbono da serapilheira e do solo.**



### 4.3 Estoque de carbono

Verificou-se que o estoque de carbono dos solos (Figura 8) até a profundidade de 50 cm, nos 16 pontos, apresentou valores de máxima e mínima entre 133,82–269,70 Mg.ha<sup>-1</sup>. A partir de dados de Caldas (2007), em estudo na mesma área, foi possível observar valor de estoque de carbono de 283 Mg.ha<sup>-1</sup>, em perfil de 2,00 m de profundidade. De acordo com Araújo et al. (2011) os solos das diferentes florestas no mundo, em geral, apresentam maior estoque de carbono que a vegetação.

Para Fernandes e Fernandes (2013), se faz necessário a correção dos estoques de C para uma mesma massa de solo, pois, tem sido considerado imprescindível para uma avaliação mais precisa e realista quanto aos impactos de atividades antrópicas sobre os estoques de C do solo.

Novaes Filho et al. (2007), observaram valores médio de estoque de carbono no solo de 35,70 Mg.ha<sup>-1</sup> até 30 cm de profundidade, em solo sob floresta primária amazônica. Já em Floresta Amazônica madura, Malhi et al. (2009) verificaram estoques de carbono do solo a 30 cm do topo e a 1 m do topo, entre 74 e 127 Mg C ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Cardoso et al. (2010), avaliando estoque de carbono em solos no Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, observaram valores de 27,20 Mg.ha<sup>-1</sup> até 40 cm em remanescente de cerradão, e valores de 61,72 Mg.ha<sup>-1</sup> até 40 cm em área de mata semidecídua. Para Santos (2007), a ausência de perturbações físicas nos solos de florestas, permite que se formem grandes reservatórios de C, e por existirem a milhares



de anos, os solos de florestas tendem a um equilíbrio estável entre as taxas de deposição e decomposição da matéria orgânica, mantendo assim o estoque de C em equilíbrio.

No entanto, o estoque de C depende diretamente dos fatores: densidade e granulometria do solo (LUCA, et al., 2008). A densidade do solo manteve-se ao longo do perfil, média de  $1,3 \text{ g.cm}^{-3}$  e máxima de  $1,49 \text{ g.cm}^{-3}$ , estando dentro do padrão citado por Marcolin (2006), que afirma que a densidade dos solos arenosos pode variar de 1,3 a  $1,8 \text{ g.cm}^{-3}$ . Segundo Fageria e Stone (2006) solos arenosos têm baixa capacidade de retenção de água, apresentam altas taxas de percolação e infiltração e são bem drenados e aerados, em comparação com os solos de textura fina. Fatores esses que também conferem a esse solo uma baixa fertilidade natural.

Os solos até a profundidade de 50 cm apresentaram-se predominantemente arenosos (Tabela 5), com mais de 70% de areia, com teores entre 631 a 973 g/kg de areia, classificados como solos de textura arenosa. Mas, algumas seções diferiram quanto à classe textural, por exemplo, o ponto de coleta 10, onde a maioria das seções foram classificadas com textura franco-argilo-arenosa, o que justifica os maiores teores de matéria orgânica nas camadas que contêm mais argila e, conseqüentemente, o maior estoque de carbono. De modo geral, os solos apresentaram menores teores de areia nas camadas de 30-50 com máximas de 250 e 107,75 g/kg para argila e silte, respectivamente (tabela 5). Tais teores de areia foram muito similares aos reportados por Monteiro (2007), nas descrições de Latossolo Amarelo e Neossolo Quartzarenico, descritos e classificados na área do PEDL.

Os solos analisados apresentaram camada superficial extremamente arenosa, com teores de areia máxima e mínima entre 973,40 – 802 g.kg na camada superficial de 0-5, reduzindo a proteção física resultante da agregação dos solos. Para Christensen (1992) *apud* Rangel e Silva (2007), os baixos teores e proporção do CO do solo, associado à fração areia, estão relacionados, à reduzida superfície específica e densidade de carga superficial das areias, fazendo com que esta fração apresente pouco ou nenhum material orgânico fortemente ligado, sendo pobre em complexos organominerais. A correlação entre areia e carbono total foi de -0,64, ( $p=0,05$ ), podendo ser considerada como uma correlação moderada, mostrando-se inversamente proporcional, pois onde há maior quantidade de areia, menor será a quantidade de carbono.

**Tabela 5 - Interferência da granulometria, classe textural e densidade do Solo em relação ao Estoque de Carbono do Solo.**

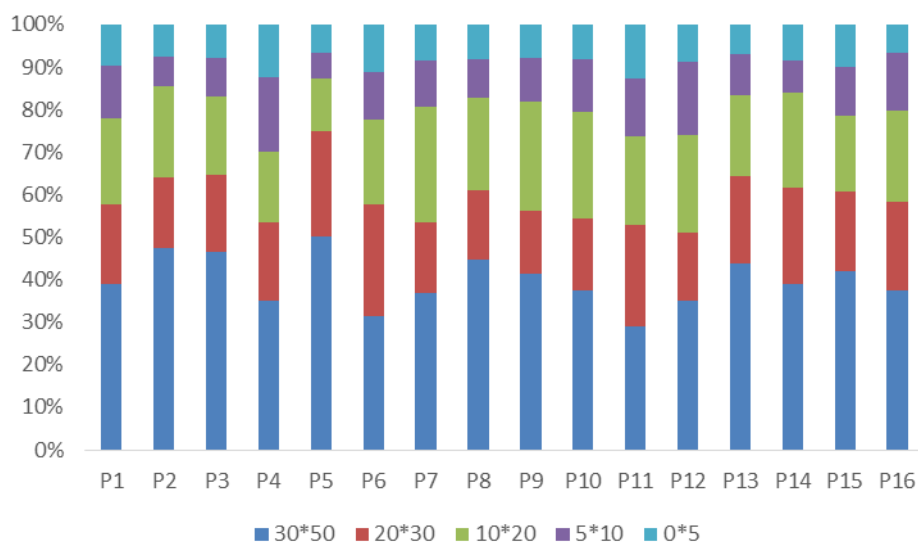
PARCELA PE2 500	AREIA	ARGILA	SILTE	CLASSE TEXTURAL	DENSIDADE	ESTOQUE DE C	
PONTOS DE COLETA	g/kg			(USDA)	g/cm	mg/ha <sup>-1</sup>	
P1	0 – 5	891,60	40	68,40	Arenosa	1,32	26,11
	5 – 10	807,50	150	42,50	franca-arenosa	1,21	33,02
	10 – 20	799,50	150	50,50	franca-arenosa	1,19	54,73
	20 – 30	631,50	175	193,50	franca-arenosa	1,18	50,81
	30 – 50	744,50	225	30,50	franco-argilo-arenosa	1,32	105,04
P2	0 – 5	916,80	40	43,20	Arenosa	1,33	17,83
	5 – 10	844	80	76	franco-arenosa	1,19	16,58
	10 – 20	812	40	148	areia franca	1,47	51,44
	20 – 30	842,50	150	7,5	areia franca	1,21	39,06
	30 – 50	782	150	68	franco-arenosa	1,47	113,17
P3	0 – 5	939,40	0	60,60	Arenosa	1,39	12,98
	5 – 10	974,40	0	25,60	Arenosa	1,45	14,94
	10 – 20	884	100	16	areia franca	1,37	29,97
	20 – 30	908,60	20	71,40	Areia	1,38	29,65
	30 – 50	888,20	40	71,80	Areia	1,34	76,56
P4	0 – 5	970,60	0	29,40	Arenosa	1,45	17,80
	5 – 10	964,0	0	36	Arenosa	1,40	24,79
	10 – 20	888,50	75	36,50	Arenosa	1,43	23,59
	20 – 30	850	100	50	areia franca	1,49	26,23
	30 – 50	918,75	50	31,25	Arenosa	1,40	50,00
P5	0 – 5	958,20	0	41,80	Arenosa	1,33	13,46
	5 – 10	962,80	0	37,20	Arenosa	1,38	12,84
	10 – 20	943,50	50	6,50	Arenosa	1,42	25,72
	20 – 30	917	0	83	Arenosa	1,44	51,16
	30 – 50	911,80	20	68,20	Arenosa	1,34	103,19
P6	0 – 5	953,20	0	46,80	Arenosa	1,35	21,67
	5 – 10	938,40	0	61,60	Arenosa	1,22	21,35
	10 – 20	945	50	5	Arenosa	1,36	37,90
	20 – 30	931	0	69	Arenosa	1,46	50,63
	30 – 50	908	75	17	Arenosa	1,36	60,16
P7	5 – 10	947,40	0	52,60	Arenosa	1,42	17,58
	10 – 20	914,60	40	45,40	Arenosa	1,41	44,73
	20 – 30	896,40	100	3,60	Arenosa	1,39	27,66
	30 – 50	919	20	61	Arenosa	1,35	60,42
	5 – 10	947,40	0	52,60	Arenosa	1,42	17,58
P8	0 – 5	973,40	0	26,60	Arenosa	1,45	13,60
	5 – 10	958,60	0	41,40	Arenosa	1,43	15,19
	10 – 20	929,60	20	50,40	Arenosa	1,37	36,60
	20 – 30	931,40	20	48,60	Arenosa	1,37	27,51
	30 – 50	896	75	29	Arenosa	1,32	75,33

Cont. Tabela 5.

PARCELA PE2 500	AREIA	ARGILA	SILTE	CLASSE TEXTURAL	DENSIDADE	ESTOQUE DE C	
PONTOS DE COLETA	g/kg			(USDA)	g/cm	mg/ha <sup>-1</sup>	
P9	0 – 5	940,40	20	39,60	Arenosa	1,38	13,43
	5 – 10	883,20	40	76,80	Arenosa	1,26	17,64
	10 – 20	836	75	89	Areia Franca	1,23	43,37
	20 – 30	844,5	125	30,50	Areia Franca	1,01	25,22
	30 – 50	781,40	120	98,60	Franco-arenosa	1,13	70,23
P10	0 – 5	918,60	20	61,40	Arenosa	1,31	19,60
	5 – 10	764,75	225	10,25	franco-argilo-arenosa	1,05	29,69
	10 – 20	753,25	200	46,75	franco-argilo-arenosa	1,10	59,87
	20 – 30	750	200	50	Franco-arenosa	1,15	40,60
	30 – 50	726,75	250	23,25	franco-argilo-arenosa	1,16	89,90
P11	0 – 5	802	175	23	Franco-Arenosa	1,29	23,13
	5 – 10	749,50	175	75,50	Franco-Arenosa	1,12	25,09
	10 – 20	747,50	125	127,5	Franco-Arenosa	1,31	38,43
	20 – 30	753,50	150	96,50	Franco-Arenosa	1,20	43,69
	30 – 50	744	225	31	franco-argilo-arenosa	1,25	53,46
P12	0 – 5	912,40	40	47,60	Arenosa	1,07	18,41
	5 – 10	780	140	80	Franco-Arenosa	1,28	35,63
	10 – 20	778,50	125	96,50	Franco-Arenosa	1,15	47,40
	20 – 30	740,50	200	59,50	Franco-Arenosa	1,21	32,99
	30 – 50	738	200	62	Franco-argilo-arenosa	1,17	72,68
P13	0 – 5	947,20	20	32,80	Arenosa	1,40	15,19
	5 – 10	877,40	60	62,60	Areia-franca	1,27	21,16
	10 – 20	861,40	60	78,60	Areia-franca	1,26	41,46
	20 – 30	841	150	9	Franco-Arenosa	1,23	44,54
	30 – 50	821,75	150	28,25	Franco-Arenosa	1,32	95,46
P14	0 – 5	975,60	0	24,40	Arenosa	1,44	14,60
	5 – 10	950,60	20	29,40	Arenosa	1,39	13,37
	10 – 20	955,60	0	44,40	Arenosa	1,39	38,72
	20 – 30	940,40	20	39,60	Arenosa	1,40	39,40
	30 – 50	914,40	20	65,60	Arenosa	1,37	67,85
P15	0 – 5	940,20	0	59,80	Arenosa	1,46	13,17
	5 – 10	942,40	0	57,60	Arenosa	1,46	15,69
	10 – 20	959	0	41	Arenosa	1,40	23,68
	20 – 30	956	0	44	Arenosa	1,42	24,90
	30 – 50	927,80	20	52,20	Arenosa	1,36	56,38
P16	0 – 5	928,20	40	31,80	Arenosa	1,39	15,63
	5 – 10	802	175	23	Franco-Arenosa	1,27	32,71
	10 – 20	839,75	150	10,25	Franco-Arenosa	1,30	51,82
	20 – 30	762,75	125	112,25	Franco-Arenosa	1,29	49,84
	30 – 50	767,25	125	107,75	Franco-Arenosa	1,57	89,56

O estoque de carbono do solo (ECS) na parte superior do perfil, 0-30 cm, é responsável por 50 a 70% do estoque carbono do solo, representando a maior quantidade para o perfil (Figura 8). Costa et al. (2009) observaram que os teores de C tenderam a ser menores nas camadas mais profundas uma vez que os maiores aportes de matéria orgânica são observados nas camadas superficiais.

**Figura 8. Distribuição do Estoque de Carbono no solo ao longo do perfil, nos 16 pontos de coletas.**



A agregação das partículas e o estoque de C orgânico no solo estão estreitamente associados. Assim, à medida que aumenta o tamanho de agregados, que se repercute em maior proteção física da matéria orgânica, há também aumento do estoque de carbono no solo (AMADO et al., 2001). Em trabalho sobre as frações da matéria orgânica em solos tropicais, Canellas et al. (2000) observaram que a maior parte do C total presente nos solos é composta pelas huminas (H), fração de C que se encontra intimamente associada à fração mineral do solo, estando aleatoriamente distribuída (sem padrão definido) nos perfis. A fração de ácidos húmicos (AH) encontra-se distribuída mais uniformemente em profundidade nos perfis, e a fração mais móvel, ácidos fúlvicos livres (AFL), apresenta tendência de acúmulo em profundidade (CANELLAS et al., 2000).

Com o aumento da presença de argila nas camadas do perfil dos solos, há o incremento do estoque de carbono pela proteção física conferida por essas partículas. Isto é justificado pois, nos solos argilosos o acúmulo de matéria orgânica provém da

maior estabilidade da matéria orgânica, onde ela fica menos acessível à ação dos microrganismos decompositores (GAMA-RODRIGUES et al., 2008).

Apesar dos dados verificados no trabalho contribuírem para a compilação de dados de estoque de carbono em fragmento de Mata Atlântica no estado de Pernambuco, torna-se imprescindível uma avaliação detalhada da qualidade da matéria orgânica, de forma a inferir o tempo médio de residência do carbono nos diferentes compartimentos (vegetação, serapilheira e solo) neste fragmento de mata, e verificação dos principais componentes que interferem no sequestro e manutenção de C no solo, neste ambiente, viabilizando o maior entendimento da importância destes na dinâmica de sequestro/emissão de carbono para a atmosfera.

## CONCLUSÕES

1. O conteúdo de nutrientes na serapilheira (Ca, Mg, K, S e N) é responsável pela regulação de nutrientes no sistema solo-floresta, cuja baixa fertilidade do solo inviabilizaria a manutenção da Mata Atlântica da área de estudo;
2. O estoque de carbono até os 30 primeiros centímetros foi superior, mesmo com o caráter arenoso destas camadas do solo, explicitando a importância do aporte de matéria orgânica até esta profundidade.
3. O fragmento maduro de Mata Atlântica estudado apresenta grande potencial em estocar carbono no solo quando comparado a outros biomas. No entanto, se faz necessário o aprofundamento dos métodos de modelagem para cálculo do estoque de carbono na área, a fim de diminuir os erros de superestimação desses valores.

## REFERÊNCIAS

ALEGRE, J.; AREVADO, L.; RICSE, A.; CALLO-CONCHA, D.; PALM, C. **Secuestro de carbono com sistemas alternativos em el Peru.** SBSAF/CEPLAC/UENF, p.27-32, 2004.

ALMEIDA, B. G. de. **Métodos alternativos de determinação de parâmetros físicos do solo e uso de condicionadores químicos no estudo da qualidade do solo.** Tese. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba-SP, 2008, 103 p.

ALVAREZ, V. V. H.; DIAS, L. E.; RIBEIRO Jr. E. S.; SOUZA, R. B. de; FONSECA, C. A. da. **Métodos de análises de enxofre em solos e plantas.** Universidade Federal de Viçosa - 2001, 131 p.

ALLEONI, L. R. F.; CAMBRI, M. A.; CAIRES, E. F.; GARBUIO, F. J. **Acidity and Aluminum Speciation as Affected by Surface Liming in Tropical No-Till Soils** Soil Science Society. Soil Science Society of America. v.74 n.3, p. 1010-1017, 2010.

AMADO, T. J. C.; BAYER, C.; ELTZ, F. L. F. & BRUM; A. C. R. **Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental.** R. Bras. Ci. Solo, v.25, p. 189-197, 2001.

ANDRADE, A. G. de; URQUIAGA CABALLERO, S. S.; FARIA, S. M. de. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais.** Embrapa Solos (Rio de Janeiro, RJ). V. Série. CDD (21.ed.) 338.9. 1999, 22 p.

ANDRADE, R. L.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P. C.; BEZERRA, D. M. **Deposição de serrapilheira em área de caatinga na RPPN “Fazenda Tamanduá”, Santa Terezinha – PB.** Revista Caatinga (Mossoró, Brasil), v.21, n2, p.223-230 maio/junho de 2008.

ARAÚJO, E. A. de; KER, J. C.; MENDONÇA, E. de S.; SILVA, I. R. da; OLIVEIRA, E. K. **Impacto da conversão floresta - pastagem nos estoques e na dinâmica do carbono e substâncias húmicas do solo no bioma Amazônico.** ACTA AMAZONICA, VOL. 41(1): p. 103-114. 2011.

AREVALO, L. A. **Metodologia para estimar o estoque de carbono em diferentes sistemas de uso da terra.** Colombo: Embrapa Florestas, (Documentos, 73). Colombo, 2002, 41 p.

BACKES, A.; PRATES, F. L.; VIOLA, M. G. **Produção de serrapilheira em Floresta Ombrófila Mista, em São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil.** Acta bot. bras. 19(1): 155-160. 2005.

BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, (Boletim Técnico, 78), 1983,48p.

BELLOTE, A. F. J.; SILVA, H. D. da; FERREIRA, C. A.; ANDRADE, G. de C. **Resíduos da indústria de celulose em plantios florestais**. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 37, p. 99-106, Jul./Dez. 1998.

BERNOUX, M. & VOLKOFF, B. Soil carbon stock in soil ecoregions of Latin America. In: LAL, R.; CERRI, C.C.; BERNOUX, M.; ETCHEVERS, J. & CERRI, C.E.P. **Carbon sequestration in soils of Latin America**. New York, Haworth, 2006. p.65-75.

BORSZOWSKI, P. R. **Perda e recuperação de carbono no compartimento da matéria orgânica do solo nos sistemas convencional e plantio direto**. UEPG, Ponta Grossa - PR, 2011. 95 p.

CALDAS, A. M. **Solos, antropização e morfometria da microbacia do Prata, Recife, PE**. Dissertação - UFRPE. 2007. 130 p.

CALDEIRA, M.V. W.; MARQUES, R.; SOARES, R. V.; BALBINOT, R. **Quantificação de serapilheira e de nutrientes – floresta ombrófila mista montana – Paraná**. Rev. Acad., Curitiba, v. 5, n. 2, p. 101-116, abr./jun. 2007.

CAMARGO, V. L. de; SILVA, A. F. da; MEIRA NETO, J. A. A.; MARTINS, S. V. **Influência de fatores edáficos sobre variações florísticas na Floresta Estacional Semidecídua no entorno da Lagoa Carioca, Parque Estadual do Rio Doce, MG, Brasil**. Acta bot. bras. 22(1): p. 75-84, 2008.

CAMPOS, M. C. C. **Atributos dos solos riscos de lixiviação de metais pesados em solos tropicais**. Ambiente Guarapuava (PR) v.6 n.3, p. 547-565, Set./Dez. 2010.

CANELLAS, L. P.; BERNER, P. G.; SILVA, S. G. da; BARROS E SILVA, M.; SANTOS, G. de A. **Frações da matéria orgânica em seis solos de uma topossequência no estado do rio de janeiro**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.35, n.1, p. 133-143, jan. 2000.

CANELLAS, L. P.; SANTOS, G. A.; RUMJANEK, V. M.; MORAES, A. A.; GURIDI, F. **Distribuição da matéria orgânica e características de ácidos húmicos em solos**



**com adição de resíduos de origem urbana.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília-DF, v. 36, n. 12, p. 1529-1538, 2001.

CARDOSO, E. L.; SILVA, M. L. N.; SILVA, C. A.; CURI, N.; FREITAS, D. A. F. de. **Estoques de carbono e nitrogênio em solo sob florestas nativas e pastagens no bioma Pantanal.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v.45, n.9, p.1028-1035, set. 2010.

CIANCIARUSO, M. V.; PIRES, J. S. R.; DELITTI, W. B. C.; SILVA, É. F. L. P. DA. **Produção de serapilheira e decomposição do material foliar em um cerradão na Estação Ecológica de Jataí, município de Luiz Antônio, SP, Brasil.** Acta bot. bras. 20(1): 49-59. 2006.

CERRI, C.E.P.; CERRI, C.C.; BERNOUX, M.; VOLKOFF, B. e RONDÓN, M.A. **Potential of soil carbon sequestration in the Amazonian Tropical Rainforest.** Carbon sequestration in soils of Latin America. New York, Haworth, 2006. p.245-266.

CHAVES, L. H. G.; FARIAS, C. H. de A. **Variabilidade espacial do estoque de carbono nos Tabuleiros Costeiros da Paraíba: Solo cultivado com cana-de-açúcar.** Rev. Bras. Ciênc. Agrár. Recife, v.3, n.1, p. 20-25, 2008.

COLE, D. W.; RAPP, M. **Elemental cycling in forest ecosystems.** In: Reichle, D. E., Editor Dynamic properties of forest ecosystems. Cambridge University Press, Cambridge, England, p. 341-409, 1980.

COSTA, F.S.; BAYER, C.; ZANATTA, J. A. & MIELNICZUK, J. **Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil.** R. Bras. Ci. Solo, v.32, p. 323-332, 2008.

COSTA, O. V.; CANTARUTTI, R. B.; FONTES, L. E. F.; COSTA, L. M. da; NACIF, P.G. S. & FARIA, J. C. **Estoque de carbono do solo sob pastagem em área de tabuleiro costeiro no sul da Bahia.** R. Bras. Ci. Solo, v.33, p. 1137-1145, 2009.

COUTINHO, R. P.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M.; ALVES, B. J. R.; TORRES, A. Q. A.; JANTALIA, C. P. **Estoque de carbono e nitrogênio e emissão de N<sub>2</sub>O em diferentes usos do solo na Mata Atlântica.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v.45, n.2, p.195-203, fev. 2010.

CUNHA, G. de M.; GAMA-RODRIGUES, A. C. da; COSTA, G. S.; VELLOSO, A. C. X. **Fósforo orgânico em solos sob florestas montanas, pastagens e eucalipto no norte fluminense.** R. Bras. Ci. Solo, v.31, p. 667-672, 2009.

DANTAS DE PAULA, M., ALVES COSTA, C. P. AND TABARELLI, M. **Carbon storage in a fragmented landscape of Atlantic forest: the role played by edge-affected habitats and emergent trees.** Tropical Conservation Science Vol. 4(3): p. 349-358. 2011.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análises de solos.** 2. ed. ver. atual. Rio de Janeiro, 1997.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análise de solo.** 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 2011.

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F. **Qualidade do solo e meio ambiente** - Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 35 p.

FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas.** Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu”: Solos e Meio Ambiente. Lavras: UFLA / FAEPE, 2005. 186 p.

FAVORETTO, C. M. **Caracterização da Matéria Orgânica humificada de um latossolos vermelho distrófico através da espectroscopia de fluorescência induzida a laser.** Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa-PR, 2007. 96 p.

FEREZ, A. P. C. **Efeito de práticas silviculturais sobre as taxas iniciais de seqüestro de carbono em plantios de restauração da Mata Atlântica.** Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba-SP, 2010. 106 p.

FERNANDEZ, I.; CABANEIRO, A.; CARBALLAS, T. **ORGANIC MATTER Changes immediately after a wildfire in an Atlantic forest soil and comparison with laboratory soil heating.** Elsevier Science Ltd. All rights reserved. Printed in Great Britain. Soil Biol. Biochem. v. 29, n. I, p. 1-11, 2006.

FERNADES, F. A.; FERNANDES A. H. B. M. **Atualização dos Métodos de Cálculo dos Estoques de Carbono do Solo sob Diferentes Condições de Manejo.** Corumbá: Embrapa Pantanal, 2013. 5 p.

FERREIRA, C. A.; SILVA, H. D. da; ANDRADE, G de C.; BELLOTE, A. F. J.; MORO, L. **Deposição de material orgânico e nutrientes em plantios de *Eucalyptus grandis* em diferentes regimes de adubação.** Bol. Pesq. Fl., Colombo, n.43, p. 75-86, jul./dez. 2001.

FIGUEIREDO, C. C.; RAMOS, M. L. G.; TOSTES, R. **Propriedades físicas e matéria orgânica de um latossolo vermelho sob sistemas de manejo e cerrado nativo.** Biosci. J., Uberlândia, v. 24, n. 3, p. 24-30, 2008.

FRANSSOS, A. M.; JONES, D. L. **Phosphatase activity does not limit the microbial use of low molecular weight organic-P substrates in soil.** Soil Biology & Biochemistry 39, p. 1213–1217, 2007.

GAMA-RODRIGUES, A.C.; BARROS, N.F. **Ciclagem de nutrientes em floresta natural e em plantios de eucalipto e de dandá no sudeste da Bahia, Brasil.** R. Árvore, v.26, p. 193-207, 2002.

GAMA-RODRIGUES, E. F. da; BARROS, N. F. de; VIANA, A. P.; SANTOS, G. de A. **Alterações na biomassa e na atividade microbiana da serapilheira e do solo, em decorrência da substituição de cobertura florestal nativa por plantações de eucalipto, em diferentes sítios da região sudeste do Brasil.** R. Bras. Ci. Solo, v.32, p. 1489-1499, 2008.

GATTO, A.; BARROS, N. F. de; NOVAIS R. F.; SILVA, I. R. da; LEITE, H. G.; LEITE, F. P.; VILLANI, E. M. de A. **Estoques de Carbono no Solo e na Biomassa em plantações de Eucalipto.** R. Bras. Ci. Solo, v. 34, p. 1069-1079, 2010.

GOLDIN, A. **Reassessing the use of loss-on-ignition for estimating organic matter content in noncalcareous soils.** Commun. Soil Sci. Plant. Anal., 18: p.1111-1116, 1987.

GOMES, J. M.; PEREIRA, M. G. PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; PEREIRA, G. H. A; GONDIM, F. R.; SILVA, E. M. R. **Aporte de serapilheira e de nutrientes em fragmentos florestais da Mata Atlântica.** Revista Brasileira Ciências Agrária; 5(3): p. 383-391, 2010.

HARTWIG, I.; OLIVEIRA, A. C. de; CARVALHO, F. I. F. de; BERTAN, I.; SILVA, J. A. G. da; SCHMIDT, D. A. M.; VALÉRIO, I. P.; MAIA, L. C.; FONSECA D. A. R.; REIS, C. E. S. dos. **Mecanismos associados à tolerância ao alumínio em plantas.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 28, n. 2, p. 219-228, abr./jun. 2007.

HUANG, W.; LIU, J.; ZHOU, G.; ZHANG, D.; DENG, Q. **Effects of precipitation on soil acid phosphatase activity in three successional forests in southern China.** Biogeosciences, v.8, p. 1901–1910, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. IBGE, 2º Edição. 2012.

KOLM, L. **Ciclagem de nutrientes e variações do microclima em plantações de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden manejadas através de desbastes progressivos**. ESALQ, Piracicaba-SP, 2001. 73 p.

LAURANCE, W. F.; VASCONCELOS, H. L. **Consequências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia**. *Oecologia Brasiliensis* 13(3): p. 434-451, 2009.

LEYTEM, A.B., MIKKELSEN, R.L., GILLIAM, J.W. **Sorption of organic phosphorus compounds in Atlantic costal plain soils**. *Soil Science* v.167, p. 652–658, 2002.

LUCA, E. F. de.; FELLER, C.; CERRI, C. C.; BARTHÈS, B.; CHAPLOT, V.; CAMPOS, D. C.; MANECHINI, C. **Avaliação de atributos físicos e estoques de carbono e nitrogênio em solos com queima e sem queima de canavial**. *R. Bras. Ci. Solo*, 32:789-800, 2008.

MACHADO, P. L. O. de A. **Carbono do solo e a mitigação da mudança climática global**. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ. *Quim. Nova*, v. 28, n. 2, p. 329-334, 2005.

MAGNUSSON, W. E.; LIMA, A. P.; LUIZÃO, R.C.; LUIZÃO, F. J.; COSTA, F. R. C.; CASTILHO, C. V.; KINUPP, V. F. **RAPELD: a modification of the gentry method for biodiversity surveys in long-term ecological research sites**. *Biota Neotropica*, v.5, n.2, p. 1-6, 2005.

MALHI, Y.; SAATCHI, S.; GIRARDIN, C.; ARAGÃO, L. E. O. C. **Produção, Estoques e Fluxo de Carbono nas Florestas Amazônicas**. The American Geophysical Union. p. 355-371. 2009.

MARCOLIN, C. D. **Propriedades físicas de nitossolo e latossolos argilosos sob plantio direto**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, 2006. 110 p.

MARSCHNER, H. **Long-Distance Transport in the Xylem and Phloem and Its Regulation**. *Mineral Nutrition of Higher Plants* p. 79-115, 1997.

MARTINS, S. C. **Caracterização dos solos e serapilehira ao longo do gradiente altitudinal da Mata Atlântica, estado de São Paulo**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2010, 155 p.

MELO, M. D. V. C.; FURTADO, M. F. G. **Florestas urbanas: estudo sobre as representações sociais da Mata Atlântica de Dois Irmãos, na cidade do Recife – PE**. São Paulo : Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Série Ciência e Pesquisa; 2006, 34 p.

MENDONÇA, E. S.; MATOS, E. S. **Matéria orgânica do solo; métodos de análises**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2005, 107 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Mata Atlântica**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica>> Acesso em: 03 de setembro de 2015.

MORAIS, V. A. **Modelagem e espacialização do estoque de carbono de Cerrado SENSU STRICTO em Minas Gerais**. Dissertação – Universidade Federal de Lavras-UFLA. Minas Gerais, 2012, 123 p.

MONTEIRO, R. T. R. **Características e efeito da fração granulométrica < 2 µm no comportamento de queima de uma argila**. Cerâmica. vol. 53 n.327, p. 1678-4553, São Paulo , 2007.

NICOLODI, M.; ANGHINONI, I.; GIANELLO, C. **Indicadores da acidez do solo para recomendação de calagem no sistema plantio direto**. R. Bras. Ci. Solo, 32:237-247, 2008.

NOVAES FILHO, J. P.; SELVA, E. C.; COUTO, E. G.; LEHMANN, J.; JOHNSON, M. S.; RIHA, S. J. **Distribuição espacial de carbono em solo sob floresta primária na Amazônia meridional**. R. Árvore, Viçosa-MG, v.31, n.1, p.83-92, 2007.

OLIVEIRA, F. F. G.; MATTOS, J. T. **Análise ambiental de remanescentes do bioma Mata Atlântica no litoral sul do Rio Grande do Norte – NE do Brasil**. GEOUSP – Espaço e Tempo (Online), São Paulo, v. 18, n. 1, p. 165-183, 2014.

PARTON, W. **Global-scale similarities in nitrogen release patterns during long-term decomposition**, Science, 315, p. 361-364, 2007.

PERNAMBUCO. **Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade Parque Estadual de Dois Irmãos**. Governo de Pernambuco. Recife, 2012

PILLON, C.N.; SCIVITTARO, W.B.; POTES, M.L.; MORAES, C.S.; MICHELS, G.H. & PEREIRA, J.S. **Acúmulo de carbono orgânico por sistemas de cultura sob plantio direto em terras baixas**. R. Bras. Agroecologia, 2: p. 1040-1043, 2002.

PINTO, C. B.; MARQUES, R. **Aporte de nutrientes por frações da serapilheira em sucessão ecológica de um ecossistema da Floresta Atlântica**. Revista Floresta, v.33, n.3, p. 257-264, 2003.

PINTO, C. R. O.; NAHAS, E. **Atividade e população microbiana envolvida nas transformações do enxofre em solos com diferentes vegetações**. Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 37, n. 12, p. 1751-1756, dez. 2002.

PIRES, L. A.; BRITZ, R. M. de; MARTEL, G.; PAGANO, S. N. **Produção, acúmulo e decomposição da serapilheira em uma restinga da Ilha do Mel, Paranaguá, PR, Brasil**. Acta bot. bras. 20(1): p. 173-184, 2006.

PORTAL SÃO FRANCISCO. **Distribuição da Mata Atlântica**. Disponível em: <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/meio-ambiente-mata-atlantica/distribuicao-da-mata-atlantica.php>> Acesso em: 02 de setembro de 2015.

PRIMO, D. C.; MENEZES, R. S. C.; SILVA, T. O. da. **Substâncias húmicas da matéria orgânica do solo: uma revisão de técnicas analíticas e estudos no nordeste brasileiro**. SCIENTIA PLENA, v.7, n.5, p. 1-13, 2011.

PULROLNIK, K. **Transformações do Carbono no Solo**. Planaltina-DF. Embrapa Cerrados, julho de 2009. 36 p.

RANGEL, O. J. P.; SILVA, C. A. **Estoques de carbono e nitrogênio e frações orgânicas de latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo**. R. Bras. Ci. Solo, v.31, n.3, p. 304-312, 2007.

RAIJ, B. V. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo (IAC. Boletim Técnico). 1996, 100 p.

REDE PPBIO. Amazônia Ocidental. **Biodiversidade na Amazônia Ocidental Rondoniense: subsídios para inserção em cadeias produtivas do conhecimento**. Edital MCT/CNPq/PPBio N° 60/2009. Disponível em: <[http://ppbio.inpa.gov.br/sites/default/files/Nucleo\\_Regional\\_Rondonia.pdf](http://ppbio.inpa.gov.br/sites/default/files/Nucleo_Regional_Rondonia.pdf)>. Acesso em: 12 de março de 2015.

RENGEL, Z.; DAMON P. M. **Crops and genotypes differ in efficiency of potassium uptake and use.** *Physiol Plant.* V.133, N.4, P. 624-36, 2008.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. **The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation.** *Biological conservation*, v.142, n.6, 1141-1153, 2009.

RODRIGUES; M. F.; SILVA, S. P. V. da. **Plano de Manejo – Parque Estadual de Dois Irmãos.** Recife, agosto de 2014, 193 p.

ROSCOE, R.; MACHADO, P. L. O de A. **Fracionamento físico do solo em estudos da matéria orgânica.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002, 86 p.

ROSSI, C. Q.; PEREIRA, M. G.; GIACOMO, S. G.; BETTA, M.; POLIDORO, J. C. **Frações húmicas da matéria orgânica do solo cultivado com soja sobre palhada de braquiária e sorgo.** *Bragantia*, Campinas, v. 70, n. 3, p. 622-630, 2011.

SANDI, J. T. T. **Estoque de carbono no solo sob diferentes coberturas vegetais, Chapecó-SC.** UNIVERSIDADE COMUNITÁRIA DA REGIÃO DE CHAPECÓ - UCRC. Chapecó – SC, 2009. 83 p.

SANTOS, E. DOS. **Carbono, nitrogênio e relação c/n em gleissolo e cambissolo sob diferentes tipologias vegetais na área de ocorrência da floresta ombrófila densa, Antonina – PR.** Dissertação – UFPR. Curitiba-PR, 2007. 104 p.

SANTOS, F. C. dos; ALBUQUERQUE FILHO, M. R. de. **Importância da matéria orgânica e cobertura vegetal para os solos arenosos do Cerrado. 2011. Disponível em:** <http://www.grupocultivar.com.br/site/content/artigos/artigos.php?id=280>. Acesso em: 10 de março de 2015.

SCHEER, M. B. **Decomposição e liberação de nutrientes da serapilheira foliar em um trecho de floresta ombrófila densa aluvial em regeneração, Guaraqueçaba (PR).** *Revista FLORESTA*, Curitiba, PR, v. 38, n. 2, p. 253-266, abr./jun. 2008.

SELLE, G. L. **Ciclagem de Nutrientes em Ecossistemas Florestais.** *Biosci. J.* Uberlândia, v. 23, n.4, p.29-39, Oct./Dec. 2007.

SILVA, I. R.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; SILVA, E. F. **Manejo de resíduos de matéria orgânica do solo em plantações de eucalipto: uma questão estratégica para a manutenção da sustentabilidade.** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: Boletim Informativo, v.29, p. 103-123, 2004.

SILVA, I.R.; MENDONÇA, E.S. **Matéria orgânica do solo.** In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L. Fertilidade do solo. Viçosa - MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 275-374, 2007.

STEINER, F.; PIVETTA, L. A.; ZOZ, T.; PINTO JUNIOR, A. S. **Estoque de carbono orgânico no solo afetado por adubação orgânica e sistemas de culturas no Sul do Brasil.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 33, n. 1, p. 323-332, 2012.

SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica - período 2012-2013.** São Paulo, 2013, p. 61.

SOS MATA ATLÂNTICA. **Fundação divulga novos dados sobre a situação da Mata Atlântica.** 27/05/2015. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/103045/fundacao-divulga-novos-dados-sobre-situacao-da-mata-atlantica/>> Acesso em: 03 de junho de 2015.

SOS MATA ATLÂNTICA. **Agressões Frequentes.** Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/participe/guia-de-denuncias/agressoes-frequentes/>>. Acesso em: 01 de setembro de 2015.

TERROR, V. L.; SOUSA, H. C. de; KOZOVITS, A. R. **Produção, decomposição e qualidade nutricional da serapilheira foliar em uma floresta paludosa de altitude.** Acta Bot. Bras. 25(1): p. 113-121. 2011.

TRUMBORE, S.; CAMARGO, P. B. de. **Dinâmica do Carbono do Solo.** Amazonia and Global Change Geophysical Monograph Series 186. American Geophysical Union, p. 451 a 462, 2009.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. **Agregação e estoque de carbono em argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola.** R. Bras. Ci. Solo, 35:213-223, 2011.

VIANA, V. M. e PINHEIRO, L. A. F. V. **Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais.** SÉRIE TÉCNICA IPEF. ESALQ/USP. v. 12, n. 32, p. 25-42, dez. 1998.



VIDAL, M. M.; PIVELLO, V. R.; MEIRELLES, S. T.; METZGER, J. P. **Produção de serapilheira em floresta Atlântica secundária numa paisagem fragmentada (Ibiúna, SP): importância da borda e tamanho dos fragmentos.** Revista Brasil. Bot., V.30, n.3, p.521-532, jul.-set. 2007.

VITAL, A. R. T.; GUERRINI, I. A.; FRANKEN, W. K.; FONSECA, R. C. B. **Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária.** R. Árvore, Viçosa-MG, v.28, n.6, p. 793-800, 2004.

**ANEXO A – Caracterização química das amostras de solos da parcela PE2 500 dos pontos P1 a P16. Fragmento de Mata Atlântica do PEDI.**

PE2 500 PARCELAS	pH H <sub>2</sub> O	Al	H+Al	Ca	Mg	Na	K	MO	N	P	S	
		-----cmolc.dm <sup>3</sup> -----					-----dag.Kg-----		-----mg.dm <sup>3</sup> -----			
P1	0-5	3,7	0,88	3,70	0,28	0,47	0,064	0,034	6,80	0,070	2,89	25,54
	5-10	3,6	1,58	5,72	0,03	0,52	0,070	0,031	9,45	0,210	3,04	20,51
	10-20	3,8	1,55	6,42	0,19	0,69	0,109	0,040	7,93	0,182	2,14	31,09
	20-30	3,5	1,00	2,54	0,02	0,60	0,089	0,028	7,45	0,448	3,03	33,94
	30-50	4,7	0,73	3,53	0,19	0,69	0,093	0,029	6,84	0,336	3,05	43,59
P2	0-5	3,6	0,60	2,62	0,23	1,10	0,078	0,039	4,64	0,021	2,19	27,70
	5-10	3,4	1,28	4,69	0,23	0,32	0,050	0,033	4,82	0,378	1,24	25,30
	10-20	3,3	1,70	5,35	0,17	0,35	0,066	0,032	6,05	0,294	1,61	24,58
	20-30	3,4	1,05	3,33	0,09	0,23	0,064	0,023	5,55	0,084	0,86	27,96
	30-50	3,5	0,95	5,51	0,06	0,66	0,058	0,019	6,64	0,336	0,68	52,28
P3	0-5	3,5	0,83	1,88	0,06	1,52	0,026	0,018	3,23	0,350	2,28	17,16
	5-10	3,6	0,55	1,02	0,02	0,66	0,043	0,022	3,56	0,294	2,22	30,34
	10-20	3,2	0,93	2,38	0,03	0,72	0,043	0,018	3,77	0,462	1,00	26,60
	20-30	3,5	1,50	2,25	0,02	1,31	0,031	0,016	3,72	0,476	3,13	30,68
	30-50	3,7	0,80	2,87	0,02	0,73	0,024	0,014	4,91	0,336	3,63	21,03
P4	0-5	3,9	0,85	1,80	0,17	1,48	0,049	0,038	4,25	0,686	2,94	30,81
	5-10	3,5	0,60	0,44	0,03	0,72	0,026	0,016	6,09	0,490	2,63	19,31
	10-20	3,4	0,83	1,22	0,17	0,33	0,043	0,014	2,84	0,294	1,43	25,11
	20-30	3,4	0,78	1,84	0,07	0,35	0,045	0,013	3,04	0,336	1,47	22,93
	30-50	3,7	0,85	2,42	0,03	0,24	0,031	0,016	3,08	0,336	3,13	22,53
P5	0-5	3,3	0,75	1,72	0,06	0,24	0,047	0,016	3,49	0,518	1,33	19,79
	5-10	3,4	0,65	1,18	0,12	0,38	0,045	0,016	3,21	0,154	1,38	60,30
	10-20	3,4	0,93	1,96	0,07	0,73	0,043	0,016	3,13	0,322	1,33	41,01
	20-30	3,6	1,00	2,17	0,01	1,12	0,026	0,016	6,13	0,420	3,38	27,15
	30-50	3,9	1,03	1,92	0,03	1,27	0,024	0,012	6,62	0,336	3,28	18,18
P6	0-5	3,5	0,85	2,21	0,13	2,72	0,091	0,025	5,55	0,126	1,94	24,58
	5-10	3,6	0,95	3,61	0,19	0,41	0,046	0,024	6,03	0,014	1,62	22,19
	10-20	3,7	0,95	2,91	0,01	0,64	0,042	0,017	4,81	1,106	0,94	20,51
	20-30	3,9	0,93	2,13	0,04	1,11	0,078	0,026	5,99	0,112	3,53	29,46
	30-50	3,9	1,13	2,42	0,11	2,52	0,068	0,018	3,81	0,336	3,75	26,47

PE2 500 PARCELAS		pH H <sub>2</sub> O	Al	H+Al	Ca	Mg	Na	K	MO	N	P	S
			-----cmolc.dm <sup>3</sup> -----					-----dag.Kg-----		-----mg.dm <sup>3</sup> -----		
P7	0-5	3,6	0,60	1,10	0,01	0,42	0,031	0,026	3,49	0,154	2,18	20,99
	5-10	3,7	0,73	1,72	0,01	0,84	0,068	0,016	4,28	0,266	1,62	26,74
	10-20	4,5	0,70	2,91	0,32	1,95	0,085	0,039	5,46	0,210	2,14	25,54
	20-30	4,2	0,75	2,91	0,04	0,71	0,044	0,011	3,43	0,056	1,43	38,15
	30-50	4,2	0,80	1,88	0,03	2,39	0,057	0,011	3,85	0,336	0,99	25,24
P8	0-5	3,8	0,38	1,92	0,1	0,78	0,061	0,023	3,24	0,350	2,45	16,92
	5-10	3,7	0,50	2,21	0,19	0,88	0,064	0,021	3,66	0,658	1,52	23,15
	10-20	3,7	0,73	2,58	0,03	0,54	0,068	0,021	4,61	0,266	3,15	49,50
	20-30	3,4	0,78	2,54	0,01	0,34	0,047	0,013	3,45	0,224	0,82	19,27
	30-50	3,6	0,98	2,50	0,09	0,38	0,033	0,016	4,91	0,336	4,53	18,86
P9	0-5	3,7	0,78	0,81	0,01	2,66	0,061	0,021	3,36	0,350	1,84	32,85
	5-10	3,7	0,93	3,12	0,11	0,72	0,055	0,024	4,83	0,574	2,16	29,86
	10-20	3,8	1,18	3,94	0,02	0,48	0,093	0,026	6,08	0,070	2,80	26,98
	20-30	3,5	0,78	10,13	0,01	0,57	0,066	0,014	4,30	0,028	0,72	29,46
	30-50	3,7	1,13	1,51	0,05	1,13	0,060	0,013	5,34	0,336	0,72	29,38
P10	0-5	3,4	0,85	0,89	0,09	0,61	0,043	0,023	5,14	0,004	1,78	30,81
	5-10	3,4	1,43	3,66	0,08	0,44	0,043	0,027	9,71	0,266	2,28	20,99
	10-20	4	1,35	5,26	0,11	0,54	0,083	0,020	9,36	0,070	0,89	9,49
	20-30	3,7	1,10	3,28	0,11	1,57	0,062	0,016	6,10	0,224	3,58	30,54
	30-50	3,9	1,10	4,07	0,13	0,29	0,054	0,016	6,66	0,336	4,33	32,85
P11	0-5	3,5	1,13	3,53	0,11	1,22	0,087	0,041	6,17	0,098	1,84	19,55
	5-10	3,9	1,78	5,18	0,01	1,52	0,100	0,035	7,73	0,294	1,64	23,87
	10-20	4	1,00	3,90	0,11	0,57	0,057	0,019	5,05	0,210	2,31	25,30
	20-30	4,3	1,38	2,09	0,04	1,69	0,066	0,015	6,26	0,196	0,65	15,24
	30-50	4,2	0,98	1,84	0,02	2,03	0,070	0,017	3,69	0,336	0,74	24,97
P12	0-5	3,4	1,03	2,83	0,05	0,80	0,061	0,027	5,91	0,378	1,84	31,29
	5-10	3,8	1,60	6,50	0,12	1,56	0,085	0,044	9,64	0,042	1,74	26,74
	10-20	3,9	1,88	4,11	0,09	1,94	0,074	0,027	7,10	0,070	2,75	26,06
	20-30	4	1,10	3,24	0,03	2,05	0,057	0,035	4,69	0,392	3,15	22,93
	30-50	3,8	0,95	2,58	0,01	2,01	0,053	0,057	5,35	0,336	0,89	20,63
P13	0-5	3,4	0,65	0,40	0,13	1,42	0,039	0,026	3,74	0,238	1,93	36,33
	5-10	3,6	0,98	3,90	0,06	1,29	0,066	0,031	5,76	0,182	1,89	22,67
	10-20	3,8	0,98	4,27	0,06	0,92	0,059	0,057	5,70	0,098	2,31	24,11
	20-30	3,6	1,08	3,45	0,17	0,90	0,068	0,034	6,26	0,112	1,67	27,42
	30-50	4,2	0,88	3,94	0,2	0,45	0,042	0,021	6,26	0,336	1,04	27,42

PE2 500 PARCELAS		pH H <sub>2</sub> O	Al	H+Al	Ca	Mg	Na	K	MO	N	P	S
			-----cmolc.dm <sup>3</sup> -----					-----dag.Kg-----		-----mg.dm <sup>3</sup> -----		
P14	0-5	3,7	0,48	0,85	0,16	0,74	0,061	0,022	3,49	0,210	1,99	20,03
	5-10	3,7	0,65	0,60	0,03	1,20	0,038	0,019	3,31	0,070	1,77	18,35
	10-20	3,8	0,73	0,52	0	0,85	0,098	0,023	4,79	0,070	2,80	19,55
	20-30	3,3	0,70	1,47	0,09	0,34	0,058	0,013	4,86	0,364	0,77	25,65
	30-50	4	0,90	1,63	0,06	1,74	0,066	0,018	4,27	0,336	3,65	33,13
P15	0-5	3,5	0,65	0,85	0,12	0,35	0,041	0,014	3,10	0,518	1,57	22,43
	5-10	3,5	0,68	0,36	0,13	0,70	0,043	0,013	3,70	0,154	1,94	20,99
	10-20	3,6	0,58	1,14	0,14	0,18	0,022	0,011	2,91	0,098	2,63	28,66
	20-30	3,4	0,73	0,97	0,13	0,34	0,039	0,011	3,03	0,168	2,58	28,78
	30-50	3,7	0,83	1,68	0,07	0,68	0,026	0,013	3,58	0,336	3,63	18,86
P16	0-5	3,5	0,48	0,31	0,02	0,66	0,043	0,022	3,87	0,770	2,64	32,25
	5-10	3,5	1,45	7,29	0,08	0,82	0,039	0,044	8,87	0,798	1,58	56,21
	10-20	3,5	1,15	4,07	0,1	0,85	0,035	0,026	6,89	0,686	2,08	22,91
	20-30	3,5	0,93	2,91	0,13	0,27	0,050	0,021	6,68	0,112	1,66	28,64
	30-50	3,6	1,05	4,40	0,02	0,90	0,058	0,016	4,93	0,336	6,77	25,11