

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RODRIGO ELIAS GUIMARÃES

INVENTÁRIO DE NECROMASSA EM REMANESCENTES FLORESTAIS NO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO

CURITIBA
2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RODRIGO ELIAS GUIMARÃES

INVENTÁRIO DE NECROMASSA EM REMANESCENTES FLORESTAIS NO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Trabalho apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de Especialista em Gestão Florestal no curso de MBA em Gestão Florestal, Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Roberto Sanquetta

CURITIBA
2015

Dedico este trabalho aos meus pais,
meu irmão e amigos pelo apoio que
prestam em todos os momentos que
necessito.

AGRADECIMENTOS

À Secretaria de Ambiente do Estado do Rio de Janeiro – SEA/RJ, pelo apoio e acesso as informações coletadas no durante o levantamento de campo do IFNRJ.

Ao Professor Carlos Roberto Sanquetta, pela orientação, disponibilidade, atenção dispensada, a oportunidade de ser seu orientado e além de agradecer deixo aqui minha sincera admiração pelo profissional que é.

Ao coordenador do Inventário Florestal Nacional no Estado do Rio de Janeiro – IFNRJ, Telmo Borges Silveira Filho, pela disponibilidade, contribuição através dos conhecimentos repassados durante este estudo e por estar sempre pronto a me esclarecer duvidas a qualquer momento, sendo quase um coorientação, agradeço o incentivo e principalmente pela amizade.

À Transtema Consultoria Ltda. pela oportunidade de ingressar no projeto e fazer parte desse trabalho que envolveu dezenas de profissionais.

O meu reconhecimento e profundo agradecimento ao senhor Dr. José E. R. Collares, pela participação, pela oportunidade que me foi concedida, pelos ensinamentos, pelo estímulo que me impulsionou na escrita deste trabalho e em especial pela amizade que foi construída durante todo o levantamento de campo do IFNRJ.

A todos os participantes do levantamento de campo do IFNRJ, em especial a minha equipe, Vinicius Cysneiros, Joaquim Mendonça, Cévio Resende, ao supervisor Otávio Samôr, e aos demais participantes Camila Gessner, Ana Luiza Castro, Luiz Santana, Mariana Ramos, Débora Hottz, Gilberto Terra, Takumã Machado, Juan Resende, Rafael Amon, Douglas Costa, Arthur Schimdt, Heitor Uller, Marcelo Angelo, Rafaela Pereira, José Cláudio Ururahy, Vagner Vieira, Leonardo Pimentel, Rodrigo Giovanetti, Ernane Cordeiro e Juan Galves e a todos os auxiliares de campo e guias locais que fizeram parte desse projeto.

Ao pessoal do escritório da Transtema, Paulo Sérgio, Romulo Weckmüller, Marcela Barros e José Collares.

Aos amigos Engenheiros Florestais, Mario Hermenegildo, Julião Arbex e Juan Galves, pelo incentivo e pelas horas de estudo compartilhadas durante a conclusão do curso.

A minha mãe e meu irmão pelo apoio e carinho, que participaram de longe, mas com muita dedicação e preocupação.

Ao meu pai, que admiro e tenho muito orgulho, agradeço com todo carinho e de todo coração.

RESUMO

A quantificação da necromassa depositada sobre o chão da floresta em diferentes regiões fitoecológicas faz parte do conjunto de informações a ser produzido pelo Inventário Florestal Nacional no Estado do Rio de Janeiro. O presente trabalho utiliza dados coletados durante o inventário no período de setembro de 2013 e agosto de 2014 e foram analisados por região fitoecológica. A amostragem adotada pelo Inventário Florestal Nacional utiliza o método da linha interceptadora, e foi conduzida através da instalação de dois transectos de 10 metros de comprimento, disposto em forma de cruz no ponto central de cada unidade amostral em conglomerado. Para este estudo foram utilizadas 138 unidades, sendo que em 123 unidades houve levantamento de necromassa e em 67 delas existe registro de fragmentos de galhos ou troncos que interceptaram pelo menos uma linha amostral. Foram medidos os diâmetros de galhos e troncos de madeira ou outro material lenhoso, com diâmetro mínimo de 2,5 cm. Cada um destes fragmentos foi classificado em três diferentes níveis de decomposição, conforme prescrito na metodologia do Inventário Florestal Nacional. Os valores de densidades utilizados foram obtidos para necromassa na região de Floresta Ombrófila Densa na Amazônia Oriental para o diâmetro inferior a 10 cm, e um gradiente altitudinal de Floresta Ombrófila Densa no Nordeste do Estado de São Paulo, para diâmetro superior a 10 cm foram adotadas conforme a classe de decomposição. O estudo revelou que cerca de 95% dos fragmentos de necromassa registrados nas regiões fitoecológicas estudadas apresentam diâmetros entre 2,5 e 10 cm. A média do volume de necromassa na região fitoecológica de Floresta Estacional Decidual foi de 14,91 m³.ha⁻¹, na Floresta Estacional Semidecidual foi de 30,48 m³.ha⁻¹, na Floresta Ombrófila Densa foi de 16,78 m³.ha⁻¹ e na Restinga de 7,35 m³.ha⁻¹. Em todas as regiões estudadas, os maiores valores de volume de necromassa referem-se aos fragmentos em decomposição avançada (Classe 3) e representam cerca 70% do total do volume de necromassa registrada, cerca de 20% em decomposição inicial (Classe 2) e 10% do volume de necromassa é de material novo (Classe 1). O estudo revelou que os remanescentes florestais na região da Floresta Estacional Semidecidual estocam 10,65 Mg.ha⁻¹, seguido das regiões de Floresta Ombrófila Densa e Estacional Decidual com 6,13 e 5,59 Mg.ha⁻¹, respectivamente, e a região de Restinga apresentou um valor de 2,83 Mg.ha⁻¹. Não houve diferença significativa entre as médias dos valores de peso de necromassa nas 4 regiões fitoecológica estudadas para $\alpha=0,05$ em análise de variância. Neste estudo evidenciou-se a necessidade de uma melhor avaliação quanto ao comprimento ótimo da linha interceptadora para as análises de estoque de necromassa. Grande parte do estoque de fragmentos registrados encontrados foram de peças com até 10 cm de diâmetro com cerca de 95% das amostras registradas. Estes registros representam cerca de 50% do estoque de carbono as regiões estudadas. O estudo mostrou que cerca de 70% dos registros de fragmentos foram classificados em decomposição avançada. Este resultado aponta a importância de se determinar, com maior precisão, a densidade básica desses resíduos, principalmente para as classes de menor diâmetro.

Palavras-Chave: Biomassa morta, ciclagem, resíduos lenhosos, piso, florestal.

ABSTRACT

The amount of the deposited necromass on the forest floor in different phytoecological regions makes part of a complex role of information to be produced by the National Forest Inventory in the state of Rio de Janeiro. This study uses data collected during the inventory through September 2013 to August 2014 and were analyzed by phytoecological region. The sampling adopted by the National Forest Inventory uses the method of intercepting line and was conducted by installing two transects of 10 meters long arranged in a cross shape at the midpoint of each sample unit in conglomerate. For this study 138 units were used in 123 units there was a lifting of necromass and in 67 of there is a register of benches fragments or logs that have intercepted at least one sample line. The diameters of branches and logs of wood or other timber were measured with a minimum diameter of 2.5 cm. Each of these fragments was classified in three different levels of decomposition, as prescribed in the methodology of the National Forest Inventory. The used densities values were obtained for necromass in the region of dense rain forest in the eastern Amazon to the diameter of less than 10 cm and an altitudinal gradient of dense rain forest in the northeast of São Paulo to a diameter greater than 10 cm were adopted as the class of decomposition. The study found that about 95% of necromass fragments recorded in the studied phytoecological regions have diameters between 2.5 and 10 cm. The average volume of necromass in phytoecological region Forest Deciduous was $14.91 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$, in Semi deciduous Forest was $30.48 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$, in the Ombrophyllous Forest was $16.78 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ and Restinga $7.35 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$. In all regions studied, the highest volume values necromass refer to the decomposed into fragments (Class 3) and represent about 70% of the total volume of recorded necromass, about 20% in the initial decomposition (Class 2) and 10% of the volume is new necromass material (Class 1). The study found that the forest remaining in the region of the Semi deciduous Forest region stock 10.65 Mg ha^{-1} , followed by the regions of the Ombrophyllous Forest and Deciduous with 6.13 and 5.59 Mg ha^{-1} , respectively, and the Restinga region presented a value of 2.83 Mg ha^{-1} . There was no significant difference between the average weight values of necromass in the four phytoecological regions studied $\alpha = 0.05$ in analysis of variance. In this study it was pointed the need for a better evaluation regarding to the optimal length of the interceptor line to the analysis of inventory necromass. The greatest part of the stock of the registered fragments found measured 10 cm in diameter with approximately 95% of the recorded samples. These records represent about 50% of the carbon stock in the regions studied. The study showed that about 70% of fragments of records were classified in advanced disintegration. This result shows the importance of determining more precisely, the basic density of this waste, mainly to the classes of smaller diameter.

Key-words: Deadwood, cycling, woody debris e floor forestry.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DAP	Diâmetro à altura do peito
FAO	Food and Agriculture Organization
GEOPEA	Gerência de Geoprocessamento e Estudos Ambientais
IFFSC	Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina
IFN	Inventário Florestal Nacional
IFN-RJ	Inventário Florestal Nacional no Estado do Rio de Janeiro
INEA/RJ	Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro
PC	Ponto Central
RH	Região Hidrográfica
RJ	Rio de Janeiro
SEA/RJ	Secretaria de Estado do Ambiente do Rio de Janeiro
SFB	Serviço Florestal Brasileiro
UA	Unidade (s) Amostral (is)
UC	Unidade (s) de Conservação

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Distribuição das unidades amostrais no estado do Rio de Janeiro.	4
Figura 2. Distribuição das unidades amostrais na RH Piabanha.	5
Figura 3. Distribuição das unidades amostrais na RH Rio Dois Rios.	6
Figura 4. Distribuição das unidades amostrais na RH Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana.	7
Figura 5. Distribuição das unidades amostrais na RH Macaé e Rio das Ostras.	8
Figura 6. Distribuição das unidades amostrais na RH Lagos São João.	9
Figura 7. Estrutura do conglomerado e a disposição dos transectos em uma UA do IFN-RJ.	10
Figura 8. Distribuição do número de fragmentos de necromassa (%) por classe de diâmetro.	15
Figura 9. Composição do volume de necromassa (%) por classe de diâmetro.	17
Figura 10. Composição do volume de necromassa (%) por classe de decomposição.	19
Figura 11. Composição do peso da necromassa (%) por classe de diâmetro.	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Códigos para determinação da classe de decomposição do material encontrado.....	11
Tabela 2. Densidade de necromassa (d) por classe de diâmetro e por classe de decomposição, de acordo com Keller <i>et al.</i> (2004).....	12
Tabela 3. Número de transectos com registro de necromassa por região fitoecológica.....	14
Tabela 4. Número de fragmentos de necromassa registrados por região fitoecológica e por classe de diâmetro.....	15
Tabela 5. Volume médio de necromassa ($\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$) por região fitoecológica e por classe de diâmetro.....	16
Tabela 6. Erro amostral (%) e coeficiente de variação (%) do volume de necromassa.....	17
Tabela 7. Volume de necromassa ($\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$) por classe de decomposição e por região fitoecológica.....	19
Tabela 8. Peso de necromassa ($\text{mg}.\text{ha}^{-1}$) caída por região fitoecológica e por classe de diâmetro.....	20
Tabela 9. Teor de carbono na necromassa caída ($\text{mg}.\text{ha}^{-1}$) por região fitoecológica e por classe de diâmetro.....	22

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVO GERAL	3
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	4
3.1	DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	4
3.1.1	Região Hidrográfica – Piabanha.....	4
3.1.2	Região Hidrográfica – Rio Dois Rios	5
3.1.3	Região Hidrográfica – Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana.....	6
3.1.4	Região Hidrográfica – Macaé e Rio das Ostras.....	7
3.1.5	Região Hidrográfica – Lagos São João	8
3.2	METODOLOGIA.....	10
3.2.1	Equações	11
3.2.2	Precisão das estimativas.....	13
3.2.3	Teor de Carbono.....	13
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
4.1	NÚMERO DE TRANSECTOS	14
4.2	VOLUME DE NECROMASSA	16
4.3	ESTOQUE DE NECROMASSA.....	19
4.4	ESTOQUE DE CARBONO.....	21
5	CONCLUSÕES	24
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

1 INTRODUÇÃO

As florestas tropicais são muito importantes no processo de ciclagem de carbono. Estima-se que as florestas tropicais contenham cerca de 40% do carbono estocado na biomassa terrestre, os quais estão divididos entre a biomassa viva e biomassa morta (necromassa) (BROWN, 1997). As florestas maduras funcionam como reservatórios de carbono, que permanecem estocada em biomassa viva e morta, e vão sendo liberados lentamente para a atmosfera pelo processo de decomposição da matéria orgânica (MALHI & GRACE, 2000; LUYSSAERT *et al.*, 2008).

No entanto, as frequentes mudanças de uso do solo, queimadas, substituição das florestas para a agricultura, agropecuária e urbanização tem liberado em um curto prazo para a atmosfera uma grande quantidade de carbono. Estudos que envolvem o funcionamento destes ecossistemas, quantificação de estoque e fluxo de carbono, são relevantes para compreendermos a dinâmica do CO₂ dentro do ciclo global do carbono (PHILLIPS *et al.*, 1998, NASCIMENTO E LAURANCE 2002, GIBBS *et al.*, 2007).

Grande parte da fração total da biomassa de uma floresta está presente na parte aérea das árvores vivas, por esse motivo a maioria das estimativas acerca do estoque de carbono, as quais são feitas em campo, priorizam a análise da biomassa aérea. Entretanto, é importante destacar a necessidade de quantificar o carbono presente também no solo e na serrapilheira. Estes detritos vegetais, tais como galhos mortos, pedaços de madeira e árvores caídas no chão pode representar uma fração significativa do estoque total de carbono em uma floresta, podendo assim ser considerado um importante componente do estoque de carbono.

Estimativas apontam que a necromassa total pode representar entre 20 a 40% do carbono total estocado em florestas tropicais, tendo grande influência na ciclagem deste elemento no ecossistema (PALACE *et al.*, 2007). Quantificar o estoque de necromassa possui uma importância significativa devido a sua forte ligação com o efeito estufa, com as mudanças climáticas e ainda para entender se as florestas foram substancialmente perturbadas recentemente.

A necromassa presente nos ecossistemas naturais e antropizados garantem a manutenção dos teores de matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes no solo, que por sua vez servem de habitat e alimento para diversas formas de vida. Neste

sentido a sua quantificação torna-se um atributo essencial para o manejo florestal eficiente. O conhecimento dos estoques, da deposição periódica e da velocidade de decomposição dos detritos vegetais lenhoso é importante para auxiliar na compreensão do funcionamento e conseqüente fragilidade deste componente florestal (PAULLETO, 2006).

Segundo Woodall *et al.* (2009), somente 13% dos países realizam inventários florestais de necromassa e em geral são realizados com baixa intensidade amostral e com diferentes métodos de amostragem. Em alguns países vem sendo utilizado o método da linha transectal (*Line Intercept Sampling – LIS*), o qual tem se mostrado o mais apropriado para a quantificação de resíduos. (FAO, 2009). Este método vem sendo aplicado amplamente em Inventários Florestais Nacionais e, na Austrália (MCKENZIE, 2000), faz parte do Sistema Nacional de Levantamento de Carbono, para estimativa de carbono de necromassa. No método de transectos, a linha amostral é de fato, um plano vertical, onde são medidos os diâmetros dos fragmentos de madeira que ocorreram em interseção ao plano e é classificado o seu nível de degradação.

No Brasil, o Inventário Florestal Nacional abrange todo o país, tendo como principal propósito fornecer informações para subsidiar a definição de políticas florestais, a gestão dos recursos florestais e a elaboração de planos de uso e conservação dos recursos florestais (SFB, 2012). O Estado do Rio de Janeiro, através da Secretaria de Ambiente em parceria com Serviço Florestal Brasileiro, lançou oficialmente o Inventário Florestal Nacional no Estado do Rio de Janeiro em setembro de 2013. Ao todo serão visitadas 282 unidades amostrais no estado e dentre os diversos temas de interesse do monitoramento do IFN-RJ está à avaliação da matéria morta sobre o solo, com o objetivo de estimar os estoques de carbono existentes.

No presente estudo, foram utilizados dados de 138 unidades amostrais, distribuídos em Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Densa, Restinga e também pastagens e centros urbanos. Neste contexto, o presente trabalho teve como principal objetivo quantificar o estoque de necromassa acima do solo em áreas de cobertura florestal no Estado do Rio de Janeiro.

2 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho pretende contribuir para o entendimento da dinâmica e quantificação dos estoques de necromassa em parte dos remanescentes florestais no Estado do Rio de Janeiro.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Quantificar o estoque da necromassa em diferentes classes de diâmetro.

Quantificar o estoque da necromassa quanto aos níveis de decomposição.

Analisar a possível relação entre as regiões fitoecológicas e o estoque de necromassa.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estado do Rio de Janeiro apresenta diversos tipos de paisagem, o qual se deve a suas distintas características fisiográficas (Figura 1). Esta diversidade inviabiliza uma caracterização geral do estado, assim optou-se pela caracterização por região hidrográfica, que é utilizada pelos órgãos ambientais como regiões de planejamento e gestão. A distribuição das unidades amostrais utilizadas neste estudo ocorre, principalmente, em quatro regiões hidrográficas, são elas: Lagos São João, Rio Dois Rios, Macaé e Rio das Ostras e Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana. Houve ainda levantamento de seis UA na Região Hidrográfica Piabanha.

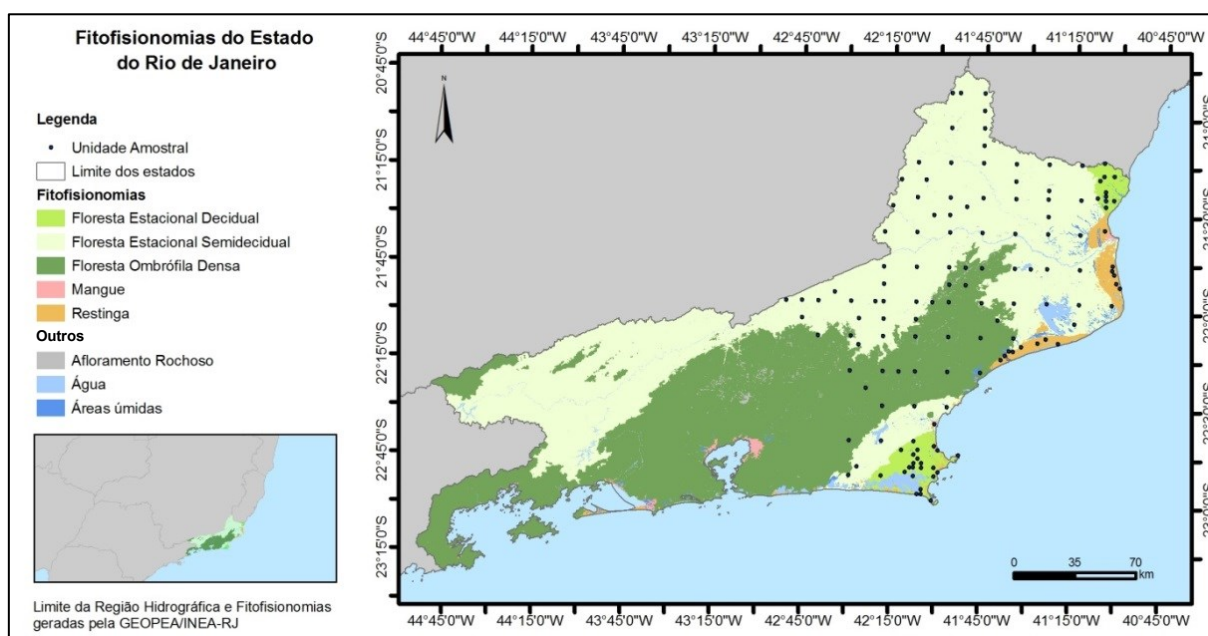


Figura 1. Distribuição das unidades amostrais do Inventário Florestal Nacional no Estado do Rio de Janeiro.

3.1.1 Região Hidrográfica – Piabanha

A RH Piabanha está localizada na Região Serrana do estado (Figura 2). De acordo com Reis e Mansur (1995), a maior parte do relevo da RH-IV é bem antigo, formado no Pré-Cambriano por gnaisses, ortognaisses e granitos; no que os autores denominam Suíte Serra dos Órgãos (Neoproterozóico) e Complexo Paraíba do Sul

(Proterozóico). Esta área destaca-se por um relevo muito falhado, seguindo a direção predominante no estado do Rio de Janeiro (direção NE-SW).

A Serra do Mar recebe a umidade que vem do Oceano Atlântico, funcionando como grande barreira retentora de umidade, ocasionando as chuvas orográficas em toda sua extensão. O clima é tropical, devido ao déficit hídrico e à precipitação continua alta (1.000 ml a 1.500 ml/ano), caracterizando o clima nas áreas das planícies e colinas como tropical úmido e tropical subúmido (GOLFARI, 1980).

Na região ocorrem predominantemente dois tipos de florestas: a Floresta Ombrófila Densa, principalmente na Serra dos Órgãos, e a Floresta Estacional Semidecidual, próxima à margem direita do Rio Paraíba do Sul.

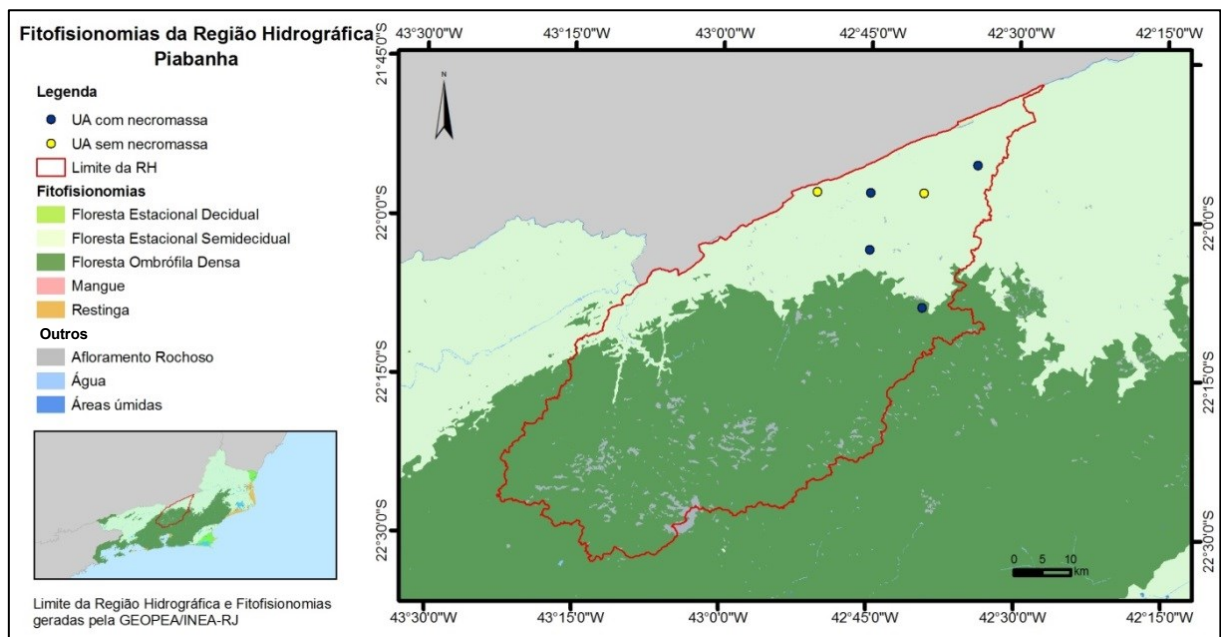


Figura 2. Distribuição das unidades amostrais do IFN na RH Piabanha.

3.1.2 Região Hidrográfica – Rio Dois Rios

A RH Rio Dois Rios fica em sua maioria na Região Serrana do estado fluminense (Figura 3). Reis e Mansur (1995), estudando a região aqui citada, verificaram que o relevo escarpado é bem antigo, Pré-Cambriano, com granitos e biotitas das chamadas Suíte Desengano e Suíte Angelim, datadas do Neoproterozóico (ciclo Brasileiro II).

O clima da região é o tropical úmido com verão chuvoso e inverno seco, e segundo a classificação climática de Köppen a região Norte Fluminense insere-se na

classe Aw. A média de precipitação pluviométrica próxima a 1.056 mm/ano, com baixa amplitude térmica e média anual em torno de 24°C (RAMOS *et al.*, 2009).

A região serrana do estado tem predomínio de Floresta Estacional Semidecidual, com destaque também para a Floresta Ombrófila Densa, na Serra do Desengano e Serra do Mar, localizadas próximo ao Município de Nova Friburgo.

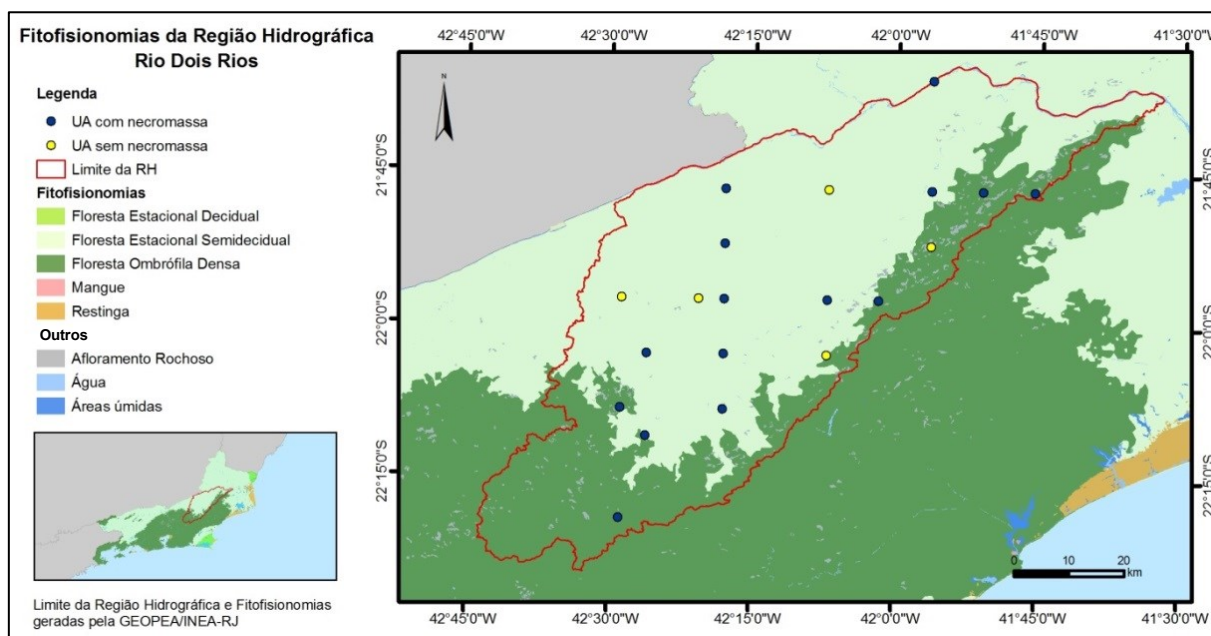


Figura 3. Distribuição das unidades amostrais do IFN na RH Rio Dois Rios.

3.1.3 Região Hidrográfica – Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana

A RH do Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana abrange toda a porção Norte e Nordeste do estado fluminense (Figura 4). Por ser a maior RH do estado apresenta uma geologia muito diversa, com predomínio de gnaisse-feldspáticos, datados do Meso/Neoproterozóico na parte noroeste, chamada de Unidade Itaperuna. No litoral norte do estado o relevo Cenozóico, com predominância do Grupo Barreiras, do Terciário, marca o entorno de São Francisco do Itabapoana no extremo norte, além de uma extensa Planície costeira e depósitos colúvio-aluvionares, do Quaternário. Próximo ao litoral de Campos dos Goytacazes o relevo é Quaternário, com depósitos colúvio-aluvionares e depósitos marinhos e flúvio-marinhos provenientes da planície costeira do Rio Paraíba do Sul. Já no litoral sul desta RH, no município de Quissamã, além dos depósitos supracitados, há alguns fragmentos do Complexo Região dos Lagos, que são formados por ortognaisses muito antigos, datados do Paleoproterozóico (REIS e MANSUR, 1995).

Na parte mais noroeste do estado, próximo ao município de Itaperuna, o regime de precipitação pluviométrico apresenta média anual de 1.200 mm/ano. Segundo a classificação climática de Köppen, esta região insere-se na classe Aw; isto é, tropical úmido com verão chuvoso, inverno seco e temperatura do mês mais frio superior a 18°C. A temperatura média anual situa-se em torno de 24°C (RAMOS *et al.*, 2009).

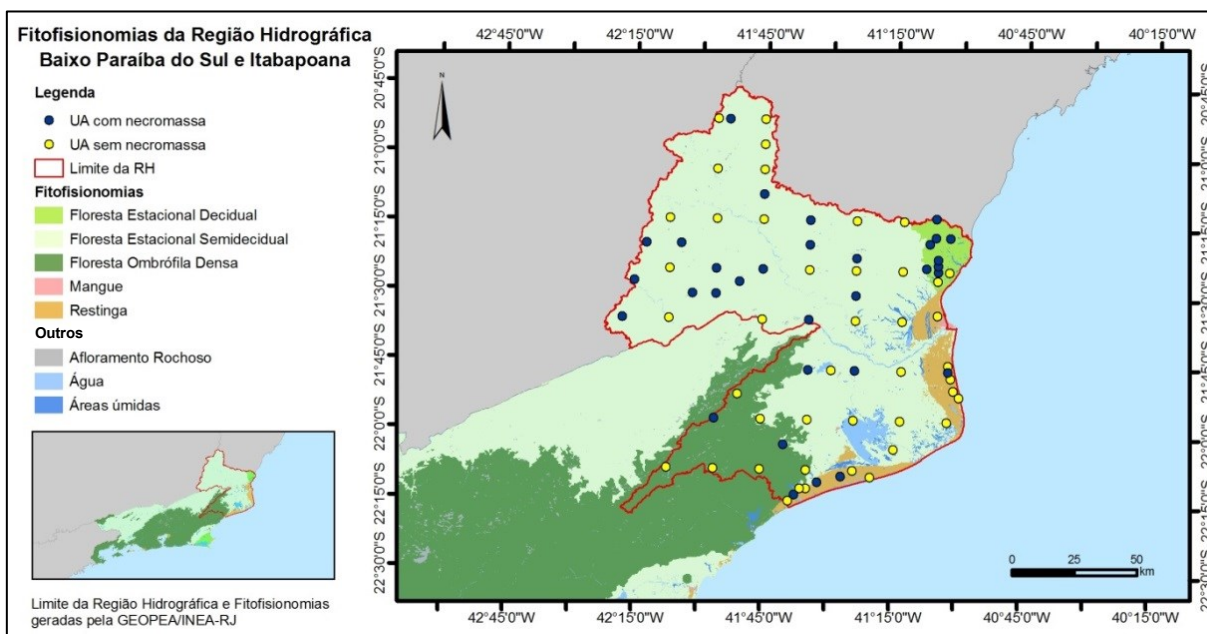


Figura 4. Distribuição das unidades amostrais do IFN na RH Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana.

Ao longo do litoral é possível encontrar cordões de Restingas e áreas úmidas, na porção mais continental destaque para a ocorrência de ambientes da Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Decidual e por fim o predomínio de Floresta Estacional Semidecidual na maior parte da RH.

3.1.4 Região Hidrográfica – Macaé e Rio das Ostras

Localizada em parte da Região dos Lagos e parte do Norte Fluminense a RH Macaé e Rio das Ostras (Figura 5) possui um relevo bem antigo, formado por gnaisses, ortognaisses e granitos da Suíte Serra dos Órgãos e o Complexo Paraíba do Sul, datadas do período Neoproterozóico e Proterozóico, respectivamente.

O clima nas áreas mais altas da serra pode ser considerado o tropical de altitude com alta umidade e no litoral predomina o clima tropical quente úmido a

super-úmido apresentando média de precipitação pluviométrica em torno de 1.000 mm/ano e de temperatura variando de 22°C a 24°C (GOLFARI, L. & MOOSMAYER, H., 1980).

Quanto à vegetação o predomínio é de Floresta Ombrófila Densa, com pequena ocorrência de Floresta Estacional Semidecidual, restingas e áreas úmidas no litoral.

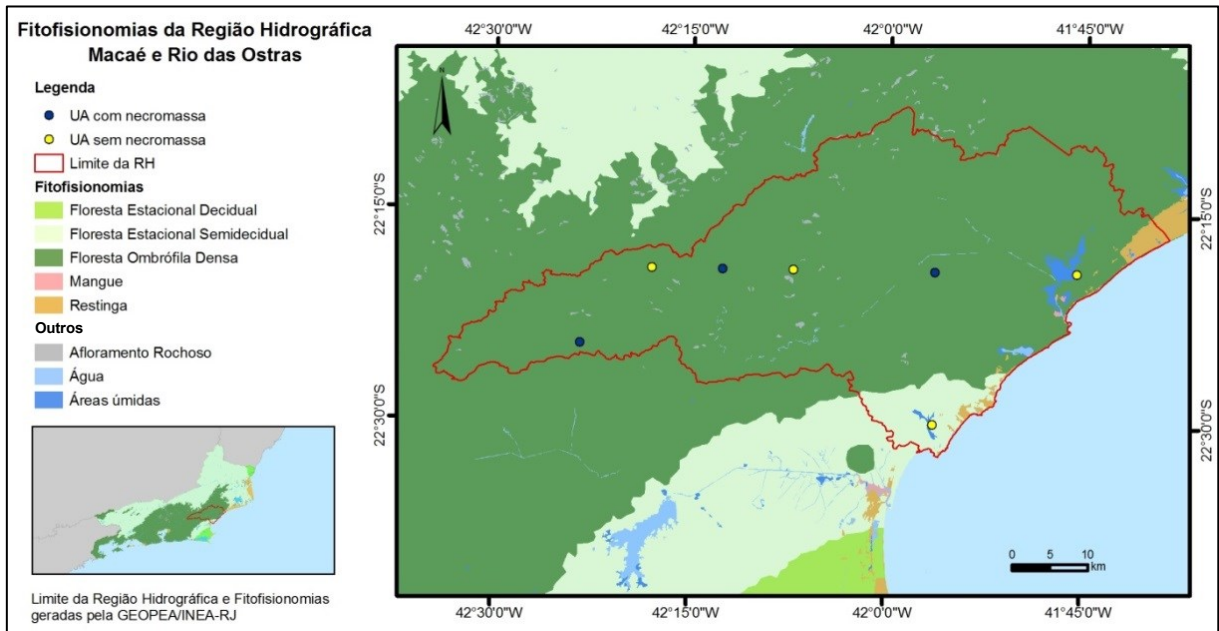


Figura 5. Distribuição das unidades amostrais do IFN na RH Macaé e Rio das Ostras.

3.1.5 Região Hidrográfica – Lagos São João

A RH Lagos São João localiza-se na porção leste do estado e é abastecido, principalmente, pelo rio São João que deságua no litoral do município de Casimiro de Abreu (Figura 6). A região é conhecida como Região dos Lagos, formada no Paleoproterozóico, por ortognaisses, destacam-se nessa região formações sedimentares do Quaternário, compostos por depósitos de restinga, depósitos marinhos e flúvio-marinho e depósitos colúvio-aluvionares.

A região de Cabo Frio apresenta um microclima muito particular de tipo semiárido, com baixos índices de precipitação pluviométricos (em média 600 a 700 mm/ano) e elevadas taxas de evaporação (1.300 a 1.400 mm/ano). Este contraste pluviométrico, em relação ao restante do estado, faz com que a vegetação encontrada nesta região, apresente diversas peculiaridades ecológicas.

Considerada por alguns autores com um “enclave” fitogeográfico, com fisionomias de “caatingas”, rodeada por grandes contínuos de Mata Atlântica. Cabo Frio constitui-se no “único grande reduto de caatingas extra sertanejo” do país. (AB’SABER, 2003; COE *et al.*, 2007). De acordo com o mapeamento de Fitofisionomias realizado pela GEOPEA/INEA-RJ, há uma transição vegetacional na RH Lagos São João, sendo decidual mais perto do litoral, e semidecidual e ombrófila mais no interior do continente, nas regiões mais altas da bacia. A presença de restingas é comum ao longo de todo o litoral, inclusive com formação de significativos campos de dunas nos municípios de Arraial do Cabo e Cabo Frio.

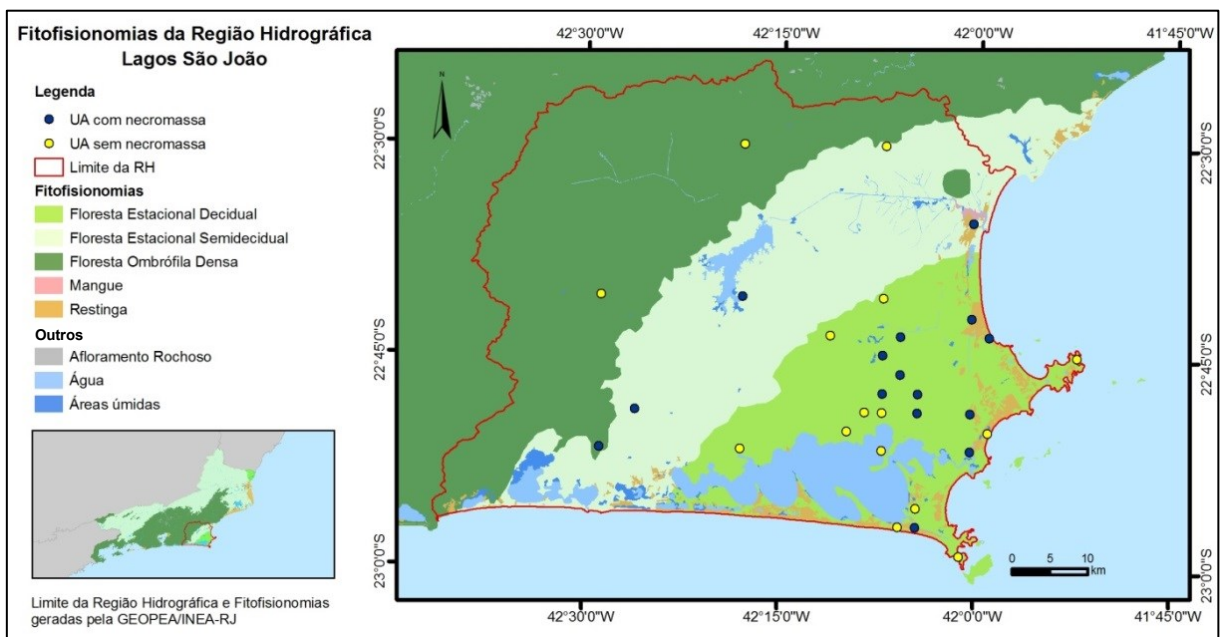


Figura 6. Distribuição das unidades amostrais do IFN na RH Lagos São João.

3.2 METODOLOGIA

A amostragem para a coleta de dados sobre a necromassa do Inventário Florestal Nacional (IFN). No ponto central de cada Unidade Amostral (UA) procedeu-se a instalação de dois transectos de 10 metros de comprimento (Figura 7). Para a instalação dos dois transectos foram demarcadas duas linhas no solo, com o auxílio da bússola, no sentido NE-SO e NO-SE.

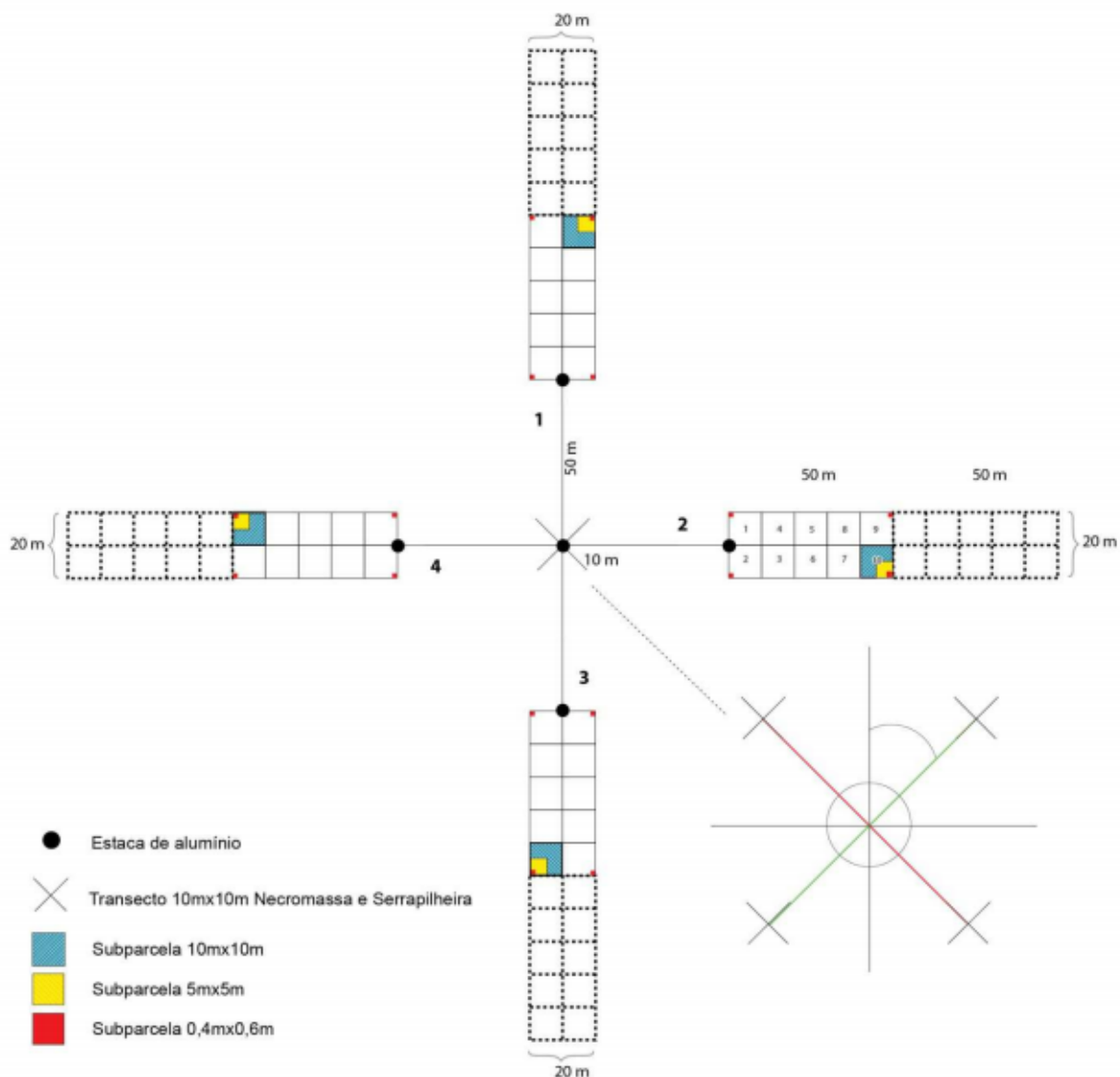


Figura 7. Estrutura do conglomerado e a disposição dos transectos em uma UA do IFN-RJ.

Fonte: Manual de campo do IFN, Serviço Florestal Brasileiro (2015).

O procedimento de amostragem consiste no caminhamento ao longo da linha de inventário registrando todos os galhos e troncos de madeira ou outro material lenhoso encontrado em interseção ou a sua projeção vertical (galhos e troncos suspensos) ao plano vertical, com diâmetro igual ou superior a 2,5 cm. Segundo Van Wagner (1982), esse método dispensa o teste preliminar para determinar o erro proveniente da orientação dos fragmentos em relação à linha transectal. Também foi coletado o nível de decomposição de cada fragmento encontrado conforme metodologia estabelecida pelo SFB para o IFN (Tabela 1).

Tabela 1. Códigos para determinação da classe de decomposição do material encontrado.

	Classe de decomposição	Características
1	Novo	Casca intacta, presença de ramos e textura de madeira intacta.
2	Decomposição Inicial	Resquícios de casca, sem ramos e madeira firme.
3	Decomposição Avançada	Sem casca, sem ramos e com madeira em estágio de decomposição médio a avançado, aparência esfarelenta.

Fonte: Manual de campo do IFN, Serviço Florestal Brasileiro (2015).

Em unidades amostrais com registro de fragmento de necromassa em apenas um transecto, foi considerado um transecto “vazio” ou “sem necromassa” e assumiu-se a média das duas linhas de 10 m, assim como nas demais UA.

3.2.1 Equações

O cálculo do volume sólido de cada um dos fragmentos registrados é estimado pela equação dada por (Van Wagner, 1968):

$$V = \left(\frac{\pi^2}{8 \cdot L} \right) \cdot \sum_{i=1}^n d^2$$

Onde:

V = volume para o transecto, por unidade de área (m³.ha);

d = diâmetro de um fragmento de necromassa (cm);

L = comprimento do transecto (m);

n = número de fragmentos ou toras encontrados no transecto.

A fórmula para estimativa do volume (V) em m³.ha⁻¹ foi obtida por Van Wagner (1982) para o comprimento do transecto (L) em metros e o diâmetro do fragmento (d) em centímetros.

Para o cálculo de necromassa (W) em Mg.ha⁻¹ foi utilizado a densidade básica do material (D) em Mg.m⁻³ multiplicado pelo volume (V) em m³.ha⁻¹.

$$W = D \cdot \left(\frac{1,234}{L} \right) \cdot \sum_{i=1}^n d^2$$

A densidade básica das peças (razão entre o peso seco e o volume saturado) deveria ser calculada seguindo o Princípio de Arquimedes, medindo-se o volume deslocado pela peça mergulhada em uma proveta com volume conhecido. Como o IFN não estabelece esse procedimento, foram utilizadas as densidades básicas sugeridas por Cardoso *et al.* (2012), obtida de Keller *et al.* (2004), para o IFFSC (Tabela 2) para diâmetro inferior a 10 cm. As densidades básicas para diâmetro superior a 10 cm foram adotadas conforme a classe de decomposição. A densidade utilizada foi adaptada de Vieira *et al.* (2011). Os valores obtidos por esses autores já incluem fatores para descontar os espaços vazios existentes no material inventariado.

Os valores de densidades utilizados foram obtidos para necromassa na região de Floresta Ombrófila Densa na Amazônia Oriental (KELLER *et al.*, 2004) e um gradiente altitudinal de Floresta Ombrófila Densa no Nordeste do Estado de São Paulo (VIEIRA *et al.*, 2011). Esses valores de densidade vêm sendo amplamente utilizados em diversos estudos, em decorrência da falta de estudos específicos para a mesma metodologia aplicada neste estudo para regiões da Mata Atlântica.

Tabela 2. Densidade de necromassa (d) por classe de diâmetro e por classe de decomposição, de acordo com Keller *et al.* (2004) e Vieira *et al.* (2011)

Classe de diâmetro (cm)	Classe de decomposição	Densidade (Mg.m ⁻³)
< 5	-	0,36
5 a 10	-	0,45
>10	1	0,42
	2	0,36
	3	0,30

As comparações das variáveis entre as regiões fitoecológica foram feitas através de análises de variância simples (ANOVA).

3.2.2 Precisão das estimativas

Devido a grande heterogeneidade da variável analisada é comum encontrarmos valores de erro amostral acima do valor desejável, que é de até 10%.

Desse modo a fórmula do erro amostral é dada por:

Erro absoluto:

$$E_a \cong \pm S_{\bar{x}} \cdot t$$

Erro Relativo:

$$E_r \cong \pm \frac{E_a}{\bar{x}} \cdot 100$$

$S_{\bar{x}}$ = Erro padrão da média;

\bar{x} = Volume médio de necromassa das unidades amostrais;

t = valor de t da Tabela de Student para $(n-1)$ graus de liberdade e nível de probabilidade de 95% ($\alpha=0,05$).

Onde:

$$S_{\bar{x}} \cong \sqrt{S^2_{\bar{x}}}$$

$S_{\bar{x}}$ = Erro padrão;

$S^2_{\bar{x}}$ = Variância da média.

3.2.3 Teor de Carbono

Para quantificação do teor de carbono assumiu-se no presente estudo a multiplicação da necromassa caída por 0,439, valor obtido por Maas (2015) para região de Floresta Ombrófila Mista no Estado do Paraná.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 NÚMERO DE TRANSECTOS

Foram visitadas, no total, 138 UA sendo que em 15 UA houve impedimento para o levantamento biofísico e conseqüentemente, não houve avaliação de necromassa. Em 123 UA com levantamento biofísico, foram coletados registros de necromassa em 67 UA, com um total de 119 transectos (Tabela 3). Esses transectos estão localizados em quatro regiões fitoecológicas, são elas: Florestal Estacional Decidual, Florestal Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Densa e Restinga.

Tabela 3. Número de transectos com registro de necromassa por região fitoecológica.

Região fitoecológica	Nº de UA	Nº de Transectos
Floresta Estacional Decidual	13 (total 24)	25
Floresta Estacional Semidecidual	33 (total 66)	57
Floresta Ombrófila Densa	11 (total 16)	21
Restinga	10 (total 17)	16
Total	67 (total 123)	119

Em 15 (quinze) das unidades amostrais analisadas, apenas um transecto continha necromassa, sendo nove UA na Floresta Estacional Semidecidual, quatro UA na Restinga, uma UA na Floresta Ombrófila Densa e uma na Floresta Estacional Decidual.

Durante os meses de setembro a dezembro de 2013 e entre os meses de abril a agosto de 2014 foram registrados 506 fragmentos de necromassa. Em média 68% dos fragmentos registrados possuem até 5 cm de diâmetro e 26% dos fragmentos possuem entre 5 e 10 cm de diâmetro (Figura 8). Estes fragmentos correspondem a cerca de 95% dos fragmentos de necromassa registrados nas regiões fitoecológicas estudadas. Dos 123 conglomerados instalados, somente em cinco unidades de amostra, foi encontrado material com diâmetro superior a 20 cm num total de 6 fragmentos (Tabela 4). Desse modo, fragmentos com mais de 10 cm de diâmetro correspondem apenas a 5% do total de registros obtidos.

Tabela 4. Número de fragmentos de necromassa registrados por região fitoecológica e por classe de diâmetro (cm).

Região fitoecológica	2,5 e 5	5 e 10	10 e 20	≥ 20	Total
Floresta Estacional Decidual	74	26	7	1	108
Floresta Estacional Semidecidual	159	63	19	5	246
Floresta Ombrófila Densa	69	23	6	0	98
Restinga	36	16	2	0	54
Total	338	128	34	6	506

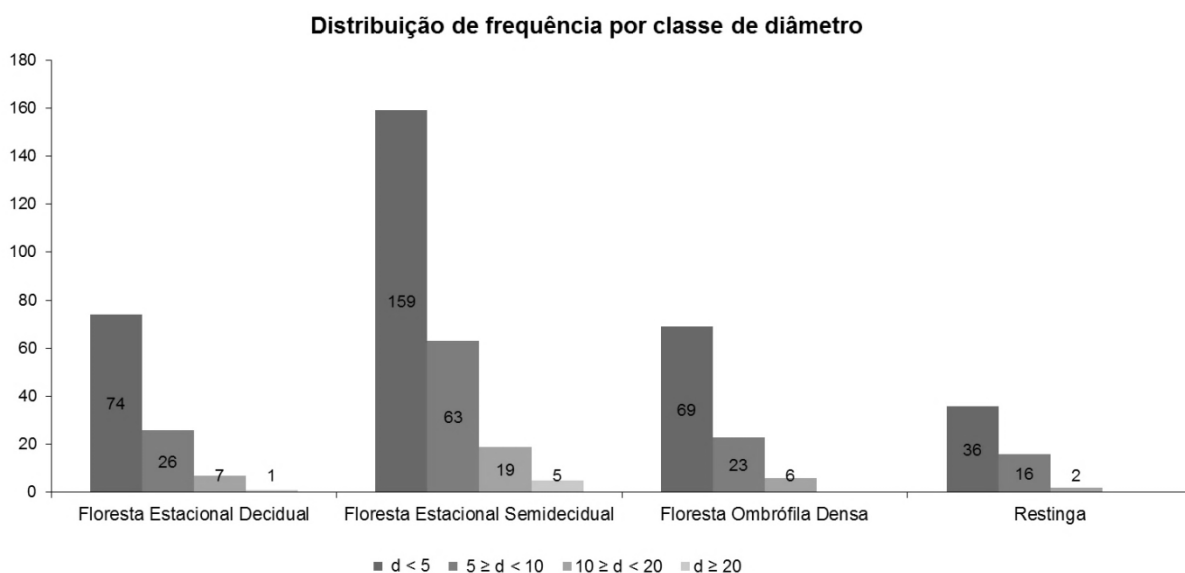


Figura 8. Distribuição de frequência por classe de diâmetro (cm) para cada região fitoecológica.

A necromassa amostrada seguiu uma distribuição exponencial negativa, corroborando com a distribuição de diâmetros em estudos semelhantes a este em outras regiões no Brasil e no mundo. Ribeiro *et al.* (2012) e Woldendorp *et al.* (2002) estudando a distribuição de frequência de diâmetros em regiões de Floresta Ombrófila Mista no estado do Paraná e em terras localizadas em Injune, Kiola e Warra na Austrália, respectivamente, encontraram distribuição de frequência semelhantes a deste trabalho. Esses autores afirmam que as menores classes diamétricas são mais abundantes em relação às maiores classes.

4.2 VOLUME DE NECROMASSA

A Tabela 5 apresenta os resultados das estimativas baseadas nas medições dos transectos em campo. Este estudo mostrou que a média do volume de necromassa na região fitoecológica de Florestal Estacional Decidual foi de 14,91 $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$, na Floresta Estacional Semidecidual foi de 30,48 $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$, na Floresta Ombrófila Densa foi de 16,78 $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ e na Restinga de 7,35 $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$. Os valores encontrados em outras publicações sugerem médias de volume de 15,9 a 23,71 $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ em Floresta Estacional Decidual no estado de Santa Catarina, ou 22,1 a 29,5 $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ em Floresta Ombrófila Densa no estado de SC e do AM, respectivamente.

Tabela 5. Volume médio de necromassa ($\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$) por região fitoecológica e por classe de diâmetro.

Região fitoecológica	Volume ($\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$)				Total
	Classe de diâmetro (cm)				
	< 5	5 \geq d < 10	10 \geq d < 20	\geq 20	
Floresta Estacional Decidual	3,66	5,19	3,97	2,09	14,91
Floresta Estacional Semidecidual	3,41	5,28	5,29	16,5	30,48
Floresta Ombrófila Densa	4,04	5,65	7,09	0,0	16,78
Restinga	2,52	3,17	1,66	0,0	7,35

A Figura 9 apresenta a composição do volume de necromassa por classe de diâmetro. Cerca de 54% do volume de necromassa na região fitoecológica da Florestal Estacional Semidecidual e 15% na Floresta Estacional Decidual é composta por fragmentos com diâmetros superiores a 20 cm. Esses valores compõem parte significativa do total do volume estimado para as regiões citadas. A região de Restinga e Floresta Ombrófila Densa apresentam, respectivamente, cerca de 23% e 42% do volume de necromassa de fragmentos entre 10 e 20 cm de diâmetro. Sendo que este volume é representado por apenas 2 fragmentos na região de Restinga e 6 fragmentos na região da Floresta Ombrófila Densa.

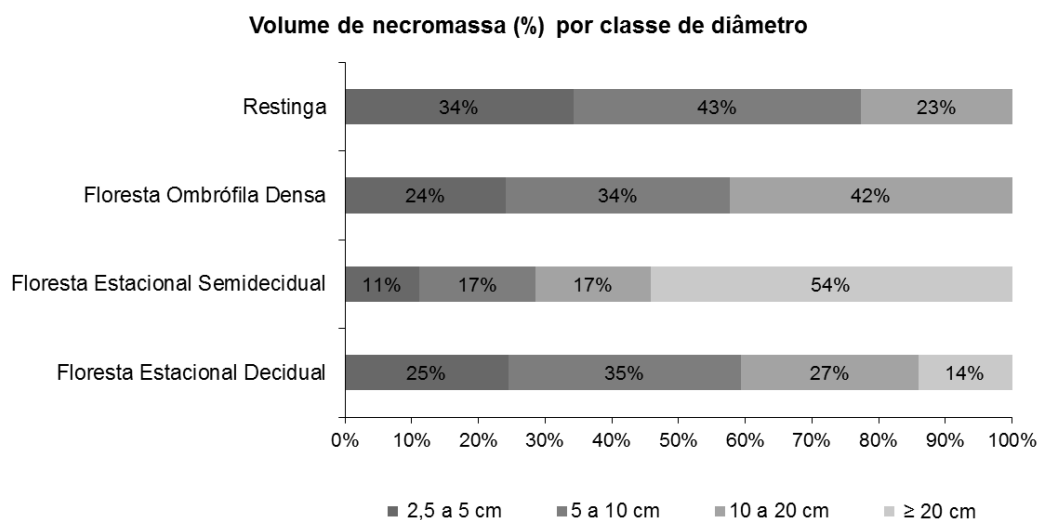


Figura 9. Composição do volume de necromassa (%) por classe de diâmetro.

Para o cálculo do erro amostral estas baixas ocorrências de material com grandes diâmetros, tornam a precisão das estimativas acima do percentual desejado. Tendo em vista que esses valores são representados por apenas 40 fragmentos em um total de 506. Assim, visando apresentar estimativas mais precisas dos fragmentos de menor diâmetro, calculou-se o erro amostral referente, ao material com diâmetro inferior a 20 cm e 10 cm. O erro amostral em percentagem destas médias e o coeficiente de variação é apresentado na Tabela 6.

Tabela 6. Erro amostral (%) e coeficiente de variação (%) do volume de necromassa.

Região fitoecológica	Coef. Variação (%)		Total
	d < 10 cm	d < 20 cm	
Floresta Estacional Decidual	93	102	116
Floresta Estacional Semidecidual	130	135	204
Floresta Ombrófila Densa	86	69	63
Restinga	84	105	95

Os valores encontrados para demonstrar a precisão das estimativas indica que o número de transectos avaliados está abaixo do necessário ou ainda que o comprimento do transecto não seja suficiente para que se obtenha um erro amostral abaixo de 10%. Segundo Cardoso *et al* (2013), o erro amostral de 10% e de 15% decresce com o aumento do comprimento do transecto, atingindo valores constantes a partir do comprimento de 50 m, no entanto, transectos de 10 m, se tornam

vantajosos em termos de custo e tempo de caminhamento. A adoção de um número maior de transectos (maior ou igual a 30) garantiria uma normalidade dos dados, segundo o teorema central do limite (WERKEMA, 1996). Maas *et al.* (2013) constatou que o coeficiente de variação (CV) é decrescente em função do comprimento da linha, ou seja, quanto menor o comprimento da linha maior o CV, variando de 78,81 a 226,22 % para o volume. De Deus (2015) em estudo de estoque de necromassa lenhosa para fragmentos acima de 10 cm de diâmetro, o procedimento de amostragem pela linha interceptadora o CV diminuiu conforme o comprimento da linha aumentou, variando de 10 m a 80 m o CV diminuiu de 360% para 135%.

Neste estudo o número de unidades amostrais sem registro de fragmentos caídos sobre o piso florestal foi de 56 unidades. A análise dos valores de coeficiente de variação denotam a variação em sua distribuição espacial, revelando a alta concentração de unidades de amostra com baixa ocorrência/nula na área de estudo. Maas *et al.* (2015) em estudo sobre compartimentação do estoque de carbono em Floresta Ombrófila Mista, o CV% do estoque de resíduos lenhosos finos foi de 150%. Woodall, Perry e Westfall (2012) também encontraram elevada variação espacial, utilizando dados do Inventário Florestal Norte Americano, com grande número de unidades amostrais sem registro de fragmentos de material lenhoso sobre o piso florestal.

Em todas as regiões estudadas, os maiores valores de volume de necromassa referem-se aos fragmentos em decomposição avançada (Classe 3) (Tabela 7) e representam cerca 70% do total do volume de necromassa registrada (Figura 10) cerca de 20% em decomposição inicial (Classe 2) e 10% do volume de necromassa é de material novo (Classe 1). Este resultado foi muito próximo ao obtido por De Deus (2015), utilizando a mesma classificação, avaliando a porcentagem do volume em cada classe de decomposição obteve valores de 70%, 23% e 7% para as classes 3, 2 e 1 respectivamente. Cardoso *et al.* (2012), estudando os dados de necromassa do Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina, verificaram que todas as regiões avaliadas apresentaram mais de 50% de material em decomposição avançada, cerca de 40% em decomposição inicial e valores entre 3,3% e 5,7% referem-se a material novo.

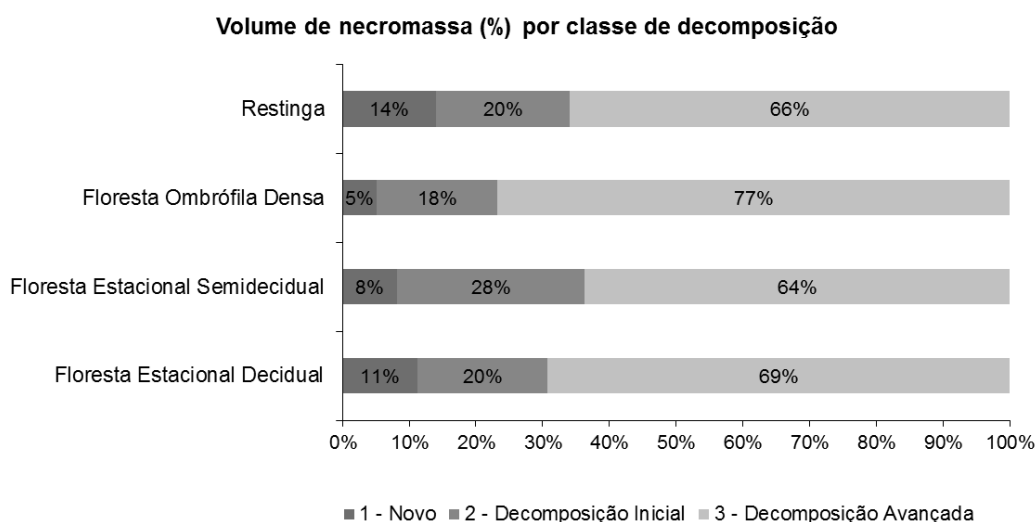


Figura 10. Composição do volume de necromassa (%) por classe de decomposição.

Estes valores de composição do volume por classe de decomposição pode ser explicado pela decomposição mais lenta do cerne, que é impregnado por substancias como resinas e goma (FERRI, 1999) e se decompõem mais lentamente, permanecendo em maior quantidade de material em estágio avançado de decomposição no piso florestal (MAAS, 2015).

Tabela 7. Volume de necromassa ($m^3 \cdot ha^{-1}$) por classe de decomposição e por região fitoecológica.

Região fitoecológica	Volume ($m^3 \cdot ha^{-1}$)			Total
	Classe de decomposição			
	1	2	3	
Floresta Estacional Decidual	1,67	2,91	10,32	14,91
Floresta Estacional Semidecidual	2,51	8,54	19,42	30,48
Floresta Ombrófila Densa	0,85	3,05	12,89	16,78
Restinga	1,02	1,47	4,85	7,35

Não houve diferença significativa entre as médias dos valores de volume de necromassa nas quatro regiões fitoecológicas estudadas para $\alpha=0,05$ (ANOVA).

4.3 ESTOQUE DE NECROMASSA

Nos 67 conglomerados amostrados o maior peso de necromassa registrado foi proveniente da região fitoecológica da Floresta Estacional Semidecidual, somando no total $10,65 Mg \cdot ha^{-1}$, seguido das regiões de Floresta Ombrófila Densa e

Estacional Decidual com 6,13 e 5,59 Mg.ha⁻¹, respectivamente (Tabela 8). A região de Restinga apresentou um valor de 2,83 Mg.ha⁻¹. Não houve diferença significativa entre as médias dos valores de peso de necromassa nas 4 regiões fitoecológica estudadas para $\alpha=0,05$ (ANOVA). Segundo o resumo de resultados apresentado por Britez *et al.* (2006), foram encontradas médias de necromassa acumulada de 3,2 a 6,6 Mg.ha⁻¹ em Floresta Ombrófila Densa, ou 5,6 a 8,6 Mg.ha⁻¹ em Floresta Estacional Semidecidual.

Maas (2015) analisando o estoque de necromassa de resíduos lenhosos finos, com diâmetro entre 2,0 e 10 cm, encontrou o valor de $3,53 \pm 0,96$ Mg.ha⁻¹, em região de Floresta Ombrófila Mista no Estado do Paraná. Neste presente trabalho os valores médios obtidos para estoque de necromassa, para material com diâmetros entre 2,5 e 10 cm, foi de 4,00 Mg.ha⁻¹ em Floresta Ombrófila Densa; 3,66 Mg.ha⁻¹ em Floresta Estacional Decidual; 3,61 Mg.ha⁻¹ em Floresta Estacional Semidecidual e 2,34 Mg.ha⁻¹ em Restinga. Woodall *et al.* (2003) avaliando o estoque de resíduos lenhosos finos apresentou valores entre 3,53 e 2,30 Mg.ha⁻¹, para material com diâmetro entre 2,55 e 7,59 cm.

Tabela 8. Estoque de necromassa (mg.ha⁻¹) caída por região fitoecológica e por classe de diâmetro.

Região fitoecológica	Necromassa (Mg.ha ⁻¹)				Total
	Classe de diâmetro (cm)				
	< 5	5 ≥ d < 10	10 ≥ d < 20	≥ 20	
Floresta Estacional Decidual	1,32	2,34	1,31	0,63	5,59
Floresta Estacional Semidecidual	1,23	2,38	1,81	5,24	10,65
Floresta Ombrófila Densa	1,46	2,54	2,13	-	6,13
Restinga	0,91	1,43	0,5	-	2,83

Os valores de estoque necromassa se apresentaram maiores quando utilizado as densidades básicas sugeridas por Keller *et al.* (2004) para diâmetros acima de 10 cm. Esse resultado se deve principalmente aos valores de densidade maior para os fragmentos com decomposição mais avançada (classe 2 e 3). Para a região de FED e FES o estoque de necromassa para fragmentos entre 10 e 20 cm de diâmetro foi de 1,31 e 1,81 Mg.ha⁻¹, respectivamente, quando utilizado valores de densidade sugeridos por Vieira *et al.* (2011) e de 1,61 e 2,34 Mg.ha⁻¹ para valores sugeridos por Keller *et al.* (2004). Para fragmentos com diâmetro acima de 20 cm o estoque de necromassa variou de 5,24 Mg.ha⁻¹ para 6,08 Mg.ha⁻¹ na região de FES.

A composição do peso de necromassa por classe de diâmetro é apresentada na Figura 11. Para a região de Floresta Estacional Semidecidual os fragmentos com diâmetros acima de 20 cm representa cerca de 50% do total do peso de necromassa. Em geral, cerca de 39% do peso de necromassa registrado é proveniente de fragmentos com diâmetro entre 5 e 10 cm, seguido dos fragmentos com diâmetro entre 10 e 20 cm, com 23% em média e dos fragmentos entre 2,5 e 5 cm de diâmetro, com cerca de 23%, em média, do peso da necromassa. Os fragmentos com diâmetro entre 2,5 e 10 cm representam, em média, 62% do volume do peso total da necromassa caída.

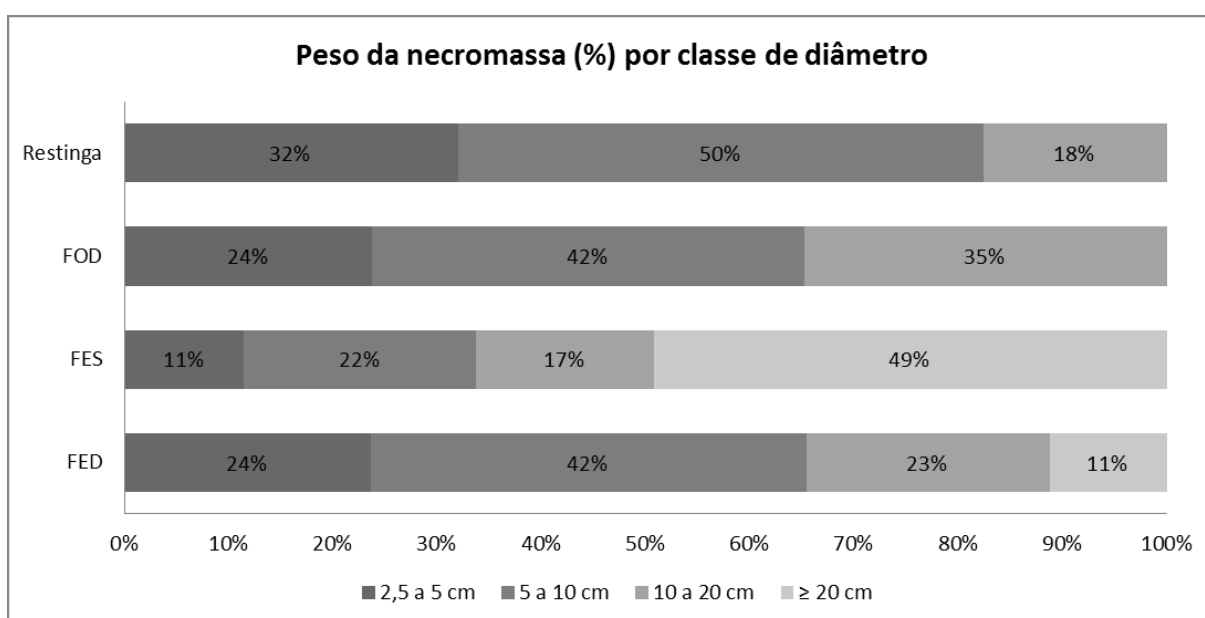


Figura 11. Composição do peso da necromassa (%) por classe de diâmetro.

Não foi possível analisar correlações entre o peso da necromassa e o peso da biomassa em pé ou com variáveis estruturais da vegetação, tendo em vista que os dados do IFN-RJ ainda estão em fase de coleta ou em processamento.

4.4 ESTOQUE DE CARBONO

Os valores de estoque de carbono são apresentados na Tabela 9 e igualmente a composição do peso de necromassa não foi possível fazer correlações com biomassa dos remanescentes florestais.

Tabela 9. Estoque de carbono na necromassa caída ($\text{mg}\cdot\text{ha}^{-1}$) por região fitoecológica e por classe de diâmetro.

Região fitoecológica	Estoque de carbono ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$)				Total
	Classe de diâmetro (cm)				
	< 5	$5 \geq d < 10$	$10 \geq d < 20$	≥ 20	
Floresta Estacional Decidual	0,579	1,027	0,574	0,276	2,46
Floresta Estacional Semidecidual	0,536	1,043	0,796	2,301	4,68
Floresta Ombrófila Densa	0,639	1,116	0,934	0,000	2,69
Restinga	0,398	0,627	0,219	0,000	1,24

Os valores encontrados neste estudo para o estoque de carbono foram menores que os apresentados por Cardoso *et al.* (2012) em estudo semelhante no Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina para as mesmas regiões estudadas, como por exemplo $8,2 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para a Floresta Estacional Decidual, $9,3 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para a Floresta Ombrófila Densa e $3,3 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para a Restinga. Mass (2015) para a Floresta Ombrófila Mista encontrou valores de $1,50 \pm 0,42 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para resíduos lenhosos finos e $9,94 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para resíduos lenhosos grossos. Sanquetta *et al.* (2014) obtiveram um estoque de $8,98 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ em Floresta Estacional Semidecidual. Os resultados deste estudo são superestimados quando multiplicados pelo teor de carbono sugerido por outros autores, por exemplo, Magnussen e Reed (2004).

Segundo os autores Woodall, Perry e Westfall (2012), a densidade da madeira dos resíduos lenhosos é um componente crítico na estimativa do estoque de carbono, sendo, portanto necessário a realização de mais estimativas regionais. Há que se considerar que para inventários do estoque de carbono de âmbito regional ou nacional é necessária a utilização do teor de carbono para todas as regiões estudadas.

O valor de teor de carbono usado neste estudo segue o valor sugerido obtido por Mass (2015). Magnussen e Reed (2004) obtiveram um teor de $475 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Sanquetta *et al.* (2014), em estudo na Floresta Estacional Semidecidual, obtiveram o valor $421,1 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ para o teor de carbono. Vieira *et al.* (2011) obtiveram um teor de carbono de $470 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ no material menos decomposto e $451 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ no material mais decomposto em Floresta Ombrófila Densa.

Neste estudo, os valores de densidade básica utilizados foram obtidos por Keller *et al.* (2004) para região da Amazônia e Vieira *et al.* (2004). A escassez de estudos regionais sobre a densidade básica da madeira e o teor de carbono de resíduos lenhosos finos e grossos e, ainda, as diferentes metodologias acerca das classes de

decomposição dos fragmentos dificultam a comparação com outros estudos, uma vez que as diferenças na densidade influenciam nos resultados da estimativa da massa, e conseqüentemente, do estoque de carbono (MAAS, 2015).

5 CONCLUSÕES

A região de Floresta Estacional Semidecidual apresentou o maior estoque de necromassa ($10,65 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$), em geral os fragmentos registrados foram de peças com até 10 cm de diâmetro, cerca de 95%. Estes registros representam cerca de 50% do estoque de carbono as regiões estudadas. Os resíduos lenhosos grossos (acima de 10 cm de diâmetro) apresentaram grande variação de distribuição espacial, com um baixo número de registros de resíduos.

Cerca de 70% dos registros de fragmentos foram classificados em decomposição avançada. A região da Floresta Ombrófila Densa foi a que apresentou a maior proporção de estoque de necromassa para os fragmentos classificados em decomposição avançada, com aproximadamente 77%.

Não houve relação entre as regiões estudadas e o estoque de necromassa.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. **Ateliê Editorial**, São Paulo, p. 153, 2003.

BROWN, S. Estimating biomass and biomass change of tropical forests: A Primer. **FAO Forestry Paper**, v. 134, p. 55, 1997.

CARDOSO, D.J.; VIBRANS, A.C.; LINGNER, D.V. Inventário da necromassa florestal caída no chão nos remanescentes florestais em Santa Catarina. In: VIBRANS, A.C.; SEVEGNANI, L.; GASPER, A.L. de; LINGNER, D.V. (Ed.). **Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina**, Blumenau: FURB, v. 1, cap.11. p. 217-227. 2012.

CARDOSO, D.J.; VIBRANS, A.C.; REZENDE, A.V.; PARENY, F.C.; FREITAS, J.V. *et al.* Determinação do comprimento ótimo de transectos para estimativa de necromassa florestal, **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 75, p. 317-325, 2013.

COE, H.H.G.; CARVALHO, C.N.; SOUZA, L.O.F.; SOARES, A. Peculiaridades ecológicas da região de Cabo Frio, RJ. **Revista Tamoios**, v. 4, p. 1-20, 2007.

DE DEUS, K. H. P., **Estoque de necromassa lenhosa em floresta ombrófila mista usando diferentes métodos de amostragem**. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal). Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati, 2015.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **Monitorização e Avaliação de Recursos Florestais Nacionais de Angola: Guia para recolha de dados**. Roma: Food And Agriculture Organization Of United Nations, p. 180, 2009.

FERRI, M. G. **Botânica: Morfologia interna das plantas**. São Paulo: Nobel, Ed. 9 p. 115, 1999.

FIORINI, A.C.O., **A importância da madeira morta para estimar estoques de carbono em florestas degradadas: implicações para ações de Redução de Emissão por desmatamento e Degradação Florestal**. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p. 102-122, 2012.

GIBBS, H.K., BROWN, S., NILES, J.O., *et al.* **Monitoring and estimating tropical Forest carbon stocks: making REDD a reality**. Environmental Research Letters, v. 2, pp. 045023 (13pp), 2007, <http://iopscience.iop.org/1748-9326/2/4/045023>>.

GOLFARI, L. MOOSMAYER, H. Manual de reflorestamento do Estado do Rio de Janeiro. **Banco de desenvolvimento do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, p. 382, 1980.

KELLER, M.; PALACE, M.; ASNER, G. P.; PEREIRA, R. J.; SILVA, J. N. M. Coarse woody debris in undisturbed and logged forests in the eastern Brazilian Amazon. **Global Change Biology**, v. 10, p. 784–795, 2004.

LUYSSAERT, S.; SCHULZE, E.D.; BÖRNER, A.; KNOHL, A.; HESSENMÖLLER, D.; LAW, B.E.; CIAIS, P.; GRACE, J. **Old-growth forests as global carbon sinks.** *Nature*, v. 455, p. 213-215, 2008.

MAAS, G.C.B. **Compartimentação do estoque de carbono em floresta ombrófila mista.** Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, p. 169, 2015.

MAAS, G.C.B., SANQUETTA, M. N. I., SANQUETTA, C. R., BEHLING, A., CORTE, A. P. D. Inventário de madeira morta com amostragem em linhas em um remanescente de floresta ombrófila mista: resultados preliminares. **Anais do II Simpósio Nacional de Inventário Florestal**, Curitiba, p. 41, 2013.

MALHI Y.; GRACE J. **Tropical forests and atmospheric carbon dioxide.** v. 15, p. 332-337, 2000.

MAGNUSSEM, S.; REED, D. Carbon Content Estimation. IN: Modeling for estimation and monitoring. **Knowledge Reference for National Forest Assessments.** Roma: Food And Agriculture Organization Of United Nations -IUFRO. 2004, <http://www.fao.org/forestry/8758/>

NASCIMENTO, H. E. M., LAURANCE, W. F. Total Above-ground Biomass in Central Amazonian Rainforests: A landscape-scale Study, **Forest Ecology and Management**, v. 168, p. 311-321, 2002.

RAMOS, A. M.; SANTOS, L. A. R.; FONTES, L. T. G. **Normais climatológicas do Brasil 1961-1990.** INMET, Brasília, p. 465, 2009.

REIS, A.P.; MANSUR, K.L. **Sinopse geológica do Estado do Rio de Janeiro – Mapa Geológico 1:400.000.** DRM-RJ, Niterói, 1995.

RIBEIRO, A.; PELLICO NETO, S.; STALL, D. *et al.* Proposta metodológica para realização de um inventário florestal de necromassa: um estudo de caso. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 93, p. 121-127, 2012.

PALACE, M.; KELLER, M.; ASNER, G.P.; SILVA, J.N.M.; CARLOS, P. Necromass in undisturbed and logged forests in the Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**. v. 238, p. 309-318, 2007.

PAULETTO, D. **Estoque, produção e fluxo de nutrientes da liteira grossa em floresta submetida à exploração seletiva de madeira no noroeste do Mato Grosso.** Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, p. 83, 2006.

PHILLIPS, O. L., MALHI, Y., HIGUCHI, N., *et al.* Changes in the Carbon Balance of Tropical Forests: Evidence from Long-term Plots, **Science**, v. 282, pp. 439-442, 1998.

VIEIRA, S. A.; ALVES, L. F.; DUARTE-NETO, P. J.; MARTINS, S. C.; VEIGA, L. G.; Scaranello, M. A.; PICOLLO, M. C.; CAMARGO, P. B.; CARMO, J. B. DO; NETO, E. S.; SANTOS, F. A. M., JOLY, C. A.; MARTINELLI, L. A. Stocks of carbon and nitrogen and partitioning between above- and belowground pools in the Brazilian coastal Atlantic Forest elevation range. **Ecology and evolution**, v. 1, n. 3, p. 421–34, 2011.

WERKEMA, M. C. C. Como estabelecer conclusões com confiança: entendendo inferência estatística. Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, v. 4, p. 279, 1996.

WOLDENDORP, G.; SPENCER, R.D.; KEENAN, R.J.; BARRY, S., An analysis of sampling methods for coarse woody debris in Australian forest ecosystems. Canberra: BRS – Bureau of Rural Science, **Report for the National Greenhouse Strategy**, Module 6.6, p. 94, 2002.

WOODALL, C.W.; RONDEUX, J.; VERKERK, P.J.; STAHL, G. Estimating dead wood during national forest inventories: a review of inventory methodologies and suggestions for harmonization. **Environmental Management**, New York, v. 44, n. 4, p. 624-631, 2009.

WOODALL, C. W.; PERRY, C. H.; WESTFALL, J. A. An empirical assessment of forest floor carbon stock components across the United States. **Forest Ecology and Management**, v. 269, p. 1–9, 2012.

