

FERNANDA SUSI LUCCAS

**Estoques de necromassa em
um cerrado *sensu stricto* e uma
Floresta Ombrófila Densa Montana,
no estado de São Paulo.**

Dissertação apresentada ao Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de MESTRE em BIODIVERSIDADE VEGETAL E MEIO AMBIENTE, na Área de Concentração de Plantas Vasculares em Análises Ambientais.

SÃO PAULO

2011

FERNANDA SUSI LUCCAS

**Estoques de necromassa em um
cerrado *sensu stricto* e uma
Floresta Ombrófila Densa Montana,
no estado de São Paulo.**

Dissertação apresentada ao Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de MESTRE em BIODIVERSIDADE VEGETAL E MEIO AMBIENTE, na Área de Concentração de Plantas Vasculares em Análises Ambientais.

ORIENTADOR: DR. MARCOS PEREIRA MARINHO AIDAR

Ficha Catalográfica elaborada pelo **NÚCLEO DE BIBLIOTECA E MEMÓRIA**

Luccas, Fernanda Susi

L934e Estoques de necromassa em um cerrado *sensu stricto* em uma floresta ombrófila densa montana no estado de São Paulo / Fernanda Susi Luccas -- São Paulo, 2011.
100 p. il.

Dissertação (Mestrado) -- Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2011
Bibliografia.

1. Cerrado. 2. Mata Atlântica. 3. Necromassa. I. Título

CDU: 581.5

1,2,3,5

*“1,2,3,5 já não sei contar
5,6,7, 1 pra mim mais 1 pra você
Mais um pouquinho só relaxar
Chalalala...”*

*Essa música me parece familiar
Eu ouvia isso numa fita cassete
-para tudo volta um pouco eu engoli meu chiclete
Chalalala...*

*Óh céus isso é muito sério
Pra ser levado a sério
O tempo passa muito rápido
Hoje é quarta amanhã já é sábado
De nada me adianta
Deixar tudo na garganta
A vida é uma só e você único
Sorria, nem que seja por último...*

*Um pra esquerda um pra direita uma volta e vai
Ele sussurrou pra ela, ela sorriu em francês
Dá uma olhada no que eu encontrei atrás do sofá
Chalalala*

*Você fez aquela cara de filme no ar
Levantou e foi embora e ficou tudo no ar
-muitas lágrimas no meu lençinho de tafetá
Arâranhã*

*Óh céus isso muito sério
Pra ser levado a sério
O tempo passa muito rápido
Hoje é quarta amanhã já é sábado
De nada me adianta
Deixar tudo na garganta
A vida é uma só e você único
Sorria, nem que seja por último...”*

Bluebell

Smile

*“Smile, though your heart is aching
Smile, even though it's breaking
When there are clouds in the sky
You'll get by...
If you smile
With your fear and sorrow
Smile and maybe tomorrow
You'll find that life is still worthwhile if you'll just...
Light up your face with gladness
Hide every trace of sadness
Although a tear may be ever so near
That's the time you must keep on trying
Smile, what's the use of crying?
You'll find that life is still worthwhile
If you'll just...
If you smile
With your fear and sorrow
Smile and maybe tomorrow
You'll find that life is still worthwhile
If you'll just Smile...
That's the time you must keep on trying
Smile, what's the use of crying
You'll find that life is still worthwhile
If you'll just Smile”.*

Charles Chaplin

**Á MINHA MÃE MARIA,
QUE DENTRE TODAS AS MARIAS,
FOI MINHA HEROÍNA ATÉ O FIM.**

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto de Botânica de São Paulo, em especial, a Pós Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente.

A CAPES por ter concedido a bolsa de estudos e a FAPESP, pela bolsa de treinamento técnico e pelo apoio financeiro nas atividades técnicas do mestrado.

Ao Instituto Florestal de São Paulo e COTEC, pela compreensão e pela licença de execução do projeto.

A todos os funcionários do Horto Florestal de Santa Rita do Passa Quatro, em especial ao diretor Everton, por todo apoio logístico.

A todos os funcionários do Núcleo Santa Virgínia, em especial ao S. João Villani, por todo apoio logístico.

A coordenador do Projeto “Carbon Tracker and Water Availability: controls of land use and climate change”, pelo apoio financeiro e por acreditar no meu trabalho.

Ao Dr. Marcos P. M. Aidar, pela oportunidade de trabalho e pela experiência humana.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

A Deus e a todos os amigos de luz, por me conduzirem ao discernimento, pela vida, pela proteção, pela oportunidade de ver tanta natureza, por encontrar os bichos mais perigosos e admiráveis sem sofrer nenhuma lesão e por fim, pelos anjos que colocaram no meu caminho nas horas mais difíceis.

Ao meu amado marido, companheiro, amigo e parceiro de todas as horas. Obrigada pelo amor, pela inteligência, paciência, família, base, cumplicidade e pelo maravilhoso humor, que me enche de felicidade do momento em que eu acordo até a hora que vou dormir.

Ao meu sogro Sergio, sogra Júlia e cunhados Cristiane e Christofer, pelo carinho, torcida e convívio excepcionais!

Ao meu sábio, meu mestre e meu ídolo, meu “pai-drinho”, Dr. Antônio Francisco Souza. Obrigada pelo zelo, pelo amor, pela família, por estar perto mesmo quando eu não tinha ninguém, pelos seus filhos - os melhores irmãos espirituais que alguém pode ter, pela sabedoria e pelos “causos” que tanto me inspiram a ser melhor como cientista e ser humano.

À minha amada mãe Maria, pelo imenso amor incondicional, pelo exemplo de vida e de mulher, por ter ensinado a ser livre e por ter cuidado de mim até o fim. Meu amor e meu agradecimento eternos a você.

À Dona Aparecida de Souza e S. José Hilário de Souza, sem os quais as coisas mais significantes da minha vida não teriam acontecido. Obrigada pelo carinho, pelo cuidado, pelo amor, pela solidariedade, pelo colo, pela família e por todo pensamento positivo. Vocês são essenciais na minha vida. Obrigada por existirem e por serem a generosidade em forma humana.

À madrinha Graça Demberg de Souza, pelo amor, pela amizade, por seus filhos e pela graça e honra de ter convivido com sua presença.

Ao meu amado irmão Paulo Felipe Demberg de Souza. Você será sempre minha inspiração intelectual. Obrigada por todos os momentos juntos e pela dádiva de ter convivido com sua presença e inteligência excepcionalmente geniais.

Aos meus outros padrinhos de espírito, Tia Nice e Tio João, pela amizade, pela ajuda, pela família, pelos seus filhos - meus melhores amigos e irmãos, pelo acolhimento, pela solidariedade e pelo amor.

À família Hirose, pela sabedoria milenar, pelo exemplo de vida, pela generosidade e acolhimento. **ありがとうございます！**

À meu querido amigo S. João Crema, do Horto de Santa Rita, que foi muito mais que um técnico de campo, mas um grande amigo, um sujeito “porreta demais”, contador de causos e muito boa pessoa. O senhor mora no meu coração.

A minha querida amiga Sílvia, do Horto de Santa Rita, pelos bolinhos, docinhos, pelos apetrechos culinários e pelo carinho de mãe com o qual você trazia os pãezinhos matinais que interrompiam alegremente ^-^ nossa rotina de (“me ajuda aê, pô!!!”) pão de forma!

Aos doutores Reinaldo I. Barbosa e Antônio A. C. de Mello pelas indispensáveis sugestões e críticas construtivas, sem as quais eu não avançaria no horizonte científico. Muitíssimo Obrigada!

As doutoras Patrícia Pita e Giseli Areias Nóbrega pela ajuda na identificação e ensinamentos sobre anatomia de Samambaias. Muito Obrigada!

Aos meus grandes amigos-irmãos, por serem essenciais na vida, no meu equilíbrio: Aline Boldrin Beltrame, James Andreas Maier, Rodrigo Cabral, Camila Boldrin Beltrame, Marcelo Demberg de Souza, Klaus Demberg de Souza, Lilian Cristina Luchesi, Eduardo Rinaldi, Davi Rodrigo Rossato, Claire Marsden, Maíra Hirose, Fernanda Tresmondi, Ivan Bonfim, Cristiane Jacobs, Marina Merlo, Camila Huffenbaecher, Emília Brasília, Ivan Munhoz, Cristiane Quaresma, Amit Srivastava, Guido Löser, Marcela Tsuboy, Leandro Tarosso, Ágatha Muniz Chaves, Rita de Souza, Leila Vergal Rostirola, Luciana Giacominni, Talita Amador, Simone Amorin, Rafael e Andreia Martins, Eduardo M. Balciunas, Fábio H. Martinelli, Daniel Z. Pilatti, Allan Livan, Daniel Caborja, Fernando Antônio, Alininha (Iniciação Científica), Ivani Lima, Mary (Técnica de Laboratório do núcleo de Fisiologia), Marcinha e Antônio (Seção de Pós - Graduação).

Às minhas grandes inspirações intelectuais: Prof. Juan Sebastiañes, Prof. Cláudio Marracini, Prof. Newman, Prof. Bartolomeu, Prof. Cimara, Prof. Vânia, Prof. Torigo, Prof. Márcio, Prof. Telles, Prof. José, Prof. Vicente, Prof. Janete (EE Sud Mennucci), Prof. Rose (EE Horácio Manley Lane), Prof. Ângela (EE. Mário Chorilli), Prof. Dr. João Chaves Jr., Prof. Dra. Maria Teresa Zugliani Toniato, Prof. Dr. João Tadeu, Prof. Dra Regina Coelli, Prof. Dra. Edislane B. Souza, Prof. Dra. Marilena Chauí, Prof. Dr. Humberto R. Rocha, Prof. Dr. Leonardo Boff, Prof. Dr. Albert Einstein, Prof. Dr. Linus Pauling, Charles Chaplin, João Cabral de Melo Neto e Machado de Assis (especialmente pelo ensinamento “*da idéia fixa*”).

A todos os companheiros de jornada, que passaram ou estão em Treinamento Técnico e pela pós graduação, entre 2007 e 2011, especialmente a Giampiero B. Cano, parceiro há 4 anos. Obrigada pela paciência, por tolerarem minha chatice e minhas piadas “super engraçadas”, pelo trabalho árduo, pelo bom humor, pela convivência e pela amizade.

A todos os amigos do LCB, especialmente a Emília, Carlos e Helber.

À todas as outras pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho. Especialmente àquelas pessoas, que dentre todas, fizeram mais que sua obrigação, por amor a ciência e amizade a mim.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	III
ÍNDICE DE TABELAS	VII
RESUMO	IX
ABSTRACT.....	X
1. INTRODUÇÃO	01
2. OBJETIVO GERAL	05
2.1. Objetivos específicos	05
3. MATERIAL & MÉTODOS	06
3.1. Áreas de Estudo	06
3.1.1. Caracterização da área de estudo 1	07
3.1.2. Caracterização da área de estudo 2	10
3.2. Metodologia de coleta da necromassa	13
3.2.1. Classificação da necromassa	13
3.2.2. Coletas de estoque e produção de necromassa	18
3.3. Desenho experimental	19
3.3.1. Coleta das peças de necromassa	21
3.3.2. Coleta das peças mortas em pé	21
3.3.3. Coleta da necromassa do chão – Peças de tamanho pequeno e médio .	22
3.3.4. Coleta da necromassa do chão – Peças de tamanho grande	22
3.4. Coleta de amostras de necromassa para estudo de volume e densidade	23
3.4.1. Cálculo do volume (cm ³) e massa (g) da amostras de necromassa	24
3.4.2. Estimativa de perda de massa	25
3.4.3. Cálculo da densidade	27
3.4.4. Cálculo do volume da necromassa em campo	27

3.4.5. Cálculo da massa de necromassa	28
4. ANÁLISE DOS DADOS	28
5. RESULTADOS	29
5.1. Necromassa no PEG	29
5.2. Necromassa em SVG	36
5.3. Comparação entre as áreas	45
6. DISCUSSÃO	53
6.1. Adaptação metodológica	53
6.2. Densidade da necromassa	62
6.3. Estoques de necromassa	66
7. CONCLUSÕES	72
8. BIBLIOGRAFIA	73

ÍNDICE DE FIGURAS

<p>FIGURA 1. Localização dos biomas no estado de São Paulo. A Gleba Pé de Gigante - Parque Estadual de Vassununga em Santa Rita do Passa Quatro. B- Imagem aérea do local; B- Fisionomia de cerrado: cerrado <i>sensu stricto</i>; C- Torre micrometeorológica e de fluxos. D - Núcleo Santa Virgínia - Parque Estadual da Serra do Mar em São Luis do Paraitinga. E- Fisionomia de Mata Atlântica: Floresta Ombrófila Densa Montana ; F- Torre micrometeorológica e de fluxos. ▲ - Área de instalação dos transectos. Fotos de Rocha e Freitas, apud Rocha (2005) e apud Rocha (2007)</p>	07
<p>FIGURA 2. Temperatura média diária e precipitação total diária em 2010 no PEG</p>	09
<p>FIGURA 3. Desenho amostral do PEG (Linhas vermelhas: transectos. Quadrados verdes: parcelas). I – Transectos em área inclinada = 5 unidades. P - Transectos em área plana = 5 unidades</p>	10
<p>FIGURA 4. Temperatura média diária e precipitação total diária em 2010 em SVG</p>	12
<p>FIGURA 5. Desenho amostral de SVG (Linhas vermelhas: transectos. Quadrados verdes: parcelas). I – Transectos em área inclinada = 5 unidades. P - Transectos em área plana = 5 unidades</p>	11
<p>FIGURA 6. Classificação da necromassa segundo suas posições, diâmetros, grupo necro-vegetal e grau de decomposição</p>	16
<p>FIGURA 7. Classificação da necromassa segundo seus grãos de decomposição.....</p>	17
<p>FIGURA 8. Características macro-anatômicas das samambaias</p>	17
<p>FIGURA 9. Peças de samambaias nos graus 1, 2 e 3</p>	18
<p>FIGURA 10. Distribuição dos transectos no cerrado (cerrado <i>sensu stricto</i>). T – Transectos; Sequência de números T1 a T10 – Transectos de 1 a 10. ↑ →100m – Setas indicando início e fim dos transectos e orientação da coleta dos dados</p>	20
<p>FIGURA 11. Distribuição de transectos na Mata Atlântica (Floresta Ombrófila Densa Montana). T – Transectos; Sequência de números T1 a T10 – Transectos de 1 a 10. ↑ →100m – Setas indicando início e fim dos transectos e orientação da coleta dos dados</p>	20
<p>FIGURA 12. Critérios para coletas de dados em campo e amostras para estudo de densidade específica .</p>	23
<p>FIGURA 13. Provetas para medição de volume das amostras em mm³. B. Pesagem das amostras em balança de precisão</p>	24

FIGURA 14. Estúdio adaptado para fotografar peças “P” e “M”. A. Orifício de encaixe da câmera fotográfica. B. Vista frontal da objetiva da câmera e foto da peça com fundo de 20,0cm x 20,0cm	25
FIGURA 15. Análise de área das amostras via Photoshop: A. Área real em píxeis. B. Área total em píxeis	26
FIGURA 16. Estoque I* (T1) de necromassa da categoria “P-M” ($2,0\text{cm} \leq d_i \leq 9,9\text{ cm}$) em necro-grupos: L – Lianas; D – Dicotiledôneas arbóreas. *Quantidade total de peças amostradas na parcela de 0,2 há.....	30
FIGURA 17. Estoque II* (T2) de necromassa da categoria “P-M” ($2,0\text{cm} \leq d_i \leq 9,9\text{ cm}$) em necro-grupos: L – Lianas; D – Dicotiledôneas arbóreas. *Quantidade total de peças amostradas na parcela de 0,2 há	30
FIGURA 18. Estoque I* (T1) de necromassa da entre as categorias de decomposição: 1 – Estágio inicial de decomposição; 2 – Estágio intermediário de decomposição; 3 – Estágio final de decomposição. *Quantidade total de peças amostradas na parcela de 0,2 ha	30
FIGURA 19. . Estoque II* (T2) de necromassa da entre as categorias de decomposição: 1 – Estágio inicial de decomposição; 2 – Estágio intermediário de decomposição; 3 – Estágio final de decomposição. *Quantidade total de peças amostradas na parcela de 0,2 ha	30
FIGURA 20. Distribuição do estoque* I de necromassa da categoria “G” ($d_i \geq 10,0\text{ cm}$) entre as categorias de decomposição: 1 – Estágio inicial de decomposição; 2 – Estágio intermediário de decomposição; 3 – Estágio final de decomposição. *Quantidade total de peças amostradas em 1,0ha	31
FIGURA 21. Distribuição do estoque* II de necromassa da categoria “G” ($d_i \geq 10,0\text{ cm}$) entre as categorias de decomposição: 1 – Estágio inicial de decomposição; 2 – Estágio intermediário de decomposição; 3 – Estágio final de decomposição. *Quantidade total de peças amostradas em 1,0ha	31
FIGURA 22. Distribuição do estoque* I de necro As da categoria “Morto em pé” ($d_i = \forall\text{ cm e } \alpha \geq 45^\circ$) entre as categorias de decomposição: 1 – Estágio inicial de decomposição; 2 – Estágio intermediário de decomposição; 3 – Estágio final de decomposição. *Quantidade total de peças amostradas na parcela de 1,0 há	31
FIGURA 23. Distribuição do estoque* II de necromassa da categoria “Morto em pé” ($d_i = \forall\text{ cm e } \alpha \geq 45^\circ$) entre as categorias de decomposição: 1 – Estágio inicial de decomposição; 2 – Estágio intermediário de decomposição; 3 – Estágio final de decomposição *Quantidade total de peças amostradas na parcela de 1,0 há	31

FIGURA 24. QQ Plot de avaliação de normalidade dos valores totais dos Estoques I e II	33
FIGURA 25. Estoque I* (T1) de necromassa da categoria “P-M” ($2,0\text{cm} \leq d_i \leq 9,9 \text{ cm}$) em necro – grupos: S – Samambaias; P – Palmeiras; L –Lianas; D –Dicotiledôneas arbóreas; B –Bambus; *Quantidade total de peças amostradas na parcela de 0,2 ha	38
FIGURA 26. Estoque II* (T2) de necromassa da categoria “P-M” ($2,0\text{cm} \leq d_i \leq 9,9 \text{ cm}$) em necro – grupos: S – Samambaias; P – Palmeiras; L –Lianas; D –Dicotiledôneas arbóreas; B – Bambus; *Quantidade total de peças amostradas na parcela de 0,2 ha	38
FIGURA 27. Estoque I* (T1) de necromassa da categoria “P-M” ($2,0\text{cm} \leq d_i \leq 9,9 \text{ cm}$) em necro – grupos: S – Samambaias; P – Palmeiras; L - Lianas; D - Dicotiledôneas arbóreas; B - Bambus; arbóreas. *Quantidade total de peças na parcela de 0,2 ha	38
FIGURA 28. Estoque II* (T2) de necromassa da categoria “P-M” ($2,0\text{cm} \leq d_i \leq 9,9 \text{ cm}$) em necro – grupos: S – Samambaias; P – Palmeiras; L –Lianas; D –Dicotiledôneas arbóreas; B – arbóreas. *Quantidade total de peças na parcela de 0,2 ha	38
FIGURA 29. Distribuição do estoque* I de necromassa da categoria “G” ($d_i \geq 10,0 \text{ cm}$) necro – grupos: S – Samambaias; P – Palmeiras; D – Dicotiledôneas arbóreas. *Quantidade total de peças na parcela de 1,0 ha	40
FIGURA 30. Distribuição do estoque* II de necromassa da categoria “G” ($d_i \geq 10,0 \text{ cm}$) necro – grupos: S – Samambaias; P – Palmeiras; D – Dicotiledôneas arbóreas. *Quantidade total de peças na parcela de 1,0 ha	40
FIGURA 31. Distribuição do estoque* I de necromassa da categoria “G” ($d_i \geq 10,0 \text{ cm}$) entre as categorias de decomposição: 1 – Estágio inicial de decomposição; 2 – Estágio intermediário de decomposição; 3 – Estágio final de decomposição. *Quantidade total de peças amostradas em 1,0ha	40
FIGURA 32. Distribuição do estoque* II de necromassa da categoria “G” ($d_i \geq 10,0 \text{ cm}$) entre as categorias de decomposição: 1 – Estágio inicial de decomposição; 2 – Estágio intermediário de decomposição; 3 – Estágio final de decomposição. *Quantidade total de peças amostradas em 1,0ha	40
FIGURA 33. Distribuição do estoque* I de necromassa da categoria “Morto em pé” ($d_i = \forall \text{cm}$ e $\alpha \geq 45^\circ$) entre necro – grupos: S – Samambaias; P – Palmeiras; D – Dicotiledôneas arbóreas. *Quantidade total de peças na parcela de 0,2 ha	42
FIGURA 34. Distribuição do estoque* I de necromassa da categoria “Morto em pé” ($d_i = \forall \text{cm}$ e $\alpha \geq 45^\circ$) entre necro – grupos: S – Samambaias; P – Palmeiras; D – Dicotiledôneas arbóreas. *Quantidade	

total de peças na parcela de 0,2 ha	42
FIGURA 35. Distribuição do estoque* I de necromassa da categoria “Morto em pé” ($d_i = \forall$ cm e $\alpha \geq 45^\circ$) entre as categorias de decomposição: 1 – Estágio inicial de decompo – sição; 2 – Estágio intermediário de decomposição; 3 – Estágio final de decomposição. *Quantidade total de peças amostradas na parcela de 1,0 ha	42
FIGURA 36. Distribuição do estoque* II de necromassa da categoria “Morto em pé” ($d_i = \forall$ cm e $\alpha \geq 45^\circ$) entre as categorias de decomposição: 1 – Estágio inicial de decompo – sição; 2 – Estágio intermediário de decomposição; 3 – Estágio final de decomposição. *Quantidade total de peças amostradas na parcela de 1,0 ha	42
FIGURA 37. Plot de avaliação de normalidade dos valores totais dos Estoques I e II	43
FIGURA 38. QQ Plot dos valores do Estoque I PEG ($p=0,018$)	47
FIGURA 39. QQ Plot dos valores do Estoque II no no PEG ($p=7,1 \times 10^{-05}$)	47
FIGURA 40. QQ Plot dos valores do Estoque I em SVG ($p=8,71 \times 10^{-09}$)	47
FIGURA 41. QQ Plot dos valores do Estoque II em SVG ($p=2,3 \times 10^{-14}$)	47
FIGURA 42. Metodologia de coleta proposta pelo “TCO Protocols” (2008)	55
FIGURA 43. Retirada das amostras cilíndricas e avaliação dos espaços vazios. (a) Retirada das amostras para estudo de densidade, marcadas como “Top”, “Bottom”, “A”, “B”, “C”. (b) Disco retirado de indivíduo morto. (c) Imagem interpretada pelo ImageJ, onde a cor cinza indica ausência de lenho e preto, presença. Fonte: Keller et al., 2004	59
FIGURA 44. <i>Go No Go Gage</i> . Os valores apresentados na figura correspondem: $\frac{1}{4}'' - 0,6$ cm; $1'' - 2,5$ cm; $3'' - 7,6$ cm	61

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1. Número de peças (ha^{-1}) e Volume (m^3ha^{-1}) de cada categoria de diâmetro e posição de necromassa em cada estoque (T1 e T2)	29
TABELA 2. Número de peças (ha^{-1}) e Volume (m^3ha^{-1}) de cada categoria de decomposição de necromassa em cada estoque (T1 e T2)	29
TABELA 3. Densidades médias para peças das categorias “P – M” (d_i entre 2,0cm e 9,9cm), segundo o grau de decomposição específico. Os valores numéricos da coluna Dia./Tipo (Diâmetro e Tipo necro-vegetal), correspondem a dicotiledôneas arbóreas e “L”, corresponde aos valores obtidos para Lianas	33
TABELA 4. Densidades médias para peças da categoria “G” ($d_i \geq 10,0\text{cm}$), segundo o grau de decomposição específico. A coluna Tipo (Tipo necro-vegetal), D indica dicotiledôneas arbóreas nos diferentes graus de decomposição. Não há Lianas nesta tabela por não haver em campo peças com mais com $d_i \geq 5,0$ cm	34
TABELA 5. Estoques anuais de necromassa no cerrado Pé de Gigante (PEG), em função das categorias de diâmetro, em Mg ha^{-1}	35
TABELA 6. Estoques anuais de necromassa no cerrado Pé de Gigante (PEG), em função dos grupos necro-vegetais, em Mg ha^{-1}	35
TABELA 7. Estoques anuais de necromassa no cerrado Pé de Gigante (PEG), em função das categorias de decomposição, em Mg.ha^{-1}	35
TABELA 8. Número de peças (ha^{-1}) e Volume (m^3ha^{-1}) de cada categoria de diâmetro e posição de necromassa em cada estoque (T1 e T2)	37
TABELA 9. Número de peças (ha^{-1}) e Volume (m^3ha^{-1}) de cada categoria de decomposição de necromassa em cada estoque (T1 e T2)	37
TABELA 10. Densidades médias para peças das categorias “P – M” (d_i entre 2,0 cm e 9,9 cm), segundo o grau de decomposição específico. Os valores numéricos da coluna Dia./Tipo (Diâmetro e Tipo necro-vegetal), correspondem a dicotiledôneas arbóreas e “L”, corresponde aos valores obtidos para Lianas	44
TABELA 11. Densidades médias para peças da categoria “G” ($d_i \geq 10,0\text{cm}$), segundo o grau de decomposição específico	44
TABELA 12. Estoques anuais de necromassa na Floresta Ombrófila Densa, Núcleo Santa Virgínia (SVG), em função das categorias de diâmetro, em Mg ha^{-1}	46

TABELA 13. Estoques anuais de necromassa Floresta Ombrófila Densa, Núcleo Santa Virgínia (SVG), em função das categorias de decomposição, em Mg.ha ⁻¹	46
TABELA 14. Estoques anuais de necromassa Floresta Ombrófila Densa, Núcleo Santa Virgínia (SVG), em função das categorias de decomposição, em Mg ha ⁻¹	46
TABELA 15. Estoques anuais de necromassa na Floresta Ombrófila Densa, Núcleo Santa Virgínia (SVG) e no cerrado <i>sensu stricto</i> , Gleba Pé de Gigante (PEG), distribuídos em função do relevo e das categorias de diâmetro, em Mg ha ⁻¹	51
TABELA 16. Estoques anuais de necromassa na Floresta Ombrófila Densa, Núcleo Santa Virgínia (SVG) e no cerrado <i>sensu stricto</i> , Gleba Pé de Gigante (PEG), distribuídos em função do relevo e das categorias de decomposição, em Mg ha ⁻¹	51
TABELA 17. Estoques anuais de necromassa na Floresta Ombrófila Densa, Núcleo Santa Virgínia (SVG) e no cerrado <i>sensu stricto</i> , Gleba Pé de Gigante (PEG), distribuídos em função do relevo e dos grupos necro-vegetais, em Mg ha ⁻¹	51
TABELA 18. Comparação as densidades do cerrado <i>sensu stricto</i> , Gleba Pé de Gigante (PEG) e da Floresta Ombrófila Densa Montana, Núcleo Santa Virgínia (SVG), pelo teste de Wilcoxon, para nível de significância de 5%	52
TABELA 19. Estoques totais anuais de necromassa na Floresta Ombrófila Densa, Núcleo Santa Virgínia (SVG) e no cerrado <i>sensu stricto</i> , Gleba Pé de Gigante (PEG), em Mg ha ⁻¹	52
TABELA 20. Estoques anuais associados de Dicotiledôneas arbóreas e Lianas, na Floresta Ombrófila Densa, Núcleo Santa Virgínia (SVG) e no cerrado <i>sensu stricto</i> , Gleba Pé de Gigante (PEG) em Mg ha ⁻¹	52

RESUMO

A necromassa desempenha um papel essencial para os processos ecológicos nas florestas. Se poucos estudos de necromassa foram realizados em florestas tropicais, não há nenhum estudo para o cerrado *sensu stricto* (savana brasileira) e a Floresta Ombrófila Densa Montana (floresta tropical), do estado de São Paulo, Brasil. O objetivo deste trabalho foi quantificar e descrever os padrões de necromassa em sítios destes dois biomas. A hipótese de que área de floresta produz mais necromassa que o cerrado não se confirmou. O cerrado apresentou maiores densidades de necromassa que a floresta nas 3 classes de decomposição distribuídas entre classes de diâmetro (cm) "P-M" [2,0 - 9,9] e "G" ($\geq 10,0$) e necro - grupos (Dicotiledôneas arbóreas, lianas, samambaias, palmeiras, bambus), assim como nos indivíduos mortos em pé. A avaliação do volume e número total de peças, apresentou respectivamente, 20470 m³.ha⁻¹ com 30000 peças. ha⁻¹ em T1, 13201 m³.ha⁻¹ com 22150 peças. ha⁻¹ em T2 para a Floresta enquanto o cerrado apresentou 12300 m³.ha⁻¹ com 15500 peças. ha⁻¹ em T1, 6860 m³.ha⁻¹ com 11350 peças. ha⁻¹ em T2 . Os estoques anuais de necromassa em T1 e T2 foram respectivamente 4,89 Mg.ha⁻¹ ($\pm 0,16$) e 2,82 Mg.ha⁻¹ ($\pm 0,18$) para o cerrado e de 3,44 Mg.ha⁻¹ ($\pm 0,26$) e 2,66 ($\pm 0,32$) Mg.ha⁻¹ para a floresta. Há uma inversão da ordem de importância das quantidades necromassa em cada uma das classe de decomposição, entre o período de dados coletados (intervalo 12 meses): se em "T1" a ordem foi grau 2-1-3, em "T2" foi 3-1-2. O valor encontrado na necromassa do cerrado é explicada pela ausência de incêndios, excelentes condições nutricionais do solo e maior densidade, esta provavelmente uma resposta ao ambiente xérico. A floresta, além de ter sido desmatada até 1977, por ser uma floresta tropical, tem grande disponibilidade hídrica e diversidade de espécies, distribuindo o carbono e os recursos minerais de maneira ampla, tornando a densidade e a produção total necromassa mais baixas que o cerrado. O Teste de Wilcoxon revelou que não há diferença estatisticamente significativa entre os estoques de necromassa dos diferentes sítios (p-valor > 0,05).

Palavras-chave: Necromassa caída e em Pé; Cerrado *sensu stricto*, Floresta Ombrófila Densa Montana; 3 classes de decomposição; Densidade da necromassa; Estimativa necromassa de ecossistemas tropicais.

ABSTRACT

While a few studies have been made regarding necromass in tropical forests, there has not been research involving two important *hotspots*, the cerrado *sensu stricto* (a savannah) and the Ombrophylus Dense Montane Forest (a coastal tropical forest), located in São Paulo state, Brazil. This study evaluated qualitative and quantitative necromass standards in sites on these two biomes. The hypothesis that forest necromass stocks were higher than the cerrado was not confirmed. The cerrado shows a higher density than the forest about all deadwood categories: 1 to 3 decay classes distributed among the interval diameter classes (cm) “S – M” (2,0 - 9,9) and “L”(≥ 10,0) and necro – groups (Dicots, Lianas, Ferns, Palms, Bamboos), as well as, for the standing deads. The standards evaluation were performed in T1 (February 2010) and T2 (March 2011), featuring the total volume of 20470 m³ ha⁻¹ with 30000 pieces ha⁻¹ in T1 and 13201 m³ ha⁻¹ with pieces ha⁻¹ in T2 to the forest and to cerrado, 12300 m³ ha⁻¹ with 15500 pieces ha⁻¹ in T1, 6860 m³ ha⁻¹ with 11350 pieces ha⁻¹ in T2. The annual necromass stocks were, respectively in T1 and T2, 3,44 Mg ha⁻¹ (±0,26) and 2,66 Mg ha⁻¹ (±0,32) to the forest and 4,89 Mg ha⁻¹ (±0,16) and 2,82 Mg ha⁻¹ (±0,18) to the cerrado. There is an inversion in the order of importance in the necromass quantities for each decay class, during the data collection: while there was a 2–1–3 decay in “T1”; on the “T2” there was a 3-1-2 decay. The Wilcoxon test reveals that there is not statistically difference between the annual necromass stocks sites (p-value > 0,05). The cerrado necromass values are explained by the absence of fire, good soil mineral conditions, besides higher density, probably in response of the xeric environment. The forest, although having suffered deforestation until 1977, been a tropical ecosystem, has a higher water availability and species diversity and therefore, distributing widely the amounts of carbon and mineral resources, resulting in lower density and necromass stocks.

Key Words: Downed and Standing necromass; Cerrado *sensu stricto* (Brazilian savannah); Ombrophylus Dense Montane Forest (Brazilian tropical forest); 3 decay classes; Necromass density; Tropical necromass ecosystem estimation;

1. Introdução

O Brasil é considerado um dos países mais ricos em diversidade vegetal (Joly *et al.* 1999) e a localização geográfica desses diferentes domínios vegetacionais é condicionada por fatores climáticos, tais como temperatura, pluviosidade, umidade do ar e tipo de substrato (Ribeiro e Walter, 1998). No Estado de São Paulo, predominam dois ecossistemas classificados como *hot spots* por Myers *et al.* (2000): o cerrado (formação savânica) e a mata atlântica (formação florestal).

O cerrado apresenta-se na forma de manchas dispersas, nas fisionomias campo limpo, campo sujo, campo cerrado, cerrado *sensu stricto*, cerradão (Coutinho, 1978), distribuídos na Depressão Periférica e no Planalto Ocidental Paulista, além de algumas pequenas manchas situadas no Vale do Paraíba. A cobertura original do Estado de São Paulo era de 13%, mas em 1992 contava com menos de 7% da sua área original (Kronka *et al.* 1998). Na Mata Atlântica restam 8% da cobertura original, cujas fisionomias são Floresta Ombrófila Densa, Mista ou Aberta, Estacional, Brejos Interioranos, Campos de Altitude, Restingas e Mangues (Velloso *et al.* 1991). Destes, 20% dos remanescentes são encontrados em grandes parques estaduais em SP e o restante, em fragmentos florestais geralmente inferiores a 500 ha (Gascon *et al.* 2000). Este ecossistema tem grande relevância estratégica por abrigar uma grande biodiversidade e áreas de cabeceira, ter alta vulnerabilidade ao desmatamento e situar-se em um pólo de desenvolvimento econômico. Apesar de condições edáficas e pedo-geológicas completamente diferentes, ambos têm em comum: solos pobres com dificuldades de disponibilizar os nutrientes sem a participação da decomposição de elementos lenhosos, como fonte destes minerais (Durigan *et al.* 2004; Gama-Rodrigues *et al.* 2008; Vieira e Alves, 2008).

A necromassa, segundo Brown (1974), De Vries (1986), Harmon *et al.* (1986) e Keller *et al.* (2004) é por definição, a matéria orgânica presente no piso florestal, proveniente de elementos lenhosos (madeira do tronco das árvores, galhos e pecíolos grandes em estágio inicial ou avançado de decomposição), cujo diâmetro mínimo é definido de acordo com o objetivo do estudo, variando

entre 2,0cm e 10,0cm (Sollins, 1982; Harmon *et al.* 1986; Mattson *et al.* 1987; Harmon *et al.* 1987; Speis *et al.* 1988; Quesnel, 1994; Barbosa *et al.* 2008). Ela é um componente fundamental na manutenção da produtividade dos ecossistemas (Haag, 1985; Anderson, 1992; Couteux e Berg, 1995), ciclo de carbono (representando 20 a 40% do estoque de carbono e 12% da respiração total acima do solo) (Harmon e Sexton, 1996; Brown, 1997; Palace *et al.* 2008), teores de matéria orgânica e nutrientes no solo (Ferreira *et al.* 2001), como demonstrado no trabalhos de Resende (2003), Pauletto (2006) e Cunha *et al.* 2009, beneficiando também, espécies que se instalam em clareiras (Bionte, 1997).

Processos como a sucessão ecológica florestal, o histórico de perturbação e de uso da terra, a heterogeneidade dos habitats de silvicultura, podem ser refletidos por todos os padrões de distribuição da necromassa de diferentes diâmetros (Harmon *et al.*, 1986) como também, pelas concentrações de carbono, nitrogênio e biomassa, de suas diferentes classes de decomposição (Sturtevant *et al.* 1997). A necromassa funciona ainda, como habitat de muitos organismos, seja de modo permanente como bactérias, fungos e invertebrados (podendo também utilizá-la apenas em alguns estágios de seu desenvolvimento, não a vida toda) (MacNally *et al.* 2001; Norden e Paltto, 2001). Oferecer resistência a erosão do solo, também é outra característica importante da necromassa, já que facilita o desenvolvimento da cobertura vegetal superficial (Enrong *et al.* 2006). Deste modo, a avaliação qualitativa e quantitativa a necromassa, pode ser interpretada como um índice que reflete o histórico sucessional da comunidade (Enrong *et al.* 2006).

Revisando-se a literatura sobre necromassa, é possível identificar duas tendências de trabalhos: uma que se preocupa em descrever os aspectos qualitativos e outra, os quantitativos. Na linha qualitativa, há trabalhos utilizam a os resíduos lenhosos para descrever a dinâmica de comunidades (Harmon e Hua, 1991), sucessão ecológica (Eaton e Lawrence, 2006; Bionte, 2007), distúrbios de diferentes causas (Stutevant *et al.*, 1997; Pauletto, 2006), ciclagem e armazenamento

hídrico (Santiago, 2000; Malhi *et al.* 2004), carbono e nutrientes estocados em massa (Fernside *et al.* 1997; Delaney *et al.* 1998; Barbosa e Fernside, 2002; Keller *et al.* 2004; Rice *et al.* 2004; Deusdedith, 2005).

Desde a última década, surgiram redes de sítios experimentais com medidas de fluxos de água e CO₂ entre a superfície terrestre e a atmosfera (Euroflux, Ameriflux, Asiaflux) utilizando a técnica da covariância dos vórtices turbulentos (*eddy covariance*) (Baldocchi *et al.* 2001; Valentini, 2003). Para isso, utiliza-se uma torre micrometeorológica, que é um conjunto de equipamentos meteorológicos acoplados a um computador (medem pluviosidade, temperatura do ar, umidade do ar, velocidade e direção dos ventos, presença e quantidade de gases atmosféricos - CO₂ e O₂ - todos por unidade de tempo) (Baldocchi *et al.* 1988; Verma, 1990; Van Dijk *et al.* 2004). A estimativa do fluxo atmosférico de CO₂ sobre uma superfície resulta do balanço de massa exato (Finnigan *et al.* 1999) de uma fonte-área (região do *footprint* da medida, ou % da variância do fluxo a uma certa distância horizontal do ponto de medição da torre) que calcula o Fluxo Líquido do Ecossistema (FLE, do termo *net ecosystem Exchange*). Apesar de a torre mensurar valores como a Produtividade Primária Bruta e a Produtividade Líquida, mensurações do incremento dendrométrico, queda de serapilheira e necromassa são especialmente interessantes quando feitas em conjunto com as medidas de fluxos atmosféricos de CO₂, já que elas demonstram a variação anual de cada componente estocador de carbono no ecossistema bem como, os padrões sazonais dos incrementos, enquanto a torre mostra os valores totais do ecossistema, sem discriminar a fração de contribuição de cada componente. (Saleska *et al.* 2003; Miller *et al.* 2004)

Florestas tropicais (Malhi *et al.* 1999) e também o cerrado brasileiro (Aduan *et al.* 2003), são considerados importantes drenos de carbono. Estes biomas constituem-se em um grande depósito de carbono, em constante troca com a atmosfera através das mudanças no uso de terra, mudanças no balanço entre fotossíntese e respiração, decorrentes das variações no clima e na química da atmosfera (Tans *et al.* 1990; Ciais *et al.* 1995).

No Brasil, pesquisas que envolvem necromassa são escassas, face ao número de trabalhos que a citam em relação as demais florestas e savanas tropicais. Dentre os estudos realizados no Brasil destacam-se os desenvolvidos na Floresta Amazônica (Barbosa, 2001; Chambers *et al.* 2004; Saleska *et al.* 2003; Keller *et al.* 2004), no cerrado do Distrito Federal (Aduan, 2003) e na Mata Atlântica do Rio de Janeiro (Cunha *et al.* 2009).

Para melhor compreensão das estimativas de biomassa e da produtividade de um ecossistema, são necessários mais estudos em termos de produção e decomposição da necromassa (Martius e Bandeira, 1998; Eaton e Lawrence, 2006). Neste contexto, este trabalho visa descrever a dinâmica, o estoque e a produção de madeira morta de seus ecossistemas e adicionalmente, oferecer informações para o balanço de carbono adequado das áreas, uma vez que este é um dos objetos de estudo do projeto temático “Carbon Tracker and Water availability: controls of Land Use and Climate”, financiado pela FAPESP - Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo, sob coordenação do Prof. Dr. Humberto Ribeiro da Rocha, do Instituto de Astronomia e Geociências, IAG/USP, do qual este trabalho é parte integrante.

2. Objetivo geral

Avaliar a produção de necromassa do cerrado *sensu stricto*, da Gleba Pé de Gigante –SP e da Floresta Ombrófila Densa Montana, do núcleo Santa Virgínia- PESH/ SP.

A principal hipótese do trabalho é que os estoques anuais de necromassa, na área de Floresta Ombrófila Densa Montana, seriam maiores que na área de cerrado *sensu stricto*.

2.1. Objetivos específicos

Em cada área de estudo pretendeu - se:

1. Quantificar os estoques médios anuais de necromassa em T1 (2009) e T2 (2010);
2. Avaliar se houve diferenças em relação à quantidade de necromassa produzida nos dois períodos de coleta;
3. Caracterizar os estoques anuais de necromassa caída e em pé;
4. Caracterizar a densidade média de cada categoria de diâmetro, decomposição e necro – grupo;
5. Caracterizar a distribuição de necromassa entre necro-grupos: dicotiledôneas arbóreas, palmeiras, bambus, samambaias e lianas;

3. Material e Métodos

3.1. Áreas de estudo

No Estado de São Paulo, predominam dois ecossistemas classificados como *hot spots* por Myers *et al.* (2000): o cerrado (formação savânica) e a mata atlântica (formação florestal) (Figura 1).

A cobertura original do cerrado no Estado de São Paulo era de 13%, mas em 1992 contava com menos de 7% da sua área original (Kronka *et al.* 1998). Na Mata Atlântica restam 8% da cobertura original, cujas fisionomias são Floresta Ombrófila Densa, Mista ou Aberta, Estacional, Brejos Interioranos, Campos de Altitude, Restingas e Mangues (Veloso *et al.* 1991). Destes, 20% dos remanescentes são encontrados em grandes parques estaduais em SP e o restante, em fragmentos florestais geralmente inferiores a 500 ha (Gascon *et al.* 2000). Este ecossistema tem grande relevância estratégica por abrigar uma grande biodiversidade e áreas de cabeceira, ter alta vulnerabilidade ao desmatamento e situar-se em um pólo de desenvolvimento econômico.

Apesar de condições edáficas e pedo – geológicas completamente diferentes, ambos têm em comum: solos pobres com dificuldades de disponibilizar os nutrientes sem a participação da decomposição de elementos lenhosos, como fonte destes minerais (Durigan *et al.* 2004; Gama-Rodrigues *et al.* 2008; Vieira e Alves. 2008).

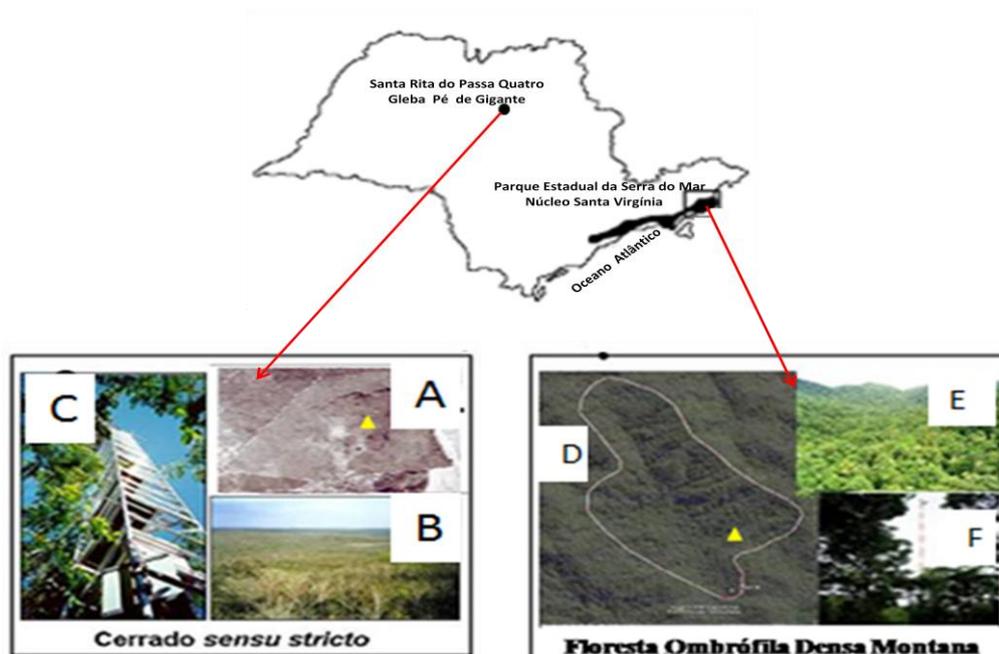


Figura 1. Localização dos biomas no estado de São Paulo. **A** Gleba Pé de Gigante - Parque Estadual de Vassununga em Santa Rita do Passa Quatro. **B**- Imagem aérea do local; **B**- Fisionomia de cerrado: cerrado *sensu stricto*; **C**- Torre micrometeorológica e de fluxos. **D** - Núcleo Santa Virgínia - Parque Estadual da Serra do Mar em São Luis do Paraitinga. **E**- Fisionomia de Mata Atlântica: Floresta Ombrófila Densa Montana ; **F**- Torre micrometeorológica e de fluxos. **▲** - Área de instalação dos transectos. Fotos de Rocha e Freitas, apud Rocha (2005) e apud Rocha (2007).

3.1.1. Caracterização da área de estudo 1: Cerrado *sensu stricto*, Gleba Pé de Gigante, Parque Estadual de Vassununga - Santa Rita do Passa Quatro, estado de São Paulo.

A gleba do Pé de Gigante (PEG) tem aproximadamente 1.225 ha, coordenadas geográficas 21°36' 38''S e 47°36' 39'' W, em altitudes que variam de 590 a 740m e relevo com inclinações variando entre 2% e 45 %. Os solos são do tipo Latossolo Vermelho Escuro associados ao Latossolo Vermelho Amarelo e às Areias Quartzosas, numa região transicional entre os biomas Cerrado e Mata Atlântica (Rugiero *et al.* 2006).

A Gleba é a unidade de conservação que possui maior área contínua de cerrado entre os poucos remanescentes com mais que 1000 ha., conservando uma rica biota de mais de 500 espécies

de plantas vasculares e uma fauna com muitos animais ameaçados de extinção (Pivello & Varanda, 2005). No município de Santa Rita do Passa Quatro, a área agrícola em 2003 (573 km²) era principalmente ocupada por pastagens (25%), cultura de Eucalipto (22%), cana de açúcar (22%) e laranja (21%), indicando a alta conversão da vegetação natural em atividades agroindustriais (Aduan, 2003).

Nesta área, encontram-se todas as fitofisionomias do bioma: campo sujo, campo cerrado, cerrado *stricto sensu* (dominante) e cerradão (Coutinho, 1978), estando circundada por eucaliptos, plantações de cítricos e cana-de-açúcar (Bitencourt *et al.* 1997; Pivello *et al.* 1998). O clima da região enquadra-se na categoria Cwag (Köppen 1948), ou seja, temperado, macrotérmico, moderadamente chuvoso (entre os meses de junho e agosto) – podendo ocorrer geadas (Martins 1982) - e com inverno seco não rigoroso – entre meses de abril a setembro - (Martins 1982). As temperaturas médias ficam em 17,6 °C no inverno e 23,5 °C no verão.

Segundo os trabalhos de Weiser e Godoy (2001), Batalha *et al.* (2001), Batalha e Mantovani (2001), Fidelis e Godoy (2003), demonstraram que, devido a estrutura, composição e diversidade de espécies que compõem o Cerrado *sensu lato* da gleba, cerca de 80 % da área é representada pela fisionomia de cerrado *sensu stricto*. Bitencourt *et al.* (2007), demonstram que a área amostral (Figura 3) deste estudo localiza-se sob o cerrado *sensu stricto* (área considerada inclinada, com declividade de 10%) e sob *sensu stricto* com domínio de gramíneas (área considerada inclinada, com declividade de 2%).

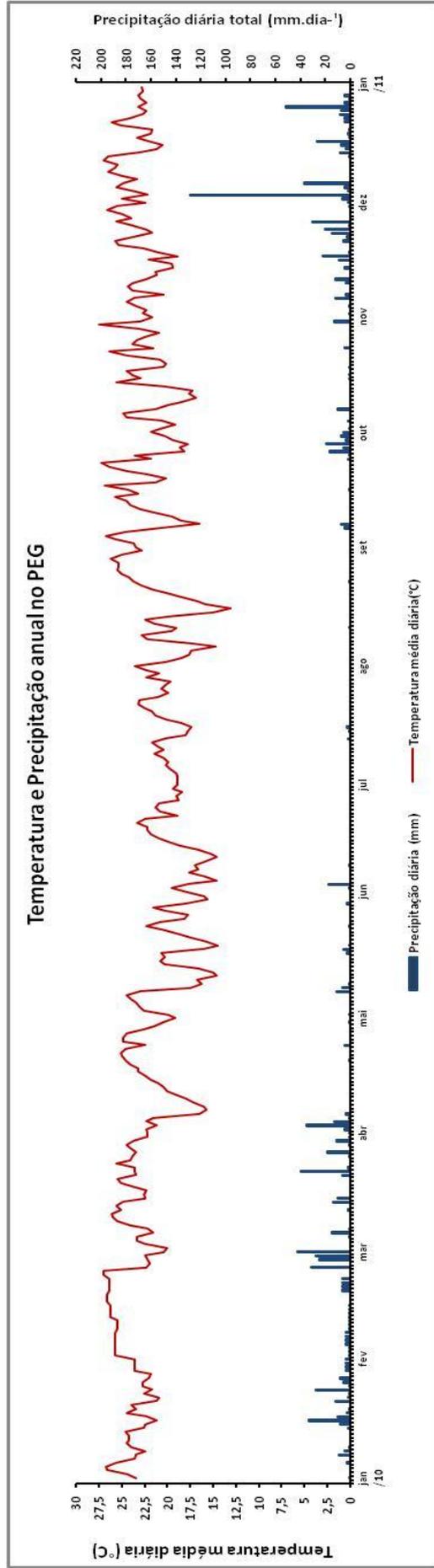


Figura 2. Temperatura média diária e precipitação total diária em 2010 no PEG



Figura 3. Desenho amostral do PEG (Linhas vermelhas: transectos. Quadrados verdes: parcelas).
I – Transectos em área inclinada = 5 unidades. P - Transectos em área plana = 5 unidades.

3.1.2. Caracterização da área de estudo 2: Floresta Ombrófila Densa Montana, Núcleo Santa Virgínia, Parque Estadual da Serra do Mar – São Luis do Paraitinga, estado de São Paulo

O Núcleo Santa Virgínia (coordenadas entre 23°17' – 23°24'S e 45°03' – 45°11' W) do Parque Estadual da Serra do Mar possui área aproximada de 5.000 ha, inserida em uma estreita faixa do Planalto Atlântico entre a região costeira e o Vale do Paraíba, abrangendo os municípios paulistas de São Luiz do Paraitinga e Natividade da Serra (Instituto Florestal 2006).

As altitudes variam entre 860 m e 1.500 m, o relevo apresenta-se fortemente escarpado, com vales e vertentes retilíneas, com inclinações variando entre 24% e 37% (Villani 1998). Os tipos de solos predominantes na região são Latossolo Vermelho-Amarelo, Cambissolo e Litólico

(Radambrasil 1983). O clima regional pode ser classificado como Cwa, de acordo com a classificação climática de Köeppen (Setzer 1966), a precipitação média é superior 2.000 mm, sendo dezembro, janeiro e fevereiro os meses mais úmidos e junho, julho e agosto os mais secos, entretanto, não apresentando precipitação mensal inferior a 60 mm (Figura 4).

A vegetação predominante, de acordo com o sistema de classificação de Veloso *et al.*(1991), é do tipo Floresta Ombrófila Densa Montana, cuja ocupação original no território nacional era de 15% da (GEO Brasil, 2002). Segundo levantamento realizado por Medeiros (2009), a fisionomia representa 60,5% da área de estudo.

A área amostral (SVG) é composta por 10 transectos, 5 na área considerada plana (P), por ter declividade de 14% e 5 na área considerada inclinada (I), com declividade de 32%. (Figura 5)



Figura 5. Desenho amostral de SVG (Linhas vermelhas: transectos. Quadrados verdes: parcelas).

I – Transectos em área inclinada = 5 unidades. P - Transectos em área plana = 5 unidades.

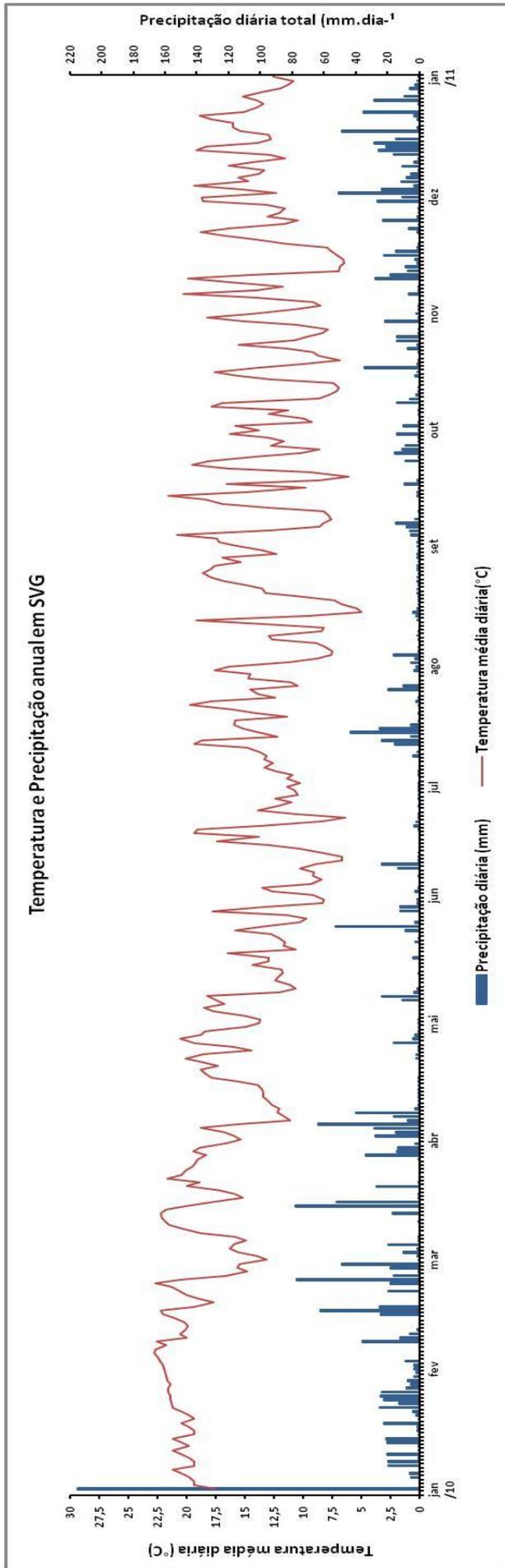


Figura 4. Temperatura média diária e precipitação total diária em 2010 em SVG.

3.2. Metodologia de coleta da necromassa

A idéia central de um método de avaliação de necromassa, em qualquer área de estudo, é que ele consiga demonstrar as variações da madeira morta encontrada ao longo da área e consiga estimar a necromassa da maneira mais precisa possível. A estimativa de massa lenhosa morta (necromassa) é sempre estabelecida por uma relação entre volume e densidade. A densidade (μ) é elaborada através da mensuração de volume de campo e massa seca, de peças coletadas em campo, respeitando a classificação da necromassa, para que se tenham densidades específicas em cada categoria. Todas peças dos transectos têm seus diâmetros e graus de decomposição anotados. Os diâmetros são utilizados para se calcular, através da equação de Van Wagner (1968), o volume (V) de necromassa encontrada campo.

Em posse dos valores de densidade, a relação (μ) multiplicada por (V), resulta no valor da massa lenhosa morta, a necromassa.

A descrição detalhada dos procedimentos e métodos, encontram-se nos tópicos seguintes desta metodologia.

3.2.1. Classificação da necromassa

O início das medidas das peças de madeira deve ser precedido pela categorização do tipo de vegetação (floresta ombrófila, cerrado *sensu stricto*, campinarana, etc.), considerando as “subclasses de formação” do sistema de classificação da vegetação brasileira (Veloso, 1991), como forma de relacionar as variações fisionômicas à distribuição e produção da necromassa.

Há quatro critérios de classificação utilizados neste trabalho (Figura 4). O primeiro separa as peças por sua posição física (em pé ou caída sobre o solo), o segundo separa em categorias de diâmetro (“P”, “M” e “G”), o terceiro em grupos necro-vegetais (“D”, “L”, “B”, “S” e “P”) e o quarto, segundo seu estágio de decomposição (P1, P2 e P3).

A primeira categoria, definida por Harmon *et al.* (1986), dividiu a necromassa em duas categorias centrais:

I. Necromassa em pé - árvore mortas que ainda não caíram no solo e estão sob a inclinação (α) de $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$.

II. Necromassa caída – peças lenhosas ou indivíduos inteiros mortos, caídos sobre o solo ou em inclinação (α) $< 90^\circ$.

O segundo critério classifica todas as peças caídas em “P”, “M” e “G” conforme a medida de seus diâmetros (d_i). As peças “P” deveriam ter diâmetros no intervalo de $2,0 \text{ cm} \geq d_i \geq 5,9 \text{ cm}$, as “M” entre $6,0 \text{ cm} > d_i \geq 9,9 \text{ cm}$ e as “G” se $d_i \geq 10,0 \text{ cm}$.

O terceiro critério classifica tanto a “Necromassa em pé” (I) quanto na “Necromassa caída” (II), provenientes de diferentes grupos vegetais. Por se tratar de indivíduos mortos (peças) e não ser possível identificar a qual espécie pertenciam, este foram então classificados nos seguintes grupos necro – vegetais:

“**D**” – Dicotiledôneas (dicotiledôneas arbóreas);

“**L**” – Lianas;

“**B**” – Bambus;

“**S**” - Samambaias;

“**P**” - Palmeiras;

O quarto critério classifica todas as peças segundo seus estágios (graus) de decomposição: P1 – inicial, P2 – intermediário e P3 – final. Essa classificação é baseada em características tátil-visuais, como descritas por Chao e Philips (2005), adaptadas às características das peças encontradas nas áreas deste estudo, cuja descrição detalhada e ilustrada encontra-se na abaixo (Figura 5).

P1 – Deterioração não perceptível, peças recentemente caídas, camadas de casca, cerne e alburno conservadas ou com leves sinais de ataques de microorganismos, supondo a perda líquida de massa estimada em no máximo 10% da quantidade original de lenho. Alta resistência mecânica a quebra.

No caso dos fetos arborescentes de samambaias (Figuras 6a e 6b), presença do tecido parenquimático, sistema vascular preservado em tamanho, morfologia e coloração marrom-alaranjada interna as paredes dos vasos. Presença de espinhos pontiagudos na epiderme;

P2 – Peças com sinais de ataques de microorganismos em deterioração inicial, supondo a perda líquida de massa original de lenho entre 11% e 30%. Presença de podridão parda ou mole caracterizada pela ação de microorganismos que decompõem celulose e hemicelulose do lenho, deixando-o com textura e aparência esponjosa ou mole. Elas também são caracterizadas pela presença visual de hifas ou manchas alaranjadas dentro do lenho. Resistência mediana a quebra mecânica. Casca, cerne e alburno eventuais.

No caso de fetos arborescentes de samambaias (Figura 6), este estágio é classificado também pela ausência parcial ou total de tecido parenquimático, o sistema vascular pode manter sua estrutura no mesmo tamanho e conformação da planta recém – caída assim, mas necessariamente o tecido marrom-alaranjado interno aos vasos é preservado. Palmeiras apresentam o lenho poroso, aparentando uma trama de fibras entrelaçadas, sem desmancharem ao contato mecânico. Podem apresentar também o lenho com coloração cinza escura. Bambus mostram resistência mecânica média a quebra e podem eventualmente apresentar falhas em sua circunferência (buracos ou perda de massa).

P3 – Peças em estágio avançado de decomposição, quebrando facilmente ou esfarelando-se ao toque, com perda de massa estimada em mais de 30% da massa original. Podridão branca, caracterizada pela coloração esbranquiçada do lenho, podendo apresentar hifas de coloração branca a acinzentada. Pode haver presença concomitante de podridão parda e mole. Lenho com aspecto arenoso e fibras eventuais. Nenhuma resistência mecânica a quebra.

Samambaias não apresentam tecido parenquimático (Figura 6), o sistema vascular apresenta-se contraído e enrolado, de aparência semelhante a um espiral, com seu tecido interno ausente ou na coloração preta. A epiderme pode estar presente, entretanto, sem espinhos. Neste estágio elas também podem apresentar o sistema vascular associado uma pequena presença de tecido parenquimático, sob forma arenosa, não sendo possível definir com certeza, cada estrutura anatômica. Palmeiras perdem pouco volume, mas apresentam o caule como um conjunto de fibras de coloração cinza, soltas internamente, envolvidas apenas pela casca (feloderme). Bambus têm seus colmos muito quebradiços, fibrosos e sem resistência a quebra mecânica.

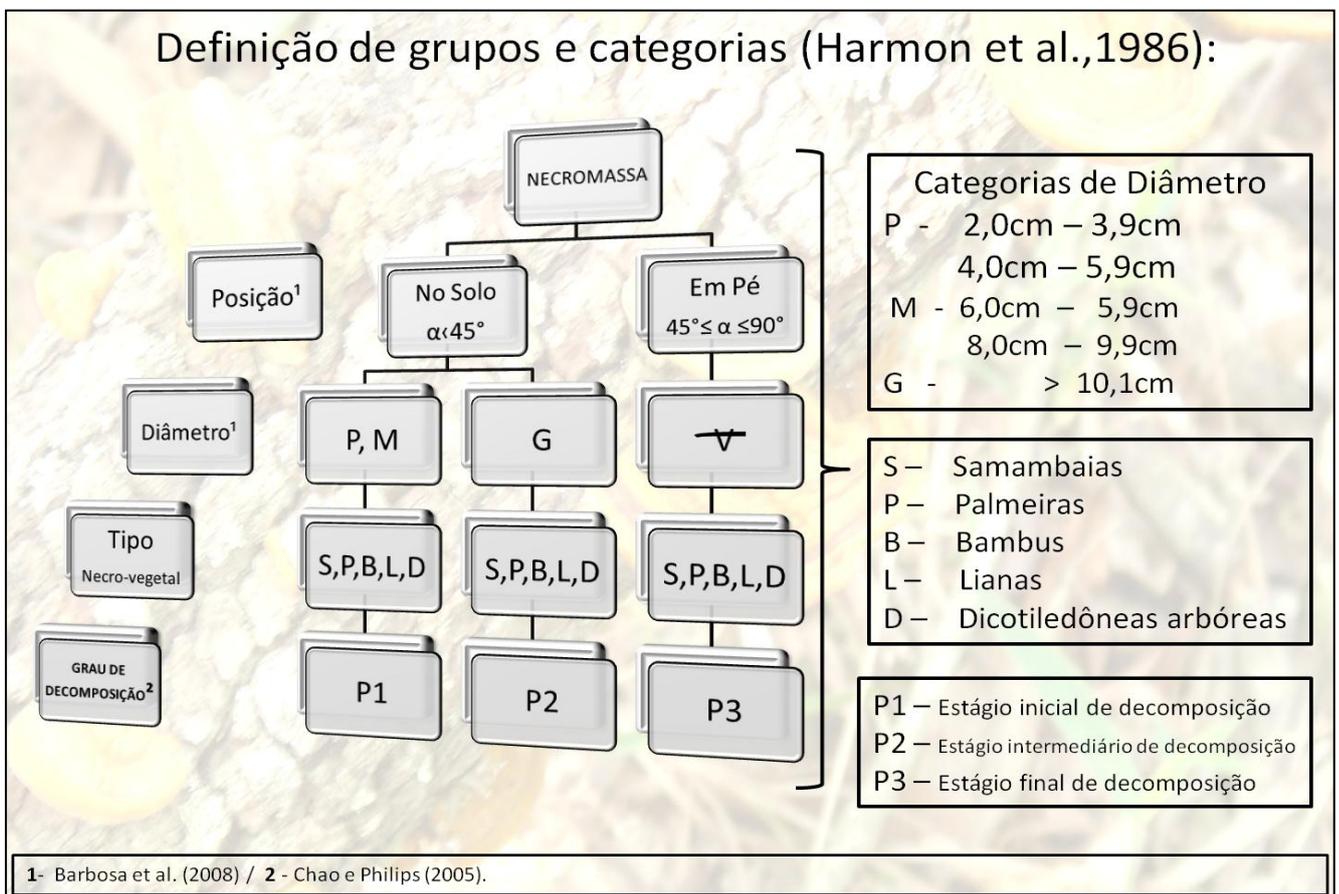


Figura 6. Classificação da necromassa segundo suas posições, diâmetros, grupo necro-vegetal e grau de decomposição (Adaptado de Barbosa *et al.* 2008; Chao e Philips, 2005).

Identificação dos graus de decomposição:

Grau de decomposição

(Adaptado de Chao e Philips, 2005)

Características Macro Anatômicas

P1 – Deterioração não perceptível, peças recentemente caídas ou com resistência ao ataque de microrganismos;

(suposição de perda líquida de massa $\leq 10\%$)

(alta resistência a quebra)

(casca, cerne e alburno)

P2 - Peças com leves sinais de ataques de insetos e/ou fungos, deterioração na fase inicial ;

(11 a 30% de comprometimento)

(presença podridão parda)

(casca, cerne e alburno eventuais)

(tecido fibroso ou poroso)

(resistência mediana a quebra)

P3 - Peças em estágio avançado de decomposição, quebrando ou despedaçando ao toque ;

(+ 30% de comprometimento)

(podridão branca)

(tecido com aspecto arenoso e algumas fibras)

(nenhuma resistência a quebra)

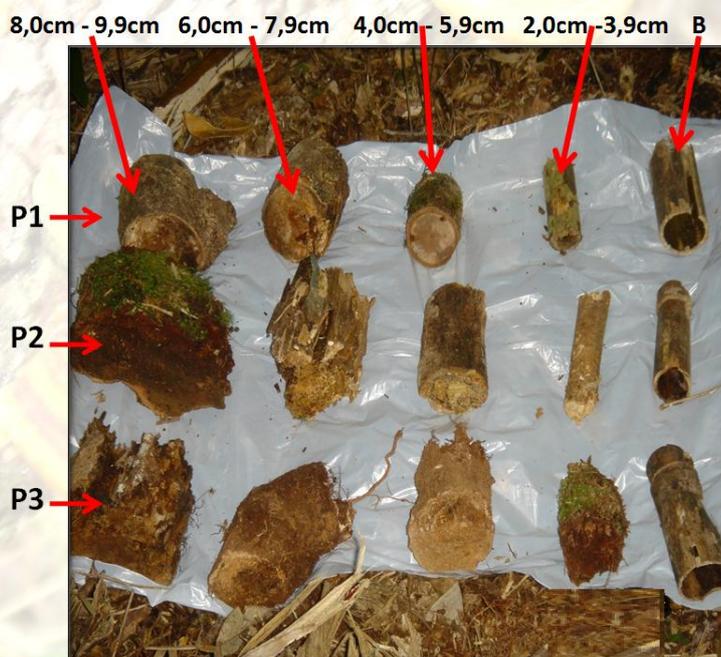
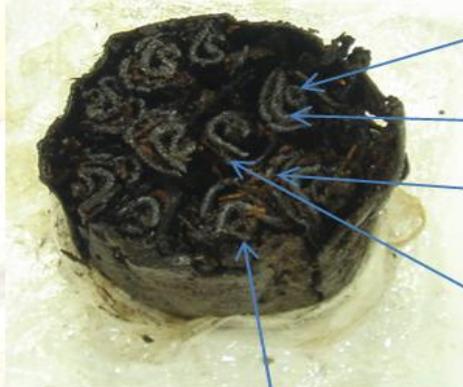


Figura 7. Classificação da necromassa segundo seus graus de decomposição (Adaptado de Chao e Philips, 2005).

Grau de decomposição

(Carlquist e Schneider, 2000; Lucansky, 1974; Tryon e Tryon, 1982)

Características Macro Anatômicas



Traço foliar ou de raiz

Esclerênquima (fibra)

Xilema + floema

Medula: região central

Córtex: entre epiderme e sistema vascular

Figura 8. Características macro-anatômicas das samambaias (Carlquist e Schneider, 2000; Lucansky, 1974; Tryon e Tryon, 1982).



Figura 9. Peças de samambaiáculos nos graus 1, 2 e 3.

3.2.2. Coletas de Estoque anuais de necromassa

Foram realizadas duas coletas de dados em tempos diferentes, T1(janeiro/fevereiro de 2010) e T2 (janeiro/fevereiro 2011). Em T1, foram coletados dados relacionados tanto a necromassa em pé quanto a caída sobre solo. Na coleta T2, foram mensuradas tanto a necromassa em pé quanto a caída e também, foram retiradas amostras de necromassa dos tamanhos “P” e “M” e “G”. Além disso, as peças de tamanho “G”, mensuradas em T1, não foram mensuradas novamente, para se consiga contabilizar as novas entradas de necromassa. Os valores obtidos em T1 e T2, se referem aos estoques anuais de necromassa, de maneira semelhante como feito por Chambers *et al.* (2000), Keller (2004), Pauletto (2006) e Barbosa *et al.* (2008).

3.3. Desenho Experimental

Seguindo a classificação proposta por Harmon *et al.* (1986), o desenho experimental dos transectos foi elaborado de modo a permitir a amostragem de peças lenhosas nestas duas categorias. Em cada uma das áreas experimentais, foram instalados 10 transectos de 10m x 100m, cuja orientação, horizontal ou vertical foi sorteada, totalizando 1 ha amostrado por área.

Tanto no cerrado (Figura 7), quanto na floresta (Figura 8), os transectos foram instalados de forma semelhante, devido ao relevo pouco inclinado e a ambos terem suas áreas interceptadas ao meio por uma trilha de caminhada, ficando portanto, 5 transectos do lado esquerdo (parte inferior dos desenhos) e 5 do lado direito (parte superior do desenho). Cada transecto paralelo distancia-se pelo menos 30m do próximo e no caso dos perpendiculares, a distância entre eles não influi na amostragem, pois as peças caídas de tamanhos “P”, “M” e as mortas em pé, são coletadas em subparcelas, localizadas em pontos aleatórios dos transectos. No caso das peças “G” (caídas), não há problema se a mesma peça estiver presente em mais de um transecto ao mesmo tempo, pois ela será contabilizada em todos. A distância em que os transectos são instalados é importante para garantir uma representação amostral adequada da vegetação em estudo e não para impedir que um mesmo indivíduo seja contabilizado mais de uma vez.

Para a coleta da necromassa caída sobre o solo, de tamanho “P” e “M” e também, para os indivíduos mortos em pé, cada transecto foi dividido em 10 pontos, de 0 a 9, sendo cada um correspondente a um intervalo de 10 m. O ponto “zero” é o ponto onde o transecto começa (conforme descrito nas figuras 2 e 3), e corresponde ao intervalo de comprimento de 0 a 10m, o ponto 1 vai de 10m a 20m, o 2 de 20m a 30m e assim, sucessivamente, até que se terminasse a linha do transecto. Sorteado, por exemplo, o ponto 5 no transecto 4 (T4), era iniciada a parcela a partir do ponto de 50m e finalizada 10m depois, aos 60m. Cada parcela desta tem 10m de comprimento (medido nos intervalos sorteados do transecto), por 20m de largura (5m para cada lado da linha), estabelecendo assim 10 parcelas de 200m².

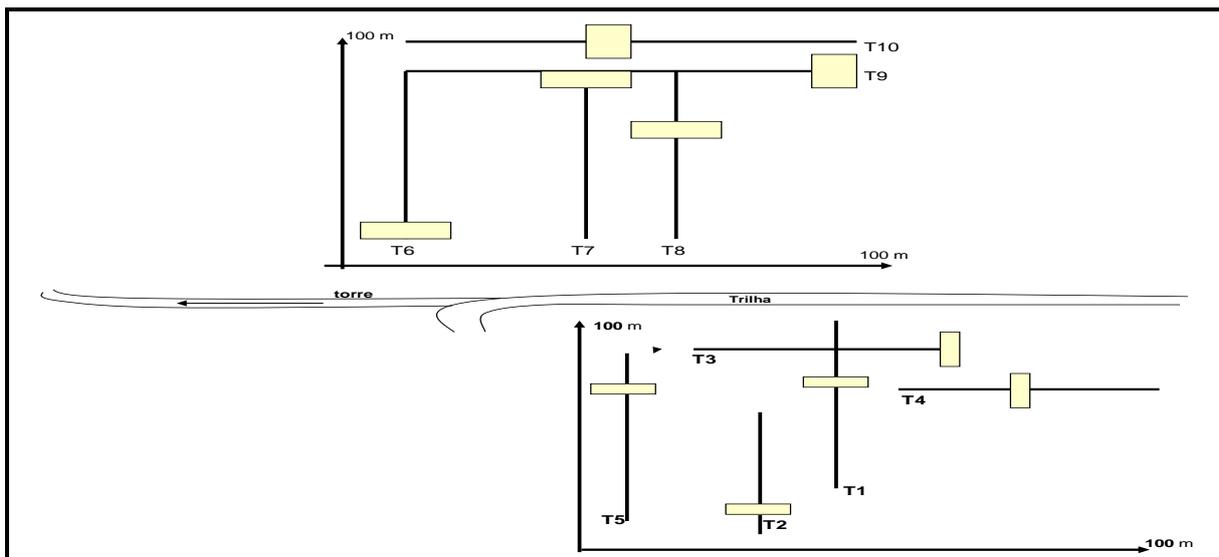


Figura 10 – Distribuição dos transectos no cerrado (*cerrado sensu stricto*). T – Transectos; Sequência de números T1 a T10 – Transectos de 1 a 10. ↑ →100m – Setas indicando início e fim dos transectos e orientação da coleta dos dados.

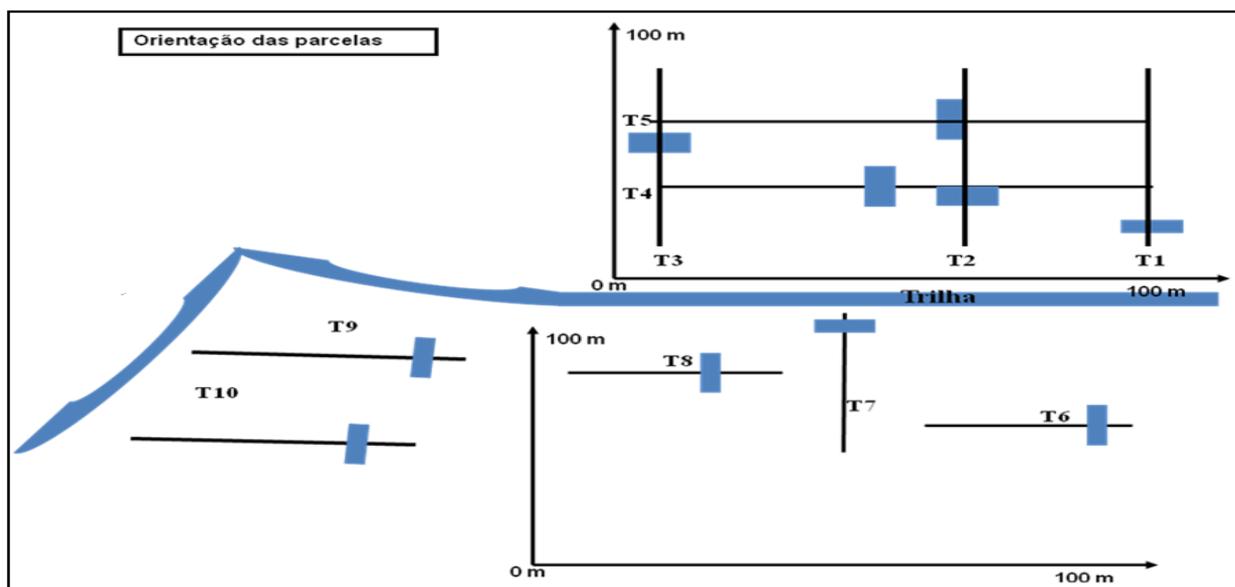


Figura 11 – Distribuição de transectos na Mata Atlântica (Floresta Ombrófila Densa Montana). T – Transectos; Sequência de números T1 a T10 – Transectos de 1 a 10. ↑ →100m – Setas indicando início e fim dos transectos e orientação da coleta dos dados.

A metodologia apresentada por Barbosa (2008) coletava as peças P e M ao longo dos 100m de comprimento dos transectos, entretanto, sua largura era de 1m. Essa adaptação é necessária porque no estudo de Barbosa, o relevo da área é bastante plano, com pouca variação na vegetação ao longo dos transectos, situação bem diversa da encontrada especialmente na Floresta, região montanhosa, na qual mesmo os locais considerados planos apresentam alguma declividade, mas inferior a inclinação da encosta. Portanto, de modo a garantir a heterogeneidade na amostragem, concentraram-se as parcelas em pontos distintos e aleatórios, tomando por base a região estabelecida pelos transectos, cobrindo toda a área em estudo.

A coleta da necromassa caída no chão de tamanho “G” foi realizada em toda a extensão dos transectos: 100m de comprimento x 10m de largura.

3.3.1. Coleta das peças de necromassa

Todas as peças tiveram seus diâmetros mensurados usando-se um paquímetro manual milimetrado de 30 cm. Quando algum indivíduo apresentasse diâmetro maior que 30 cm, a medida da circunferência era tomada com fita métrica e depois, convertida para tamanho do diâmetro. Além da medida dos diâmetros, todas as peças eram classificadas em seu grau de decomposição (P1, P2 e P3) e grupo necro-vegetal.

3.3.2. Coleta das peças mortas em pé

Os indivíduos mortos em pé tiveram seus DAPs (diâmetro à altura do peito) tomadas, bem como a altura total do fuste residual, sua localização geográfica na parcela através de distâncias na parcela, chamadas “X” e “Y” como num plano cartesiano, determinado seu grau de decomposição. Quando não foi possível acessar o DAP (tocos de madeira com altura inferior a 1,30m), então foram tomados os diâmetros do ápice ou daquele mais próximo ao ápice, quando este apresentasse sua

circunferência bastante irregular. Árvores parcialmente situadas dentro da parcela tiveram um processo alternativo de medição, estimando-se a porcentagem de sua participação dentro da parcela (10%, 35%, 70%). Todos estes dados foram transformados em volume, seguindo a equação de Palace *et al.* (2007):

$$V = \pi * ((0.7952) * ((DAP/2)/100)^2 * (H * 0.818) / 0.818)$$

Todos os resultados foram multiplicados pela densidade média correspondente a seu estágio de decomposição, para se obter a estimativa da biomassa por unidade amostral e, posteriormente, biomassa morta, por unidade de área e tempo.

3.3.3. Coleta da necromassa do chão – Peças de tamanho pequeno e médio

Seguindo a sugestão de Barbosa *et al.* (2008), classificou-se como “P”, peças de tamanho entre 2,0cm- 5,9cm e “M”, peças de tamanho entre 6,0cm -10,0cm. Peças com tamanhos inferiores a 2 cm são medidas em estudos de serapilheira e por isso, foram excluídas desta amostragem.

Foram medidos os diâmetros centrais de cada peça e anotados, não necessitando a medição do comprimento (Keller *et al.* 2004). Para avaliação da densidade, foram coletadas amostras das peças, (Figura 9).

3.3.4. Coleta da necromassa do chão – Peças de tamanho grande (“G”)

Todas peças de tamanho “G”, encontradas ao longo do transecto, tiveram seus diâmetros centrais medidos e foram marcados com spray a prova d’água, para que não fossem confundidas e remeidas na avaliação final (T- 2). Estas peças tiveram amostras coletadas em T- 2, na forma de discos radiais de 5 cm de espessura (Keller *et al.* 2004), com ajuda de moto-serra para cortes. Este

equipamento tem por características o baixo peso, ruído de baixa intensidade, extrema precisão, fácil manuseio e será operado por profissional competente para a tarefa. Estas peças tiveram medidos volume e densidade, contribuindo pra a estruturação da densidade média de sua categoria.

"P" e "M"				"Mortas em pé"	
Categoria Vegetal	P1	P2	P3	Critérios	
D 2 – 3,9 cm				PAP – 1,30m ou ponto mais alto (cm)	
D 4 – 5,9cm				H – altura (m)	
D 6 – 7,9 cm				P – Grau de decomposição (1,2,3)	
D 8 – 9,9 cm				"X" e "Y" – Posição no plano cartesiano da parcela (m)	
C				(GPS)- Localização geográfica do transecto e parcela + parcelas dendrometria	
B					
S					
P					

<p>Diâmetro: > 10 cm;</p> <p>P – Grau de decomposição (1,2,3);</p> <p>"X" e "Y" – Posição no plano cartesiano do transecto (m) - (100 m x 10m);</p>	<p>Coleta com Motosserra;</p> <p>Marca com spray a prova d'água;</p>
--	--

Figura 12. Critérios para coletas de dados em campo e amostras para estudo de densidade específica.

3.4. Coleta de amostras de necromassa para estudo de volume e densidade

Foram realizadas coletas de peças pertencentes aos três grupos diamétricos estabelecidos, grupo "P", "M" e "G" para cálculo da densidade básica (definida por Trugilho *et al.* , 1990, como a razão entre o peso seco, em gramas, dividido pelo volume saturado, em cm³) por categoria de decomposição (P1, P2 e P3).

Foram retiradas como amostras do grupo "P" e "M", discos (casca, cerne e albarno) com espessura variando entre 2,5cm e 5,0 cm, sorteadas aleatoriamente, dentre aquelas presentes na parcela. Cada parcela deveria ter coletada no mínimo, 12 peças de dicotiledôneas e 3 dos demais necro-grupos igualmente distribuída ao longo de toda a parcela.

O sistema sugerido determina que sejam coletadas quatro peças em todos os graus de decomposição, distribuídas da seguinte forma: 1 peça de 2-4 cm de diâmetro, 1 de 4-6 cm, 1 de 6-8 cm e 1 de 8-10cm para as dicotiledôneas. Nos demais necro-grupos, uma peça em cada grau, desde que o diâmetro estivesse entre 2,0cm e 9,9 cm, ficando assim: 1 de “S”, 1 de “P”, 1 de “B” e 1 “L”. Todas estas peças foram coletadas com tesoura de poda, serrote e serra de mão.

Toda peça com $d_i \geq 10,0\text{cm}$, foi coletada com motosserra, independente de seu necro-grupos, já que a partir deste diâmetro a extração de amostras manualmente ficou inviabilizada.

3.4.1. Cálculo do volume (cm^3) e massa (g) das amostras de necromassa

O volume de campo de todas as peças foi calculado no mesmo dia de coleta, pelo Princípio de Arquimedes, medindo-se o volume deslocado pela peça mergulhada em uma proveta graduada de 1 litro (Figura 10).

Se a peça fosse grande o suficiente para não entrar na proveta, a mesma deve ser fracionada até que haja a possibilidade da imersão (metade, um quarto, etc). Foi assumido que a umidade da peça coletada em campo equivaleria ao volume saturado. Em seguida a peça (ou sua parte fracionária) é ensacada e levada ao laboratório para secagem em estufa a temperatura de 100°C até peso constante, quando eram pesadas em balança de precisão*. (Figura 11).

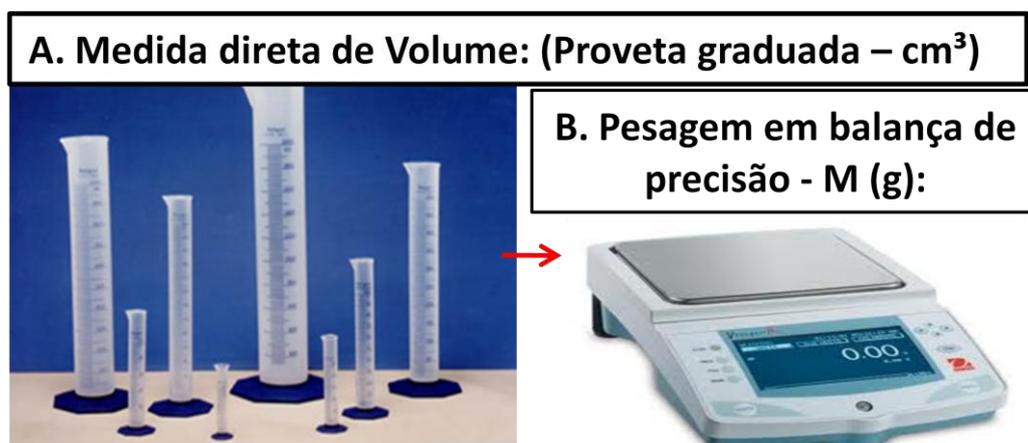


Figura 13. Provetas para medição de volume das amostras em mm^3 . **B.** Pesagem das amostras em balança de precisão.

3.4.2. Estimativa de perda de massa

A estimativa de perda de massa é feita com base comparando-se área original com a perda de área. Para isso, todas as amostras das categorias de “P” e “M”, foram fotografadas em câmera digital, com resolução de máxima, sem ampliação do foco, sob mesma distância e iluminação, com fundo de tamanho conhecido, conforme mostra a Figura 11. As peças da categoria “G”, como não permitiam uma padronização com a câmera fotográfica, escaneou-se então todas as peças, colocando-se uma régua de papel nas bordas para demarcar os limites da base do scanner. Essa medida foi necessária porque as peças com $d_i \geq 20,0$ cm têm de ser quebradas para poderem ser medidas.

Com as peças fotografadas ou escaneadas, as imagens passam a ser trabalhadas no Photoshop, para que seja possível avaliar a área real ocupada e a área dos buracos e falhas de superfície. Amostras provenientes de peças degradadas no momento da coleta, que não apresentassem uma circunferência completa ou superfície regular, foram trabalhadas de forma semelhante, mas redenhando a área equivalente a perda. É necessário que esta etapa anteceda a mensuração do volume, já que ao serem mergulhadas em água, poderiam alterar seu tamanho. Deste modo, foi possível estabelecer uma relação em píxeis, da área original com a área perdida.



Figura 14. Estúdio adaptado para fotografar peças “P” e “M”. **A.** Orifício de encaixe da câmera fotográfica. **B.** Vista frontal da objetiva da câmera e foto da peça com fundo de 20,0cm x 20,0cm.

Peças com circunferência completa e superfície irregular (buracos completos, ausências pontuais de lenho ou mesmo amostras em estágio avançado de degradação com espaços entre as fibras do lenho) foram facilmente analisadas. Há uma ferramenta que estabelece automaticamente uma escala de branco a preto, interpretando inclusive as falhas em profundidade que não correspondem a um buraco completo. Selecionando-se a figura completa sem escala, obtinha-se o valor da amostra preenchida, correspondendo a área original. Selecionando-se a escala, era possível obter os valores em píxeis, da seleção da área real (ver tutorial de Zack Jarou) ou da área das falhas, estabelecendo-se facilmente a relação de perda de área, como se observa na Figura 12.

Após as peças terem sido fotografadas é possível estabelecer a proporção de perda de massa individual (valor de área total – ausente estimado, transformado em porcentagem). Cada peça pertence a uma categoria de diâmetro, decomposição e grupo necro – vegetal. Deste modo, foi estabelecida uma tabela com as perdas médias por categoria, aplicadas como correção na estimativa de necromassa final, cujos resultados encontram nas tabelas 3 e 4, referente ao PEG e 10 e 11, referente a SVG, no ítem Resultados.

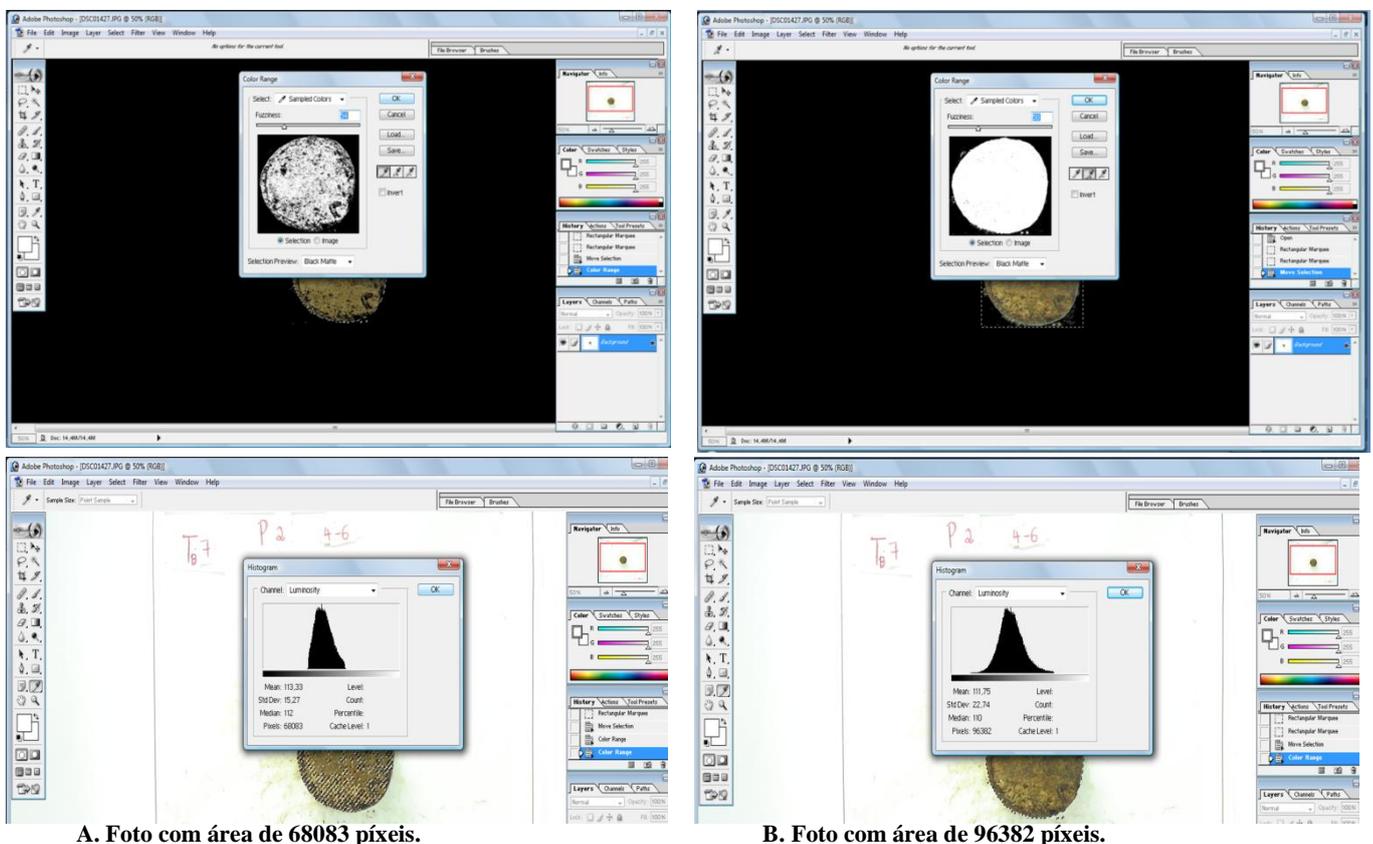


Figura 15. Análise de área das amostras via Photoshop: A. Área real em píxeis. B. Área total em píxeis.

3.4.3. Cálculo da densidade

Com os valores de volume (cm³) e peso seco (g) realiza-se o cálculo da densidade básica (D_b ou ρ). Da mesma forma que foi elaborada a tabela de perdas de massa, foi também para densidade básica, respeitando-se as classes de diâmetro das peças, cujos resultados apresentam-se nas tabelas 3, 4, 10 e 11 em Resultados.

$$D_b = \frac{P_s}{V_s}$$

Onde:

D_b = densidade básica (g/cm³);

P_s = peso seco da amostra (g);

V_s = volume saturado da amostra (cm³), considerando a saturação de campo;

3.4.4. Cálculo do Volume da necromassa em campo

O cálculo do volume foi realizado utilizando-se a equação de volume corrigida para sistema de medição internacional (m, m², cm), de Van Wagner (1982) e Parminter (1998):

$$V = (1,2334/L) * \sum d^2$$

onde :

V = volume da madeira por unidade de área;

d = diâmetro no ponto médio, de cada uma das peças inclusas na linha amostral;

L = comprimento da linha amostral (100 m);

3.4.5. Cálculo da massa de necromassa

O cálculo do estoque da massa proveniente das peças lenhosas mortas (necromassa) foi feito multiplicando o volume de cada categoria por suas densidades básicas (g/cm³):

$$N = \text{Vol} \times \rho$$

Deste valor obtido, retira-se a porcentagem de perda área de área (%) (proporcional a perda de massa) correspondente a sua categoria de diâmetro e decomposição, para que se obtenha o valor real necromassa.

$$N_{(\text{real})} = N - \% \text{ Perda de área}$$

O cálculo da necromassa total presente por transecto é realizado como um somatório de todas as massas individuais medidas.

4. Análise dos dados

1. Análise descritiva dos dados, agrupados de acordo com sua categoria necro-vegetal, grau de decomposição, necromassa no chão e necromassa em pé e totais gerais, em cada ecossistema, para cada coleta (T1 e T2);

2. Verificação de normalidade da população amostrada via teste de Shapiro-Wilk, para nível de significância de 5% e verificação gráfica via QQ Plot;

3. Se a população apresentasse distribuição normal, os valores referentes aos Estoques e anuais, seriam comparados pelo teste T. Acaso a distribuição não fosse normal, seria aplicado o teste de Wilcoxon, para amostradas pareadas ao se comparar dados da mesma área e para amostras independentes, ao compararem-se os dados de ambas as áreas, todos realizados para um nível de significância de 5%;

4. Verificação de diferenças estatisticamente significativas entre as densidades da madeira, através do teste de Wilcoxon para amostras independentes, ao nível de significância de 5%.

5. Resultados

5.1. Necromassa no PEG:

Foram contabilizadas em T1 ao total, 15.525 peças ha⁻¹, que correspondem ao volume de 12287,7 m³ ha⁻¹ (Tabela 1) e 4,89 Mg ha⁻¹ (±0,16) (Tabela 5), enquanto em T2, contabilizou-se 11.346 peças ha⁻¹, o volume de 6860,1 m³ ha⁻¹ (Tabela 1) e 2,82 Mg ha⁻¹ (±0,18) (Tabela 5).

A tabela 2, revela que em T1 a necromassa das categorias “P” (2,0cm ≤ d_i ≤ 5,9cm) e “M” (6,0cm ≤ d_i ≤ 9,9cm), tinham 66% de suas peças no estágio final de decomposição (grau 3) e 89,2% das peças eram dicotiledôneas arbórea, distribuídas entre 10 transectos, conforme observa-se nas figuras 16 e 18. Já em T2 (Tabela 2), a quantidade total de peças da categoria caiu 25,8% em relação ao primeiro período, assim como a proporção de dicotiledôneas, apresentando 85,7%. Padrão inverso foi observado nas lianas, que aumentaram 3,5% em relação a T1 (10,8% para 14,3% em T2). Em T2 também se observou que 92% de suas peças encontravam-se nos graus 2 e 3. As figuras 17 e 19 demonstram claramente as variações na distribuição da peças lenhosas entre os dois períodos. Ao total, T1 revelou 14490 peças.ha⁻¹ e um volume de necromassa igual a 5925,3 m³.ha⁻¹, enquanto em T2 encontrou-se 10745 peças.ha⁻¹ com volume de 2324,9 m³ha⁻¹ (Tabela 1).

Tabela 1. Número de peças (ha⁻¹) e Volume (m³ha⁻¹) de cada categoria de diâmetro e posição de necromassa em cada estoque (T1 e T2).

CERRADO	Totais por categoria						Porcentagem em relação ao total do período (%)					
	T1			T2			T1 (%)			T2 (%)		
	"PM"	"G"	"MortoPé"	"PM"	"G"	"MortoPé"	"PM"	"G"	"MortoPé"	"PM"	"G"	"MortoPé"
Número de peças (ha ⁻¹)	14490	240	795	10745	141	460	93,3	1,5	5,1	94,7	1,2	4,1
Volume (m ³ ha ⁻¹)	5925,3	488,6	5873,8	2324,9	293,5	4241,7	48,2	4,0	47,8	33,9	4,3	61,8

Tabela 2. Número de peças (ha⁻¹) e Volume (m³ha⁻¹) de cada categoria de decomposição de necromassa em cada estoque (T1 e T2).

CERRADO	Necro-grupo	Abundância (número de indivíduos)						Porcentagem em relação ao total da categoria (%)					
		T1			T2			T1			T2		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
PM	D	1125	2990	8800	620	3055	3695	7,8	20,6	60,7	7,2	35,5	43,0
	L	565	235	775	70	545	615	3,9	1,6	5,3	0,8	6,3	7,2
G	D	25	71	142	27	58	55	10,5	29,8	59,7	19,3	41,4	39,3
MORTO PÉ	D	280	285	190	125	175	155	37,1	37,7	25,2	27,5	38,5	34,1

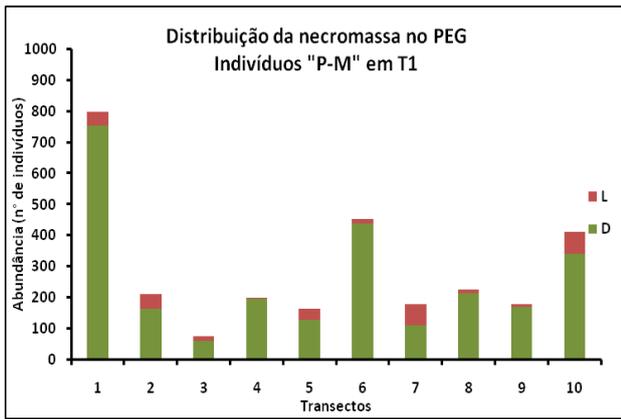


Figura 16. Estoque I* (T1) de necromassa da categoria “P-M” ($2,0\text{cm} \leq d_i \leq 9,9\text{ cm}$) em necro – grupos: L – Lianas; D – Dicotiledôneas arbóreas. *Quantidade total de peças amostradas na parcela de 0,2 ha.

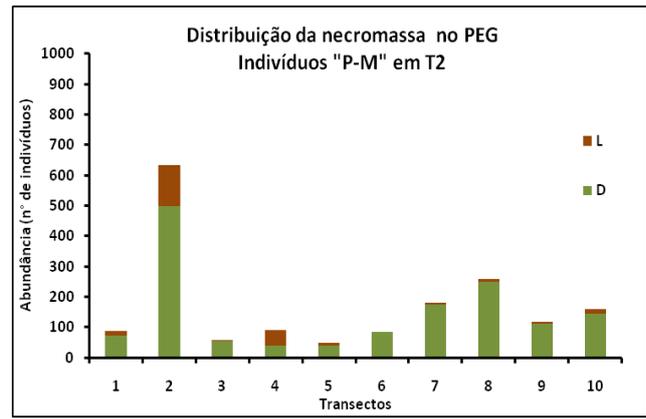


Figura 17. Estoque II* (T2) de necromassa da categoria “P-M” ($2,0\text{cm} \leq d_i \leq 9,9\text{ cm}$) em necro – grupos: L – Lianas; D – Dicotiledôneas arbóreas. *Quantidade total de peças amostradas na parcela de 0,2 ha.

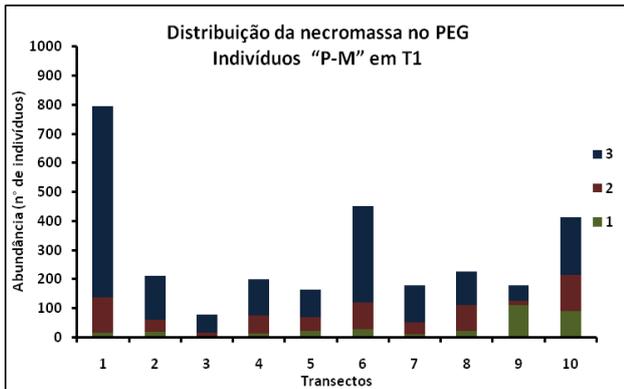


Figura 18. Estoque I* (T1) de necromassa da entre as categorias de decomposição: 1 – Estágio inicial de decomposição; 2 – Estágio intermediário de decomposição; 3 – Estágio final de decomposição. *Quantidade total de peças amostradas na parcela de 0,2 ha.

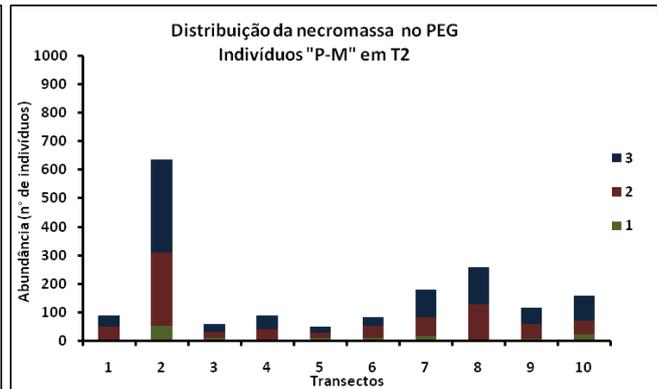


Figura 19. Estoque II* (T2) de necromassa da entre as categorias de decomposição: 1 – Estágio inicial de decomposição; 2 – Estágio intermediário de decomposição; 3 – Estágio final de decomposição. *Quantidade total de peças amostradas na parcela de 0,2 ha.

A necromassa da categoria “G” ($d_i \geq 10,0\text{cm}$) apresentou em T1 240 peças ha^{-1} e um volume de $488,6\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$, enquanto em T2 verificou-se 141 peças ha^{-1} e volume de $293,5\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$. Cabe ressaltar que no cerrado identificou-se apenas 2 necro – grupos, e somente as dicotiledôneas arbóreas fazem parte da categoria G. Assim, a variação dos valores se dá em função das categorias de decomposição. As figuras 20 e 21, mesmo mostrando a quantidade total de peças encontradas na área amostral, apontam visualmente uma queda na população desta categoria em T2,

correspondente a 41,2%, segundo a comparação dos dados mostrados Tabela 1. Em T1 59,7% das peças estavam no estágio final de decomposição (grau 3), seguido em ordem de importância, do estágio intermediário (grau 2) com 29,8% das peças. Na segunda avaliação de estoque, o estágio de decomposição com maior abundância de peças foi estágio intermediário (grau 2) com 41,4% das peças, seguido do estágio final (grau 3) com 39,3%.

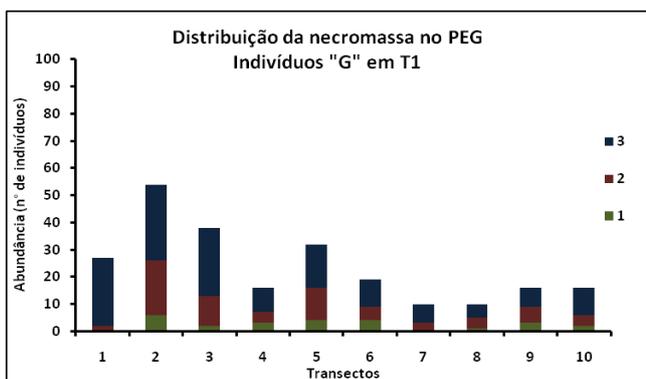


Figura 20. Distribuição do estoque* I de necromassa da categoria “G” ($d_i \geq 10,0$ cm) entre as categorias de decomposição: 1 – Estágio inicial de decomposição; 2 – Estágio intermediário de decomposição; 3 – Estágio final de decomposição. *Quantidade total de peças amostradas em 1,0ha.

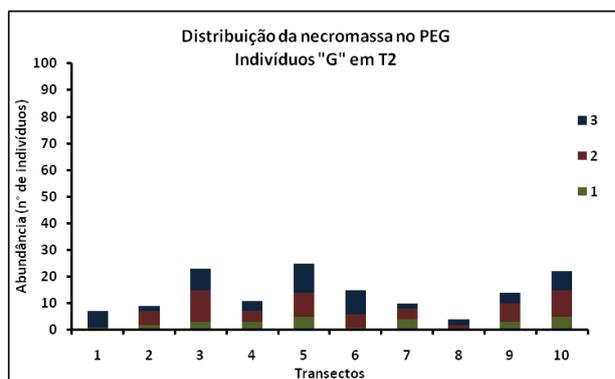


Figura 21. Distribuição do estoque* II de necromassa da categoria “G” ($d_i \geq 10,0$ cm) entre as categorias de decomposição: 1 – Estágio inicial de decomposição; 2 – Estágio intermediário de decomposição; 3 – Estágio final de decomposição. *Quantidade total de peças amostradas em 1,0ha.

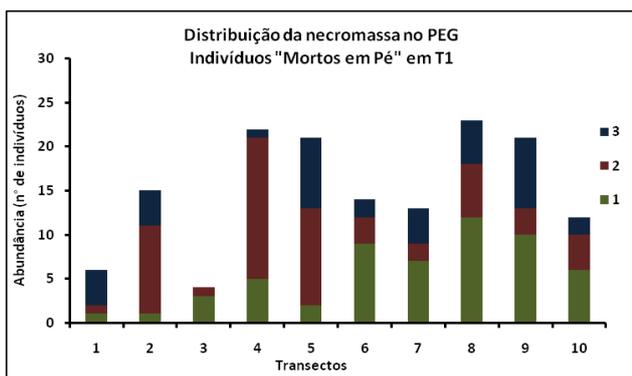


Figura 22. Distribuição do estoque* I de necromassa da categoria “Morto em pé” ($d_i = \nabla$ cm e $\alpha \geq 45^\circ$) entre as categorias de decomposição: 1 – Estágio inicial de decomposição; 2 – Estágio intermediário de decomposição; 3 – Estágio final de decomposição. *Quantidade total de peças amostradas na parcela de 1,0 ha.

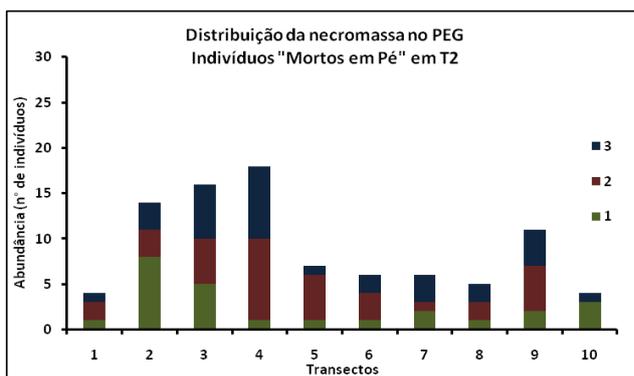


Figura 23. Distribuição do estoque* II de necromassa da categoria “Morto em pé” ($d_i = \nabla$ cm e $\alpha \geq 45^\circ$) entre as categorias de decomposição: 1 – Estágio inicial de decomposição; 2 – Estágio intermediário de decomposição; 3 – Estágio final de decomposição. *Quantidade total de peças amostradas na parcela de 1,0 ha.

Os indivíduos da categoria “Mortos em Pé” em T1 apresentaram 765 peças ha⁻¹ e volume de 5873,8 m³ ha⁻¹ e já em T2, observou 460 peças ha⁻¹ correspondente a um volume de 4241,7 m³ ha⁻¹. Na primeira avaliação de estoque, a proporção de peças nos estágios inicial e intermediário, apresentavam valores estatisticamente iguais para um nível de significância de 5% (p-value:0,28) de 37,74% e 37,08% respectivamente. Em T2, um padrão semelhante foi observado, provavelmente em função do avanço da decomposição das peças em estágio inicial (grau1) em T1: encontrou-se 38,5% das peças no estágio intermediário de decomposição e 34,06% no final, podendo também ser consideradas iguais estatisticamente (p – value: 0,60).

Com base nos valores encontrados entre todas as categorias de diâmetro para os dois períodos de coleta de dados, foi verificada a normalidade da população, através do teste Shapiro – Wilk para o nível de significância de 5% e verificou-se que não há normalidade (p = 0,032), como fica demonstrado no figura 9. Chambers *et al* (2006), Palace *et al* (2006) e Baker *et al* (2008) consideraram, para efeito de cálculo teórico de suas taxas de decomposição anual, os valores obtidos em suas áreas de estudo como valores de um ecossistema em equilíbrio (clímax). Assim, poderia inferir – se que a população em estudo apresentaria proporções semelhantes de peças nos diferentes estágios de decomposição. Deste modo, foi realizado o teste do χ^2 (Chi Quadrado), para avaliar se a quantidade de peças nos estágios inicial, intermediário e final de decomposição mensuradas em todo o período de estudo, teriam proporções iguais (33,33%), representando um ecossistema em equilíbrio. Tal hipótese foi descartada após a realização do teste, já que o valor de “p” para todas as categorias foi menor que 0,00081. Isso demonstra que não há uma reposição constante das peças decompostas ou mesmo uma reposição proporcional em cada estágio de decomposição, sendo mais dependente das variáveis ambientais que do estágio sucessional.

Foram coletadas 137 amostras em campo, de todas as categorias de diâmetro, com exceção dos indivíduos mortos em pé, todos os estágios de decomposição e necro-grupos, para estabelecer a densidade média de cada uma das categorias citadas e assim, poder converter os volumes de das

peças lenhosas encontradas em campo, mensuradas através da equação de Van Wagner (1964) e Parmiter (1982), em massa lenhosa morta, ou seja, necromassa.

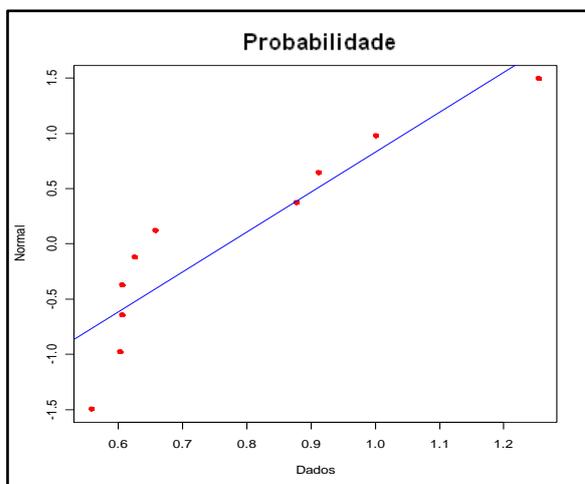


Figura 24. QQ Plot de avaliação de normalidade dos valores totais dos Estoques I e II.

Para a estimativa de necromassa dos indivíduos “Mortos em pé”, usou-se as densidades que estimadas para as peças no solo (PMG), respeitando seu diâmetro e grau de decomposição. Por exemplo, para um indivíduo com $d_i = 4,5$ cm no grau 2 e outro, com $d_i = 13,4$ cm no grau 1, usou-se respectivamente as densidades de 0,43 (Tabela 1) e 0,62 (Tabela 2).

Os valores da densidade referentes a todas as categorias estudadas encontram-se na Tabela 3, para as peças com d_i entre 2,0cm e 9,9 cm e na Tabela 4, para as peças com $d_i \geq 10,0$ cm.

Tabela 3. Densidades médias para peças das categorias “P – M” (d_i entre 2,0cm e 9,9cm), segundo o grau de decomposição específico. Os valores numéricos da coluna Dia./Tipo (Diâmetro e Tipo necro – vegetal), correspondem a dicotiledôneas arbóreas e “L”, corresponde aos valores obtidos para Lianas.

Densidade e Perda de Área Médias, por categoria de diâmetro e grau de decomposição						
Densidade Média Cerrado ("P-M")			Perda de Volume (% média)			
Dia./Tipo	1	2	3	1	2	3
2_4	0,52	0,31	0,28	11,40	12,08	15,61
4_6	0,63	0,43	0,35	8,66	12,76	25,17
6_8	0,75	0,45	0,37	22,94	16,14	14,25
8_10	0,78	0,48	0,45	11,70	11,52	11,80
L	0,60	0,36	0,24	11,70	11,52	27,19

Tabela 4. Densidades médias para peças da categoria “G” ($d_i \geq 10,0\text{cm}$), segundo o grau de decomposição específico. A coluna Tipo (Tipo necro – vegetal), D indica dicotiledôneas arbóreas nos diferentes graus de decomposição. Não há Lianas nesta tabela por não haver em campo peças com mais com $d_i \geq 5,0\text{ cm}$.

Densidade e Perda de Área Médias, por categoria de diâmetro e grau de decomposição			
Indivíduos Cerrado "G"			
Tipo	Grau	Densidade Méd	Vol.Perdido (%média)
D	1	0,62	10,59
D	2	0,44	13,13
D	3	0,36	16,70

Em todos os estágios de decomposição e tamanhos, na medida em os diâmetros aumentam, aumentam as densidades específicas. Por outro lado, na medida em que a decomposição avança, a densidade diminui.

Cada categoria foi avaliada individualmente, em cada período de coleta, como forma de demonstrar a dinâmica da mortalidade do componente arbóreo da formação vegetal. Os valores dos Estoques I e II correspondem ao valores anuais de necromassa, mensurados com uma distância de 12 meses entre a primeira e a última coleta. O Estoque I estimado foi de $4,89\text{ Mg ha}^{-1}$ ($\pm 0,16$) enquanto o Estoque II foi de $2,82\text{ Mg ha}^{-1}$ ($\pm 0,18$). Nas tabelas 5, 6 e 7 é possível avaliar as componentes de cada estoque e as variações deles ao longo do ano.

Observando a Tabela 5, verifica-se que em T1, as categorias que mais contribuem para o Estoque, são, em ordem de importância “Morta em Pé” e “P-M”, representando 54,8% e 41,1% respectivamente. Em T2, apesar de o Estoque ter diminuído 57,7%, as participações das mesmas categorias “Mortos em Pé” e “P-M” se alteraram em média 16%: a primeira passou a representar 71,2% do total (aumento de 16,4%) enquanto a segunda, 25,9% (diminuição de 15,2%) . Dentre todas as categorias, as dicotiledôneas arbóreas tiveram maior participação nos valores dos estoques, enquanto as lianas representaram 1,9 % dos valores totais, com $0,09\text{ Mg ha}^{-1}$ no primeiro período e $0,08\text{ Mg ha}^{-1}$ no segundo (Tabela 6).

Destacam-se também os estoques apresentados pelos estágios de decomposição nos quais há maior quantidade de necromassa (Tabela 7): em T1, os estágios final (2,05 Mg.ha⁻¹) e intermediário (1,69 Mg.ha⁻¹) em T2 a ordem foi inversa, tendo os estágios inicial (1,15 Mg.ha⁻¹) e intermediário (0,96 Mg.ha⁻¹), maiores concentrações de necromassa.

Tabela 5. Estoques anuais de necromassa no cerrado Pé de Gigante (PEG), em função das categorias de diâmetro, em Mg.ha⁻¹.

Necromassa no PEG (em categorias de diâmetro)			
Categoria	Estoque T1 (Mg.ha ⁻¹)	Estoque T2 (Mg.ha ⁻¹)	Varição no Estoque (T1 - T2) (Mg.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)
P-M	2,01	0,73	1,28
G	0,19	0,09	0,10
Morto em Pé	2,68	2,00	0,69
Totais	4,89	2,82	2,07

Tabela 6. Estoques anuais de necromassa no cerrado Pé de Gigante (PEG), em função dos grupos necro - vegetais, em Mg.ha⁻¹.

Necromassa no PEG (em categoria de decomposição)			
Categoria	Estoque T1 (Mg.ha ⁻¹)	Estoque T2 (Mg.ha ⁻¹)	Varição no Estoque (T1 - T2) (Mg.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)
1	1,14	1,15	-0,01
2	1,69	0,96	0,73
3	2,05	0,70	1,35
Totais	4,89	2,82	2,07

Tabela 7. Estoques anuais de necromassa no cerrado Pé de Gigante (PEG), em função das categorias de decomposição, em Mg.ha⁻¹.

Necromassa no PEG (por grupo necro-vegetal)			
Categoria	Estoque T1 (Mg.ha ⁻¹)	Estoque T2 (Mg.ha ⁻¹)	Varição no Estoque (T1 - T2) (Mg.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)
D	4,81	2,75	2,06
L	0,08	0,07	0,01
Totais	4,89	2,82	2,07

5. 2. Necromassa em SVG:

Foram contabilizadas em T1, 31.014 peças. ha⁻¹, que correspondem ao volume de 20470,9 m³.ha⁻¹ e 3,44 Mg. ha⁻¹ ($\pm 0,26$), enquanto em T2, contabilizou-se 22.143 peças.ha⁻¹, o volume de 13255,2 m³.ha⁻¹ e 2,66 Mg. ha⁻¹ ($\pm 0,32$) (Tabela 8).

A tabela R9 revela que em T1 a necromassa das categorias “P” ($2,0\text{cm} \leq d_i \leq 5,9\text{cm}$) e “M” ($6,0\text{cm} \leq d_i \leq 9,9\text{cm}$), apresentaram 39,4% de suas peças no estágio intermediário de decomposição (grau 2) e as demais peças encontravam-se distribuídas em proporções muito próximas a esta, com 32,4% no estágio final de decomposição e 28,2% no inicial. Com relação à participação dos necro – grupos neste período destacaram-se por suas maiores abundâncias em relação ao valor total, bambus com 60,4%, dicotiledôneas arbóreas com 21,7% e as samambaias, com 12,1%. Em T2, como se observa na tabela R8, a quantidade total de peças “P-M” diminuiu 28,8% em relação ao primeiro período, contudo a maior abundância de peças encontrava-se no estágio final de decomposição (grau 3), correspondendo a 63,9% do total.

Neste mesmo segundo período, os bambus mantiveram-se com maiores proporções em relação à abundância total, com 76% das peças; já as dicotiledôneas diminuíram sua participação, representando 11,36% do total. O necro – grupo das samambaias destacou-se em T2, por superarem a proporção das dicotiledôneas arbóreas, mesmo tendo diminuído 47,9% de sua proporção em relação à T1. Foram encontradas 30.380 peças ha⁻¹ em T1, correspondente a um volume de 14702,6 m³ ha⁻¹ (Tabela 8) e sua distribuição entre os 10 transectos pode ser observada nas figuras 10 e 12. Encontrou-se em T2 21610 peças ha⁻¹, volume de 44375,6 m³ ha⁻¹ (Tabela 8), distribuídos entre os 10 transectos, conforme as Figuras 11 e 13.

Tabela 8. Número de peças (ha^{-1}) e Volume ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$) de cada categoria de diâmetro e posição de necromassa em cada estoque (T1 e T2).

Floresta Ombrófila	Totais por categoria						Porcentagem em relação ao total do período (%)					
	T1			T2			T1 (%)			T2 (%)		
	"PM"	"G"	"MortoPé"	"PM"	"G"	"MortoPé"	"PM"	"G"	"MortoPé"	"PM"	"G"	"MortoPé"
Densa Montana	30380	394	240	21610	188	345	98,0	1,3	0,8	97,6	0,8	1,6
Número de peças (ha^{-1})	30380	394	240	21610	188	345	98,0	1,3	0,8	97,6	0,8	1,6
Volume ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$)	14702,6	2046,6	3721,7	4375,6	789,9	8089,7	71,8	10,0	18,2	33,0	6,0	61,0

Tabela 9. Número de peças (ha^{-1}) e Volume ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$) de cada categoria de decomposição de necromassa em cada estoque (T1 e T2).

Floresta Ombrófila		Abundância (número de indivíduos)						Porcentagem em relação ao total da categoria (%)					
Densa Montana		T1			T2			T1			T2		
PM	Necro-grupo	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	PM	B	4470	6570	7330	995	2620	8610	14,7	21,6	24,1	6,2	10,6
D		2880	2680	1030	140	880	805	9,5	8,8	3,4	3,5	10,8	5,9
L		165	450	185	0	15	20	0,5	1,5	0,6	0,0	0,4	0,3
P		225	535	175	0	10	50	0,7	1,8	0,6	0,0	0,3	0,9
S		830	1720	1125	275	855	785	2,7	5,7	3,7	11,8	25,7	14,9
G	D	89	134	111	15	49	59	21,8	32,8	27,1	8,3	27,2	32,8
	S	8	18	22	4	19	18	2,0	4,4	5,4	2,2	10,6	10,0
	P	4	6	17	2	7	7	1,0	1,5	4,2	1,1	3,9	3,9
MORTO PÉ	D	55	55	30	35	30	175	23,4	23,4	12,8	10,3	8,8	51,5
	S	15	55	10	25	25	35	6,4	23,4	4,3	7,4	7,4	10,3
	P	15					15	6,4					4,4

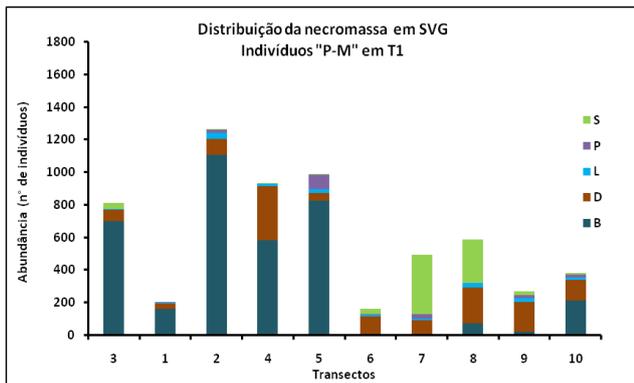


Figura 25. Estoque I* (T1) de necromassa da categoria “P-M” ($2,0\text{cm} \leq d_i \leq 9,9\text{ cm}$) em necro – grupos: S – Samambaias; P –Palmeiras; L –Lianas; D – Dicotiledôneas arbóreas; B –Bambus; *Quantidade total de peças amostradas na parcela de 0,2 ha.

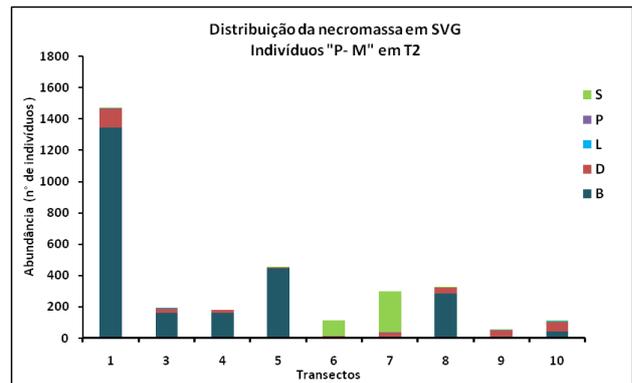


Figura 26. Estoque II* (T2) de necromassa da categoria “P-M” ($2,0\text{cm} \leq d_i \leq 9,9\text{ cm}$) em necro – grupos: S – Samambaias; P –Palmeiras; L –Lianas; D – Dicotiledôneas arbóreas; B – Bambus; *Quantidade total de peças amostradas na parcela de 0,2 ha.

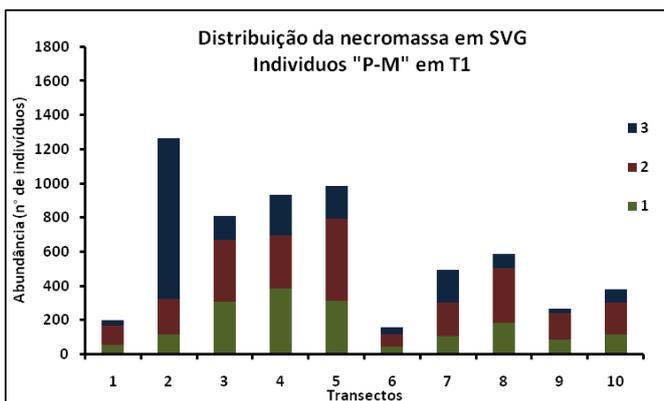


Figura 27. Estoque I* (T1) de necromassa da categoria “P-M” ($2,0\text{cm} \leq d_i \leq 9,9\text{ cm}$) em necro – grupos: S – Samambaias; P – Palmeiras; L – Lianas; D – Dicotiledôneas arbóreas; B – Bambus. *Quantidade total de peças na parcela de 0,2 ha.

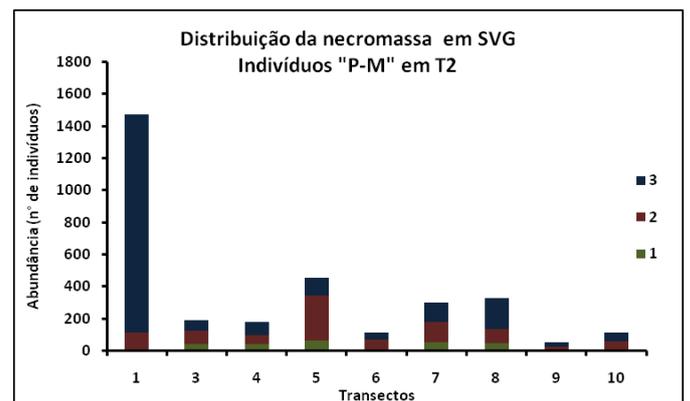


Figura 28. Estoque II* (T2) de necromassa da categoria “P-M” ($2,0\text{cm} \leq d_i \leq 9,9\text{ cm}$) em necro – grupos: S – Samambaias; P – Palmeiras; L –Lianas; D –Dicotiledôneas arbóreas; B – Bambus. *Quantidade total de peças na parcela de 0,2 ha.

Na categoria de diâmetro “G” ($d_i \geq 10,0\text{cm}$), é possível observar a presença apenas 3 dos 5 necro-grupos estudados: Dicotiledôneas arbóreas, fetos arbustivos de Samambaias e Palmeiras (Figuras 14 e 15), já que Lianas e Bambus da área não ultrapassaram 5,0 cm de diâmetro. Em T1, as dicotiledôneas representaram 81,7% da abundância total de peças, seguidas pelas samambaias com 11,8% e palmeiras, com apenas 7,7%, predominantemente no estágio intermediário de decomposição (grau 2) (Tabela 9). Em T2, conforme revela a tabela R9, as dicotiledôneas continuaram a apresentar maior proporção que os demais necro-grupos, representando 68,3% do total do período. O necro – grupo das samambaias diminuiu 14,5% e o das palmeiras 40,7% em relação a T1, representando em T2 portanto, 22,6% e 8,9% respectivamente. Com relação ao total de indivíduos por categoria de decomposição em T2 (Tabela 9), 46,7% se encontrava no estágio final (grau 3), 41,7% no estágio intermediário (grau 2) e apenas 11,6% no inicial (grau 1).

A categoria “G” apresentou em T1, 394 peças ha^{-1} correspondente ao volume de 2046,6 $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ enquanto em T2, observou-se 188 peças ha^{-1} , cujo volume é de 789,9 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$, cujas distribuições em por transecto encontram-se descritas respectivamente, nas figuras 14 e 16 para T1 e 15 e 17 para T2.

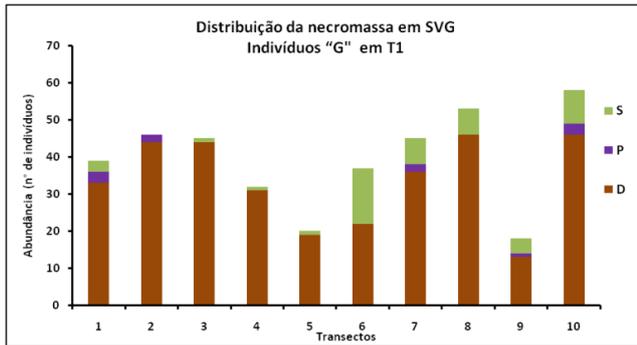


Figura 29. Distribuição do estoque* I de necromassa da categoria “G” ($d_i \geq 10,0$ cm) necro – grupos: S – Samambaias; P – Palmeiras; D – Dicotiledôneas arbóreas. *Quantidade total de peças na parcela de 1,0 ha.

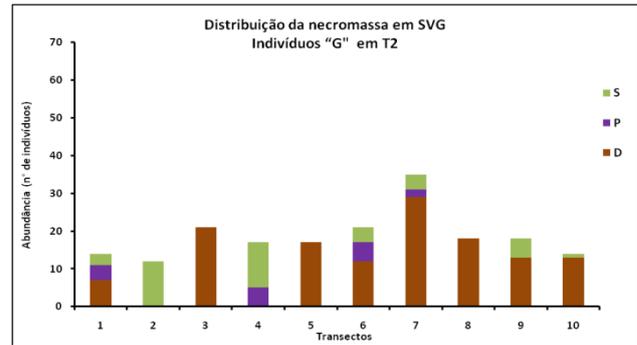


Figura 30. Distribuição do estoque* II de necromassa da categoria “G” ($d_i \geq 10,0$ cm) necro – grupos: S – Samambaias; P – Palmeiras; D – Dicotiledôneas arbóreas. *Quantidade total de peças na parcela de 1,0 ha.

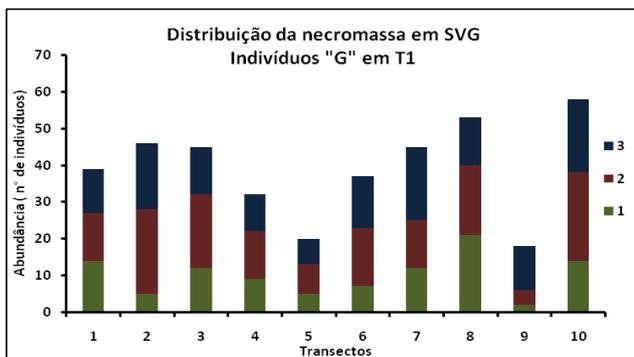


Figura 31. Distribuição do estoque* I de necromassa da categoria “G” ($d_i \geq 10,0$ cm) entre as categorias de decomposição: 1 – Estágio inicial de decomposição; 2 – Estágio intermediário de decomposição; 3 – Estágio final de decomposição. *Quantidade total de peças amostradas em 1,0ha.

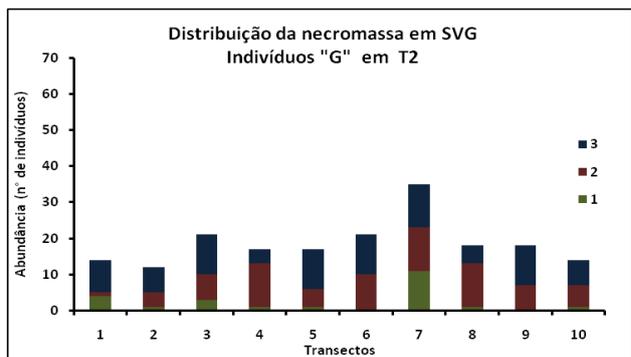


Figura 32. Distribuição do estoque* II de necromassa da categoria “G” ($d_i \geq 10,0$ cm) entre as categorias de decomposição: 1 – Estágio inicial de decomposição; 2 – Estágio intermediário de decomposição; 3 – Estágio final de decomposição. *Quantidade total de peças amostradas em 1,0ha.

A categoria “Mortos em Pé” foi entre todas, a de menor abundância de indivíduos, apresentando em T1 240 peças.ha⁻¹ com volume 3721,7m³ ha⁻¹ e em T2, 345 peças.ha⁻¹ com volume de 8089,7 m³ ha⁻¹.

A população apresentou maior abundância em T2 que em T1 (Tabela 9), destacando-se em ambos os períodos de coleta as dicotiledôneas arbóreas, que representaram 59,6% da população em T1, seguido do grupo das samambaias com 34,1% e palmeiras com 6,4%, conforme demonstram as figuras 18 e 19. Em T2, as dicotiledôneas passaram a representar 70,6% da população, as samambaias 25,1% e as palmeiras 4,4%. Avaliando a população pela categoria de decomposição (descritos por transectos nas figuras 20 e 21), enquanto em T1 os estágios intermediário e inicial (graus 2 e 1) representavam respectivamente 46,8% e 36,2% , T2 revelou que 66,2% e 17,7% da população estavam nos estágios final (grau 3) e inicial (grau1). Considerando a abundância de indivíduos em cada estágio de decomposição, verificou-se que houve uma inversão nas condições encontradas em T1 e T2: se em T1 encontrava-se, em ordem decrescente de importância, mais indivíduos nos estágios 2 – 1 – 3 , em T2 observou-se o oposto, ou seja, mais indivíduos nos estágios 3 – 2 – 1.

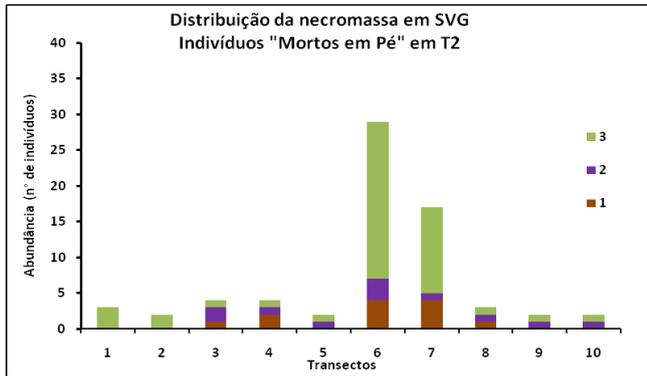


Figura 33. Distribuição do estoque* I de necromassa da categoria “Morto em pé” ($d_i = \forall \text{cm}$ e $\alpha \geq 45^\circ$) entre necro – grupos: S – Samambaias; P – Palmeiras; D – Dicotiledôneas arbóreas. *Quantidade total de peças na parcela de 0,2 ha.

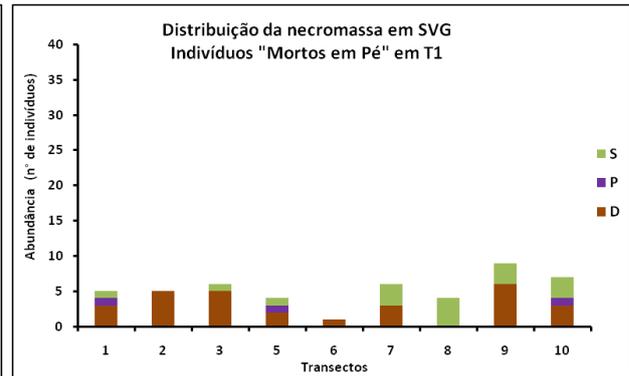


Figura 34. Distribuição do estoque* I de necromassa da categoria “Morto em pé” ($d_i = \forall \text{cm}$ e $\alpha \geq 45^\circ$) entre necro – grupos: S – Samambaias; P – Palmeiras; D – Dicotiledôneas arbóreas. *Quantidade total de peças na parcela de 0,2 ha.

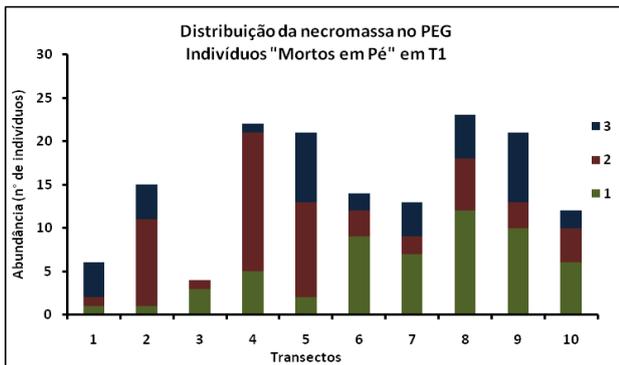


Figura 35. Distribuição do estoque* I de necromassa da categoria “Morto em pé” ($d_i = \forall \text{cm}$ e $\alpha \geq 45^\circ$) entre as categorias de decomposição: 1 – Estágio inicial de decomposição; 2 – Estágio intermediário de decomposição; 3 – Estágio final de decomposição. *Quantidade total de peças amostradas na parcela de 1,0 ha.

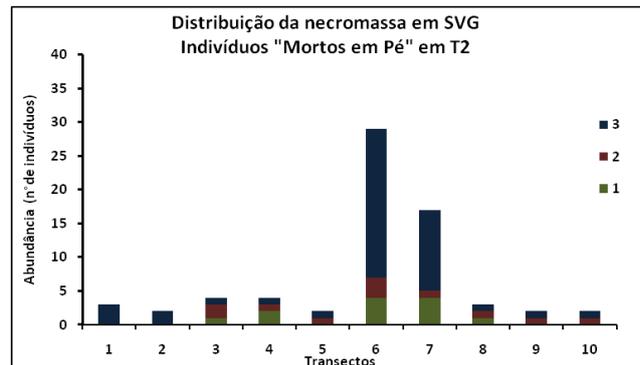


Figura 36. Distribuição do estoque* II de necromassa da categoria “Morto em pé” ($d_i = \forall \text{cm}$ e $\alpha \geq 45^\circ$) entre as categorias de decomposição: 1 – Estágio inicial de decomposição; 2 – Estágio intermediário de decomposição; 3 – Estágio final de decomposição. *Quantidade total de peças amostradas na parcela de 1,0 ha.

Do mesmo modo como feito para o cerrado, estudou-se a normalidade dos estoques em todas as categorias de diâmetro, para os dois períodos de coleta de dados, através do teste Shapiro - Wilk para o nível de significância de 5% e verificou-se que também não há normalidade ($p = 0,012$), como fica observa-se no figura . Além disso, o teste do χ^2 (Chi-quadrado) foi realizado para verificar se a distribuição da necromassa de todas categorias de diâmetro em função dos estágios de decomposição, obedeciam proporções de um ecossistema em equilíbrio, ou seja, se apresentariam abundâncias equivalentes. Os resultados mostraram não haver a equivalência esperada nas proporções amostradas, já que em todos os casos o valor de $p < 2.2 \times 10^{-16}$.

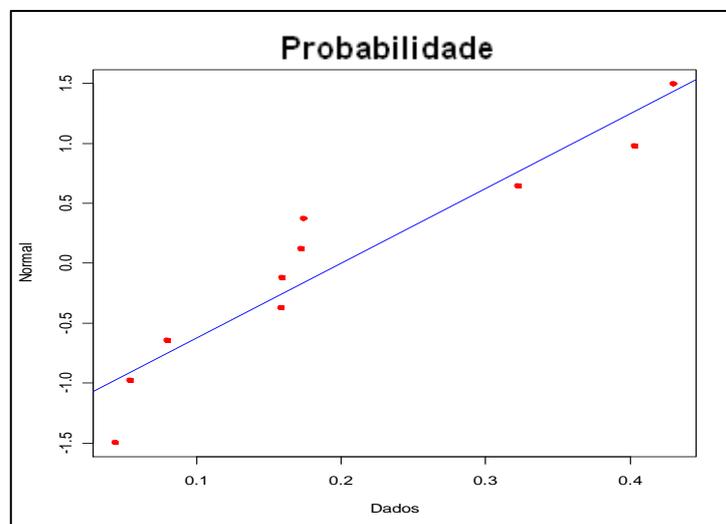


Figura 37. QQ Plot de avaliação de normalidade dos valores totais dos Estoques I e II.

As densidades médias das categorias “P-M” (Tabela 10) e “G” (Tabela 11), mostram valores inferiores aos encontrados na área de cerrado. Observando os valores da densidade em cada categoria de diâmetro das dicotiledôneas arbóreas, na medida em que as densidades diminuem conforme o aumento dos graus de decomposição, entretanto, a densidade de cada grau diminui com o aumento dos diâmetros, padrão inverso ao identificado no cerrado (Tabelas 3 e 4). Por outro lado, cada densidade correspondente a uma porcentagem média de perda de área e ao se comparar as porcentagens obtidas nas duas áreas de estudo, dentro das mesmas categorias, nota-se que em SVG as perdas são maiores que as apresentadas pelo PEG.

Tabela 10. Densidades médias para peças das categorias “P – M” (d_i entre 2,0 cm e 9,9 cm), segundo o grau de decomposição específico. Os valores numéricos da coluna Dia./Tipo (Diâmetro e Tipo necro – vegetal), correspondem a dicotiledôneas arbóreas e “L”, corresponde aos valores obtidos para Lianas.

Densidade e Perda de Área Médias, por categoria de diâmetro e grau de decomposição						
Densidade Média M.A. "P-M"				Perda de Área (% média)		
Dia./Tipo	1	2	3	1	2	3
2 - 3,9	0,56	0,20	0,16	26,92	19,50	22,92
4 - 5,9	0,46	0,37	0,20	12,65	40,40	18,52
6 - 7,9	0,42	0,28	0,17	30,83	38,79	21,15
8 - 9,9	0,30	0,25	0,15	18,68	28,90	23,15
S	0,27	0,18	0,14	30,57	24,64	21,51
B	0,20	0,14	0,11	54,23	38,18	6,27
L	0,30	0,26	0,18	30,43	32,28	17,06
P	0,18	0,14	0,10	0,22	0,19	0,11

Tabela 11. Densidades médias para peças da categoria “G” ($d_i \geq 10,0$ cm), segundo o grau de decomposição específico.

Densidade e Perda de Área médias, por categoria de decomposição			
Indivíduos M.A. "G"			
Tipo	Grau	Densidade Média	Perd.Área (%Med)
D	1	0,43	20,47
D	2	0,28	23,21
D	3	0,17	31,06
P	1	0,18	0,11
P	2	0,14	0,19
P	3	0,10	0,22
S	1	0,27	30,57
S	2	0,18	24,64
S	3	0,14	21,51

A coluna Tipo (Tipo necro – vegetal) indica: D – Dicotiledôneas arbóreas; P – Palmeiras; S – Samambaias, nos diferentes graus de decomposição. Não há lianas nem bambus nesta tabela por não haver em campo peças com mais com $d_i \geq 5,0$ cm.

O Estoque I mostrou que a categoria “P-M” representou 45,9% do total do período, seguido por “Mortos em Pé” com 34,3%. No Estoque II as proporções foram diferentes: “P-M” perdeu 65,3% de sua necromassa inicial, assim como “G” perdeu 65,7%, porém, a categoria “Mortos em pé” apresentou um incremento de 38,9%, resultando em um valor negativo, como pode se observar em destaque na coluna “Variação no estoque” da Tabela 12. É importante destacar que valores negativos não significam que não houve decomposição da matéria orgânica, mas sim foi encontrada maior quantidade elementos lenhosos mortos no segundo período de coleta em comparação ao primeiro. O Estoque I revelou 3,44 Mg ha⁻¹ (±0,26) e o Estoque II 2,66 Mg ha⁻¹ (±0,32).

Observando a distribuição da necromassa entre seus estágios de decomposição em T1, 55,23% da população encontrava-se no estágio intermediário de decomposição (grau 2) e 27,03% no estágio inicial (grau 1). Em T2 verificou-se uma inversão da população entre os estágios de decomposição, apresentando o estágio final (grau 3) com 71% da população, o inicial com 15,4% e o intermediário com 13,53% passando a representar a menor população. Na coluna “Variação no estoque” da Tabela 13, há um valor negativo, correspondente a análise das populações de T1 e T2, presentes no estágio final de decomposição (grau 3), que revela novamente ter havido um acréscimo maior de indivíduos nesta classe, durante o tempo de estudo, em detrimento ao desaparecimento daqueles presentes em T1 devido a decomposição.

Esta inversão nas concentrações de peças lenhosas mortas entre os graus de decomposição, no intervalo de estudo, é uma tendência encontrada também no PEG, apesar das classes com maior população não apresentarem a mesma distribuição de SVG.

Dentre os grupos necro – vegetais (Tabela 14) destacaram-se dois grupos como os que mais contribuíram para os Estoques: Dicotiledôneas arbóreas e Bambus, representando respectivamente, 51,4% e 29,9% em T1. T2 revelou que 69,17% do estoque era representado pelas dicotiledôneas, mas o segundo necro – grupo a mais contribuir, foi o das Samambaias, com 16,54%. A abundância de bambus diminuiu 67% entre os dois períodos, representando, portanto em T2, 12,7% do total do período.

Tabela 12. Estoques anuais de necromassa na Floresta Ombrófila Densa, Núcleo Santa Virgínia (SVG), em função das categorias de diâmetro, em Mg ha⁻¹.

Necromassa em SVG (em categorias de diâmetro)			
Área	Estoque T1 (Mg.ha ⁻¹)	Estoque T2 (Mg.ha ⁻¹)	Varição no Estoque (T1 - T2) (Mg.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)
P-M	1,58	0,50	1,08
G	0,67	0,23	0,44
Morto em Pé	1,18	1,93	-0,75
Totais	3,44	2,66	0,78

Tabela 13. Estoques anuais de necromassa Floresta Ombrófila Densa, Núcleo Santa Virgínia (SVG), em função das categorias de decomposição, em Mg ha⁻¹.

Necromassa em SVG (em categoria de decomposição)			
Área	Estoque T1 (Mg.ha ⁻¹)	Estoque T2 (Mg.ha ⁻¹)	Varição no Estoque (T1 - T2) (Mg.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)
1	0,93	0,41	0,52
2	1,90	0,37	1,53
3	0,61	1,89	-1,28
Totais	3,44	2,66	0,77

Tabela 14. Estoques anuais necromassa Floresta Ombrófila Densa, Núcleo Santa Virgínia (SVG), em função das categorias de decomposição, em Mg ha⁻¹.

Necromassa em SVG (por grupo necro-vegetal)			
Área	Estoque T1 (Mg.ha ⁻¹)	Estoque T2 (Mg.ha ⁻¹)	Varição no Estoque (T1 - T2) (Mg.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)
D	1,77	1,84	-0,07
L	0,02	0,00	0,01
S	0,53	0,44	0,10
B	1,03	0,34	0,70
P	0,10	0,05	0,05
Totais	3,44	2,66	0,78

5.3. Comparação entre as áreas

Outro fator essencial na distribuição dos estoques de necromassa é a declividade do terreno. Deste modo, os transectos foram divididos em dois grupos, 5 transectos na área considerada plana (transectos 6 a 10) e 5 transectos na área considerada inclinada (transectos 1 a 5), cujas declividades

são respectivamente, 14% e 32% em SVG e 2% e 10% no PEG. As tabelas 15, 16 e 17 comparam a distribuição dos estoques segundo as categorias de diâmetro, decomposição, grupo necro-vegetal, declividade e áreas de estudo. Cada categoria, assim como as populações obtidas em cada estoque, foi submetida ao teste Shapiro – Wilk, com nível de significância de 5%, para verificação de normalidade na distribuição de seus dados. Como não há normalidade (Figuras 23 a 26), todos os valores apresentados nas tabelas apresentadas a seguir, foram comparados pelo teste de Wilcoxon com correção de sinais, também ao nível de significância de 5%.

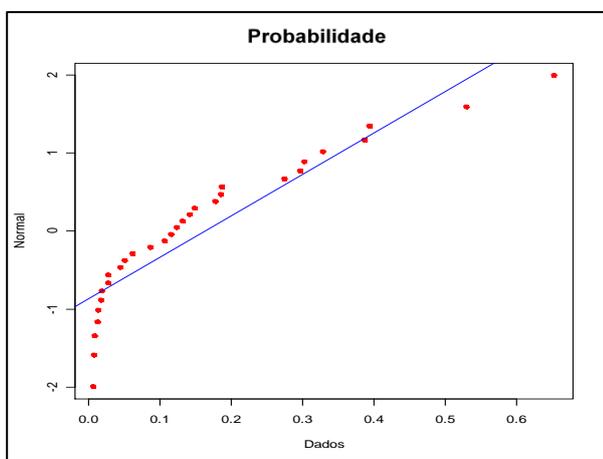


Figura 38. QQ Plot dos valores do Estoque I no PEG ($p=0,018$).

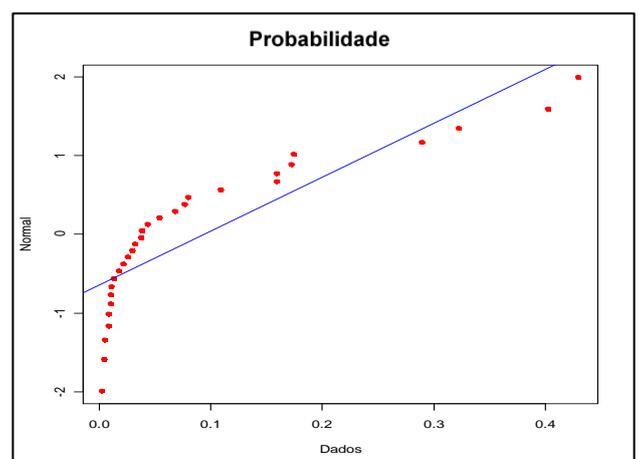


Figura 39. QQ Plot dos valores do Estoque II no PEG ($p=7,1 \times 10^{-05}$).

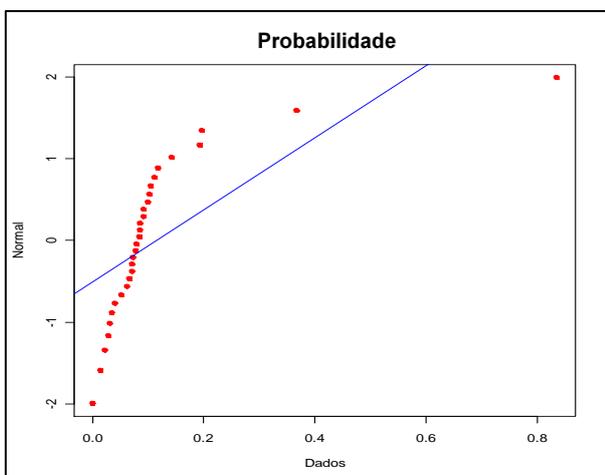


Figura 40. QQ Plot dos valores do Estoque I em SVG ($p=8,71 \times 10^{-09}$).

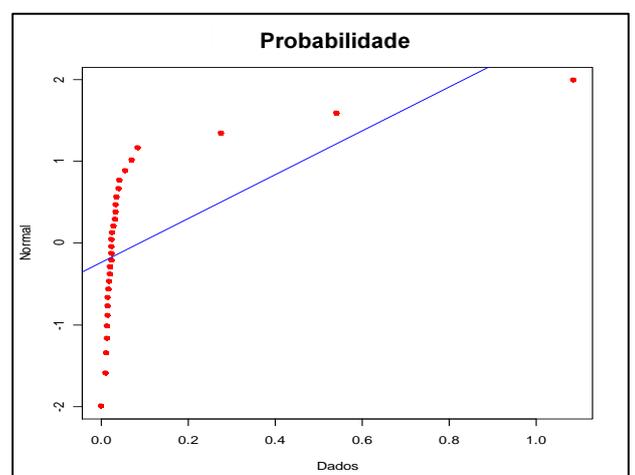


Figura 41. QQ Plot dos valores do Estoque II em SVG ($p=2,3 \times 10^{-14}$).

A Tabela 15 mostra a distribuição dos estoques em função da declividade das áreas. Com relação a T1 em SVG, a área inclinada teve maior participação no estoque, sendo a categoria “P-M” a de maior necromassa, enquanto em T2 houve uma inversão, com a área plana mostrando maior participação, cuja categoria “Mortos em Pé” representou de 87,7% do total do período. Esta área destacou-se também pela maior estoque de necromassa em relação à área inclinada, devido ao incremento de novos indivíduos mortos, conforme aponta o valor negativo da variação dos estoques, destacado em cinza, na Tabela 15. No PEG a área com maior participação tanto no Estoque I quanto no II foi a inclinada, apresentando a categoria “Mortos em Pé” como a que mais contribuiu no período: 32% do total em T1 e 52,8% em T2. A área que apresentou maiores estoques anuais foi a inclinada, com 2,76 Mg ha⁻¹ano em T1 e 1,94 Mg ha⁻¹ano em T2, já que o incremento na área plana foi muito pequeno em relação a mensurada no primeiro período: enquanto em T1 foi encontrado 2,12 Mg ha⁻¹ano, T2 revelou 0,88 Mg ha⁻¹ano (41,5% menos que T1).

Quanto a distribuição entre as categorias de decomposição, a categoria 2 (estágio intermediário de decomposição), foi a que mais contribuiu para os estoques, tanto na área plana quanto na área inclinada em T1, com 35% e 20,7% do total do período respectivamente (Tabela 17). Em T2, a categoria 3 (estágio final de decomposição) foi a maior contribuição para os estoques do período nas duas áreas, sendo 78,8% na plana e 18,1% na inclinada. Os valores negativos encontrados em T2 mostram que houve maior acréscimo de novas peças neste estágio, do que a decomposição completa. Contudo, a área plana mostrou maior incremento que a área inclinada (Tabela 17). No PEG, os estágios 2 e 3 de decomposição foram os mais representativos, respectivamente, nas áreas plana e inclinada durante T1, representando 17,8% e 25% do total do período. T2 revelou o estágio 1 como o que mais contribuiu para a área plana, com 18,4% do total e os estágios 1 e 2 contribuíram na mesma proporção dentro área inclinada, representando 22,3% do total do período, cada um. A área inclinada apresentou maiores estoques que a área plana, padrão diferente do observado em SVG, ao se comparar as mesmas categorias (Tabela 17).

A Tabela 16 é bastante interessante para a compreensão dos valores apresentados nas duas tabelas anteriores. O que difere a produção de necromassa entre as duas, além do clima, são a estrutura e composição florística. Em SVG os cinco necro-grupos estão distribuídos de forma diferente entre as áreas plana e inclinada: enquanto na área inclinada há dominância de bambus, na área plana destacam-se as samambaias e palmeiras. Em T2 os bambus diminuíram 31,7% em relação a T1 na área inclinada, enquanto na área plana, a população se manteve a mesma.

As samambaias mostraram em T2 uma queda de 29,8% em relação a T1, na área plana, enquanto na área inclinada, houve um incremento de Em ambas há presença do grupo das dicotiledôneas arbóreas como primeiro ou segundo grupo a apresentar maior abundância dentre os demais, devendo-se prestar atenção na abundância dos demais grupos presentes. O PEG apresenta apenas dois necro – grupos, contudo é bastante interessante avaliar os resultados apresentados pelas lianas: em T1 ambas as áreas (plana e inclinada) apresentaram mesma quantidade de lianas, mas em T2, enquanto a área plana diminuiu 75% do valor em relação a T1, a área inclinada aumentou 50% em relação ao valor de T1. As dicotiledôneas arbóreas diminuíram sua população quando se compara T1 com T2 e como a população de lianas vivas cresce de modo dependente à população de dicotiledôneas arbóreas vivas (Weiser, 2001; Villagra, 2008), esperava-se o decaimento da população morta de dicotiledôneas fosse acompanhado pelo decaimento da população morta de lianas também. Segundo revelam os dados, essa relação de dependência é válida para analisar a população viva, não a morta.

Apesar de haver mais grupos em SVG que no PEG, a quantidade de necromassa produzida no intervalo de um ano (T1 e T2), pelos dois ecossistemas foi semelhante, um pouco maior no PEG que em SVG, como revela a Tabela 19. Diferentes grupos implicam em diferentes estruturas e diferentes dinâmicas, contudo, se a produção foi semelhante, calculou-se o índice de Shannon – Weiner para verificar se a menor presença de grupos necro – vegetais se compensaria pelo número de indivíduos e conseqüentemente, necromassa.

O índice, que leva em conta a abundância (número de indivíduos) e diversidade (número de espécies, aqui considerado os necro-grupos), mostrou como resultado 1,24 para SVG e 0,36 para o PEG, sugerindo que os motivos para a pequena diferença entre os valores de necromassa produzidos não estariam diretamente ligados a composição de espécies. A Tabela 18 compara as densidades obtidas em cada área, através do teste de Wilcoxon, para níveis de significâncias de 5% e 1%

Ainda na tabela 19, verifica-se que quando considerado todos os necro-grupos existentes em cada área, a diferença entre os valores de necromassa produzida é bem menor. Foi realizado o teste de Wilcoxon para amostras independentes, para verificar se as diferenças existentes entre os valores eram estatisticamente significativas ao nível de 5%, comparando cada área em relação aos valores encontrados nos Estoques I e II. O teste revelou $p=0,052$ e $p=0,124$ para os Estoques I e II respectivamente, mostrando que, quando considerados todos os grupos, não há diferenças significativas entre duas áreas. Deste modo, percebe-se que os necro-grupos de fetos arbóreos de Samambaias, Palmeiras e bambus são essenciais para a distribuição da necromassa e portanto, na assimilação de biomassa também.

A Tabela 20 compara a necromassa dos dois necro – grupos comuns as duas áreas, Dicotiledôneas Arbóreas e Lianas e apesar de o cerrado ter o índice de diversidade menor, seus estoques de necromassa durante o período de estudo foram em média 1,5 vezes maior que em SVG. Foi realizado o teste de Wilcoxon para amostras independentes, para verificar se as diferenças existentes entre os valores eram estatisticamente significativas ao nível de 5%, comparando cada área em relação aos valores encontrados aos Estoques anuais. O teste revelou $p \leq 0,014$, mostrando que a diferença entre os valores encontrados nas duas áreas é significativa.

Tabela 15. Estoques anuais de necromassa na Floresta Ombrófila Densa, Núcleo Santa Virgínia (SVG) e no cerrado *sensu stricto*, Gleba Pé de Gigante (PEG), distribuídos em função do relevo e das categorias de diâmetro, em Mg ha⁻¹.

Influência do Relevo na necromassa no PEG e SVG (em categorias de diâmetro)						
SVG						
Categoria	Estoque T1 (Mg.ha ⁻¹)		Estoque T2 (Mg.ha ⁻¹)		Variação dos Estoques (T1-T2) (Mg.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)	
	Plano*	Inclinado**	Plano*	Inclinado**	Plano*	Inclinado**
P-M	0,30	1,29	0,11	0,39	0,18	0,90
G	0,29	0,38	0,14	0,09	0,15	0,30
Morto em Pé	0,82	0,36	1,78	0,15	-0,96	0,21
Totais	1,41	2,03	2,03	0,63	-0,62	1,40
PEG						
P-M	0,93	1,08	0,32	0,41	0,61	0,67
G	0,07	0,13	0,05	0,04	0,02	0,08
Morto em Pé	1,12	1,56	0,51	1,49	0,61	0,07
Totais	2,12	2,76	0,88	1,94	1,24	0,83
Plano* = SVG: 14%; PEG: 2% / Inclinado** = SVG: 32%; PEG: 10%						

Tabela 16. Estoques anuais de necromassa na Floresta Ombrófila Densa, Núcleo Santa Virgínia (SVG) e no cerrado *sensu stricto*, Gleba Pé de Gigante (PEG), distribuídos em função do relevo e das categorias de decomposição, em Mg ha⁻¹.

Influência do Relevo na necromassa no PEG e SVG (em categorias de decomposição)						
SVG						
Categoria	Estoque T1 (Mg.ha ⁻¹)		Estoque T2 (Mg.ha ⁻¹)		Variação dos Estoques (T1-T2) (Mg.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)	
	Plano*	Inclinado**	Plano*	Inclinado**	Plano*	Inclinado**
1	0,48	0,45	0,34	0,07	0,04	0,38
2	0,71	1,20	0,23	0,14	0,48	1,05
3	0,22	0,39	1,46	0,42	-1,25	-0,03
Totais	1,40	2,03	1,69	0,63	-0,29	1,40
PEG						
1	0,78	0,36	0,52	0,63	0,26	-0,27
2	0,47	1,22	0,34	0,63	0,13	0,60
3	0,87	1,18	0,26	0,44	0,61	0,74
Totais	2,12	2,76	1,12	1,70	1,00	1,07
Plano* = SVG: 14%; PEG: 2% / Inclinado** = SVG: 32%; PEG: 10%						

Tabela 17. Estoques anuais de necromassa na Floresta Ombrófila Densa, Núcleo Santa Virgínia (SVG) e no cerrado *sensu stricto*, Gleba Pé de Gigante (PEG), distribuídos em função do relevo e dos grupos necro-vegetais, em Mg ha⁻¹.

Influência do Relevo na necromassa no PEG e SVG (por grupo necro-vegetal)						
SVG						
Categoria	Estoque T1 (Mg.ha ⁻¹)		Estoque T2 (Mg.ha ⁻¹)		Variação dos Estoques (T1-T2) (Mg.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)	
	Plano*	Inclinado**	Plano*	Inclinado**	Plano*	Inclinado**
D	0,84	0,92	1,64	0,20	-0,80	0,72
L	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01
S	0,47	0,07	0,33	0,11	0,13	-0,04
B	0,02	1,01	0,02	0,32	0,00	0,70
P	0,07	0,03	0,04	0,00	0,02	0,03
Totais	1,40	2,04	2,03	0,63	-0,63	1,42
PEG						
D	2,08	2,73	0,87	1,88	1,21	0,85
L	0,04	0,04	0,01	0,06	0,03	-0,02
Totais	2,12	2,76	0,88	1,94	1,24	0,83
Plano* = SVG: 14%; PEG: 2% / Inclinado** = SVG: 32%; PEG: 10%						

Tabela 18. Comparação as densidades do cerrado *sensu stricto*, Gleba Pé de Gigante (PEG) e da Floresta Ombrófila Densa Montana, Núcleo Santa Virgínia (SVG), pelo teste de Wilcoxon, para nível de significância de 5%.

Densidades PEG x SVG			
Diâmetro (cm)	"P" Grau1	"P" Grau2	"P" Grau3
2,0 – 3,9	0,831	0,001	0,046
4,0 – 5,9	0,275	0,066	0,071
6,0 – 7,9	0,039	0,003	0,011
8,0 – 9,9	0,012	0,053	0,007
Lianas	0,001	0,624	0,092
≥ 10,0	0,156	0,394	0,045

Tabela 19. Estoques anuais e variação de necromassa na Floresta Ombrófila Densa, Núcleo Santa Virgínia (SVG) e no cerrado *sensu stricto*, Gleba Pé de Gigante (PEG), em Mg ha⁻¹.

Necromassa total no PEG e SVG			
Área	Estoque T1 (Mg.ha ⁻¹)	Estoque T2 (Mg.ha ⁻¹)	Varição no Estoque (T1 - T2) (Mg.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)
SVG	3,44	2,66	0,78
PEG	4,89	2,82	2,07

Tabela 20. Estoques anuais de Dicotiledôneas arbóreas e Lianas, na Floresta Ombrófila Densa, Núcleo Santa Virgínia (SVG) e no cerrado *sensu stricto*, Gleba Pé de Gigante (PEG) em Mg ha⁻¹.

Necromassa de Dicotiledôneas e Lianas no PEG e SVG			
Área	Estoque T1 (Mg.ha ⁻¹)	Estoque T2 (Mg.ha ⁻¹)	Varição no Estoque (T1 - T2) (Mg.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)
SVG	1,69	1,84	-0,16
PEG	4,89	2,82	2,07

6. Discussão

6.1. Adaptação metodológica

A literatura brasileira conta atualmente, como principais referências metodológicas sobre necromassa, com uma série de trabalhos realizados em fisionomias do bioma Amazônico, como os de Harmon e Sexton, 1996; Pyle e Brown, 1998; Chambers *et al.*, 2001; Keller *et al.*, 2004; Palace *et al.*, 2006; Baker *et al.*, 2006; Palace *et al.*, 2008. Nestes trabalhos são apresentados sistemas de classificação, que direcionam a metodologia aplicada na coleta e análise de dados. Na medida em que novas informações sobre a região foram produzidas, os trabalhos seqüentes puderam avaliar os pontos fortes e os vulneráveis, aprimorando assim, os métodos anteriores, como se verifica nos trabalhos de Pauletto (2006), Deusdedith (2005), bem como nos demais citados. Esta informação pode parecer óbvia quando se pensa na produção científica, contudo, a ausência de referências metodológicas adaptadas aos demais biomas brasileiros, como os estudados aqui (Cerrado e Mata Atlântica), é uma dos principais dificuldades para se estimar a necromassa de maneira adequada.

Neste trabalho, adotou-se inicialmente a metodologia “Terrestrial Carbon Observation: Protocols to Vegetation Sampling and Data Submission ” (Law *et al.*, 2008 – “TCO Protocols”), proposta pela rede FLUXNET, que é uma rede de informações integradas por redes regionais de estudo, compostas por torres micrometeorológicas e de fluxos, cujo objetivo é estudar interação entre biosfera e clima, por longos períodos. O método de estudo de necromassa deste protocolo assume como necromassa, todas as peças lenhosas mortas caídas sobre o solo, cujo menor diâmetro de coleta é de 0,6 cm. Assim, eram contabilizados 3 intervalos de diâmetro (d_i), pequeno, médio e grande, respectivamente: $0,6 \text{ cm} \geq d_i \geq 2,54 \text{ cm}$; $2,55 \text{ cm} \geq d_i \geq 7,55 \text{ cm}$; $d_i \geq 7,56 \text{ cm}$. Duas linhas de 150m, cruzadas perpendicularmente em seus pontos médios (a 75m do ponto inicial) , com largura de 2,0 m, definiam a área de coleta das peças (Figura 1).

As peças grandes eram coletadas ao longo de toda a linha, as médias em apenas 30m e as pequenas em 15m, dado que quanto menor o diâmetro da peça, maior é sua quantidade sobre o solo e portanto, menor sua área de coleta. Todas as peças são classificadas em cinco graus de decomposição (1 a 5), variando das recém caídas (1) à aquelas em estágio avançado de decomposição (5) e o volume deveria ser estimado segundo a equação de Warren e Olson (1964) e Van Wagner (1968), apresentada abaixo. Os indivíduos mortos em pé não são contabilizados, uma vez que entram na dendrometria, como estimativas de mortalidade dos indivíduos arbóreos.

A metodologia proposta, não poderia contemplar todos os objetivos deste trabalho, já que não mostra como relacionar os graus de decomposição estabelecidos com o volume, que resultaria na estimativa de massa dos elementos lenhosos, tão pouco apresenta como relacionar os graus de decomposição a estimativa de perda de massa e densidade específica da categoria. Não obstante, este método não fala a respeito dos grupos vegetais e de como categorizá-los de modo a enriquecer os dados e os valores descritos pela avaliação da necromassa.

É interessante observar que este método indica e descreve utilização da equação de volume da necromassa da maneira como ela foi publicada originalmente por Van Wagner em 1964. Van Wagner em 1982 e Parminter em 1998, publicaram trabalhos com fatores de correção as estimativas de necromassa, cuja a principal está na fórmula do volume, adaptando-a para o sistema internacional de medidas, com diâmetro em centímetros, o comprimento da linha para metros e o volume resultante em m³. Originalmente, a fórmula estima o volume em unidades americana de medida, contudo, esta correção também não é encontrada em vários outros trabalhos, como o de Palace *et al.* (2008) e Keller *et al.* (2004). Utilizando-se tal fórmula nas áreas deste estudo, sem as correções para as unidades de medida do sistema internacional (utilizado no Brasil), o volume de necromassa é superestimado e conseqüentemente, qualquer valor que necromassa decorrente.

- Equação de volume para medidas americanas, de Warren e Olson (1964) e Van Wagner (1968) :

$$V = 9.869 * \sum \left(\frac{d^2}{8L} \right)$$

- Equação de volume corrigida para sistema de medição internacional (m, m², cm), de Van Wagner (1982) e Parminter (1998):

$$V = (1,2334/L) * \sum d^2$$

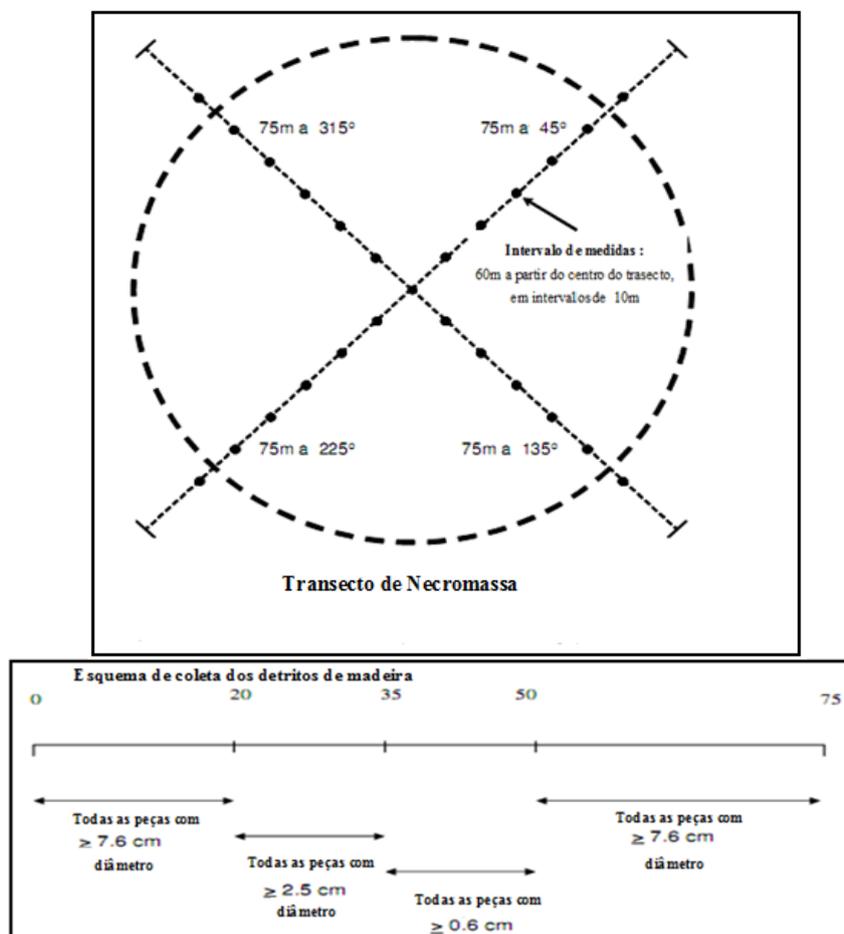


Figura 42. Metodologia de coleta proposta pelo “TCO Protocols” (2008).

Quando se aplicou este método nas áreas de estudo deste trabalho, o resultado não foi satisfatório, pois tanto a fisionomia de cerrado quanto a de mata atlântica, apresentam composições vegetais dentro de suas áreas, com diferenças significativas ecológica e estatisticamente, separadas

por diferenças nas inclinações de terreno, localizadas a poucos metros de distância. O protocolo sugere a coleta de peças lenhosas a partir de 0,6cm de diâmetro, entretanto só faz sentido utilizar essa categoria de peças na estimativa de necromassa, se não houver na área de estudo, a avaliação da serapilheira ou esta se esta avaliação desconsiderar elementos lenhosos $\leq 0,6$ cm, o que usualmente não ocorre. Como há avaliação mensal de serapilheira nas duas áreas de estudo, considerando-se como tal flores, frutos, sementes, folhas e elementos lenhosos com diâmetro inferior a 2,0 cm, retirou-se das estimativas de necromassa essa categoria de dados.

Outro ponto importante é o número de réplicas do experimento, que no caso dos transectos é o número linhas onde se coletam as peças que as cruzam. O protocolo sugeria apenas um conjunto (n amostral) de duas linhas cruzadas. Em florestas de coníferas por exemplo, onde a diversidade de espécies é baixa, a abundância grande e a inclinação do terreno semelhante em toda a extensão de área estudada, pode não se justificar um alto número de réplicas, mas ao se tratar dos hotspots brasileiros, essa lógica é inadequada e culminou na invalidação de 12 meses de dados coletados.

As coletas, durante os 12 meses iniciais de experimento, foram realizadas no intervalo de 3 meses, como forma de conseguir acessar a decomposição da necromassa, através da mudança na abundância de indivíduos em cada classe de decomposição.

Após duas coletas de dados em campo, o protocolo descrito no trabalho de Keller *et al.*(2004), foi inserido de modo a complementar as lacunas deixadas pelo primeiro, sem a necessidade de mudar o desenho amostral. Deste modo, foi reodernada a coleta das peças lenhosas para os mesmos intervalos de diâmetro (d_i) “P”, “M” e “G” utilizados neste segundo protocolo: $2,0 \text{ cm} \geq d_i \geq 5,0 \text{ cm}$; $5,0 \text{ cm} > d_i \geq 10,0 \text{ cm}$; $d_i > 10,0 \text{ cm}$. As áreas de coleta das peças “P” e “M” eram feitas em 50,0m das linhas, divididos em 5 pontos de 10m, sorteados aleatoriamente em cada coleta; já as peças “G” eram coletadas em toda linha (150,0 m).

Os problemas desta metodologia aplicada nas áreas deste estudo estão na determinação incorreta dos 5 graus de decomposição, na estimativa da densidade de cada categoria de

decomposição e na conversão dos valores de abundância de cada categoria (diâmetro, decomposição) em m² para ha.

A utilização de 5 graus (ou classes) de decomposição é bastante detalhada teoricamente, como se pode observar abaixo, mas na prática, no momento em que se coletavam as peças em campo, a classificação era bastante confusa, já muitas peças apresentam características de dois ou três graus, dependendo da parte da peça observada.

Caracterização dos graus 1 a 5 de decomposição

1 – Árvores mortas recentemente, que contêm a maior parte de seus ramos finos. A madeira é sólida e pouco degradada. Podem conter pedaços frescos recém caídos e com folhagem;

2 – Árvores que perderam quase todos os ramos finos. A casca é muito pouco degradada, praticamente intacta, mas começando a soltar, devido à colonização por organismos decompositores. O tronco está firme e não perdeu muito de sua biomassa, conservando seus vasos e estruturas internas preservados;

3 - Árvores que já perderam a casca e começam a perder porções de alburno. O tronco não apresenta ramos na copa, mas ainda é forte e se suporta sozinho. Galhos ao longo do tronco ainda estão rígidos e não se soltam facilmente;

4 - Árvores cujos troncos perderam a capacidade de se sustentar, mas ainda conservam sua forma elíptica. Os galhos podem ser facilmente destacados, mas a base do tronco ainda é resistente a pressão mecânica, como um vento de intensidade média ou um chute;

5 - Árvores cujos troncos esfrelam-se ao tocar ou mesmo se destroem completamente ao encontrar alguma pressão mecânica. Seu tronco não consegue mais se sustentar. Quando presentes no solo florestal em pedaços, quando em contato mecânico, mantêm seus pedaços unidos, mesmo que com pouca resistência, mexendo-se mais que o restante dos materiais presentes acima do solo;

Geralmente as partes em contato com solo se decompõem mais rápido que aquelas sem contato. Indivíduos inteiros ou mesmo peças de algumas espécies de dicotiledôneas, palmeiras e samambaias, devido provavelmente às grandes concentrações de lignina (Grizoto e Menezes, 1997; Schneider *et al.*, 2004; Martone *et al.*, 2009) – molécula mais resistente a decomposição (Worrall *et al.*, 1997) - em seu lenho, ao chegarem no grau 3 de decomposição, ainda sim, apresentavam características dos graus 2 e 4, ao mesmo tempo. Como este tipo de trabalho necessita de uma equipe mínima de 3 pessoas, mesmo elas estando bastante treinadas para o reconhecimento de cada classe, cada uma delas classificaria diferentemente o grau da mesma peça. Para evitar classificações erradas, era necessário que mais de uma pessoa avaliasse o grau da mesma peça até se obter um consenso, o que demandava muito tempo em campo para concluir a mensuração da área amostral.

Para estimar a densidade, a maneira de medir as variáveis é correta e também correntemente usada em estudos de necromassa e madeira viva (Chave, 2006). São medidos os volumes úmidos das amostras (amostras com umidade de campo) em proveta ou Becker graduado, segundo o princípio de Arquimedes e posteriormente, submetidas a secagem em estufa de circulação de ar, sob temperatura adequada para sua secagem e então, medidas as massas secas. A relação massa seca (m_s) por volume úmido (V_{campo}), corresponde a densidade da peça, que pertence a um intervalo de diâmetro e um grau de decomposição. Entretanto, o modo como as amostras eram retiradas, muitas vezes impossibilitava a correta avaliação da densidade. A Figura 2, retirada de Keller *et al.* (2004), demonstra esta retirada, feita com uma furadeira de impacto, cuja ponteira conseguia perfurar em até 5 cm a madeira, retirando cilindros em até 8 pontos diferentes da circunferência da madeira, de modo a representar a densidade de cada indivíduo, sem a necessidade de usar moto-serra para cortar um disco completo. Ao se perfurar os indivíduos das duas áreas de estudo, grande parte das amostras cilíndricas não eram coletadas, pois parte da madeira já havia se tornado pó devido a decomposição enquanto a parte sem contato com o solo, mantinha seu lenho nos estágios iniciais de decomposição. Além disso, esse método é indicado para indivíduos com $d_i > 10,0$ cm, já que os indivíduos menores quebrariam ao entrarem em contato com a furadeira. Para a avaliação destes,

algumas amostras de até 5,0cm de comprimento, que não estivessem nos graus 1 e 2, eram retiradas de campo para avaliação. Para os graus 1 e 2, a densidade considerada era a média das densidades estimadas para a vegetação viva do local, já que não é possível identificar a espécie do indivíduo morto. Para o autor, peças recém-caídas ou em estágio inicial de decomposição são ainda bastante semelhantes estruturalmente com seus indivíduos vivos, não necessitando medição da densidade.

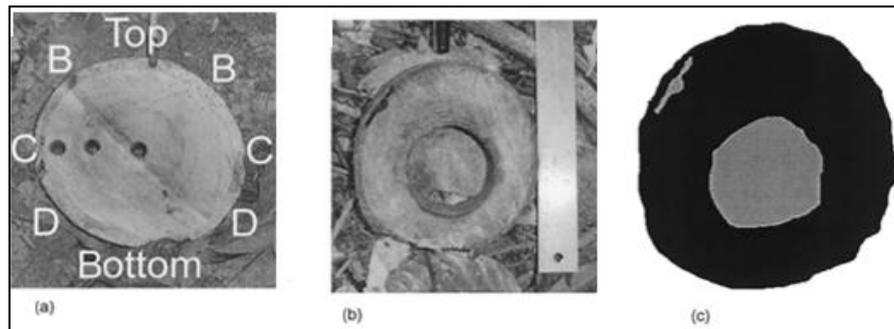


Figura 43. Retirada das amostras cilíndricas e avaliação dos espaços vazios. (a) Retirada das amostras para estudo de densidade, marcadas como “Top”, “Bottom”, “A”, “B”, “C”. (b) Disco retirado de indivíduo morto. (c) Imagem interpretada pelo ImageJ, onde a cor cinza indica ausência de lenho e preto, presença. Fonte: Keller *et al.*, 2004.

As amostras retiradas dos indivíduos mortos são essenciais não apenas pela estimativa das densidades específicas, mas também para se estimar perda de massa específica das categorias. Para isso a solução proposta por Keller *et al.*(2004) e replicada por Baker *et al.*(2006), foi cortar discos da madeira e após a retirada das amostras cilíndricas, fotografá-los e analisar a proporção de espaços vazios em relação a quantidade de madeira existente na peça. Baker usou o software ImageJ para avaliar a perda de massa, relacionando a porcentagem de perda de área diretamente a perda de massa. Tanto o ImageJ quanto outro software, o Leaf Area, avaliam de modo muito parecido as imagens, contudo o resultado não é tão preciso quanto o obtido no Photoshop ou no GIMP (software livre equivalente). Nos dois primeiros, o resultado é bom quando o disco tem formato regular e buracos completos (onde é possível enxergar através dele). Quando os discos

têm formatos irregulares e espaços vazios até determinada profundidade, mas não são completamente furados, contendo ao fundo ainda uma camada de lenho, os dois primeiros não conseguem entender as diferenças de profundidade dos buracos, interpretando a profundidade como um buraco completo ou como se o buraco não existisse como se fosse completamente preenchido. Em ambos os casos a estimativa fica ruim e usar esses softwares é indicado apenas quando a condição dos discos é perfeitamente regular, tanto em formato quanto em superfície. Além disso, as fotografias devem ser feitas sobre a mesma distância, em mesmas condições de luz e com fundo de tamanho conhecido, no caso de se desejar saber a área real da peça e dos buracos. No caso destas condições serem ignoradas, as fotos apresentarão diferentes quantidades de píxeis e isso alterará novamente as estimativas.

O Photoshop consegue interpretar a profundidade dos buracos nos discos, usando uma escala de cores de branco a preto, programada automaticamente. Com ele é possível selecionar exatamente a área em que se necessita fazer a análise e também, no caso do disco retirado ter perdido por decomposição parte da sua área, é possível redesenhar esta área e medi-la, tendo assim uma relação mais precisa entre a área original e aquela perdida. Neste trabalho, foram utilizados o Leaf Area, o ImageJ e o Photoshop, tendo este último apresentado melhores resultados que os dois anteriores e a diferença nas estimativas de área (preenchida e vazia), foi em média 30% maior ou menor que no Photoshop.

A seleção dos indivíduos mortos sobre o chão mensurados, deveria ser realizada com a ferramenta “*Go No Go Gage*” (Figura 3), com a qual se separam as peças da área amostral por classes de diâmetro (representadas por ¼”, 1” e 3” no desenho). Após a seleção, a quantidade de peças de cada intervalo é contada, estabelecendo-se como diâmetro, o valor médio da categoria. Apenas as peças com $d_i > 10,0$ cm têm seus diâmetros medidos individualmente. Cada linha amostral (transecto) de 100m de comprimento, foi dividida em duas partes de 50m e nestes, eram sorteados um ponto, no qual se percorria 10m² (10,0m x 1,0m), coletando exclusivamente e apenas

neste local, todas as peças com $d_i < 10,0$ cm, seguindo os critérios descritos anteriormente. Os indivíduos com $d_i > 10,0$ cm, eram coletados ao longo de toda a linha (100m).

Neste ponto, a qualidade dos dados coletados nas áreas deste estudo ficou bastante comprometida. No cerrado, o maior diâmetro encontrado, em indivíduos mortos deitados no chão, foi 20,0cm e a proporção de indivíduos com $d_i > 10,0$ cm é 95% menor que aqueles de menor valor. Na Floresta, apesar do diâmetro máximo encontrado ter sido 37,5cm, a proporção de indivíduos nesta categoria é semelhante ao cerrado. Conforme descrito em “Resultados”, foi realizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk associado a verificação gráfica Q/Q Plot, confirmando-se a não normalidade na distribuição dos todas as classes de diâmetro. A coleta de dados de peças com $d_i < 10,0$ cm, em apenas 10m² a cada 50m de linha, somavam ao todo, 60m² de área amostrada, 30m² em cada uma das linhas que se cruzavam. Portanto, ao se converter os valores dos 60m² em hectare e assumir um valor médio para os diâmetros, quando a média não representa a distribuição desta população, subestimou-se a abundância e os valores totais de necromassa destas categorias.

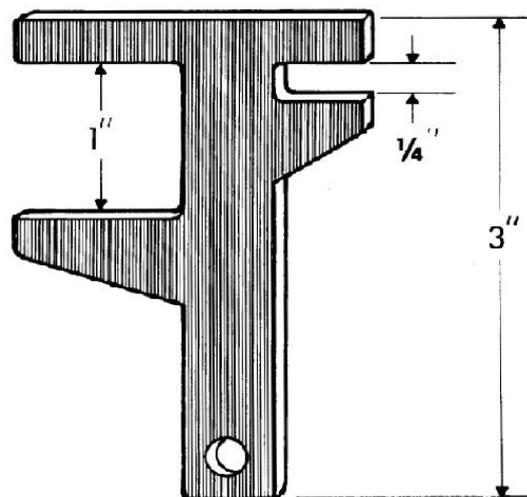


Figura 44. *Go No Go Gage*. Os valores apresentados na figura correspondem: $\frac{1}{4}''$ – 0,6cm; $1''$ – 2,5cm; $3''$ – 7,6 cm.

Tendo em vista as dificuldades apresentadas, buscou-se estabelecer um protocolo metodológico adequado as características do cerrado sensu stricto e da Floresta Ombrófila Densa Montana do estado de São Paulo. A publicação intitulada “Protocolo Necromassa – Produção e

Estoque de liteira grossa”, de Barbosa *et al.*(2008), desenvolvido para áreas de savana amazônicas (áreas de transição entre cerrado e floresta Amazônica), foi a referência que melhor respondeu às necessidades aqui encontradas, sendo portanto, a terceira metodologia utilizada no trabalho. Foram feitas adaptações no desenho amostral em relação ao descrito pela publicação, de modo a melhor representar as variações na vegetação das áreas deste estudo, como também, estudar a influência da declividade do terreno na necromassa produzida. Todas as adaptações resultaram na metodologia final utilizada no trabalho, descrita em “Materiais e Métodos”.

6.2. Densidade da necromassa

Dos valores obtidos acerca da densidade da necromassa, entre as categorias de diâmetro e graus de decomposição, notam-se padrões distintos entre as duas áreas de estudo. Com relação a densidade do PEG, observa-se que a medida em que aumentam os diâmetros, aumenta também a densidade específica e em contrapartida, em SVG ocorre o oposto, ou seja, na medida em que os diâmetros aumentam, as densidades diminuem. Em ambas as áreas, na medida em que os estágios (graus) de decomposição aumentam, diminuem as densidades. Este padrão foi observado não apenas no necro – grupo das dicotiledôneas arbóreas, mas em todos os demais estudados, assim como observado nos trabalhos de necromassa de Keller *et al.* 2004, Baker *et al.* 2007, Pauletto 2006, Barbosa *et al.* 2008 e Chao *et al.* 2009 na Floresta Amazônica Brasileira, e Delaney *et al.* 1998, na Floresta Tropical Venezuelana. Devido a classificação das peças em cinco necro-grupos diferentes, foram estabelecidas as densidades de cada uma destas categorias, entretanto, na literatura encontram-se apenas os necro-grupos das Dicotiledôneas arbóreas e Palmeiras referenciados para efeito de comparação. O trabalho de Pauletto (2006), mostrou que a densidade do necro-grupo das palmeiras da Floresta Ombrófila Aberta é cerca de 2,5 vezes maior que das palmeiras de SVG, que é uma Floresta Ombrófila Densa Montana. Já Keller (2004), mostrou que a densidade do necro – grupo das dicotiledôneas arbóreas da Floresta Amazônica oriental, é também 1,6 vezes

maior que os encontrados em SVG, assim como encontrado em Baker *et al.* 2007, para a Floresta Amazônica no Peru, também foi cerca de 1,3 vezes maior que em SVG. Woldentorp *et al.* 2002, observou o mesmo padrão dentre as florestas úmidas que compõem nos sessenta e nove sítios distribuídos na região da Australásia (Austrália, Nova Zelândia e Papua Nova Guiné). É interessante observar que nas áreas mais secas, a densidade das classes é maior, assim como encontrado no PEG ao se comparar com os valores obtidos em SVG (ligeiramente mais baixos). Os trabalhos de Barbosa (2002), Delaney *et al.* (1998) e Chao *et al.*(2009), cuja metodologia de coleta é bastante semelhante com a utilizada neste trabalho, incluindo a adoção de 3 classes de decomposição em detrimento á cinco utilizadas nos trabalhos realizados em Floresta Amazônica, como em Keller (2004), Pauletto (2006) e Baker *et al.*(2007).

As densidades dos necro-grupos das dicotiledôneas arbóreas e lianas das duas áreas de estudo, foram comparadas pelo teste de Wilcoxon em níveis de significância de 5% e 1% (Tabela 18, item Resultados). Em relação ao primeiro nível testado, metade dos valores obtidos eram diferentes e a outra metade igual. Quando se comparam os mesmos valores em relação ao segundo nível de significância, observa – se um padrão de semelhança entre 12 dos 18 os valores obtidos.

Seguindo os passos adotados na metodologia do trabalho, a densidade tem papel fundamental na estimativa da massa lenhosa morta (necromassa), por ajudar a definir os valores dos estoques e conseqüentemente, demonstrar sua variação ao longo do período de estudo. Portanto, compreender a função ecológica da densidade (Paula, 2005) é essencial neste tipo de estudo. O trabalho de Paula (2005) mostrou que a densidade de espécies arbóreas nativas do cerrado é maior em indivíduos mais velhos, devido a maior produção de lignina, celulose e hemicelulose, refletindo diretamente no aumento da densidade do lenho. Além disso, ele demonstra também uma relação inversamente proporcional: quanto maior a quantidade de vasos e células parenquimatosas, menor é a concentração dos componentes da madeira, maior é a quantidade de água e conseqüentemente, menor a densidade. Klock *et al.*(2005), descreve a importância da lignina na composição do lenho, por ser fundamental na sustentação das plantas mas também, por implicar numa menor

permeabilidade das células lenhosas a água e por outro lado, quanto mais abundante o ambiente em água, menos lignina o indivíduo terá. Paula (2005), cita ainda que as palmeiras arbóreas são altamente ricas em lignina, desde a estipe até os frutos.

A biodegradação da madeira na natureza envolve a ação simultânea de diversos microorganismos, tais como fungos, bactérias e parasitas, dentre os quais os fungos são os mais eficientes (Blanchette, 1998), apesar da composição química da lignina ser constituída por substâncias fenólicas, reconhecidas por sua ação fungicida (Kolck *et al.*2005). Dependendo do tipo de degradação, diferentes modificações físicas, químicas e morfológicas ocorrem na madeira (Blanchette, 2000), em períodos diferentes, uma vez que interagem com estes compostos intrínsecos a formação do lenho. Com base nestas mudanças produzidas em estágios mais avançados de degradação do lenho por diferentes fungos, três tipos de degradação são sugeridos: branca, parda (também conhecida como marrom) e macia (ou branda) (Schwarze, 2007). As decomposições branca e parda são causadas por fungos basidiomicetos, embora alguns ascomicetos também sejam classificados como fungos de decomposição branca.

Segundo Arantes e Milagres (2009), a característica comum de todos os fungos de decomposição branca é a capacidade de degradar lignina, assim como celulose e polioses. Entretanto, as velocidades relativas de decomposição da lignina e polissacarídeos variam grandemente de acordo com a espécie fúngica. Outra característica comum destes fungos é que a madeira decomposta adquire uma aparência esbranquiçada. Essa degradação pode acontecer de dois modos distintos. O primeiro é denominado decomposição branca simultânea, no qual os carboidratos e lignina são atacados quase simultaneamente (Gilbertson, 1980). Neste caso, é observada uma erosão progressiva da parede celular no sentido lúmen-lamela média, levando à diminuição progressiva e irregular da espessura da parede celular da madeira (Gilbertson, 1980; Daniel, 1991; Schwarze, 2007). O segundo modo, menos freqüente, denominado de decomposição branca seletiva, polioses e lignina são preferencialmente atacadas, notoriamente nos estágios iniciais de degradação sem a simultânea erosão da parede celular vegetal (Daniel, 1991), ou seja,

a degradação da lignina ocorre em pontos distantes da hifa fúngica (Blanchette, 1997; Schwarze, 2007). A maioria dos fungos de decomposição branca seletiva promove a degradação seletiva principalmente em estágios iniciais de degradação, quando ainda não se observa despolimerização significativa da celulose (Arantes e Milagres, 2009). Neste caso, a parede celular, apesar de degradada, mantém sua forma original (Arantes e Milagres, 2009). Já os fungos causadores de decomposição parda degradam principalmente os polissacarídeos (celulose e polioses) presentes na madeira (Rayner, 1988; Eriksson *et al.* 1990) ao passo que a lignina é somente modificada estruturalmente, sendo a desmetoxilação a principal alteração ocorrida na estrutura da lignina, com pouca oxidação da cadeia lateral (Ander *et al.* 1988; Enoki *et al.* 1988). Entretanto, alguns estudos mais recentes mostram perda substancial de lignina (acima de 20%) durante a biodegradação da madeira por algumas espécies causadoras de decomposição parda (Blanchette *et al.* 1994; Worrall *et al.* 1997; Machuca e Ferraz, 2001) e que esta perda é aumentada em estágios mais avançados de degradação (Worrall *et al.* 1997; Machuca e Ferraz, 2001). A degradação dos polissacarídeos causada por estes fungos não está localizada próxima à hifa fúngica. A camada S2 da parede celular da madeira é intensamente degradada durante o processo de biodegradação, ao passo que a camada S3 pode permanecer relativamente intacta até estágios mais avançados de degradação (Enoki *et al.* 1988; Highley *et al.* 1985; Xu e Goodell, 2001). A madeira decomposta por estes fungos tem a aparência de um material marrom que quebra facilmente em cubos, no sentido transversal ao das fibras dos vegetais (Arantes e Milagres, 2009).

Plantas adaptadas a ambientes secos e quentes ou sazonais, como é o caso do cerrado *sensu stricto* (Rocha *et al.*, 2005), apresentam vasos mais lignificados, como forma de prevenir a cavitação na estação seca e a embolia na estação úmida (Martone *et al.* 2009), tornando o lenho mais denso (Tomazello, 1985). Os mesmos gêneros de fungos presentes no cerrado *sensu stricto* de São Paulo encontram-se presentes na Floresta Ombrófila Densa Montana do estado (Bononi, 1999). Ao observarmos os valores dos estoques de cada área, notam-se que eles são ligeiramente menores em SVG, quando comparados em função das categorias comuns às áreas, mas sem diferenças

estatisticamente significativas, como mostrado no item 5. Isso se deve a densidade e todas as características anátomo – morfológicas atreladas a ela.

6.3. Estoques de Necromassa

Os estoques de necromassa foram um pouco maiores, em termos de números absolutos, no PEG que em SVG, mas estatisticamente essas diferenças não se confirmaram. É interessante observar que a soma da quantidade de peças encontradas em todas as categorias em SVG é cerca de 1,98 vezes maior que a quantidade de peças encontradas no cerrado (53.157 peças ha^{-1} contra 26.841 peças ha^{-1}).

Quando se comparam os valores dos estoques obtidos neste estudo com outros referenciados na literatura, em condições climáticas semelhantes e usando 3 categorias de decomposição, como por exemplo em Delaney *et al.* (1998), em que sítios de regiões secas da Venezuela, apresentaram em média 2,4 Mg ha^{-1} a 6,6 Mg ha^{-1} . Já áreas de florestas Montana da Jamaica, apresentaram o intervalo de 3,8 Mg ha^{-1} a 6,0 Mg ha^{-1} , áreas de floresta tropical amazônica venezuelana o intervalo de 1,6 Mg ha^{-1} a 48,5 Mg ha^{-1} , o intervalo de 1,0 Mg ha^{-1} a 56,0 Mg ha^{-1} em áreas de florestas secundárias do alto Rio Negro, entre Colombia e Venezuela e valores muito maiores para áreas da Amazônia ocidental, variando de 35,6 Mg ha^{-1} a 48,1 Mg ha^{-1} ou ainda, se compararmos a algumas florestas do hemisfério norte, como por exemplo, a de Coníferas que produz em média 200 Mg ha^{-1} ou da região do noroeste do pacífico, que produz entre 143,0 Mg ha^{-1} e 215,0 Mg ha^{-1} . Baker (2007) encontrou em sua área de floresta amazônica, o valor de 24,4 Mg ha^{-1} . Chao *et al.* (2009) cita em seu trabalho que áreas secas de solo arenoso, da Floresta Amazônia peruana e venezuelana, a quantidade média de necromassa é 2,5 Mg ha^{-1} enquanto em áreas sucessão secundária tardia úmidas apresentam em média 86,6 Mg ha^{-1} . Gale (2000) estudando sítios de floresta tropical do norte da ilha de Bornéu e oeste do Equador, verificou em dois sítios a ilha, a quantidade de necromassa de 9,1 Mg ha^{-1} e 5,6 Mg ha^{-1} , enquanto que nos sítios de floresta tropical

6,4 Mg ha⁻¹ e 8,1 Mg ha⁻¹. O contraponto está no trabalho de Giorgetti e Joly (2009), no qual é apresentado o valor de 97,9 Mg ha⁻¹, para estoque de necromassa caída e 4,8 Mg ha⁻¹ para o estoque de necromassa em pé de um sítio também de Floresta Ombrófila Densa Montana, geograficamente muito próxima da área amostrada neste estudo.

Carmona *et al.* (2002), trabalhando em florestas temperadas do Chile, observou alguns padrões ecológicos bastante interessantes, no que diz respeito a distribuição das categorias de necromassa em sua área de estudo, comparando com os padrões teóricos gerais para necromassa postulados por Harmon *et al.* (1986). Foi observado que quanto maior a quantidade de peças sobre o solo, mais avançada está a área na sucessão ecológica ou menos perturbada foi a área. As regiões que apresentam maiores quantidades de peças lenhosas, são regiões de maior umidade tanto no solo como na atmosfera e menos exposição ao fogo sofreram, pelo menos nos últimos 5 anos. Se a maior parte das peças de necromassa estiver caída no chão e no último estágio de decomposição, indica que tal área pertence a estágios primários de sucessão ou então, que foram recentemente perturbadas. Áreas em cujas quantidades de necromassa caída diminuem se devem principalmente a presença do fogo e ao acelerado processo de decomposição. Já áreas cuja maior parte das peças são indivíduos mortos em pé, independente de seu estágio de decomposição, indica que a área está no estágio de sucessão secundária inicial. Áreas em estágio de sucessão secundária apresentam um incremento de novas peças, resultantes de uma fase sem queda de elementos lenhosos, em decorrência de um longo período de resiliência de peças caídas no chão no grau 2 e recém caídas no grau 1. É interessante ressaltar que nas áreas deste estudo foram observados padrões semelhantes: no PEG em T1, a maior parte das peças estavam nos graus 2 e 3 enquanto em SVG, estavam concentradas no grau 2. Em T2, as peças estavam distribuídas de modo quase uniforme entre os estágios de decomposição no PEG, mais concentradas nos graus 1 e 2, enquanto em SVG a maior concentração de peças estava no estágio final de decomposição (grau 3).

Os transectos foram divididos em dois grupos em cada área, para que se avaliasse a interferência da declividade na produção de necromassa, em termos de quantidade e grupos de decomposição. No PEG a área plana, referenciada na literatura, apresentava 2% de declividade, enquanto a área inclinada, 10%. Para SVG, a área plana apresentava 14% de declividade e a inclinada, 32%. No PEG, encontrou-se maior quantidade de necromassa na área inclinada, com 4,7 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ contra 3,0 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ na plana, representando quase 64 % a mais de necromassa. Para SVG, ocorreu o inverso, tendo a área plana quase 77,3 % a mais de necromassa que a inclinada (3,44 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ contra 2,66 Mg ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente). Gale (2000), verificou que em seus sítios as áreas inclinadas produziam cerca de 4 vezes mais necromassa que as áreas planas. Contudo, estas mesmas áreas inclinadas pertenciam a um estágio avançado de sucessão (secundário inicial e tardio), com indivíduos de diâmetro maiores que 5,0 cm e porte arbustivo ou arbóreo. No PEG a área inclinada pertence a fisionomia de cerrado *sensu stricto* denso enquanto que a área plana é também um *sensu stricto*, mas com predominante presença de gramíneas e indivíduos com diâmetros menores. Estes indivíduos ao caírem no solo impactam menos os indivíduos marginais e ele, justamente por não ter a influência da gravidade de maneira tão forte como na área inclinada, que ao cair de um indivíduo, muitos outros caem junto. Em SVG, a área inclinada é dominada por bambus, onde também há muitas plântulas e indivíduos jovens de palmeiras, pouquíssimas samambaias, poucos indivíduos adultos e muitos indivíduos jovens de dicotiledôneas arbóreas. Na área plana, por fetos arbóreos de samambaias e palmeiras típicas, quase não haver presença de bambus e ainda, haver muitos indivíduos adultos de dicotiledôneas e lianas. (Medeiros, 2009).

A hipótese inicial do trabalho partia do princípio que SVG, por ser uma floresta e portanto, apresentar indivíduos com diâmetros maiores e mais grupos necro – vegetais produziria maior quantidade de necromassa. Contudo, observando – se os valores obtidos através do índice de diversidade de Shannon, valores de abundância das categorias de necromassa e com o teste do Chi – Quadrado, verificou – se padrões interessantes e diferentes do que se esperava. O índice de diversidade buscava uma maneira teórica de mostrar que, se uma área tem menos necro-grupos (o

que foi considerado para efeito de cálculo e entendimento do valor resultante), como a número de espécies, que deveria, portanto, ser compensado pela abundância de indivíduos, de modo a explicar os valores parecidos de necromassa encontrados entre as áreas. Os valores obtidos pelo índice foram completamente diferentes, apontando que não é presença dos necro – grupos que determina a produção de maiores quantidades de necromassa.

Trabalhos realizados na Amazônia, como o de Keller (2004) e Baker (2007), consideravam que suas áreas estavam em estágios climáticos (equilíbrio) e, portanto, teriam uma taxa constante de decomposição, permitindo assim calcular o índice K (índice de resiliência da necromassa), baseado na equação de Olson (1963). Ao se estender o raciocínio de estágio de equilíbrio para as áreas deste estudo, foi utilizado então o teste do Chi – Quadrado, para verificar se as proporções de peças em cada um dos três estágios de decomposição encontradas durante o período de estudo, apresentariam proporções semelhantes em todos os graus e se sua distribuição seria semelhante nas duas áreas de estudo, buscando explicar novamente, as quantidades semelhantes de necromassa produzidas em cada área. Como mostrado em Resultados, não há semelhanças na concentração de peças em cada estágio, tão pouco semelhança na distribuição delas entre o PEG e SVG. Entretanto, há um padrão muito interessante observado entre os graus de decomposição: há uma inversão na concentração das peças em cada categoria de decomposição entre T1 e T2. Por exemplo, no PEG, em T1, as peças encontravam – se concentradas em ordem de importância (ordem decrescente de concentração de peças lenhosas em cada categoria de decomposição), na seguinte seqüência: 3 – 2 – 1. Em T2, a seqüência foi inversa: 1 – 2 – 3. O mesmo ocorreu em SVG, onde em T1 a seqüência era: 2 – 1 – 3 e em T2, 3 – 1 – 2, mantendo na mesma posição em T2 a categoria que estava em segundo lugar em T1.

Ao se observar a Tabela 19 em Resultados novamente, nota-se que o PEG perdeu 1,73 vezes sua necromassa entre T1 e T2 (12 meses), enquanto SVG reduziu sua necromassa 1,3 vezes no mesmo período, conforme se observa no item “variação nos estoques” contido nas tabelas. Atentando – se para as proporções de peças em cada grau de decomposição, têm – se o PEG em T1

apresentava apenas uma pequena parcela de sua necro – população (população de peças lenhosas mortas) em estágio final de decomposição. Ao longo dos 12 meses de estudo, ocorreu um importante incremento de novas peças mortas, parte daquela população de T1 nos estágios inicial e intermediário, evoluíram para os próximos estágios de decomposição ou desapareceram completamente, mas entretanto, apresentam em T2 proporções bastante semelhantes de peças. O mesmo processo ocorreu em SVG, porém, como em T1 a maior parte das peças estavam no grau 2, ou seja, mais avançadas no processo de decomposição, em T2 a maior parte evoluiu para o grau 3, verificando – se uma pequena taxa de desaparecimento entre os 12 meses de estudo. Ao voltar nas Figuras 2 e 4 do item “Material e Métodos”, que mostram as taxas de precipitação e temperatura diárias (dados obtidos pela estação micrometeorológica de cada área), verifica – se que em janeiro de 2010 choveu em SVG uma quantidade muito maior do que a média esperada para aquele período, contribuindo para o incremento de novas peças mas também, para a evolução do processo de decomposição das peças já existentes. Tal fato ajuda a explicar a grande concentração de peças por hectare encontradas em SVG, mas não responde o motivo de encontrar quantidades de necromassa estatisticamente semelhantes entre as áreas.

A chave para a compreensão dos valores encontrados entre as áreas serem equivalentes, mesmo sendo ecossistemas e fisionomias tão diferentes, consiste em avaliar conjuntamente as características da necromassa como a densidade, a presença de perturbações ambientais, estágio sucessional, composição florística, inclinação do terreno, evolução da decomposição das peças e fatores climáticos da área. Como descrito anteriormente, a densidade é maior em indivíduos mais velhos e em áreas mais secas, devido a alta lignificação das estruturas anatômicas. Espécies com grandes quantidades de células parenquimáticas, como samambaias (Tryon e Tryon) ou ainda adaptadas a ambientes ricos hidricamente, como é a floresta, tendem a ter menos lignina e em consequência disso, menor densidade. Menor densidade implica em menor quantidade de massa por área vegetal e por área de terreno. No PEG, há controle das queimadas há 40 anos (desde a criação do Parque Estadual de Vassununga em 1971) e não há presença de indivíduos arbustivos de

samambaias e palmeiras, já que nesta fisionomia, essas espécies apresentam-se na forma acaule, além de não haver bambu e todos estes fatores somados, permitem o desenvolvimento da vegetação da área, antes interrompida pela ação do fogo. Quando se compara a necromassa de dicotiledôneas arbustivas e lianas (Tabela 20), entre as duas áreas de estudo, o cerrado produz 1% mais por ano, mas decompõe 7,32% menos. As menores quantidades de necromassa encontradas na floresta se devem também a presença de vegetação pertencente a estádios sucessionais primários e também, presentes na forma arbustiva, como Samambaias Açú (*Dickisonia Sellowiana*), Palmeiras (*Euterpe Edulis*) e a alta concentração de bambus nativos (também indicativos de áreas perturbadas) (Padgurshi, 2010). Não obstante, as densidades médias da necromassa de dicotiledôneas e lianas é mais densa no cerrado que na floresta. Contudo, os necro – grupos das samambaias, palmeiras e bambus são essenciais para a distribuição da necromassa, já que as dicotiledôneas arbóreas e lianas de SVG representam apenas 58% de toda a necromassa da área.

Devido a sazonalidade climática do cerrado e às adaptações anátomo – fisiológicas das espécies ao ambiente, o lenho mais denso implica no processo de decomposição mais lento que na floresta, equivalendo – se entretanto, as quantidades de necromassa encontradas em T1 e às produzidas ao longo de um ano, já em T2, nos dois ambientes.

7. Conclusões

1. O PEG apresenta menor quantidade de necro-grupos que SVG;
2. O PEG apresenta maior densidade de necromassa em relação a SVG;
3. As densidades no PEG diminuem na medida em que se avança a decomposição e aumento conforme aumentam os diâmetros;
4. As densidades em SVG diminuem na medida em que se avança a decomposição e também conforme aumentam os diâmetros;
5. A população de necromassa em todas as categorias não apresenta distribuição normal, em ambas as áreas de estudo;
6. As populações se inverteram em ordem de importância, em cada estágio de decomposição, em cada período de coleta;
7. Os diferentes grupos necro – vegetais são componentes essenciais dos estoques em SVG;
8. Os estoques anuais de necromassa são equivalentes nas duas áreas.

8. BIBLIOGRAFIA

- Aduan, R. E. 2003.** Ciclagem de carbono em ecossistemas terrestres – o caso do cerrado brasileiro. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Documentos EMBRAPA Cerrados. 30 pág.
- Ander, P., Stoytshev, I., Eriksson, K. E. 1988.** Cleavage and Metabolism of Methoxyl Groups from Vanillic and Ferulic Acids by Brown-rot and Soft-rot Fungi. *Cellulose Chemical Technology*. 22: 255 – 266.
- Anderson, J. M. 1992.** Responses of soils to climate change. *Advances in Ecological Research*. San Diego. 22: 63 - 91.
- Arantes, V., Milagres, A. M. F. 2009.** Relevância de compostos de baixa massa molar produzidos por fungos. *Química Nova*. 32 (6): 1586-1595.
- Baker, T.R., Honorio, E., Phillips, O.L., Martin, J., van der Heijden, G., Garcia, M. e Silva Espejo, J. 2007.** Low stocks of coarse woody debris in a southwest Amazonian forest. *Oecologia* 152, 495-504. *Amazonian forest. Oecologia*, 2007. 153: p. 495-504.
- Baldocchi, D.D., B.B. Hicks and T.P. Meyers. 1988.** Measuring biosphere-atmosphere exchanges of biologically related gases with micrometeorological methods. *Ecology*. 69:1331-1340.
- Baldocchi, D.D., Falge, E., Gu, L., Olson, R., Hollinger, D., Running, S., Anthoni, P., Bernhofer, C., Davis, K., Fuentes, J., Goldstein, A., Katul, G., Law, B., Lee, X., Malhi, Y., Meyers, T., Munger, W., Oechel, W., Paw, U.K.T., Pilegaard, K., Schmid, H.P., Valentini, R., Verma, S., Vesala, T., Wilson, K., Wofsy, S., 2001.** FLUXNET: A new tool to study the temporal and spatial variability of ecosystem-scale carbon dioxide, water vapor, and energy flux densities, *Bull. American Meteorology Society*. (82): 2415 – 2434.
- Barbosa, R.I. 2001.** Savanas da Amazônia: emissão de gases do efeito estufa material particulado pela queima e decomposição da biomassa acima do solo, sem a troca do uso da terra, em Roraima, Brasil. Tese de Doutorado. INPA/FUA. 236 pag.
- Barbosa, R.I; Fearnside, P.M. 2002.** Área e biomassa dos ecossistemas terrestres da Amazônia Legal Brasileira: estimativas para avaliações da emissão de gases do efeito estufa. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Núcleo de Pesquisas de Roraima (INPA/NPRR).
30 pág.
- Barbosa, R.I.; Silva, L.F.S.G.; Cavalcante, C.O. 2008.** Protocolo necromassa: Estoque e produção de liteira grossa. Programa em Pesquisa em Biodiversidade na Amazônia. CNPQ.

- Batalha, M. A. & Mantovani, W. 2001.** Floristic composition of the Cerrado in the Pé – de – Gigante reserve (Santa Rita do Passa Quatro, southeastern Brazil). *Acta Botânica Brasílica*. 15 (3): 289 – 304.
- Batalha, M. A.; Mantovani, W. & Mesquita Júnior, H. N. 2001.** Vegetation structure in cerrado physiognomies in south-eastern Brazil. *Brasilian Journal of Biology* 61 (3): 475 – 483.
- Bittencourt, M.D.; Mesquita, Jr; Mantovani, H.N.; Batalha, M.A.; Pivello, V.R. 1997.** Identificação das fisionomias de cerrado com imagens de índice de vegetação. In: *Contribuição ao conhecimento ecológico do cerrado*. Universidade de Brasília, Brasil. Pag. 316 - 320.
- Bitencourt, M. D.; Junior, H. N. M.; Kuntschik, G.; Rocha, H. R.; Furley, P. A. 2007.** A Cerrado vegetation study using optical and radar remote sensing: two brazilian case studies. *Canadian Journal of Remote Sensing*.
- Blanchette, R. A.; Krueger, E. W.; Haight, J. E.; Akhtar, M.; Akin, D. E. 1997.** Cell wall alterations loblolly pine wood decayed by the white – rot fungus, *Ceriporiopsis subvermispor*. *Journal of Biotechnology*. 53: 203 – 213.
- Blanchette, R. A.; Krueger, E. W.; Haight, J. E.; Akhtar, M.; Akin, D. E. 1997.** Cell wall alterations loblolly pine wood decayed by the white – rot fungus, *Ceriporiopsis subvermispor*. *Journal of Biotechnology*. 53: 203 – 213.
- Blanchette, R. A. 1998.** In: *The structural conservation of panel paintings: proceedings of a symposium at the J. Paul Getty Museum*. Dardes, K., Rothe, A. eds. Getty Conservation Institute.
- Bononi, V. L. R.; Grandi, R. A. P. (Org). 1999.** Zigomicetos, basidiomicetos e deuteromicetos: noções básicas de taxonomia e aplicações biotecnológicas. Instituto de Botânica de São Paulo. 181p.
- Brown, J. K. 1974.** Handbook for inventorying downed woody material. USDA Forest Service. 25 pág.
- Brown, S., 1997.** Estimating biomass and biomass change of tropical forests: A primer. United Nations Food and Agriculture Organization.
- Carlquist, S., Schneider, E. L. 2000.** SEM Studies on Vessels in Ferns. 16 Pacific Tree Ferns (Blechnaceae, Cyatheaceae, Dicksoniaceae). *Pacific Science* 54(1): 75 – 86.

- Carmona, M. R., Armesto, J. J. , Aravena, J. C., Pérez, C. A. 2002.** Coarse woody debris biomass in successional and primary temperate forests in Chiloe´ Island, Chile. *Forest Ecology and Management*. 164: 265 – 275.
- Chambers, J.Q., Higuchi, N., Schimel, J.P., Ferreira L.V., Melack, J.M., 2000.** Decomposition and carbon cycling of dead trees in tropical forests of the central Amazon. *Oecologia*. 122: 380-388.
- Chambers, J. Q.; Santos, J. dos; Ribeiro, R. J.; Higuchi, N. 2001.** Tree damage, allometric relationships, and above-ground netprimary production in central Amazon forest. *Forest Ecology and Management*. 152:73-84.
- Chambers, J.Q., Tribuzy, E.S., Toledo, L.C., Crispim, B.F., Higuchi, N., Dos Santos, J., Araújo, A.C., Kruijt, B., Nobre, A.D., Trumbore, S.E., 2004.** Tropical forest ecosystem respiration. *Ecology Applied*. 14(4): 72 – p 88.
- Chao, H.J.; Phillips, O. 2005.** Field manual for mode of Death Census. PAN-AMAZONIA (Project for Advancement of Networked Science in Amazonia. Sixth Framework Programme (2002 – 2006). 12 p.
- Chao, K. J., Phillips, O. L. , Baker, T. R. , Peacock, J. , Lopez-Gonzalez, G., Vasquez-Martinez, R., Monteagudo, A., Torres-Lezama, A. 2009.** After trees die: quantities and determinants of necromass across Amazonia.
- Chave, J. 2006.** Medição da densidade da madeira em árvores tropicais - manual de campo. Projeto PAN – AMAZÔNIA.
- Ciais, P., Tans, P.P., Trolier, M., White, J.W.C., and Francey, R.J. 1995.** A large Northern Hemisphere terrestrial CO₂ sink indicated by the ¹³C/¹²C ratio of atmospheric CO₂. *Science* 269:1098-1102.
- Coüteux, M. M.; Berg, P. B. B. 1995.** Litter decomposition climate and quality. *Trends in Ecology and Evolution*. 10: 63-66
- Coutinho, L. M. 1978.** O Conceito de Cerrado. *Revista Brasileira de Botânica* 1(1): 17 – 23.
- Cruz Filho, D. 2005.** Avaliação da quantidade de resíduos lenhosos em área de floresta explorada e não explorada, utilizando amostragem por linha interceptadora, no médio rio Moju, Pará, Brasil. Dissertação de mestrado. Universidade Federal Rural da Amazônia.
- Cunha, G.M., Gama-Rodrigues, A.C., Gama-Rodrigues, E.F., Velloso, A.C.X., 2009.** Biomassa e estoque de carbono e nutrientes em florestas montanas de Mata Atlântica na região norte do Estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*. 33: 1175 – 1185.

- Daniel, W. W. 1991.** Biostatistics: A Foundation for Analysis in the Health Sciences . Chapman and Hall. 5º edição.
- De Vries, P. G. 1986.** Sampling theory for forest inventory. A teach-yourself course. Springer – Verlag Berlin Heidelberg. 399 pág.
- Delaney, M., Brown, S., Lugo, A.E., Torres-Lezama, A., Quintero, N.B. 1998.** The quantity and turnover of dead wood in permanent forest plots in six life zones of Venezuela. *Biotropica*, 30: 2-11.
- Durigan, G.; Franco, G. A. D. , Siqueira, M. F. 2004.** A vegetação dos remanescentes de cerrado no Estado de São Paulo. *In*: M. D. Bitencourt , R. R. Medonça, (ed). Viabilidade de Conservação dos remanescentes de Cerrado no Estado de São Paulo. 1º edição. Annablume/ Fapesp. 169 pág.
- Eaton, J.M., Lawrence, D. 2006.** Woody debris stocks and fluxes during succession in a dry tropical forest. *Forest Ecology and Management*. 232: 46 – 55.
- Enrong, Y. ; Xihua, W.; Jianjun, H. 2006.** Concept and classification of Coarse Wood Debris in Forest Ecosystems. *Front. Biol. China* 1:76–84.
- Eriksson, K.E., Pettersson, B., Volc, J., Musilek, V. 1990.** Microbial and enzymatic degradation of wood and wood components. Berlin, Heidelberg. Springer –Verlag. 397 pág.
- Fearnside P.M. 1997.** Wood density for estimating forest biomass in Brazilian Amazonia. *Forest Ecology Management*. 90: 59 – 87.
- Ferreira, S.J.F, Crestana, S., Luizão, F.J., Miranda, S.A.F. 2001.** Nutrientes no solo em floresta de terra firme cortada seletivamente na Amazônia Central. *Acta Amazônica*. 31(3): 381 – 396.
- Fidelis, A.T., Godoy, S.A.P. 2003.** Estrutura de um cerrado Strico sensu na gleba cerrado Pé – de – Gigante, Santa Rita do Passa Quatro, SP. *Acta Botânica brasílica*.17(4): 531 – 539.
- Finnigan, J. 1999.** ‘A Comment on the Paper by Lee (1998): On Micrometeorological Observations of Surface-Air Exchange over Tall Vegetation, *Agricultural and Forest Meteorology*. 97: 55–64.
- França, G. S. e Stehmann, J. R. 2004.** Composição florística e estrutura do componente arbóreo de uma floresta altimontana no município de Camanducaia, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 27: 19 – 30.

- Gale, N. 2000.** The after math of tree death: coarse woody debris and the topography in four tropical rain forests, *Canadian Journal of Forest Restoration*. 30: 1489–1493.
- Gama-Rodrigues, A.C.; Gama-Rodrigues, E.; Barros, N.F. 2008.** Balanço de carbono e nutrientes em plantio puro e misto de espécies florestais nativas no sudeste da Bahia. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*. 32: 1165 – 1179.
- Gascon, C., Williamson, G. B., Fonseca, G. A. B. 2000.** Receding edges and vanishing reserves. *Science*. 288: 1356 – 1358.
- GEO BRASIL. 2002.** Thereza Cristina Carvalho Santos e João Batista Drummond Câmara (Org.). *Perspectivas do meio ambiente no Brasil, Brasília, Edições IBAMA, 440p.*
- Gilbertson, R. L. 1980.** Wood – rotting fungi of North America. *Mycologia*. 72: 1 – 49.
- Graça, P. M. L. A.; Fearnside, P. M.; Cerri, C. C. 1999.** Burning of Amazonian forest in Ariquemes, Rondônia, Brazil: biomass, charcoal formation, and burning efficiency. *Forest Ecology and Management*, 120: 179 – 191.
- Grizotto, R. K.; Menezes, T. J. B. 1997.** Influence of cellulase, pectinase and hemicellulase on the texture of palm hearts (*Euterpeedulis* Mart.). *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*. 17 (3): 203 – 207.
- Haag, H.P. (Coord.). 1985.** Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais. Fundação Cargill. Campinas SP, Brasil. 144 pág.
- Harmon, M.E., Franklin, J.F., Swanson, F.J., Sollins, P., Gregory, S.V., Lattin, J.D., Anderson, N. H., Cline, S. P., Aumen, N.G., Sedell, J.R., Lienkaemper, G.W., Cromack, K., Cummins, K.W. 1986.** Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Advances in Ecological Research* 15: 133–302.
- Harmon, M. E., Sexton, J. 1996.** Guidelines for Measurements of Woody Detritus in Forest Ecosystems. US Long Term Ecological Research Network Office.
- Harmon, M.E., Hua, C. 1991.** Coarse wood debris dynamics in two old growth ecosystems. *BioScience*. 41(9): 604 – 610.
- Highley, T. L., Murmanis, L. L., Palmer, J. G. 1985.** Degradation on lignin-related compounds, pure cellulose and wood components by white - and brown- rot fungi. *Holzforschung*. 42: 85 – 93.
- Highley, T. L., Murmanis, L. L., Palmer, J. G. 1985.** Micromorphology of degradation in western hemlock and sweetgum by the brown-rot fungus, *Poria placenta*. *Holzforschung*. 39: 73–78.

- IBGE. 1992.** Manual técnico da vegetação brasileira. Série “Manuais Técnicos em Geociências 1”. Rio de Janeiro, IBGE. 92p.
- Instituto Florestal do Estado de São Paulo. 2006.** Plano de manejo do Parque Estadual da Serra do Mar. Disponível em:
http://www.iflorestal.sp.gov.br/Plano_de_manejo/PE_SERRA_MAR/index.asp
- Jarou, Z. ChloroFilms. 2009.** Measuring Leaf Area with Adobe Photoshop 3.
<http://www.chlorofilms.org/index.php/crpVideo/display/videoid/46>
- Joly, C.A.; Aidar, M.P.M.; Klink, C.A.; McGrath, D.G.; Moreira, A.G.; Moutinho, P.; Nepstad, D.C.; Oliveira, A. A.; Pott, A.; Rodal, M.J.N.; Sampaio, E.V.S.B. 1999.** Evolution of the Brazilian phytogeography classification systems: implications for biodiversity conservation. *Ciência e Cultura*. 51: 331 – 348.
- Joly, C. A., Martinelli, L. A. 2006.** Composição florística, estrutura e funcionamento da Floresta Ombrófila Densa dos Núcleos Picinguaba e Santa Virgínia do Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo, Brasil. I Relatório Anual FAPESP (Programa BIOTA/FAPESP, Processo No 03/12595-7).
- Keller, M. , Palace, M., Asner, G.P., Pereira, R., Silva, J. N. M. 2004.** Coarse woody debris in undisturbed and logged forests in the eastern Brazilian Amazon. *Global Change Biology*, 10: 784 –795.
- Klock, U., Muñoz, G. I. B., Hernandez, J. A., Andrade, A. S. 2005.** Química da madeira. 3º ed. Curitiba, FUPEF. 85 pág.
- Köppen, W. 1948.** Climatologia. Editora Fondo de Cultura Económica, México. 1º edição.
- Kronka, F. J. N.; Nalon, M.A.; Matsukuma, C. K.; Pavão, M.; Guillaumon, J. R.; Cavalli, A. C.; Giannotti, E.; Iwane, M. S. S.; Lima, L. M. P. R.; Montes, J.; Del Cali, I. H. , Haack, P.G. 1998.** Áreas de domínio do cerrado no Estado de São Paulo. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente - Instituto Florestal. 84 pág.
- Latansio, S.C.R, Oliveira, A.C.P, Rocha, H.R. e Aidar, M.P.M. 2010 .** Estrutura fitossociológica no “footprint” da torre de fluxo de carbono no Cerrado Denso *sensu stricto*, Pé-de-Gigante, Parque Estadual de Vassununga, SP. *Revista Biota Neotropica*. 10(1): 195 – 207.
- Law, E.B., Arkebauer, T., Campbell, J.L., Chen,J., Osbert, S., Schwartz,M., Ingen, C.v.,Verma, S. 2008.** Terrestrial Carbon Observations: Protocols for vegetation sampling and data Submission. Unesco.

- Leitão Filho, H. F. 1987.** Considerações sobre a florística de florestas tropicais e subtropicais do Brasil. IPEF. 35: 41-46.
- Leitão Filho, H. F. 1994.** Diversity of arboreal species in Atlantic rain forest. Anais da Academia Brasileira de Ciências 66: 91 – 96.
- Lucansky, W. T. 1974.** Comparative studies of the Nodal and vascular anatomy in the Neotropical Cyatheaceae. I. Metaxya and Lophosoria. American Journal of Botany. 61(5): 464 – 471.
- Machuca, A., Ferraz, A. 2001.** Hydrolitic and oxidative enzymes produced by white - and brown – rot fungi during Eucalyptus grandis decay in solid medium. Enzyme and Microbial Technology. (29): 386 – 391.
- MacNally, R.; Parkinson, A.; Horrocks, G.; Conole, L.; Tzaros, C. 2001.** Relationships between terrestrial vertebrate diversity, abundance and availability of coarse woody debris on south-eastern Australian floodplains. Biological Conservation. 99: 191 – 205.
- Malhi, Y.; Baldocchi, D.D. ; Jarvis, P.G. 1999.** The carbon balance of tropical, temperate and boreal forests. Plant, Cell and Environment. 22: 715 – 740.
- Malhi, Y., Baker, T. R., Phillips, O. L., Almeida, S., Alvarez, E., Arroyo, L., Chave, J., Czimczik, C. I., Di Fiore, A., Higuchi, N., Killeen, T. J., Laurance, S. G., Laurance, W. F., Lewis, S. L., Mercado, L. M., Monteagudo, A., Neill, D. A., Pitman, N. C., Quesada, C. A., Silva, J. N., Vásquez – Martínez, R., Terborgh, J., Vinceti, B., Lloyd, J. 2004.** The above – ground wood productivity and net primary productivity of 100 Neotropical forests. Global Change Biology. 10: 563 – 591.
- Martius, C., Bandeira, A. G. 1998.** Wood litter stocks in tropical moist forest in central Amazonia. Ecotropica. 4:115 – 118.
- Martone, P. T., Estevez, J. M., Lu, F., Ruel, K., Denny, M. W., Somerville, C., Ralph, J. 2009.** Discovery of Lignin in Seaweed Reveals Convergent Evolution of Cell-Wall Architecture. Current Biology. 19: 169 – 175.
- Mattson, K.G., Swank, W.T., Waide, J.B. 1987.** Decomposition of woody debris in a regenerating, clear – cut forest in the southern Appalachians. Canadian Journal of Forestry Restoration. (17): 712 – 721.
- Medeiros, M. C. P. ; Aidar, M.P.M. 2009.** Caracterização fitofisionômica e estrutural de áreas de floresta ombrófila densa montana no Parque Estadual da Serra do Mar, SP, Brasil. 85 p.

- Miller, S. D., Goulden, M. L., Menton, M. C., Rocha, H. R., Freitas, H.C., Figurea, A. M., C. Sousa, A. D. 2004.** Biometric and micrometeorological measurements of tropical carbon balance. *Ecological Applications* 14: 114 – 126.
- Myers, N.; Mittermeier, C. G.; Fonseca, G. A. B.; Kent, J. 2000.** Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. 403: 853 – 858.
- Nordén, B., Paltto, H. 2001.** Wood-decay fungi in hazel wood: species richness correlated to stand age and dead wood features. *Biological Conservation*. 101: 1 – 8.
- Olson, J. S. 1963.** Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems, *Ecology*. 44: 322 – 331.
- Padgurshi, M. C. G. 2010.** Composição e estrutura arbórea de um trecho de Floresta Ombrófila Densa Montana com Taquaras na Mata Atlântica. Dissertação de mestrado. UNICAMP. 65 pág.
- Palace, M., M. Keller, G.P. Asner, J.N.M. Silva, C. Passos. 2007.** Necromass in undisturbed and logged forests in the Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management*. 238: 309 – 318.
- Palace, M.; Keller, M.; Silva, H. 2008.** Necromass production: studies in undisturbed and logged Amazon forests. *Ecological Applications*. 18(4): 873 – 884.
- Parminter, J. 1998.** Coarse woody debris sampling intensity considerations. Ministry of Forests, Research Branch. (<http://www.for.gov.bc.ca/hre/deadwood/DTmes5.htm>).
- Paula, J. E. 2005.** Caracterização anatômica da madeira de espécies nativas do cerrado, visando sua utilização na produção de energia. *Cerne, Lavras. Nota Técnica*. 11(1): 90 – 100.
- Pauletto, D. 2006.** Estoque, produção e fluxo de nutrientes da liteira grossa em floresta submetida à exploração seletiva de madeira no noroeste do Mato Grosso. Dissertação de Mestrado. Manaus, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Brasil.
- Pivello, V. R.; Bitencourt, M. D.; Mantovani, W.; Mesquita Jr., H. N.; Batalha, M. A., Shida, C. 1998.** Proposta de zoneamento ecológico para a reserva de cerrado Pé-de-Gigante (Santa Rita do Passa Quatro, SP). *Revista Brasileira de Ecologia* 2: 108 – 118.
- Pivello, V.R., Varanda, E.M. 2005.** O Cerrado Pé – de – Gigante: ecologia e conservação – Parque Estadual de Vassununga. 1ª edição. Secretaria do Meio Ambiente. 312 p.
- Proctor, J. 1983.** Tropical forest litterfall. I. Problems of data comparison. *In:* Sutton, S. L.; Chadwick, A. C.; Whitmore, T. C. (Eds). *Tropical Rain Forest*. Blackwell, Oxford. p. 267 – 273.

- Projeto Bionte. 1997.** Biomassa e nutrientes florestais: Relatório Final. Manaus: INPA / DFID.
345 p.
- Pyle, C., Brown, M. M. 1998.** A rapid system of decay classification for hardwood logs of eastern deciduous forest floor. *Journal Torrey Botanic Society*. 125: 237 – 245.
- Quesnel, H. 1994.** Assessment and characterization of old-growth stands in Nelson Forest Region – progress report. B.C. Forest Service, Nelson, B.C.
- Radambrasil. 1983.** Projeto Radambrasil: levantamento de recursos naturais. IBGE.
Rio de Janeiro.
- Rayner, A.D., Boddy, L. 1988.** Fungal communities in the decay of wood. *Advanced Microbiology Ecology*. 10: 115 – 166.
- Resende, A. S. 2003.** Efeito da queima e das aplicações de nitrogênio e vinhaça após 16 anos de cultivo de cana – de – açúcar. Tese de doutorado em Agronomia – Ciência dos solos. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 116 pág.
- Ribeiro, J. F. , Walter, B. M. T. 1998.** Fitofisionomias do Bioma Cerrado. 1998. *In*: S. M.Sano, S. P. Almeida (eds.). Cerrado: ambiente e flora. EMBRAPA. 89 –168.
- Rice, A.H., Pyle, E.H., Saleska, S.R., Huttyra, L., Camargo, P.B., Portilho, K., Marques, D.F., Palace, M., Keller, M., Wofsy, S.C. 2004.** Carbon balance and vegetation dynamics in an old – growth Amazonian forest. *Ecological Applications*. 14(4): 55 – 71.
- Rocha, H. F.; Rosolem, R.; Juarez, R. N.; Tannus, M. V.; Ligo, O. M. R. C. , Dias, M. A. F. S. 2002.** Measurements of CO₂ exchange over a woodland savanna (cerrado *sensu stricto*) in southeast Brasil. *Biota Neotropica* 2 (1). 475 pág.
- Rocha, H.R., Freitas, H.C., Rosolem, R., Tannus, R.N., Juarez, R.I.N., Ligo, M.A., Cabral, O.M.R., Mesquita Jr, H.N. & Bitencourt, M.D. 2005.** Ciclo hidrológico e microclima. *In*: V. R. Pivello, E. M. Varanda. (Org.). O Cerrado Pé de Gigante - Ecologia e Conservação. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo. Pág. 51 – 60.
- Rocha, H. F. 2005.** Interação Biosfera – Atmosfera fase 2: cerrados e mudança no uso do solo. Projeto Temático FAPESP.
- Rocha, H. F. 2007.** O balanço de carbono sobre uma floresta de Mata Atlântica com medidas micrometeorológicas e biométricas. Projeto Temático FAPESP.

- Rugiero, P.G.C., Pivello, V. R., Sparovek, G., Teramoto, E., Neto, A.G.P. 2006.** Relação entre solo, vegetação e topografia em área de cerrado (Parque Estadual Vassununga, SP): como se expressa em mapeamentos? *Acta Botanica Brasileira*. 20(2): 383 – 394.
- S.O.S. Mata Atlântica; INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). 2008.** Atlas de Remanescentes da Mata Atlântica.
www.sosmataatlantica.org.br/index.php?section=content&action=content
- Saleska, S.R.; Miller, S.; Matross, D.; Goulden, M.; Wofsy, S.; Rocha, H.R.; Camargo, P.; Crill, P.; Daube, B.; Freitas, H.; Hutyra, L. ; Keller, M. ; Kirchoff, V. ; Menton, M.; Munger, J.; Pyle E.; Rice, A. ; Silva, H. 2003.** Carbon in Amazon forests: unexpected seasonal fluxes and disturbance – Induced losses. *Science*. 302 (5650): 1554 – 1557.
- Santiago, L. S. 2000.** Use of coarse woody debris by the plant community of a Hawaiian montane cloud Forest. *Biotropica*, 32(4): 633 – 641.
- São Paulo. 1972.** Atlas pluviométrico do Estado de São Paulo. Secretaria de Serviços e Obras Públicas. São Paulo.
- Schwarze, F.W.M.R. 2007.** Wood decay under the microscope. *Fungal Biology Review*. 21: 133 – 170.
- Setzer, J. 1966.** Atlas climático e ecológico do Estado de São Paulo. Comissão Interestadual da Bacia Paraná – Uruguai. São Paulo.
- Sollins, Phillip. 1982.** Input and decay of coarse woody debris in coniferous stands in western Oregon and Washington. *Canadian Journal of Forestry Restoration*. 12: 18 – 28.
- Spies, T.A., Franklin, J.F., Thomas, T.B. 1988.** Coarse woody debris in Douglas-fir forests of western Oregon and Washington. *Ecology*. 69: 1689 – 1702.
- Stutervant, B.R., Bissonette, J.A., Long, J.N., Roberts, D.W. 1997.** Coarse Woody Debris as a Function of Age, Stand Structure and Disturbance in Boreal Newfoundland. *Ecological Applications*. 7: 702 – 712.
- Summers, P. M. 1998.** Estoque, decomposição e nutrientes da liteira grossa em floresta de terra-firme na Amazônia Central. Dissertação de mestrado. INPA/UFAM. 105 pág.
- Tans, P.P., Fung, I.Y, Takahashi,T. 1990.** Observational constraints on the global atmospheric CO₂ budget. *Science*. 247: 1431 – 1438.
- Tomazello, M. F. 1985.** Variação radial da densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* e *E. grandis*. IPEF, Piracicaba. 29: 39 – 45.

- Trugilho, P.F.; Silva, D.A.; Frazão, F.J.L.; Matos, J.L.M. 1990.** Comparação de métodos de determinação da densidade básica em madeira. *Acta Amazonica*. 20: 307 – 319.
- Tryon, R.M., Tryon, A.F. 1982.** Ferns and allied plants, with special reference to tropical America. Springer Verlag. New York.
- Valentini, R. 2003.** Fluxes of carbon, water and energy of european forests. *In: Ecological Studies, Analysis and Synthesis*. Springer – Verlag. (163): 270 pág.
- Van Dijk, A., Moene, A. F., De Bruin, H. A. R. 2004:** The principles of surface flux physics: theory, practice and description of the ECPACK library, Internal Report 2004/1, Meteorology and Air Quality Group, Wageningen University. 99 pág.
- Van Wagner, C. E. 1968.** The line intercept method in forest fuel sampling. *Forest Science*. 14: 20– 26.
- Van Wagner, C.E. 1982.** Graphical estimation of quadratic mean diameters in the line intersect method. *Forest Science*. 28: 852-855.
- Veiga, L. G., Joly, C. A., Vieira, S. A., Santos, F. A. M. 2009.** Produção e estoque de madeira morta em diferentes altitudes de Mata Atlântica. *Anais do III Congresso Latino Americano de Ecologia*.
- Veloso, P. H.; Rangel Filho, A. L. R., Lima, J. C.A. 1991.** Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: Ministério da Economia e Planejamento, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.
- Verma, S.B. 1990.** Micrometeorological methods for measuring surface fluxes of mass and energy, *Remote Sensing Reviews* 5(1): 99-115.
- Viana, V.M., Tabanez, A.J. , Martinez, J.L.A. 1992.** Restauração e manejo de fragmentos de florestas naturais. *Revista do Instituto Florestal* 4: 400-406.
- Vieira, S.A., Alves, L.F., Aidar, M.P.M., Araújo, L.S., Baker, T., Batista, J.L.F., Campos, M.C., Camargo, P.B., Chave, J., Delitti, W.B.C., Higuchi, N., Honorio, E., Joly, C.A., Keller, M., Martinelli, L.A., Mattos, E.A., Metzker, T., Phillips, O., Santos, F.A.M., Shimabukuro, M.T., Silveira, M. & Trumbore, S.E. 2008.** Estimation of biomass and carbon stocks: the case of the Atlantic Forest. *Biota Neotropica*. 8 (2): 21 – 29.
- Villagra, B. L. P. 2008.** Diversidade florística e estrutura da comunidade de plantas trepadeiras no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil. Dissertação de Mestrado. Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente.

- Villani, J. P. 1998.** Plano de manejo das unidades de conservação: Parque Estadual da Serra do Mar-Núcleo Santa Virgínia. Plano de Gestão Ambiental – Fase 1. Secretaria do Meio Ambiente.
- Warren, W. G., Olsen, P.F. 1964.** A line intersect technique for assessing logging waste. *Forest Science*.
- Weiser, V. L.; Godoy, S. A. P. 2001.** Florística em um hectare de cerrado sensu stricto na ARIE – cerrado Pé – de – Gigante, Santa Rita do Passa Quatro, SP. *Acta Botanica Brasilica*. 15: 201 – 212.
- Woldendorp, G., Keenan, R.J., Ryan, M.F. 2002.** Coarse Woody Debris in Australian Forest Ecosystems. Department of Agriculture, Fish and Forestry, Australia. pág. 75.
- Worrall, J.J., Anagnost, S.E., Zabel, R.A. 1997.** Comparison of wood decay among diverse lignicolous fungi. *Mycologia*, 89(2): 199-219.
- Xu, G., Goodell, B. 2001.** Mechanism of wood degradation by brown-rot fungi: Chelator – mediated cellulose degradation. *Journal of Biotechnology*. 27: 43–57.