

LAÍS CRISTINA CHAVES DE LIMA

**Estoque de biomassa e carbono em uma área manejada na Floresta
Estadual do Antimary**

RIO BRANCO
2013

LAÍS CRISTINA CHAVES DE LIMA

**Estoque de biomassa e carbono em uma área manejada na Floresta
Estadual do Antimary**

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC
apresentado ao Curso de Pós-
Graduação de Gestão Florestal,
Universidade Federal do Paraná, como
parte das exigências para a obtenção
do título de Especialista em Gestão
Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antônio
Amaro.

RIO BRANCO
2013

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo Dom da vida, saúde e discernimentos concedidos.

A Secretária de Desenvolvimento Florestal, da Indústria, do Comércio e dos Serviços Sustentáveis – SEDENS pelo acolhimento e disponibilização de dados.

A Universidade Federal do Acre – UFAC pela parceria e apoio no programa de Residência Florestal.

A Universidade Federal do Paraná – UFPR pela oportunidade de realização do curso.

Ao meu orientador, professor Marco Antônio Amaro, pela paciência, amizade e orientações realizadas dia a dia e pela referência de profissionalismo.

A minha família por ser meu alicerce, em especial aos meus pais, Francisco de Assis Jerônimo de Lima e Francisca Chaves de Sousa Lima, pelo carinho e dedicação em todos os momentos de minha vida.

Ao meu noivo, Guido Saldanha de Pinho, pelo incentivo e companheirismo.

Aos amigos que mais uma vez estiveram presentes nessa nova etapa, Adenilson de Sousa Viana, Harley Araújo da Silva, Layza da Silva Miguéis e Karen Flores de Melo pela dedicação e auxílio.

A todos os amigos que fiz e a todos os professores que vieram de longe transmitir um pouco de seus conhecimentos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Mapa de acesso à Floresta Estadual do Antimary, Bujari e Sena Madureira – AC.....	24
Figura 2	Caracterização da vegetação da Floresta Estadual do Antimary segundo o ZEE do Estado do Acre.....	25
Figura 3	Mapa de localização dos tipos de solos encontrados na FEA...	26
Figura 4	Localização e Disposição dos Conglomerados dentro da F.E.A.....	27
Figura 5	Cada conglomerado representando os quatro conglomerados sobrepostos e com suas coordenadas.....	28
Figura 6	Cada parcela do conglomerado (ilustrado na figura 04) em subdivisões com dimensões diferentes conforme o Grupo que será inventariado.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Tipos de vegetação encontradas na Floresta Estadual do Antimary.....	25
Tabela 2	Alturas médias por classe de diâmetro das árvores.....	31
Tabela 3	Número de indivíduos inventariados para os grupos 1, 2 e 3, na área de manejo da Floresta Estadual do Antimary.....	35
Tabela 4	Área basal dos indivíduos inventariados no grupo 1, 2 e 3, na área de manejo da Floresta Estadual do Antimary.....	36
Tabela 5	Volume (m ³ /ha) dos indivíduos de cada conglomerado em todos os grupos, na área de manejo da Floresta Estadual do Antimary.....	37
Tabela 6	Estoque de biomassa verde em toneladas por hectare por grupo, com médias na FEA.....	38
Tabela 7	Estoque de biomassa seca em toneladas por hectare por grupo, com médias na FEA.....	39
Tabela 8	Estoque de carbono em toneladas por hectare por grupo, com médias na FEA.....	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Coordenadas centrais dos Conglomerados (SAD 69).....	28
Quadro 2	Dimensões e área das subunidades.....	29

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1	Estoque de biomassa seca em cada grupo nos diferentes compartimentos da árvore.....	40
-----------	---	----

SUMÁRIO

Resumo	09
Abstract	10
1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1. As Florestas no cenário das mudanças climáticas	13
2.2. Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL	15
Redução de emissões por desmatamento e degradação –	
2.3. REDD	17
2.4. Unidades de Conservação na Amazônia	18
2.5. Floresta Estadual do Antimary – FEA	20
2.6. Estimativas de Biomassa e Carbono	21
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1. Área de estudo	23
3.1.1. Clima, solo, relevo e tipologias florestais na FEA	24
3.2. Inventário Florestal Diagnostico	26
3.2.1. Disposição, tamanho e forma das parcelas	27
3.3. Estimativa de volume, biomassa e carbono	30
3.3.1. Volume	30
3.3.2. Biomassa	31
3.3.3. Carbono	34
4. Resultados e Discussão	35
4.1. Estoque volumétrico	35
4.2. Estoque de Biomassa e Carbono	38
5. CONCLUSÃO	41
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

RESUMO

O presente trabalho, desenvolvido na Floresta Estadual do Antimary localizada no município do Bujari – Acre tem o objetivo de fornecer informações acerca do estoque de biomassa e de carbono armazenado em sua área de manejo, visando subsidiar estudos que valorizem a floresta em pé, e demonstrar o potencial da conservação de florestas públicas na redução das emissões de gases na atmosfera. Para tanto, foi utilizado o inventário diagnóstico da área a ser manejada da floresta, que inclui indivíduos com DAP ≥ 10 cm. A amostragem foi realizada em 8 conglomerados que totalizam 4 ha cada um. Para o cálculo de volume e biomassa serão utilizadas equações baseadas no modelo Schumacher e Hall. O estoque de biomassa para demais compartimentos (fuste, copa, folhas, flores e frutos e raíz) foi obtido através de percentuais encontrados em trabalhos realizados na Amazônia. Para estimar os estoques de carbono considerou-se 50% da biomassa seca. O volume total médio para o compartimento fuste por ha, para DAP ≥ 10 cm, foi estimado em 110,32 m³ ha. O estoque de biomassa seca e carbono foram de 211,39 t ha⁻¹ e 105,69 t ha⁻¹ respectivamente.

Palavras chave: Biomassa; carbono, Floresta Estadual do Antimary.

ABSTRACT

Stock biomass and carbon in a managed area in Antimary State Forest

This work, developed at Antimary State Forest located in the municipality of Bujari - Acre aims to provide information about the stock of biomass and carbon stored in their management area, in order to evaluate which value the forest standing, and demonstrate the potential conservation of public forests in reducing greenhouse gas emissions in the atmosphere. For this, we used the diagnostic inventory of area to be managed forest, which includes individuals with $DBH \geq 10\text{cm}$, sampling was conducted in 8 clusters totaling 4 ha each. For the calculation of volume and biomass will be used based on the model equations Schumacher and Hall. The stock biomass to other compartments (stem, crown, leaves, flowers and fruits and roots) was obtained by percentages found in studies conducted in the Amazon. To estimate carbon stocks considered 50% of dry biomass. The total volume for the medium compartment shaft per ha for $DBH \geq 10\text{ cm}$ was estimated at $110.32\text{ m}^3\text{ ha}$. The stock of dry biomass and carbon were 211.39 t ha^{-1} and 105.69 t ha^{-1} respectively.

Keywords: Biomass, carbon, Antimary State Forest.

1. INTRODUÇÃO

Independente da percepção das pessoas, as consequências das mudanças climáticas já fazem parte do nosso cotidiano. O aumento na temperatura, por exemplo, vem alterando muitos aspectos do clima como conhecemos. Ondas de calor intenso no inverno, furacões e tornados, secas, enchentes e muitos outros fenômenos naturais estão mais frequentes e mais intensos, devido da concentração dos Gases de Efeito Estufa - GEEs na atmosfera, sobretudo o dióxido de carbono (CO₂) (AMAZONAS, 2009).

A grande preocupação com as causas e consequências do aquecimento global levou à discussões e medidas para mitigar os efeitos observados. Dessa forma, o Protocolo de Kioto foi criado com objetivo principal de reduzir as emissões de GEEs em 5,0%, sendo que o primeiro período para implementação dos compromissos assumidos na época da assinatura do documento, aconteceu de 2008 a 2012 (RIBEIRO et al., 2009).

O protocolo de Kioto programou mecanismos de flexibilização como o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL, pelo qual é possível obter as Reduções Certificadas de Emissões – RCEs visando o mercado regularizado de carbono, mercado este que não insere as florestas nativas.

Nesse sentido é muito importante ressaltar o papel das florestas, em especial da Floresta Amazônica Brasileira, como fornecedora de serviços ambientais à região Amazônica, ao Brasil e ao mundo. Serviços esses que podem ser agrupados em manutenção de biodiversidade, ciclo hidrológico e armazenamento de carbono (Fearnside, 2008).

Além disso, estudos pontuam o papel das florestas tropicais da Amazônia no ciclo de carbono e mostram a possibilidade das florestas tropicais estarem desempenhando um papel relevante como sumidouros de CO₂ (NOBRE, 2002).

Tendo em vista a importância da Floresta Amazônica, o aumento da área antrópica por diferentes motivos, é um fator preocupante. Um importante mecanismo de proteção destas florestas se dá através da criação de unidades de conservação.

Instituídas legalmente pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC as Unidades de conservação de diferentes categorias,

próximas ou contíguas, e suas respectivas zonas de amortecimento e corredores ecológicos, integram diferentes atividades de preservação da natureza, uso sustentável dos recursos naturais e restauração e recuperação dos ecossistemas (BRASIL, Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000).

Uma das Unidades de Conservação de Uso Sustentável do Acre é a Floresta Estadual do Antimary – FEA, que tem como principal finalidade o uso múltiplo dos recursos florestais e a pesquisas científicas. A principal atividade econômica da FEA é o manejo florestal madeireiro que beneficia a população tradicional residente da unidade que usufrui dos benefícios sociais e econômicos dessa atividade e proporciona a utilização dos recursos florestais de maneira sustentável, gerando renda e benefícios sociais, e ainda tem papel fundamental no suprimento dos Polos Moveleiros do Estado.

Medeiros *et al.* (2011) enfatiza acerca da contribuição das unidades de conservação de forma efetiva para enfrentar um dos grandes desafios contemporâneos, a mudança climática. Ao mitigar a emissão de CO₂ e de outros gases de efeito estufa decorrente da degradação de ecossistemas naturais, as unidades de conservação ajudam a impedir o aumento da concentração desses gases na atmosfera terrestre.

Um dos grandes desafios na gestão pública das Unidades de conservação está em harmonizar o tripé da sustentabilidade, alcançando a permanência de um ambiente equilibrado capaz de possibilitar geração de renda para as populações tradicionais oferecendo condições digna de vida. Dessa maneira, torna-se razoável iniciar discussões acerca das reais possibilidades em ampliar a consolidação de Pagamento por Serviços Ambientais – PSAs em florestas públicas visando adicionar na renda às famílias a partir da conservação do ativo florestal.

Diante dessas questões Amaro (2010) disserta sobre a necessidade da realização de estudos que visem ao desenvolvimento e aperfeiçoamento de métodos de quantificação dos estoques volumétrico, de biomassa e de carbono presentes nessas florestas. A obtenção de estimativas precisas desses estoques possibilitará maior compreensão do potencial das florestas no sequestro e armazenamento de carbono e na produção de produtos madeireiros e não madeireiros, bem como aumentará as chances de tomadas de decisões corretas sobre o uso desses recursos.

Desse modo o trabalho pretende contribuir com o desenvolvimento sustentável do Estado aprofundando os estudos de atividades potenciais visando à conservação de florestas nativas na Amazônia, por meio da estimativa de estoque de biomassa e carbono em uma área manejada na Floresta Estadual do Antimary – FEA, demonstrando a importância das Unidades de Conservação no contexto das mudanças climáticas intensificando a discussão de políticas que possibilitem o Pagamento por Serviços Ambientais nessas áreas.

2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1. As Florestas no cenário das mudanças climáticas

A reserva florestal no mundo equivale a 3,9 bilhões de hectares, considerando a distribuição regional, a América do Sul e a Europa concentram 50% das florestas mundiais. Assim, pode-se observar que o Brasil é um país florestal já que possui aproximadamente 500 milhões de hectares, equivalente a cerca de 60% do seu território coberto de florestas naturais e plantadas, o que representa a segunda maior área de florestas do mundo, superado apenas da Rússia (FAO, 2010).

O Brasil abriga seis biomas continentais: Amazônia (49,29%), Cerrado (23,92%), Mata Atlântica (13,04%), Caatinga (9,92%), Pampa (2,07%) e Pantanal (1,76%) totalizando uma área de 8.514.877 km². Sendo o bioma Amazônia o representante de cerca de 30% de todas as florestas tropicais remanescentes do mundo. Sua importância é reconhecida nacionalmente e internacionalmente, devido à sua larga extensão e enorme diversidade de ambientes (SFB, 2010).

Diante do exposto é possível observar a Amazônia como um abrigo vasto de estoques de madeira comercial e de carbono. Possuindo uma grande variedade de produtos florestais não madeireiros, que sustenta diversas comunidades locais (SFB, 2010).

No entanto, Fearnside (2005) indica que apesar de áreas extensas na Amazônia ainda permaneçam intactas, a taxa de perda da floresta é dramática, em virtude da perda da biodiversidade e os impactos climáticos são as maiores preocupações.

Os problemas que ameaçam a manutenção das florestas são muitos. Entre as principais causas, pode-se pontuar o desmatamento e as queimadas que, segundo Houghton et al. (2000), foram responsáveis por emissões médias na década 1989-98 de 200 ± 100 megatoneladas de carbono por ano na Amazônia brasileira. Isto acontece quando se leva em conta a emissão por queima de biomassa do desmatamento, devido à decomposição relativamente rápida tanto da biomassa que resta após as queimadas como da matéria orgânica no solo, e pela retirada de madeira. Essas emissões correspondem de 10 a 15% das emissões globais devido a alterações dos usos da terra.. Emissão que se potencializa se forem computadas as emissões resultantes das queimadas de florestas em pé (NOBRE, 2002).

Nobre (2002) ainda atribui a degradação e fragmentação que a floresta vem sofrendo ao longo das últimas décadas, que se acelera com o aumento da extração seletiva de madeira por métodos não-sustentáveis, a torna suscetível ao fogo, pois a radiação solar que pode penetrar mais facilmente, aumentando as flammabilidade da floresta. Situação que é potencializada nas áreas da Amazônia sujeitas à secas prolongadas, como aquelas provocadas pelo fenômeno El Niño no norte e leste da região.

Por esse motivo as florestas tropicais, na condição de “armazém de carbono” têm um papel fundamental para a estabilidade da atmosfera. As florestas estocam grandes quantidades de carbono na forma de biomassa evitando que o mesmo seja lançado à atmosfera. Quando os bosques tropicais são queimados o carbono que tinha sido estocado é liberado ao ambiente como CO₂, um dos gases do efeito estufa (GEE). Quando as florestas são desmatadas, perdem a sua capacidade de incorporar grandes quantidades de carbono atmosférico no processo de crescimento vegetal, quebrando o equilíbrio do CO₂ na natureza. É por isso que o desmatamento, seja ou não através de queimadas, é um dos principais contribuintes para o aquecimento global (SILVA, 2010).

Dados emitidos pelo IPAM (2009) colocam as emissões por desmatamento e degradação de florestas e outros ecossistemas, associadas às outras emissões ligadas a mudanças de uso do solo e produção agrícola como representantes de cerca de 20% das emissões totais mundiais.

Esse cenário demonstra a importância de nossas florestas, porém há limitações. Segundo Watzlawick *et al.* (2012) as florestas plantadas tem gerado grande interesse quando o assunto é o sequestro de carbono, em razão de sua elevada taxa de crescimento e grande capacidade de fixar o dióxido de carbono da atmosfera. E que no caso das florestas naturais, o interesse existe, mas não é tão acentuado devido às mesmas não serem contempladas pelo Protocolo de Kioto, porém a principal abordagem que está sendo discutida no momento é o mecanismo de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação, conhecido como REDD, cujo principal objetivo é compensar os esforços em prol da conservação florestal.

Pensando nos problemas expostos e no privilégio de sermos detentores da maior floresta tropical do mundo, o mercado de carbono torna-se uma boa solução para diminuição de taxa de degradação e desmatamento das florestas. Silva (2009) afirma que o Brasil tem desenvolvido estratégias para evitar o desmatamento das florestas e que pesquisadores que trabalham na Amazônia brasileira têm estudado os caminhos propostos internacionalmente para a redução do desmatamento, dentre eles o REDD, e começam a elaborar projetos a serem executados na Amazônia onde o mesmo possa ser aplicado.

2.2. Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL

As questões climáticas globais na forma política internacional foram tratadas formalmente na Convenção-Quadro das Nações Unidas do Clima que foi assinada durante a Rio-92 em 1992, no Rio de Janeiro (SILVA, 2007).

A Convenção Quadro de Mudança Climática obriga que os países signatários elaborem, atualizem periodicamente e divulguem os inventários das emissões dos gases do efeito estufa geradas pelas atividades econômicas, bem como que sejam adotadas medidas de precaução para prever, evitar ou minimizar as causas da mudança do clima e mitigar seus efeitos negativos (LIMA *et al.*, 2001).

De acordo com Paula e Valle (2007) o Protocolo foi estabelecido em dezembro de 1997 e definiu metas de redução nas emissões de gases de efeito estufa para atmosfera. Neste Protocolo estão previstos três mecanismos de flexibilização para alcance das metas preestabelecidas para os países: implementação conjunta e de Comércio de emissão, ambos só permitem

negociação entre países do Anexo I (países desenvolvidos), e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL, que abre possibilidades aos países em desenvolvimento de participar de projetos de carbono (NISHI, 2003).

O MDL é um instrumento pelo qual os países desenvolvidos podem investir em projetos nos países em desenvolvimento, com a promoção de sequestro de carbono, contabilizando redução em suas emissões. Frondizi (2009) afirma que o MDL é o único mecanismo adicional de implementação que permite a participação das partes não incluídas no Anexo I, tais como o Brasil. Esse instrumento econômico visa a facilitar o cumprimento das metas dos países do Anexo I, pois muitas vezes a redução ou remoção fora de suas fronteiras nacionais tem menor custo, já as partes não-Anexo I, são nações em desenvolvimento e não possuem metas de redução, como é o caso do Brasil.

As modalidades e procedimentos relacionados ao MDL florestal foram estabelecidos durante a 9ª Conferência das Partes (COP9), realizada em Milão, em Dezembro de 2003. Diversos debates atrasaram a inclusão da parte florestal no MDL, já que esse mecanismo foi concebido originalmente para lidar com reduções de emissões, relacionadas à destruição de metano e substituição de matrizes energéticas fósseis. A entrada de remoções de CO₂ por meio das atividades de Uso da terra, mudança no uso da terra e florestas (LULUCF, Land use, land-use change and forestry) foi adotada como mecanismo auxiliar no cumprimento de metas de redução, atividade esta que entrou em curso em novembro de 2005, esse mecanismo incorpora as propostas de remoção de gás carbônico da atmosfera, principalmente por meio do reflorestamento e do florestamento (CGEE, 2008).

Atualmente, o mercado de carbono subdivide-se em dois grandes segmentos: regulado e voluntário. Embrapa (2011) explica que no mercado regulado instituído por meio do Protocolo de Kyoto, os créditos são gerados para atingir metas de redução de emissões obrigatórias dos países desenvolvidos, onde um dos principais mecanismos de mercado é o MDL.

Já o mercado voluntário, que apontou crescimento na última década, tem seus créditos comercializados voluntariamente e não ha metas obrigatórias, tendo regras variadas e em geral mais flexíveis para aquisição dos créditos. Nesse segmento destacam-se alguns mercados com regras menos rígidas como o Mercado de carbono de Chicago, por exemplo, mais ha também

mercados locais não estruturados, com regras definidas caso a caso, por vezes pouco claras, adaptadas às circunstâncias (EMBRAPA, 2011).

Dentro das possibilidades de negociações às emissões geradas, existem algumas possibilidades, quer no mercado regulado, quer para o mercado voluntário. Embrapa (2011) cita o mercado de compensação voluntário, que sequestra o gás carbônico já emitido, neutralizando-o; o desmatamento e degradação evitados, por meio da redução das emissões por desmatamento e degradação florestal - REDD, e REDD+, que preconiza a manutenção do estoque de carbono na biota e inclui o apoio a atividades que contribuem para a conservação e sustentabilidade florestal e; o mais conhecido, o MDL florestal do mercado regulado, que prevê o aumento do estoque de carbono através do plantio de árvores que sequestram o gás carbônico já emitido.

2.3. Redução de emissões por desmatamento e degradação - REDD

REDD é a sigla para Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal. Segundo o conceito adotado pela Convenção de Clima da ONU, se refere a um mecanismo que permite a remuneração daqueles que mantêm suas florestas em pé, sem desmatar, e com isso, evitam as emissões de gases de efeito estufa associadas ao desmatamento e degradação florestal (PINTO et al., 2009).

No âmbito dessa convenção, foi estabelecido o Plano de Ação de Bali, acordado na Conferência das Partes - COP realizada em 2007 em Bali (COP 13). Tal plano refere-se especificamente ao desenvolvimento de políticas públicas e incentivos à redução das emissões do desmatamento em países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, sempre levando em consideração que reduções sustentáveis dessas emissões requerem a disponibilidade de recursos de forma estável e previsível. Isso marcou na agenda das negociações a proposta do REDD como mecanismo global de financiamento para reduzir as emissões do desmatamento (DIETZSCH et al., 2009).

Desde que surgiu na COP13, experiências (projetos, programas e fundos) de REDD e atividades de preparação vem sendo desenvolvidas. Posteriormente à criação deste conceito, a Convenção incluiu na sua definição

também atividades de conservação, manejo sustentável das florestas e aumento de seus estoques em países em desenvolvimento. Estes componentes deram origem ao REDD+ ou REDD plus.

Tais informações ressaltam o grande potencial que o Brasil, uma vez que, observa-se sua contribuição na mitigação da mudança climática global ao reduzir suas emissões de GEE oriundas de desmatamento e, ao mesmo tempo, progredir no estabelecimento de um desenvolvimento econômico de baixa emissão de carbono. Assim, a expectativa do REDD é que este regime estimule uma nova economia mundial de baixa emissão que contemple os esforços para proteção florestal e redução de emissões por desmatamento (CGEE, IPAM e SAE/PR, 2011)

Tais flexibilizações aguçaram outras oportunidades. Recentemente, uma iniciativa do Governo do Estado do Acre, Brasil, por meio da Lei nº 2.308, de 22 de outubro de 2010 aprovou uma lei ambiciosa criando o Sistema de Incentivos aos Serviços Ambientais – SISA (ACRE, 2010)

Segundo IPAM (2012) esta lei estabelece o “Sistema de Incentivos para Serviços Ambientais” (SISA), e inclui princípios e uma arquitetura institucional que permitem ao estado criar elos com mercados emergentes de serviços ambientais. Sendo o primeiro programa em desenvolvimento no âmbito do SISA, chamado ISA Carbono , foi desenhado para prover incentivos à redução de emissões de carbono para a atmosfera provenientes do desmatamento e da degradação florestal.

2.4. Unidades de Conservação na Amazônia

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação, que em seu artigo 5º, inciso XIII apresenta dentre outras diretrizes, a proteção de grandes áreas por meio de um conjunto integrado de unidades de conservação de diferentes categorias, próximas ou contíguas, e suas respectivas zonas de amortecimento e corredores ecológicos, integrando as diferentes atividades de preservação da natureza, uso sustentável dos recursos naturais e restauração e recuperação dos ecossistemas. (BRASIL, Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000).

As unidades de conservação, em seu Artigo 7º, integrantes do SNUC dividem-se em dois grupos, com características específicas: as Unidades de Proteção Integral, que tem o objetivo básico das Unidades de Proteção

Integral é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais; e as Unidades de Uso Sustentável, com objetivo básico das Unidades de Uso Sustentável é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais. (BRASIL, Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000).

Nesse sentido se presume que uma das formas mais reconhecidas e utilizadas para garantir a proteção de espécies e ecossistemas são as unidades de conservação – parques nacionais, reservas biológicas e extrativistas, entre outras. Uma vez que, trata-se de espaços territoriais com características naturais relevantes, legalmente instituídos pelo poder público, com objetivo de conservar a biodiversidade e outros atributos naturais neles contidos, com o mínimo de impacto humano (PINTO, 2008).

As florestas públicas são importantes unidades de conservação inseridas no Cadastro Nacional de Florestas Públicas (CNPFF), segundo SFB (2010) até novembro de 2010 elas compreendem uma área de aproximadamente 290 milhões de hectares, o que representa 34% do território nacional e se distribuem nos diferentes biomas e regiões do país, sendo a maior parte (93%) encontra-se no bioma amazônico.

Portanto, de acordo com Medeiros et al. (2011) a criação e manutenção de unidades de conservação têm um papel fundamental na prestação do serviço de regulação atmosférica, de modo que o papel desempenhado pelas unidades de conservação para evitar o desmatamento em florestas tropicais é objeto de crescente reconhecimento podendo se transformar em apoio concreto à conservação por meio de projetos REDD.

Diante do exposto é interessante observar que até 2004, o Acre tinha aproximadamente 88% de sua cobertura florestal original conservada, sendo que 47,3% do território se encontram sob a forma de áreas naturais protegidas, tais como Terras Indígenas e Unidades de Conservação (ACRE, 2010). Esse total de áreas protegidas é composto por Áreas Naturais Protegidas, 31,10% constituído por Unidades de Conservação, sendo 9,52% de Unidades de Conservação de Proteção Integral e 21,58% de Uso Sustentável e 14,55% de Terras Indígenas (LACERDA e DEUS, 2006).

Dentre uma das Unidades de Conservação do Acre encontra-se a Floresta Estadual do Antimary -FEA.

2.5. Floresta Estadual do Antimary - FEA

A Floresta Estadual do Antimary foi Criada legalmente, por meio do Decreto nº46, do Governo do Estado do Acre, de 07 de fevereiro de 1997, sendo classificada como Unidade de Conservação pertencente à categoria definida como de Uso Sustentável, do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), estabelecido pela Lei nº. 9.985 de 18/07/2000 (ACRE, 2005a).

Estabelecida no final da década de 80, a partir do projeto do Governo do Estado com a International Tropical Timber Organization (ITTO), tinha como foco principal a produção de informações básicas sobre a floresta em suas diversas dimensões físicas, botânica, fauna, humana, solos entre outros aspectos. Já nos anos 90, os estudos avançaram para aspectos relacionados ao uso sustentável dos múltiplos recursos florestais, análises de viabilidade econômica do manejo, e questões relacionadas à concessões florestais, sendo então oficialmente criada (SMARTWOOD, 2005).

De acordo com o Diagnostico Socioeconômico e Ambiental (SEDENS, 2012) as principais atividades produtivas na FEA nos últimos anos são o extrativismo, a agricultura familiar e a criação de animais. As famílias se dedicam a criação de animais de pequeno e médio porte, e praticam o extrativismo, com destaque para a castanha, além de praticarem o cultivo da mandioca, arroz, banana, feijão e milho. O principal mercado para os produtos da região é o município de Rio Branco, não pelo fato da proximidade, mas por ser o maior mercado e representar a garantia da venda da produção.

Ainda sobre o aspecto produtivo, as organizações locais (associações e cooperativas) vêm sendo fortalecidas, pois o escoamento da produção realizado pelos caminhões da SEDENS (levando em média três horas para chegar ao destino final) e pela comercialização de grande parte da produção extrativista e de produtos manufaturados (PMFS, 2011).

O manejo florestal é o principal componente da renda familiar, representando 58,91% da renda da unidade produtiva. A produção de castanha é responsável por 31,53% da renda familiar, uma vez que este produto ainda apresenta boas condições de mercado e preço. As criações representam 1,74% da renda, sendo que a maior importância é a criação de pequenos

animais como as galinhas e patos, não apresentando tendência à pecuarização uma vez que a criação de gado bovino aparece apenas como complemento alimentar e de reserva de valor de alta liquidez em caso de emergência e produção de leite para o autoconsumo (SEDENS, 2012).

O sistema de manejo realizado na Floresta Estadual do Antimary possui certificação para o Manejo Florestal e Cadeia de Custódia, e para manter a certificação, a FEA passa por auditorias anualmente, sendo exigida a permanecer de acordo com os princípios e critérios do FSC, garantindo as boas praticas de manejo (SMARTWOOD, 2005).

Pode-se pontuar o manejo florestal na FEA como uma das principais atividades econômicas. FAO (2010) observa que o manejo florestal é um importante instrumento social que vem sendo colocado em prática, especialmente na região amazônica, como forma de as comunidades tradicionais utilizarem economicamente a floresta de forma organizada aumentando sua renda e melhorando suas condições de vida. Já o fomento de florestas plantadas tem sido colocado como uma alternativa para os pequenos proprietários rurais em regiões tradicionalmente agrícolas, especialmente do Sul e do Centro Sul.

Watzlawick (2012) lembra que apesar das florestas nativas não são serem contempladas nas discussões para então participarem no protocolo, isso não invalida, nem desmerece a importância da participação das mesmas no processo de fixação de carbono, através da conservação das florestas com o manejo sustentado. Cabe ressaltar que o uso do manejo sustentado nas florestas, em geral, geram benefícios ambientais pela conservação da floresta e de toda a sua biodiversidade e também de benefícios socioeconômicos, pela geração de emprego e renda, bem como através da recomposição de áreas degradadas, filtros biológicos para purificação da água ou a realização de projetos que se relacionem com extrativismo de produtos não madeiráveis.

2.6. Estimativas de Biomassa e Carbono

Para Silveira et al. (2008), biomassa quer dizer a massa de matéria de origem biológica, viva ou morta, animal ou vegetal. Segundo Martinelli et al. (1994), biomassa é a quantidade de massa do vegetal disponível em uma

floresta. Sanquetta (2002) define biomassa florestal como a biomassa existente na floresta ou apenas na sua fração arbórea.

Por serem as florestas os maiores acumuladores de biomassa do planeta, a sociedade civil organizada e a mídia vêm demandando dos profissionais que atuam na área florestal a geração de informação e conhecimento que possam auxiliar na redução dos riscos ambientais que se colocam diante da espécie humana (SANQUETTA, 2002). Um dos aspectos mais relevantes nos estudos de fixação de carbono é a variável biomassa, a qual precisa ser determinada e estimada de forma fidedigna, caso contrário não haverá consistência na quantificação de carbono fixado nos ecossistemas florestais (SANQUETTA, 2002).

De acordo com Balbinot et al. (2009), a quantificação da biomassa de uma árvore pode ser feita por dois métodos: diretos e indiretos. Salati (1994) afirma que os métodos diretos implicam determinações, já nos métodos indiretos são realizadas estimativas baseadas principalmente em dados advindos dessas determinações, assim como de dados originados do inventário florestal.

Higuchi e Carvalho Júnior (1994) afirmam sobre os métodos diretos que essa determinação significa uma medição real feita diretamente na biomassa, por exemplo, a pesagem de um fuste por meio de um dinamômetro ou uma balança. A estimativa de biomassa pelo método indireto consiste em correlacionar alguma variável de fácil obtenção e que não requeira a destruição do material vegetal, assim as estimativas podem ser feitas por meio de relações qualitativas ou matemáticas, como razões de regressões de dados provenientes de inventários florestais (diâmetro, altura e volume). Balbinot et al. (2009) afirmam que com a utilização do método indireto, é possível abranger grandes extensões florestais e reduzir significativamente a magnitude dos recursos financeiros necessários para esse tipo de trabalho.

De acordo com Brown e Lugo (1992), a quantidade de biomassa em uma floresta determina o potencial de estocagem de carbono visto que 1Mg de biomassa equivale a 0,5 Mg de carbono que poderia ser liberado na atmosfera devido a mudanças no uso da terra.

O estoque de carbono é utilizado na estimativa da quantidade de CO₂ que é liberada para a atmosfera durante o processo de queima da biomassa. O

Serviço Florestal Brasileiro (2010), considera que aproximadamente 50% da madeira seca é Carbono. O Painel Intergovernamental em Mudanças Climáticas - IPCC (2005), também adota um teor igual a 50% para conversão de matéria seca em carbono para florestas. No entanto, especificamente para as florestas nativas, o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT, 2004) recomenda para florestas nativas, que é 48%.

Com base nessas informações é possível observar a relevância de estudos que estimem biomassa e posteriormente carbono em florestas nativas. Em Viçosa, Minas Gerais, estudos realizados por Ribeiro et al. (2009) mostram estimativas de biomassa do fuste sem casca igual a 166,67 t ha⁻¹ e de estoque de carbono igual a 83,34 t ha⁻¹ em uma floresta madura.

No Paraná, Watzlawick et al. (2012) analisou o estoque de biomassa e carbono na Floresta Ombrófila Mista Montana e pode auferir que o estoque total de carbono orgânico encontrado desse estudo é de 104,7 Mg ha⁻¹, demonstrando a importância da manutenção e preservação desses ecossistemas naturais como forma de manutenção desse estoque de carbono orgânico fixado na biomassa vegetal.

Barros (2009) em um estudo realizado no Amazonas mostrou que as estimativas de biomassa seca e carbono total foram respectivamente de 339,58 t ha⁻¹ e 164,70 t ha⁻¹ em uma floresta primária na Resex Auaiti-Paraná.

Em Manaus, Amazonas, Souza et al. (2012) observou a dinâmica e o estoque de carbono em uma floresta primária e constatou 173,63 t ha⁻¹ de carbono em 2005 e 181,01 t ha⁻¹ em 2010, confirmando que a floresta acumulou carbono no período, atuando assim como sumidouro.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

O levantamento dos dados foi realizado em uma área de manejo florestal na Floresta Estadual do Antimary que se localiza no centro-leste do Estado do Acre, abrangendo os municípios de Bujari e Sena Madureira, com o nordeste da área fazendo fronteira com o estado do Amazonas (linha Cunha Gomes).

Os acessos se dão: (1) pela BR-364, sentido Rio Branco / Bujari – Sena Madureira – AC, até o km 52 e partir daí utiliza-se o ramal do PA Espinhara (Ramal do Espinhara), percorrendo cerca de 25km, onde toma-se o ramal do Antimary até a AMF, totalizando, aproximadamente 60km de percurso total; (2) pela BR-364, sentido Rio Branco / Bujari – Sena Madureira – AC, até o km 105 (local conhecido como “toco preto”) onde está sendo construído o novo ramal de acesso a FEA, com cerca de 16km de extensão até a AMF; e (3) rio Antimary, junto ao km 85 da BR 364 (Figura 1).

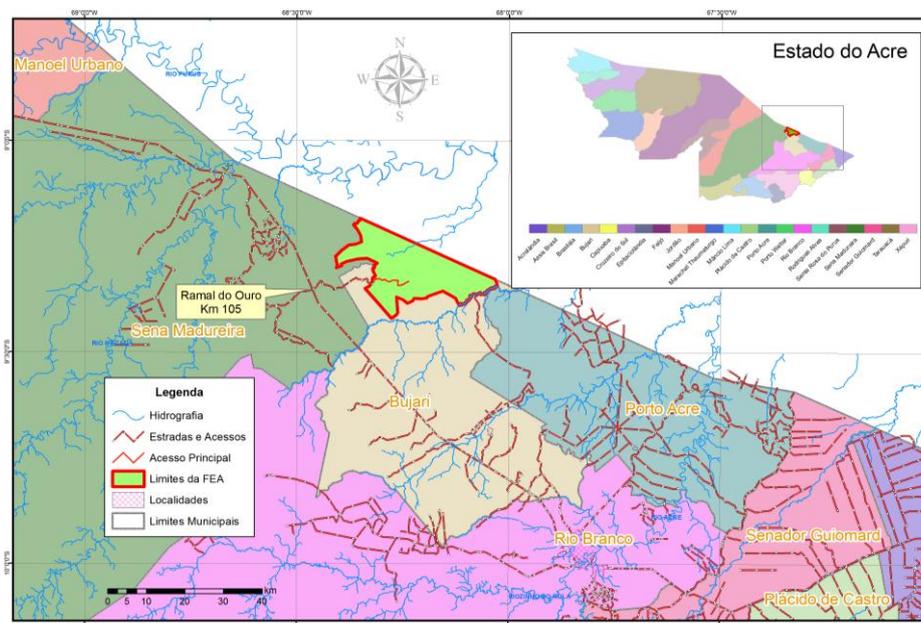


Figura 1 – Mapa de acesso à Floresta Estadual do Antimary, Bujari e Sena Madureira – AC.

3.1.1. Clima, solo, relevo e tipologias florestais na FEA

O clima do Estado do Acre é úmido e a umidade relativa apresenta-se com médias mensais em torno de 80-90%. A estação seca estende-se de maio a outubro, enquanto os meses menos chuvosos são junho, julho e agosto. A temperatura oscila entre 24,5 a 24,9 °C e a precipitação média anual gira em torno de 1982 a 2086 mm.

De acordo com mapa pedológico do Estado e estudos do ZEE (Acre, 2006) o solo predominante na região de inserção da propriedade é classificado como **Argissolo Vermelho Distrófico latossólico**, **Latossolo Amarelo Distrófico argissólico (PVd9)** representando aproximadamente 95% dos solos da FEA. O tipo de solo **Gleissolo Háplico Ta eutrófico**, **Neossolo**

Flúvico Ta eutrófico ocupa aproximadamente 3,62% da área total e está localizado às margens do rio Antimary, como pode ser visto na Figura 2.

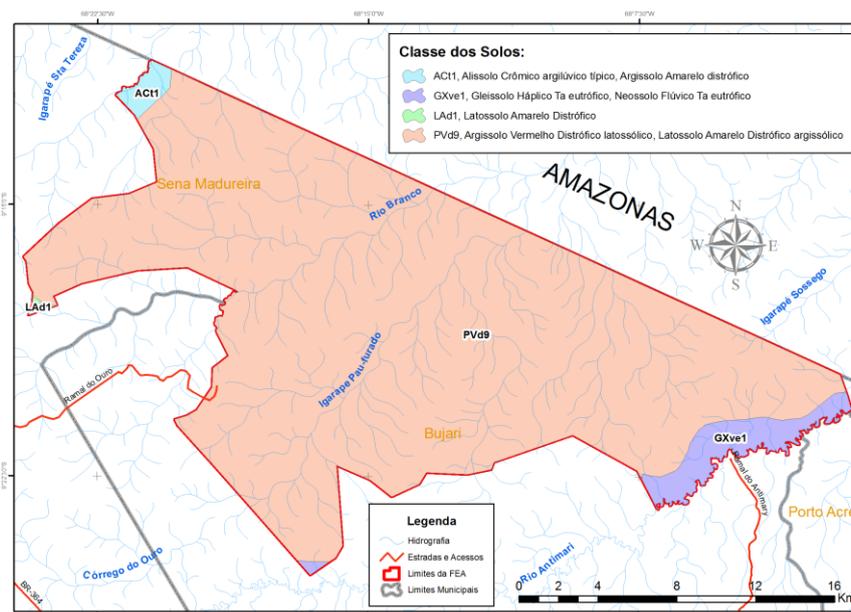


Figura 2 - Mapa de localização dos tipos de solos encontrados na FEA.

As tipologias florestais encontradas, segundo dados do ZEE (Acre, 2006) encontram-se listadas na Tabela 1 e caracterizadas na Figura 3. Observa-se que a predominância da vegetação é do tipo **Floresta Aberta com Bambu** associada com **Floresta Densa**, representando cerca de 38,24% e do tipo **Floresta Densa** associada com **Floresta Aberta com Palmeiras** com 32,49% da área total da floresta. Os outros tipos representam 29,27% e são compostas por **Floresta Aluvial Aberta com Palmeiras** (1,79%), **Floresta Aberta com Bambu Dominante** (2,88%), **Área Antropizada** (4,39%), **Floresta Aberta com Palmeiras associada com Floresta Aberta com Bambu** (6,22%) e **Floresta Densa** (13,99%).

Tabela 1 - Tipos de vegetação encontrada na Floresta Estadual do Antimary.

Código ZEE	Descrição do Tipo de Vegetação	Área de Abrangência	Participação
FAP - Aluvial	Floresta Aluvial Aberta com Palmeiras	818,94 ha	1,79%
FABD	Floresta Aberta com Bambu Dominante	1.314,29 ha	2,88%
Desmatada	Área antropizada, caracterizada pela remoção da cobertura florestal	2.007,36 ha	4,39%
FAP + FAB	Floresta Aberta com Palmeiras associada com Floresta Aberta com Bambu	2.841,41 ha	6,22%
FD	Floresta Densa	6.389,99 ha	13,99%
FD + FAP	Floresta Densa associada com Floresta Aberta com Palmeiras	14.842,40 ha	32,49%
FAB + FD	Floresta Aberta com Bambu associada com Floresta Densa	17.472,21 ha	38,24%
Total Geral		45.686,57 ha	100,00%

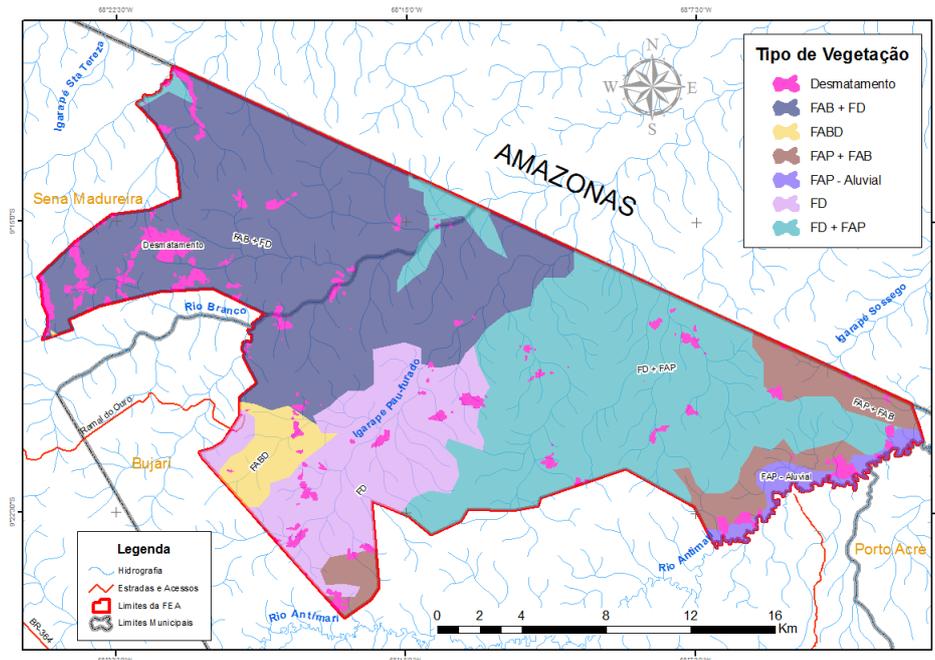


Figura 3 - Caracterização da vegetação da Floresta Estadual do Antimary segundo o ZEE do Estado do Acre.

3.2. Inventário Florestal Diagnostico

O inventário florestal diagnóstico foi realizado pela empresa Tecnologia e manejo florestal – TECMAN, que conduziu a amostragem num intervalo de confiança de $\pm 10\%$ ($E_r = 10\%$) conforme legislação vigente Conselho Estadual de Meio Ambiente de Ciência e Tecnologia/Conselho Florestal Estadual nº003 de 12 de Agosto de 2012. Os demais dados estatísticos encontram-se no Anexo 1.

Foram selecionadas as áreas amostradas do Inventário Diagnostico realizado em 2011 na Área de Manejo Florestal - AMF da FEA, totalizando oito parcelas distribuídas aleatoriamente com inserção de indivíduos a partir de 10 cm de diâmetro.

Para a Floresta Estadual do Antimary, devido à suas grandes dimensões, foi utilizada a “Amostragem em Conglomerados”, descrita por Péllico Netto & Brena (1997), como uma variação da amostragem em dois estágios, onde o primeiro estágio é sistematicamente organizado dentro do primeiro estágio. Os autores ainda afirmam que tal processo pode oferecer maiores vantagens em precisão e custos, quando se comparado à amostragem aleatória simples, quando a população inventariada for extensa e a variável de interesse apresentar grande variável e razoável homogeneidade.

De acordo com Péllico Netto & Brena (1997) citando Queiroz (1977), o tamanho das parcelas *versus* Coeficiente de Variação (CV%) diminui, de forma logarítmica inversa, à medida que a área da unidade amostral aumenta, chegando a um ponto que tal diferença é mínima. Sendo assim, para cada grupo foram consideradas unidades amostrais/parcelas de dimensões distintas. Os grupos com maior densidade na floresta (menores diâmetros) terão unidades amostrais menores do que os grupos com menor densidade. Deste modo, as parcelas utilizadas para medição do Grupo I, serão menores que as utilizadas pelo Grupo II, e estas menores que as pertencentes ao Grupo III.

3.2.1. Disposição, tamanho e forma das parcelas

Foram instalados oito Conglomerados, sendo dispostos na área conforme mostra a Figura 4, estando as coordenadas centrais de cada conglomerado no Quadro 1.

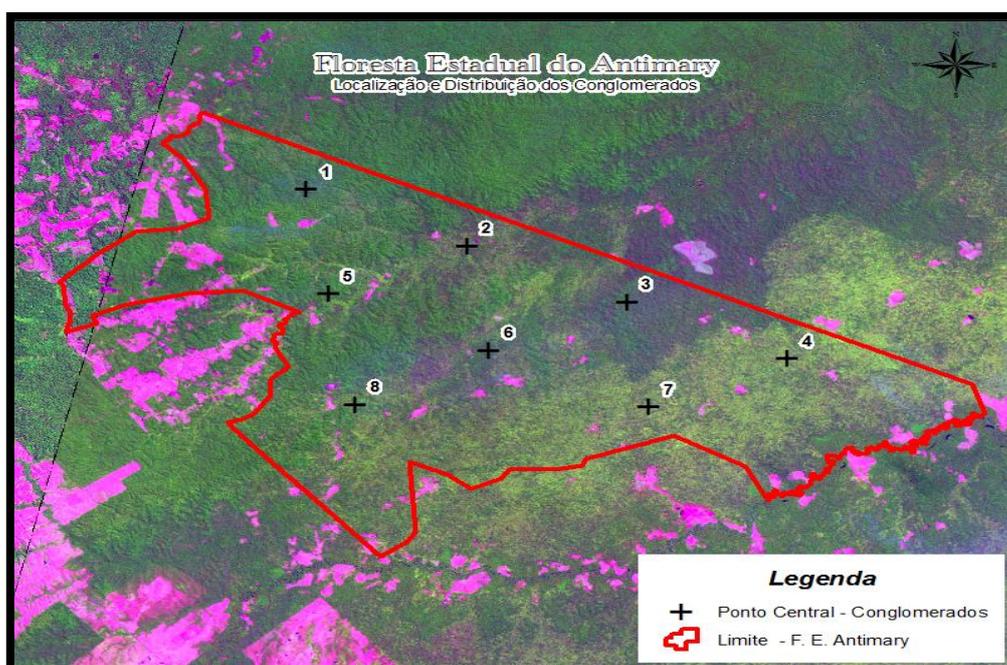


Figura 4 – Localização e Disposição dos Conglomerados dentro da F.E.A.

Quadro 1 - Coordenadas centrais dos Conglomerados (SAD 69).

Conglo Merado	Zona UTM	E (UTM)	N (UTM)	Longitude	Latitude
1	19L	576.099,76 m	8.980.267,69 m	-68,307229°	-9,224343°
2	19L	583.371,41 m	8.976.932,56 m	-68,240971°	-9,254373°
3	19L	590.643,06 m	8.973.597,42 m	-68,174703°	-9,284389°
4	19L	597.914,71 m	8.970.262,29 m	-68,108424°	-9,314393°
5	19L	577.090,89 m	8.974.085,16 m	-68,298096°	-9,280242°
6	19L	584.362,54 m	8.970.750,02 m	-68,231827°	-9,310269°
7	19L	591.634,19 m	8.967.414,89 m	-68,165547°	-9,340283°
8	19L	578.322,98 m	8.967.555,70 m	-68,286759°	-9,339273°

Sobre o conglomerado, observa-se que cada parcela/subunidade dista 200 metros um do outro (100 metros do ponto central). A subunidade Norte (N) inicia cem metros ao norte do ponto central, a subunidade leste (E), inicia cem metros à leste do ponto central do Conglomerado e assim por diante. Assim é possível perceber que serão mensurados quatro grupos de variáveis, divididas por diâmetro, pode-se considerar que cada Conglomerado representa três conglomerados sobrepostos, mas tratados operacionalmente como apenas um (Figuras 5 e 6).

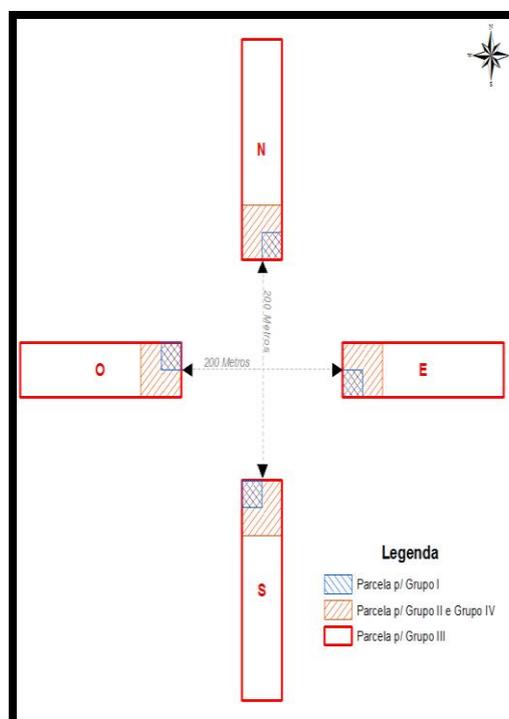


Figura 5 – Cada conglomerado representando os quatro conglomerados sobrepostos e com suas coordenadas.

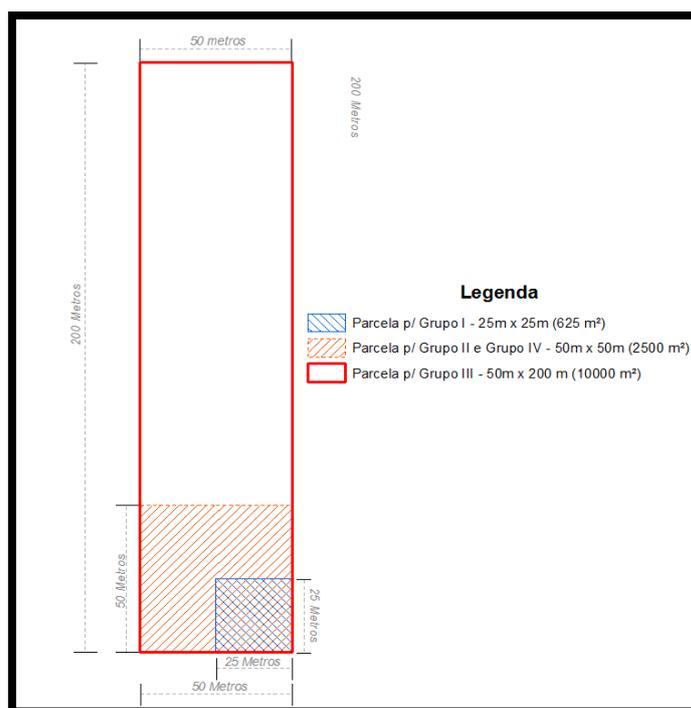


Figura 6 - Cada parcela do conglomerado (ilustrado na figura 04) em subdivisões com dimensões diferentes conforme o Grupo que será inventariado.

Detalhadamente cada parcela subdivide-se de acordo com o esquema ilustrado na Figura 6, com suas dimensões elucidadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Dimensões e área das subunidades.

Grupo de dados mensurado	Dimensões	Área
Grupo I (10 cm ≤ DAP < 30 cm)	25 metros x 25 metros	625 m ²
Grupo II (30 cm ≤ DAP < 50 cm) e Grupo IV	50 metros x 50 metros	2500 m ²
Grupo III (DAP ≥ 50cm)	50 metros x 200 metros	10.000 m ²

*DAP (Diâmetro à altura do peito).

O levantamento de campo foi realizado seguindo a ficha de campo, devidamente identificada por conglomerado e subunidade referente, e contemplou informações como: nome vernacular, ocorrendo posteriormente a identificação da família e nome científico; circunferência à altura do peito - CAP ou diâmetro de medição, no caso de árvores com sapopemas ou defeitos; altura comercial, considerada entre o toco até a primeira inserção dos galhos

da copa, obtida através de estimativa visual; qualidade de fuste, informação importante para a avaliação das condições de aproveitamento da matéria prima existente na área onde foi estabelecido classificação em três tipos (Tipo 1: Tronco bom, reto, com aproveitamento industrial de 80 a 100%; Tipo 2: Tronco regular, com pouca tortuosidade, aproveitamento industrial de 60 a 79%; Tipo 3: Tronco inferior, irregular, aproveitamento industrial menor que 60%.);e Estado físico, sendo verificada a sanidade das árvores e classificadas como morta, caída, quebrada e/ou oca.

3.3. Estimativa de volume, biomassa e carbono

3.3.1 Volume

Para determinar o volume de todos os indivíduos do grupo 1, 2 e 3, utilizou-se a equação abaixo, desenvolvida para o inventário realizado na Floresta Estadual do Antimary (FUNTAC, 1990). Tal equação baseia-se no modelo de Schumacher, que segundo os critérios avaliados, apresenta os mais altos coeficientes de determinação e correlação, o menor índice de Furnival e a melhor distribuição de resíduos.

$$V = 0,000105 * DAP^{1,9570} * H^{0,7515}$$

Em que:

$$R^2 = 0,9845$$

V = Volume com casca, em metros cúbicos.

DAP = Diâmetro a 1,30 m do solo

H = Altura comercial, em metros.

No entanto, devido à medição da altura ter se resumido à altura comercial dos indivíduos arbóreos durante o levantamento de campo foi necessária realizar uma adequação, pois a equação de volume selecionada necessita desta variável. Para contornar essa dificuldade, utilizou-se a altura média por classe DAP, obtida no inventário florestal e diagnóstico da regeneração natural da Floresta Estadual do Antimary (FUNTAC, 1990), conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2 - Alturas médias por classe de diâmetro das árvores.

Classe Diamétrica	Limites do DAP	Ponto Médio	Altura Média
1	20 - 29.9	25	10.7
2	30 - 39.9	35	11.4
3	40 - 49.9	45	12.4
4	50 - 59.9	55	14.2
5	60 - 69.9	65	13.9
6	70 - 79.9	75	14.7
7	80 - 89.9	85	15.8
8	90 - 99.9	95	16.5
9	100 - 109.9	105	16.4
10	110 - 119.9	115	15.6
11	120 - 129.9	125	19.1
12	130 - 139.9	135	20.4
13	140 - 149.9	145	15.4
14	Acima de 150	166	16.8

Fonte: Adaptado de (FUNTAC, 1990).

O estudo realizado pela Funtac (1990) configura as alturas médias totais a partir de 20cm de diâmetro. Porém, é necessário a altura média total da classe de diâmetro de 10cm à 19.9cm para que se possa estimar o volume, a biomassa e posteriormente o carbono do Grupo 1.

Dessa maneira, foi utilizado um estudo realizado pela Universidade Federal do Acre em 2009, coordenado pelo professor Altemir da Silva Braga, sobre a Avaliação dos Impactos Ambientais e Danos da Exploração Florestal sob-regime de Plano de Manejo Florestal Sustentável na Floresta Estadual do Antimary – FEA, onde foram instaladas na floresta 33 parcelas de 2.500m² (50m x 50m) e coletados entre outras informações a altura total dos indivíduos a partir de 10cm de DAP. Sendo assim, nas parcelas instaladas do estudo mencionado a classe de diâmetro de 10cm à 19.9cm, 2267 indivíduos arbóreos foram medidos e tiveram uma altura total média de 9,3cm (UFAC, 2012).

3.3.2. Biomassa

Salati (1994) pontua que a quantificação de biomassa baseia-se no uso de relações empíricas entre a biomassa e outras variáveis da árvore (DAP, altura total etc.) relações essas expressas por meio de modelos estatísticos (SANQUETTA e BALBINOT, 2004). No entanto, Araújo et al. (1999) afirma que determinados cuidados devem ser tomados na sua aplicação, a fim de se evitar

erro significativo no cálculo da biomassa: a análise criteriosa das situações de campo (ex. árvores ocas) e a amostragem representativa da área (ARAÚJO et al., 1999).

Por meio de métodos indiretos será estimada a biomassa florestal dos indivíduos arbóreos, que utilizou modelos matemáticos a partir de dados de inventários florestais, diâmetro à altura do peito (DAP) e altura total (HT).

Primeiramente, foi estimado a biomassa verde referente aos indivíduos vivos (com umidade) dos diferentes grupos, em seguida a biomassa seca (sem umidade) dos mesmos indivíduos.

Para estimar a biomassa total úmida dos indivíduos arbóreos do grupo 1, 2 e 3 utilizou-se a equação abaixo, baseada no modelo Schumacher e Hall testado por Santos (1996).

$$\ln Bvti = 2,103052 + 2,344377 * \ln (d) + 0,3711549 * \ln (h)$$

onde:

$$R^2 = 0,9752$$

Em que:

\ln = Logaritmo neperiano;

Bvti = Biomassa verde total dos indivíduos, em toneladas;

d = Diâmetro a altura do peito em metros;

h = Altura do fuste, em metros.

A estimativa da biomassa verde dos indivíduos para o compartimento fuste foi feita com base no modelo de Schumacher e Hall testado por Santos (1996):

$$\ln Bvf = 0,12264 + 2,069532 * \ln (d) + 0,811727 * \ln (h)$$

$$R^2 = 0,9843$$

Em que:

Bvf = Biomassa verde do fuste, em toneladas.

Para obter a estimativa da biomassa estocada na copa fez-se uso da diferença entre a equação da biomassa verde dos indivíduos total e da biomassa verde do fuste, representada pela equação:

$$Bvc = Bvti - Bvf$$

Em que:

Bvc = Biomassa verde da copa, em toneladas.

A conversão da biomassa verde em biomassa seca foi realizada considerando um estudo de alometria, estoque e dinâmica da biomassa de florestas primárias e secundárias na região de Manaus (AM) conduzido por Silva (2007) que conclui que 41,6% do peso da árvore equivalem à água. Dessa maneira, 58,4% correspondem a biomassa seca total exclusivamente no caso de florestas primárias.

$$B_{sti} = 0,584 * B_{vti}$$

Em que B_{sti} = Biomassa seca total do indivíduo, em toneladas.

O mesmo percentual foi utilizado para o fuste onde:

$$B_{sf} = 0,584 * B_{vf}$$

Em que:

B_{sf} = Biomassa seca do fuste, em toneladas.

Já a biomassa estocada nas folhas foi estimada utilizando como referência um trabalho realizado na Floresta Tropical Úmida em Manaus por Luizão e Vasconcelos (2005), onde a biomassa de folhas representa 2,03% da biomassa seca total dos indivíduos logo a biomassa das folhas foi obtida através da seguinte fórmula:

$$B_f = 0,0203 * B_{sti}$$

Em que:

B_f = Biomassa da folha, em toneladas.

Para estimativa da biomassa estocada nas flores e frutos, utilizou-se como referência Luizão e Vasconcelos (2005) que observaram que a biomassa dos frutos e das flores juntas corresponde 0,01% da biomassa seca total dos indivíduos. Assim, a biomassa das flores e frutos foi obtida através da equação:

$$B_{frBfl} = 0,0001 * B_{sti}$$

Em que:

B_{frBfl} = Biomassa dos frutos e Biomassa das flores, em toneladas.

Golley et al. (1978) considera que a biomassa de raízes corresponde a 24% da biomassa seca do fuste. Assim, a biomassa de raízes foi obtida por:

$$B_r = 0,24 \cdot B_{sf}$$

Em que:

B_r = biomassa das raízes, em toneladas.

3.3.3. Carbono

A maioria das literaturas consultadas considera que o teor de carbono elementar presente na constituição da matéria seca (biomassa) de diferentes partes da árvore está em torno de 50%. Utilizando as referências do Serviço Florestal Brasileiro (2010) que aproximadamente 50% da madeira seca é Carbono a obtenção do carbono foi representada pela seguinte equação:

$$EC = Bs * 0,5$$

Em que:

EC = Estoque de Carbono.

É importante ressaltar que os modelos alométricos normalmente são desenvolvidos a partir do estudo das relações entre uma variável de difícil obtenção (volume, biomassa, quantidade de carbono, etc.) em plantas de diferentes formas de vida, hábitos de crescimento e fustes, ou para uma determinada espécie, e algumas variáveis de mais fácil obtenção (DAP, altura, altura total, etc.) (SANQUETTA et al., 2002; SILVA, 2007; BALBINOT et al., 2009).

A partir de dados observados de tais variáveis e de técnicas como a análise de regressão, podem-se obter as estimativas dos parâmetros do modelo, ajustando-se uma equação alométrica capaz de estimar uma característica (volume, biomassa e carbono da árvore) em função de outras (diâmetro e altura da árvore, por exemplo).

Higuchi et al. (1998) afirmam que modelos alométricos com apenas o DAP como variável independente apresentam resultados tão consistentes quanto os modelos que utilizavam também a altura. Porém, para Santos (1996) uma equação de biomassa que considera tanto o diâmetro quanto a altura produz estimativas melhores do que uma equação que utiliza apenas o diâmetro, por causa da informação adicional fornecida pelo conhecimento da altura.

Existem vários modelos alométricos (lineares, não lineares, simples e múltiplos) para estimar o volume, a biomassa e a quantidade de carbono de espécies arbóreas, neste trabalho foram utilizados basicamente os modelos baseados em Schumacher e Hall que quase sempre se ajustam bem aos

dados observados, resultando em estimativas precisas e sem tendências (FERREIRA et al., 1977; CAMPOS et al., 1992; COUTO e VETTORAZZO, 1999; CAMPOS e LEITE, 2009).

Segundo Husch et al. (2003), os mesmos modelos matemáticos utilizados para volume podem ser utilizados para estimar estoque de biomassa e de carbono, produzindo resultados no ajuste tão bons quanto para volume.

Nesse sentido a escolha do modelo alométrico a ser utilizado é de grande importância, devendo ser feita, segundo Silveira et al. (2008), em função da experiência em sua utilização, da relação entre as variáveis ou pela recomendação da literatura. Quando se trabalha com vários modelos, a escolha da equação que mais se ajusta aos dados deve ser feita através da avaliação das estatísticas indicadoras de qualidade de ajuste (erro-padrão da estimativa, coeficiente de determinação, etc.), assim como por meio de um exame gráfico do comportamento dos resíduos (SANQUETTA et al., 2002).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Estoque volumétrico

A média de indivíduos inventariados por hectare nos oito conglomerados, com DAP \geq 10 cm, foi de 376,16. Deste total 330 indivíduos (87,8%) pertenciam ao Grupo 1, 33,63 (8,9%) ao Grupo 2 e 12,53 (3,3%) ao Grupo 3 (Tabela 3). O Conglomerado com o maior número de indivíduos por hectare foi o 3 (529,25) e o com o menor número foi o 2 (181,00).

Tabela 3 – Número de indivíduos inventariados para os grupos 1, 2 e 3, na área de manejo da Floresta Estadual do Antimary.

Conglomerado	Número de indivíduos/Hectare			Total
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	
1	368,00	40,00	12,25	420,25
2	144,00	23,00	14,00	181,00
3	476,00	39,00	14,25	529,25
4	420,00	28,00	13,00	461,00
5	372,00	31,00	8,50	411,50
6	268,00	27,00	7,25	302,25
7	216,00	35,00	16,00	267,00
8	376,00	46,00	15,00	437,00
Total	2640,00	269,00	100,25	3009,25
Média	330,00	33,63	12,53	376,16

A área basal média por hectare dos indivíduos inventariados nos oito conglomerados com DAP ≥ 10 cm foi de 16,04 m² ha⁻¹. Sendo 7,07 m² ha⁻¹ (44,1%) referente ao grupo 1, 3,94 m² ha⁻¹ (24,6%) ao grupo 2 e 5,03 m² ha⁻¹ (31,4%) ao grupo 3 (Tabela 4).

Tabela 4 – Área basal dos indivíduos inventariados no grupo 1, 2 e 3, na área de manejo da Floresta Estadual do Antimary.

Conglomerado	Área basal (m ² ha ⁻¹)			Total
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	
1	7,76	4,71	5,49	17,96
2	4,59	3,08	5,58	13,25
3	7,96	4,32	5,14	17,43
4	7,64	3,14	5,46	16,25
5	7,43	3,60	4,60	15,63
6	6,53	3,26	3,13	12,92
7	7,30	3,59	5,57	16,46
8	7,34	5,83	5,27	18,44
Total	56,55	31,53	40,25	128,34
Média	7,07	3,94	5,03	16,04

Na Tabela 4 é possível observar que o conglomerado 8 totalizou a maior área basal com 18,44 m² ha⁻¹, já o conglomerado 6 obteve a menor área basal com 12,92 m² ha⁻¹. Nota-se que o conglomerado com maior número de indivíduos não possui a maior área basal, isso acontece porque apesar de o conglomerado 3 ter um número expressivo de indivíduos (Tabela 2), no grupo 1 (com DAP entre 10 e 30 cm), o conglomerado 8 tem mais indivíduos enquadrados no grupo 2 e 3 com DAPs superiores e conseqüentemente com maior área basal.

No que diz respeito ao estoque volumétrico total do compartimento fuste este obteve 882,58 m³, com uma média de 110,32 m³ ha⁻¹ nos oito conglomerados. Deste total 38,55m³ ha⁻¹ (34,9%) pertenciam ao Grupo 1, 28,44 (25,8%) ao Grupo 2 e 43,33 (39,3%) ao Grupo 3 (Tabela 5).

No conglomerado 8 observou-se o maior volume por hectare (137,12) e o menor foi no conglomerado 6 (84,50). Vale ressaltar que o conglomerado que apresentou menor volume não é o mesmo que apresentou o menor número de indivíduos (conglomerado 2), neste caso o conglomerado 6 apresenta valores superiores quanto ao número de indivíduos nos grupos 1 e 3 quando comparadas ao conglomerado 2 (Tabela 2), fazendo com que o volume

seja maior. O mesmo acontece com o conglomerado 8 que apresentou maior volume mais não apresentou maior número de indivíduos (conglomerado 3), devido o maior número de indivíduos enquadrados no grupo 2. Logo, se o volume é influenciado pelas variáveis DAP e altura, grupos com maior número de indivíduos e intervalos de DAPs maiores podem apresentar uma volumetria maior.

Tabela 5 - Volume (m^3/ha) dos indivíduos de cada conglomerado em todos os grupos, na área de manejo da Floresta Estadual do Antimary.

Conglomerado	Volume ($m^3 ha^{-1}$)			Total
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	
1	42,78	34,32	49,11	126,21
2	24,49	23,08	45,34	92,90
3	43,46	30,19	43,00	116,65
4	38,19	22,89	46,99	108,07
5	40,72	23,37	43,22	107,31
6	34,85	24,45	25,20	84,50
7	40,41	23,03	46,39	109,83
8	43,49	46,22	47,40	137,12
Média	38,55	28,44	43,33	110,32

Em um inventário realizado na Floresta Estadual do Antimary, AC, considerando ($DAP \geq 20$ cm) o volume arbóreo encontrado foi de $128 m^3 ha^{-1}$ (FUNTAC, 1990).

Amaro (1996) estudou o estoque volumétrico para árvores com $DAP \geq 20$ cm do Inventário Florestal do Projeto de Assentamento Extrativista São Luis do Remanso, AC e obteve o volume médio de $167,73 m^3 ha^{-1}$.

Calculando o volume para indivíduos com $DAP \geq 20$ cm do Inventário Florestal do Projeto de Assentamento Extrativista Porto Dias, Amaro e Melo (1996), constataram uma média de $104,47 m^3 ha^{-1}$.

Ao realizar estudos para o Plano de Manejo de Uso Múltiplo do Projeto de Assentamento Extrativista Santa Quitéria, AC, Amaro et al. (1997), encontraram $114,65 m^3 ha^{-1}$ para ($DAP \geq 20$ cm).

Segundo levantamentos realizados pelo Zoneamento Ecológico Econômico – ZEE o florestas do Estado do Acre possuem em média $138,46 m^3 ha^{-1}$ (ACRE, 2000).

Em estudos realizados em outras partes da Amazônia o volume médio por hectare é superior ao encontrado no estado do Acre. Em estudos realizados no Estado do Amazonas, Higuchi et al. (1985) em uma área experimental do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) encontrou um volume médio, considerando DAP acima de 25 cm, de 190,47 m³ ha⁻¹. Outro estudo realizado na Região da bacia do Rio Ituxi, Labrea, no Amazonas, apresentou resultados do inventário florestal para indivíduos com DAP ≥ 50 cm com volume médio total estimado em aproximadamente 64 m³ ha⁻¹ (THAINES *et al.*, 2010).

Apesar da diferença dos DAPs mínimos para inclusão dos indivíduos, o volume total médio de 110,32 m³ ha⁻¹ está próximo aos valores encontrados nas florestas acreanas.

4.2. Estoque de Biomassa e Carbono

A biomassa verde total por hectare estocada na área de manejo florestal inventariada da FEA considerando DAP ≥ 10 cm foi estimada em 312,61t ha⁻¹, sendo que 160,24 t ha⁻¹ encontra-se estocada no fuste, 152,37 t ha⁻¹ na copa (Tabela 6).

Tabela 6 - Estoque de biomassa verde em toneladas por hectare por grupo, com médias na FEA.

Biomassa Verde Total por hectare			
	Biomassa Verde do fuste (Bvf)	Biomassa verde da copa (Bvc)	Total
Grupo 1	49,40	41,94	91,34
Grupo 2	41,13	37,36	78,49
Grupo 3	69,71	73,07	142,78
Total	160,24	152,37	312,61

A tabela 6 mostra que o grupo 3 é apresenta valores superiores comparados aos outros grupos inventariados, isto acontece em virtude da classe diamétrica que compreende indivíduos maiores de 50cm de DAP. Já o grupo 2 apresenta os menores valores de biomassa que o grupo 1, isso se deve ao número de indivíduos que o grupo 1 apresenta (mostrado na Tabela 2). Outra consideração importante é o fato da biomassa verde total da copa ser praticamente o mesmo valor da biomassa verde total do fuste.

Amaro et al. (2008), em diferentes tipologias florestais, na área de influência da BR-364 no trecho entre Rio Branco à Cruzeiro do Sul, considerando as árvores com DAP ≥ 20 cm encontraram o estoque de biomassa entre 222,19 a 409,49 ha^{-1}

Ribeiro (2011), em um Inventário Florestal do projeto Ciliar Só-Rio, na mata ciliar do Rio Acre em Porto Acre, considerando DAP acima de 20 cm; de espécies arbóreas, encontrou o estoque de biomassa verde de 285,38t ha^{-1} .

Salimon et al. (2011), relataram que atualmente em todo Estado do Acre, em áreas de florestas concentra-se estimativas média de 246 ± 90 t ha^{-1} de biomassa verde acima do solo, isso considerando DAP ≥ 10 cm.

Outro estudo realizado no Acre, na mata ciliar em Brasília considerando DAP ≥ 20 cm, a biomassa verde total média estocada foi estimada em 185,84t ha^{-1} , sendo que 164,47 t ha^{-1} encontra-se acima do solo e 21,37t ha^{-1} abaixo do solo (ARAÚJO, 2011).

A biomassa seca dos indivíduos amostrados foi analisada nos diferentes grupos e compartimentos, conforme mostra a Tabela 7. O estoque de biomassa seca total por hectare foi de 211,39 t ha^{-1} , estando 188,9 t ha^{-1} (89,4%) acima do solo e 22,5 t ha^{-1} (10,6%) nas raízes.

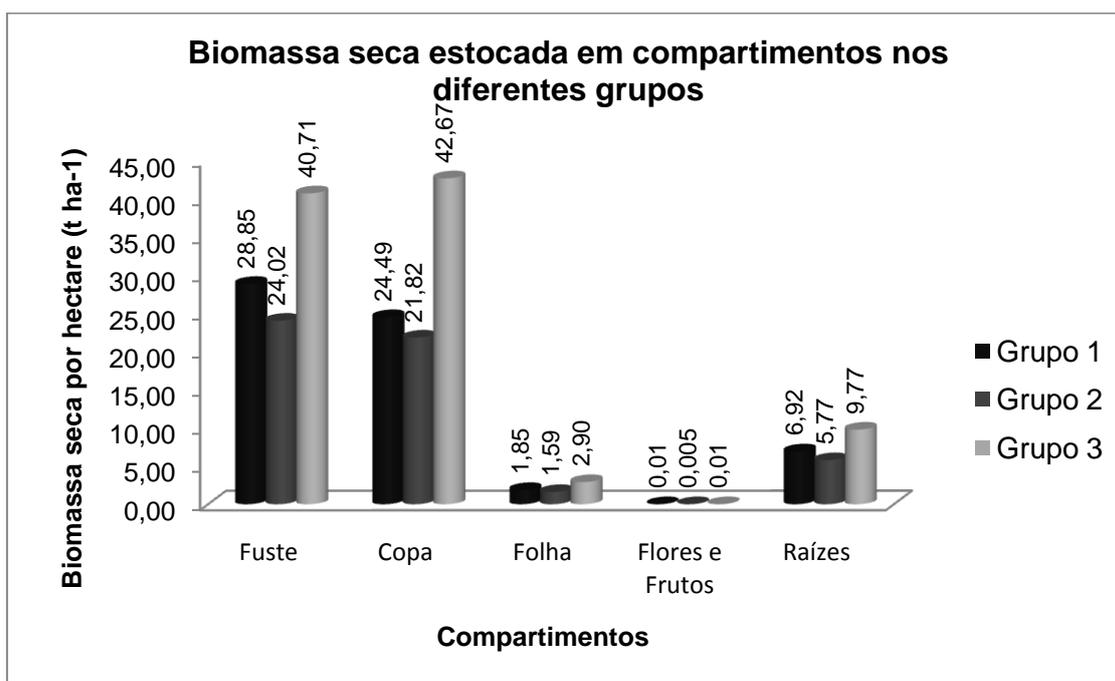
Tabela 7 - Estoque de biomassa seca em toneladas por hectare por grupo, com médias na FEA.

Biomassa Seca por hectare						
Compartimento						
	Fuste	Copa	Folha	Flores e Frutos	Raízes	Total
Grupo 1	28,85	24,49	1,85	0,00533	6,92	62,12
Grupo 2	24,02	21,82	1,59	0,00458	5,77	53,20
Grupo 3	40,71	42,67	2,90	0,00834	9,77	96,06
Total	93,58	88,98	6,35	0,01826	22,46	211,39

De acordo com Nelson et al. (2006), o Acre em florestas dominadas por bambu, a biomassa é de 113 t ha^{-1} , já as florestas densas representam o dobro, com 227 toneladas por hectare. Estes valores são referentes à biomassa seca de árvores maiores que 5 cm de DAP. No caso deste trabalho para um DAP ≥ 10 cm o valor de biomassa em toneladas por hectare foi menor que o encontrado pelo autor.

No gráfico 1 pode-se observar que a maior biomassa acima do solo encontra-se nos compartimentos fuste e copa, respectivamente com 93,58 (44,27%) e 88,98 (42,09%). Já a biomassa das raízes que representa 22,46 (10,62%) da biomassa seca.

Gráfico 1 – Estoque de biomassa seca em cada grupo nos diferentes compartimentos da árvore.



Segundo Saatchi et al. (2007), a biomassa estocada acima do solo na vegetação acreana varia entre 36 a 424 t ha⁻¹, cujo o valor de carbono estocado representa 50% da biomassa (entre 18 a 212 t ha⁻¹).

Os valores de biomassa seca encontrados nos compartimentos, folha e flores e frutos foram muito pequenos comparados aos outros compartimentos estudados. O compartimento folha obteve 6,35 t ha⁻¹ (3,0%) e flores e fruto somaram 0,02 t ha⁻¹ (0,01%).

Em um estudo realizado na Floresta da Estação Experimental de Silvicultura Tropical em Manaus, Amazonas, Silva (2007), encontrou para a biomassa estocada nas folhas e flores/frutos um valor 1,2% e 0,04% respectivamente.

Araújo (2011) realizou um estudo na mata ciliar ao longo do rio Acre, no município de Brasiléia, Acre e encontrou no compartimento folha 2,09 (1,76%) e flores/frutos 0,01 (0,087%) de biomassa seca estocada.

No estoque de carbono total, na área de manejo da FEA, a estimativa foi de 105,69 t ha⁻¹. Sendo 94,46 t ha⁻¹ correspondente ao carbono armazenado acima do solo e 11,23 t ha⁻¹ ao carbono armazenado nas raízes (Tabela 8).

Tabela 8 - Estoque de carbono em toneladas por hectare por grupo, com médias na FEA.

Carbono por hectare						
Compartimento						
	Fuste	Copa	Folha	Flores e Frutos	Raízes	Total
Grupo 1	14,42	12,25	0,93	0,002667	3,46	31,06
Grupo 2	12,01	10,91	0,80	0,002292	2,88	26,60
Grupo 3	20,36	21,34	1,45	0,004169	4,89	48,03
Total	46,79	44,49	3,17	0,009128	11,23	105,69

Amaro et al. (2008), na área de influência da BR-364 no trecho entre Rio Branco à Cruzeiro do Sul, considerando as árvores com DAP ≥ 20 cm encontraram o estoque de carbono estimados entre 107,76 a 198,60 t ha⁻¹, valores superiores ao encontrado neste estudo.

Araújo (2011) verificou que o estoque de carbono total médio na mata ciliar em Brasília foi estimado em 58,90 t ha⁻¹, sendo 52,37 t ha⁻¹ acima do solo, destes 6,53 t ha⁻¹ armazenava-se nas raízes.

5. CONCLUSÃO

Os resultados apresentados pelos grupos 1, 2 e 3, indicados por diferentes intervalos de classes diamétricas para estimativa de volume, biomassa e carbono, geraram maior detalhamento quanto aos valores apresentados por cada grupo e atentaram para a capacidade de armazenamento de carbono de grupos com indivíduos com menor diâmetro mais que se encontra em maior quantidade.

O uso de equações com algumas variáveis de fácil obtenção (DAP e HT) foi possível evitar a aplicação do método destrutivo para estimar os estoques de volume, biomassa e carbono.

As diferenças nos valores obtidos neste trabalho quando comparado a outros realizados em outras áreas com semelhante vegetação podem ter

ocorrido a fatores como, por exemplo, diferenças entre DAP mínimo de inclusão, características do meio e também ação antrópica.

Considerando os indivíduos com DAP ≥ 10 cm, o valor médio de biomassa estocado, por hectare, na vegetação verde (incluindo raízes), na área de manejo da Floresta Estadual do Antimary está próximo aos valores encontrados na maior parte de estudos realizados no Acre.

Também o valor de carbono armazenado na área de manejo da FEA está próximo ao observado na maior parte de estudos realizados no Acre.

Diante do exposto pelo estudo e considerando a área de efetivo manejo que ainda não foi explorada de 20.205,27 ha (PMFS reformulado em 2012) o carbono total acumulado é de 2.135.994,99 t.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É indispensável a realização de estudos científicos que visem a aproximação do real estoque de biomassa e carbono em nossas florestas, para que se possa valorizar a floresta em pé e comprovar a importância da conservação de florestas nativas e redução das emissões de gases na atmosfera.

Sendo assim, é necessário obter medidas mais precisas das variáveis analisadas devendo-se cada vez mais empregar tecnologias e recursos financeiros, visando à demonstração do real valor desses compartimentos.

Recomendando-se que em próximos estudos se analise detalhadamente cada compartimento, se possível com uso de métodos diretos, para que sejam obtidos resultados mais satisfatórios, proporcionando estimativas mais próximas do estoque real de uma floresta e aumentar o conhecimento desses recursos naturais.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACRE. Lei n. 2.308, de 22 de outubro de 2010. **Diário Oficial do Estado do Acre, Acre**, AC, n. 10.414, p. 01, 05 nov. 2010.

ACRE, Governo do Estado do Acre. 2006. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre. **Zoneamento ecológico-econômico Fase II: Documento síntese** – Escala 1:250.000. Rio Branco: SEMA, 2006. 356p.

ACRE. Governo do Estado do Acre. **Desflorestamento e Queimadas no Acre: Análise de Tendências Recentes**. In: ZEE (Zoneamento Ecológico-Econômico). Fase I. Rio Branco: SECTMA, 2000. V. II. Cap. 7, p. 152 - 162.

AMARO, M. A. **Inventário florestal do Projeto de Assentamento Extrativista São Luis do Remanso**. FUNTAC. Rio Branco. 70p. 1996.

AMARO, M. A.; MELO, S. C. **Inventário florestal do Projeto de Assentamento Extrativista Porto Dias**. FUNTAC-CTA. Rio Branco. 66p. 1996.

AMARO, M. A.; SILVA, R. F.; BRAZ, E. M.; D'OLIVEIRA M. V. N. **Plano de manejo de uso múltiplo com rendimento sustentado do Projeto de Assentamento Extrativista Santa Quitéria**. FUNTAC-EMBRAPA-Acre. Rio Branco. 159p. 1997.

AMARO, M. A.; MARTINS. F. B.; FERNANDES, T, J. G. Volume, biomassa e carbono nas florestas às margens da rodovia Br 364 no Acre (AC). In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 4., Santa Maria-RS, 2008. **Anais...** Santa Maria-RS: UFSM/CCR/Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Santa Maria, 2008. p. 165-171.

AMARO, M. A. **Quantificação do Estoque Volumétrico, de Biomassa e de Carbono em uma floresta Estacional semidecidual no Município de Viçosa-MG**. 183 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

AMAZONAS. Governo do Estado. **A floresta amazônica e seu papel nas mudanças climáticas**. Série Técnica Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, n. 18. Manaus: SDS/CECLIMA, 2009. 36p.

ARAÚJO, R. da S. **Estimativa do estoque de volume, biomassa e carbono na mata ciliar ao longo do Rio Acre, no município de Brasiléia-Ac**. 40 f. Trabalho de graduação (Bacharelado em Eng. Florestal) – Ciências Naturais, Universidade federal do Acre, Rio Branco, 2011.

ARAÚJO, T. M.; HIGUCHI, N.; CARVALHO JÚNIOR, J. A. Comparison of formulae for biomass content determination in a tropical rain forest site in the state of Pará, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v.117, n.1, p.43-52, 1999.

BALBINOT, R.; KOEHLER, H. S.; WATZLAWICK, L. F.; MARCENE, E. A. Ajuste de equações alométricas para *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. utilizando análise de componentes principais conjuntamente com análise de regressão. **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 2, p. 232-237, jul./out. 2009.

BARROS, P. C. de. **Dinâmica de carbono de uma floresta primária na Resex Auaiti-Paraná, Fonte Boa, Amazonas**. Dissertação (Mestrado) – Área de concentração em Manejo Florestal, Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Manaus. 2009.

BRASIL, Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. **Diário Oficial [da] da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, v. XXX, n. XXX, p. XXXX, XX** mês. ano. **Seção 1, pt. 1.**

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2009. 548 p.

CAMPOS, J. C. C.; SILVA, J. A.; VITAL, B. R. Volume e biomassa do tronco e da copa de eucalipto de grande porte. **Revista Árvore**, v. 16, n 3, p. 319-336, 1992.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). **Manual de Capacitação sobre Mudança do Clima e Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)**. Brasília, 2008.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE); INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA (IPAM); SECRETARIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA (SAE/PR). **REDD no Brasil: um enfoque amazônico: fundamentos, critérios e estruturas institucionais para um regime nacional de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal – REDD**. Ed. Revisada e atual. Brasília, 2011. 152 p.

COUTO, H. T. Z.; VETTORAZZO, S. C. Seleção de equações de volume e peso seco comercial para pinus taeda. **Cerne**, v. 5, n. 1, p. 69-80, 1999.

DIETZSCH, L; FALIERI, A.; LANNA, M.; MARETTI, C.; MOUTINHO, P; PINTO, E.; RODRIGUES, H.; SOARES-FILHO, B.S.; SCARAMUZZA, C.; SUASSUNA, K.; VASCONCELOS, F. **Redução das Emissões de Carbono do Desmatamento no Brasil: O Papel do Programa Áreas Protegidas da Amazônia (Arpa)**. Belém: : Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Edilson Batista de Oliveira et al. **Determinação da quantidade de madeira, do carbono e renda da plantação florestal**. INSS 1980-3958, Ago. 2011.

FAO. FAO no Brasil Memória de Cooperação Técnica. OECD: Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, 2010. 43p.

FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia Brasileira: história, índices e consequências. **Megadiversidade**, Manaus, v. 1, n. 1, p. 113-123, 2005.

FERREIRA, C. A.; MELLO, H. A.; KAJIYA, S. Estimativa do volume de madeira aproveitável para celulose em povoamentos de *Eucalyptus* spp.: determinação de equações para o cálculo do volume de povoamentos de *Eucalyptus* spp. **IPEF**, n. 14, p. 29-50, 1977.

FUNDAÇÃO DE TECNOLOGIA DO ESTADO DO ACRE (FUNTAC). **Inventário florestal e diagnóstico da regeneração natural da Floresta Estadual do Acre**. Governo do Estado do Acre. Rio Branco, 1990. 192 p.

FUNDAÇÃO DE TECNOLOGIA DO ESTADO DO ACRE (FUNTAC). **Inventário Florestal e Diagnóstico de Regeneração natural da Floresta Estadual do Acre**. Governo do Estado do Acre. Rio Branco, 1990. 177 p.

FRONDIZI, I. M. de R. L. **O mecanismo de desenvolvimento limpo**: guia de orientação. Rio de Janeiro: Imperial Novo Milênio, 2009. 131 p.

GOLLEY, F. B.; MCGINNIS, J. T.; CLEMENTS, R. G.; CHILD, G. I.; DUEVER, M. J. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de Floresta Tropical Úmida**. São Paulo, SP: EDUSP, 1978. 256 p.

HIGUCHI, N.; JARDIM, F. C. S.; SANTOS, J.; BARBOSA, A. P. & WOOD, T. W. W. Bacia 3 – Inventário florestal comercial. **Acta Amazônica**. Manaus-AM, v. 15, n. 3-4, p. 327-369, 1985.

HIGUCHI, N.; CARVALHO JR.; J. A. Fitomassa, conteúdo e carbono de espécies arbóreas da Amazônia. In: SEMINÁRIO EMISSÃO X SEQUESTRO DE CO₂, 1., 1994, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Companhia Vale do Rio Doce, 1994. p. 125-154.

HOUGHTON, R.A.; SKOLE, D. L.; NOBRE, C.A.; HACKLER, J.L.; LAWRENCE, K.T.; CHOMENTOWSKI, W.H. Fluxos anuais de carbono por desmatamento e crescimento na Amazônia brasileira. **Nature**, 20. jan. 2000. v. 403, p. 301-304.

IPCC. Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas para uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS). Suíça: OMM, 2005. 628 p.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA. **As mudanças climáticas, a redução das emissões por desmatamento e as áreas protegidas**. Biblioteca online do IPAM. www.ipam.org.br. 2009.

LACERDA, C. M. B de; DEUS, C. E. de; AZEVEDO-LOPES, M.A.O. **Sistema Estadual de Áreas Naturais Protegidas: diagnóstico dos instrumentos de planejamento e gestão**. Rio Branco: SEMA/IMAC. Artigo produzido para o ZEE Fase II, 2006. Trabalho não publicado.

LIMA, M. A.; CABRAL, O. M. R.; MIGUEZ, J. D. G. **Mudanças climáticas globais e agropecuária brasileira**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001. 397 p.

LUIZÃO, F. J.; VASCOCELOS, H. L.; **Floresta tropical úmida**. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia – INPA. 2005. Disponível em: <www.miniweb.com.br/geografia/Artigos/vegetacao/port_site01>. Acesso: 25 nov de 2011.

MEDEIROS, R.; YOUNG, C.E.F.; PAVESE, H.B.; ARAÚJO, F. F. S. **Contribuição das unidades de conservação brasileiras para a economia nacional**. Brasília: UNEP-WCMC, 2011.44 p.

MCT. Comunicação nacional inicial do Brasil à convenção-quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima. Brasília-DF: MCT, 2004. 269 p.

NELSON, B.W.; OLIVEIRA, A.C.; VIDALENC, D.; SMITH, M.; BIANCHINI, M.C.; NOGUEIRA, E. M. Florestas dominadas por tabocas trepadeiras do gênero *Guadua*, no sudoeste da Amazônia. In: I SEMINÁRIO NACIONAL DE BAMBU, 1. 2006. Brasília. **Anais...** Brasília: Rede Brasileira Do Bambu - RBB, 2006. p. 49-55.

NISHI, M. H, **O MDL e o atendimento aos critérios de elegibilidade e indicadores de sustentabilidade por diferentes atividades florestais**. 80 f. Tese (Pós-Graduação em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

NOBRE, C. A. O balanço de carbono na Amazônia Brasileira. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.16, n.45, 2002.

PRACTICAL CONSERVATION THROUGH CERTIFIED FORESTRY (SMARTWOOD). Resumo público de certificação de Floresta Estadual do Antimary. Acre, 2005. 41 p.

PAULA, T. A. de; VALLE, C. M. do. Quantificação do estoque de carbono no solo e a mitigação da mudança climática. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 2., 2007, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Centro Federal de Educação Tecnológica da Paraíba 2007.

PÉLLICO NETO, S; BRENA, D.A. **Inventário Florestal**. Editorado pelos autores. Curitiba, 1997. Vol 1, 316 p.

PINTO, E. DE P. P.; MOUTINHO, E. STELLA, O.; CASTRO, I.; MAZER, S.; RETTMANN, R.; MOREIRA, P. F. **Cartilha: Perguntas e Respostas Sobre Aquecimento Global**. Belém: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, 4º edição, 2009.

PINTO, L. P. Unidades de conservação. Revista da Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais. n. 14, julho 2008. Disponível em:<

<https://www.ufmg.br/diversa/14/index.php/unidade-de-conservacao/unidades-de-conservacao.html>> Acesso em:25 outubro 2012.

PLANO DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL DE USO MÚLTIPLO (PMFS). **Secretaria de Estado de Floresta**. Reformulação. Acre. 2011. 44 p.

PLANO DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL DE USO MÚLTIPLO (PMFS). **Secretaria de Desenvolvimento Florestal, da Indústria, do comércio e dos serviços Sustentáveis**. Reformulação. Acre. 2012. 171 p.

RIBEIRO, F. C.; **Estimativas do Estoque Volumétrico, de Biomassa e de Carbono na Vegetação Ciliar do Rio Acre em Porto Acre, Ac.** 63 f. Trabalho de graduação (Bacharelado em Eng. Florestal) – Ciências Naturais, Universidade federal do Acre, Rio Branco, 2011.

RIBEIRO, S. C.; JACOVINE, L. A. G.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V.; SOUZA, A. L. de; NARDELI, A. M. B. Quantificação de biomassa e estimativa de estoque de carbono em uma floresta madura no município de viçosa. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 5, p. 917-926, 2009.

SAATCHI, S. S.; HOUGHTON, R. A.; ALVALA, R. C. dos S.; SOARES J. V.; YU Y. **Distribution of aboveground live biomass in the Amazon basin**. *Global Change Biology*, n. 13, p. 816–837, 2007.

SALATI, E. Emissão x seqüestro de CO₂: uma nova oportunidade de negócios para o Brasil. In: SEMINÁRIO EMISSÃO X SEQÜESTRO DE CO₂, 1., 1994, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Companhia Vale do Rio Doce, 1994. p. 15-37.

SALIMON, C. I.; PUTZ, F. E.; MENEZES-FILHO, L.; ANDERSON, A.; SILVEIRA, M.; BROWN, I. F.; OLIVEIRA, L. C. Estimating state-wide biomass carbon stocks for a REDD plan in Acre, Brazil. **Forest Ecology and Management**. Brasil, n. 262, p. 555–560. 2011.

SANTOS, J. **Análise de modelo de regressão para estimar a fitomassa da floresta tropical úmida de terra firme da Amazônia brasileira**. 1996. 121 f. Tese (Doutorado em Ciência Floresta) – Universidade Federal Minas Gerais, Viçosa, 1996.

SANQUETTA, C. R. Métodos de determinação de biomassa florestal. In: SANQUETTA, C. R.; WATZLAWICK, L. F.; BALBINOT, R.; ZILLOTTO, M. A. B.; GOMES, F. dos S. **As florestas e o carbono**. Curitiba: FUPEF, 2002. p. 119-40.

SANQUETTA, C. R.; BALBINOT, R. Metodologias para determinação de biomassa florestal. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO SOBRE FIXAÇÃO DE CARBONO, 2., 2004, Curitiba. **Anais...** Curitiba: 2004, 2 v. Parte 5. p. 77-93.

SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL, DA INDÚSTRIA, DO COMÉRCIO E DOS SERVIÇOS SUSTENTÁVEIS. **Diagnostico Socioeconomico e Ambiental: Floresta Estadual do Antimary e entorno.** SEDENS, Volume 1. Rio Branco, 2012. 83 p.

SFB. **Florestas do Brasil em resumo.** Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. 152 p.

SILVA, R. P. **Alometria, estoque e dinâmica de florestas primárias e secundárias na região de Manaus (AM).** 152 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais Tropicais) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2007.

SILVA, M. R. da. **Estratégias de conservação da floresta amazônica brasileira: importância das unidades de conservação e das florestas privadas na redução do desmatamento.** 118 f. Tese (Mestrado em Ciências) - Universidade Internacional de Andalucía, Sede Iberoamericana Santa María de la Rábida, 2010.

SILVEIRA, P. **Métodos indiretos de estimativa do conteúdo de biomassa e do estoque de carbono em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa.** 2008. 112 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2008.

SOUZA, C. R. de; AZEVEDO, C. P. de; ROSSI, L. M. B. SILVA, K. E. de; SANTOS, J. dos; HIGUCHI, N. Dinâmica e estoque de carbono em floresta primária na região de Manaus/AM. **Acta Amazonica**, v. 42, n. 4, p. 501-506. 2012.

THAINES, F.; BRAZ, E. M.; MATTO, P. P. DE; THAINES, A. A. R. Equações para estimativa de volume de madeira para a região da bacia do Rio Ituxi, Lábrea, AM. **Brazilian Journal of Forestry Research**, Amazonas, v. 30, n. 64, 2010.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE. **Avaliação dos Impactos Ambientais e Danos da Exploração Florestal sob-regime de Plano de Manejo Florestal Sustentável na Floresta Estadual do Antimary - FEA.** UFAC/FUNTAC/FDCT. Rio Branco, 2012. 66 p.

WATZLAWICK, L. F.; CALDEIRA, M. V. W.; VIERA, M.; SCHUMACHER, M. V.; GODINHO, T. O.; BALBINOT, R. Estoque de biomassa e carbono na Floresta Ombrófila Mista Montana Paraná. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 95, p. 353-362, set. 2012.

ANEXO 1

Resultados da análise estatística de NI, G e Volume do inventário florestal diagnóstico considerando todas e espécies levantadas, separados por grupos definidos – Floresta Estadual do Antimary.

Parâmetro			
Intensidade Amostrал	N° de Conglomerados: 8		
	N° de Subunidades por conglomerado: 4		
	N° Total de Subunidades: 32		
Estimativa de Volume			
Parâmetro	10 cm ≤ DAP < 30 cm	30 cm ≤ DAP < 50 cm	50 cm ≥ DAP
Média	44,539 m ³ /ha	33,289 m ³ /ha	51,244 m ³ /ha
Variância da população por subunidade	85,209 (m ³ /ha) ²	40,386 (m ³ /ha) ²	188,918 (m ³ /ha) ²
Desvio Padrão	9,231 m ³ /ha	6,355 m ³ /ha	13,745 m ³ /ha
Coeficiente de Variação	20,73%	19,09%	26,82%
Coeficiente de correlação Intraconglomerados (r)	0,205	0,288	0,022
Variância da Média	4,299 (m ³ /ha) ²	2,351 (m ³ /ha) ²	6,300 (m ³ /ha) ²
Erro Padrão	2,073 m ³ /ha	1,533 m ³ /ha	2,510 m ³ /ha
Erro de Amostragem Absoluto (Ea)	4,229 m ³ /ha	3,127 m ³ /ha	5,119 m ³ /ha
Erro de Amostragem Relativo (Er)	9,49%	9,39%	9,99%
Intervalo de Confiança	40,31m ³ /ha ≤ X ≤ 48,77 m ³ /ha	30,16m ³ /ha ≤ X ≤ 36,42 m ³ /ha	46,13m ³ /ha ≤ X ≤ 56,36 m ³ /ha
Estimativa de Área Basal			
Parâmetro	10 cm ≤ DAP < 30 cm	30 cm ≤ DAP < 50 cm	50 cm ≥ DAP
Média	6,439 m ² /ha	4,111 m ² /ha	5,493 m ² /ha
Variância da população por subunidade	2,062 (m ² /ha) ²	0,656 (m ² /ha) ²	2,032 (m ² /ha) ²
Desvio Padrão	1,436 m ² /ha	0,810 m ² /ha	1,426 m ² /ha
Coeficiente de Variação	22,30%	19,69%	25,96%
Coeficiente de correlação Intraconglomerados (r)	0,272	0,309	0,121
Variância da Média	0,117 (m ² /ha) ²	0,039 (m ² /ha) ²	0,087 (m ² /ha) ²
Erro Padrão	0,342 m ² /ha	0,199 m ² /ha	0,294 m ² /ha
Erro de Amostragem	0,698 m ² /ha	0,405 m ² /ha	0,600 m ² /ha

Absoluto (Ea)			
Erro de Amostragem Relativo (Er)	10,84%	9,85%	10,92%
Intervalo de Confiança	$5,74\text{m}^2/\text{ha} \leq X \leq 7,14 \text{ m}^2/\text{ha}$	$3,71\text{m}^2/\text{ha} \leq X \leq 4,52 \text{ m}^2/\text{ha}$	$4,89\text{m}^2/\text{ha} \leq X \leq 6,09 \text{ m}^2/\text{ha}$
Estimativa de N° de indivíduos			
Parâmetro	$10 \text{ cm} \leq \text{DAP} < 30 \text{ cm}$	$30 \text{ cm} \leq \text{DAP} < 50 \text{ cm}$	$50 \text{ cm} \geq \text{DAP}$
Média	328 ind/ha	37 ind/ha	14 ind/ha
Variância da população por subunidade	19749,143 (ind/ha) ²	115,679 (ind/ha) ²	17,375 (ind/ha) ²
Desvio Padrão	140,532 ind/ha	10,755 ind/ha	4,168 ind/ha
Coefficiente de Variação	42,91%	28,78%	29,84%
Coefficiente de correlação Intraconglomerados (r)	0,542	0,411	0,531
Variância da Média	1621,393 (ind/ha) ²	8,069 (ind/ha) ²	1,407 (ind/ha) ²
Erro Padrão	40,267 ind/ha	2,841 ind/ha	1,186 ind/ha
Erro de Amostragem Absoluto (Ea)	82,124 ind/ha	5,794 ind/ha	2,419 ind/ha
Erro de Amostragem Relativo (Er)	25,08%	15,50%	17,32%
Intervalo de Confiança	$245,38\text{ind}/\text{ha} \leq X \leq 409,62 \text{ ind}/\text{ha}$	$31,58\text{ind}/\text{ha} \leq X \leq 43,17 \text{ ind}/\text{ha}$	$11,55\text{ind}/\text{ha} \leq X \leq 16,39 \text{ ind}/\text{ha}$