



TERO.002 - REDD, V1.0
METODOLOGIA, AFOLU, REDD
TERO CARBON AVALIAÇÕES E CERTIFICAÇÕES LTDA



TERO.002 - REDD
VERSÃO 1.0
METODOLOGIA, AFOLU, REDD

TERO CARBON AVALIAÇÕES E CERTIFICAÇÕES LTDA

IDENTIFICAÇÃO

METODOLOGIA	TERO.002 - REDD
VERSÃO	1.0
STATUS	Aprovada em Consulta Pública
DATA DA PUBLICAÇÃO	24 de julho de 2023 (24/07/2023)
DESENVOLVEDOR	Hdom Engenharia e Projetos Ambientais Ltda
TIPO	AFOLU (Agricultura, Silvicultura e Outros Usos da Terra)
CATEGORIA	REDD (Redução de Emissões provenientes de Desmatamento e Degradação Florestal)
BIOMA	Amazônia
ATIVO GERADO	Crédito de Carbono Verificado (tCO ₂ e)
ATIVIDADE DO PROJETO	Desmatamento Planejado Evitado (APD)

ACRÔNIMOS

AFOLU	Agricultura, Silvicultura e Outros Usos da Terra, em Inglês, <i>Agriculture, Forestry, and Other Land Use</i>
AGB	Biomassa florestal acima dos solos, em Inglês, <i>Above Ground Biomass</i>
AP	Área do Projeto
APD	Desmatamento Planejado Evitado, em Inglês, <i>Avoided Planned Deforestation</i>
APP	Área de Preservação Permanente
ARL	Área de Reserva Legal
AUM	Área de Uso Múltiplo
BGB	Biomassa florestal abaixo dos solos, em Inglês, <i>Below Ground Biomass</i>
Btot	Biomassa florestal total (AGB + BGB)
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CND	Certidões Negativas de Débito
COP	Conferência das Partes, em Inglês, <i>Conference of the Parties</i>
CO₂e	Dióxido de Carbono equivalente
DAP	Diâmetro à Altura do Peito
DCP	Documento de Concepção de Projeto, em Inglês, <i>Project Design Document</i>
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura, em Inglês, <i>Food and Agriculture Organization of United Nations</i>
GEE	Gases de Efeito Estufa
GPS	Sistema de Posicionamento Global, em Inglês, <i>Global Positioning System</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Intervalo de Confiança

IFC	Inventário Florestal Contínuo
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática, em Inglês, <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MRV	Mensuração, Reporte e Verificação
SNIF	Sistema Nacional de Informações Florestais
OMM	Organização Meteorológica Mundial
ONU	Organização das Nações Unidas
PF	Pessoa Física
PJ	Pessoa Jurídica
REDD	Redução de Emissões provenientes de Desmatamento e Degradação Florestal, em Inglês, <i>Reduction of Emissions from Deforestation and Forest Degradation</i>
REDD+	Redução de Emissões provenientes de Desmatamento e Degradação Florestal, incluindo a conservação e aumento dos estoques de carbono, em Inglês, <i>Reducing Emissions from Deforestation and forest Degradation, plus the sustainable management of forests, and the conservation and enhancement of forest carbon stocks</i>
UC	Unidade de Conservação
UNFCCC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança Climática, em Inglês, <i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i>

DEFINIÇÕES

Adicionalidade (IPCC)	<p>Segundo o IPCC, a Adicionalidade de projetos de carbono é definida sob o escopo do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) como:</p> <p>“A adicionalidade é definida como: a redução ou remoção das emissões não ocorreriam na ausência do projeto. Esta definição de adicionalidade pode ser abrangida para incluir abordagens relacionadas à ‘adicionalidade financeira’, ‘adicionalidade de investimento’ e ‘adicionalidade de tecnologia’.”</p> <p>Estas definições adicionais se aplicam principalmente ao conceito de mercado estabelecido no MDL.</p>
Adicionalidade financeira	<p>O financiamento do projeto é adicional ao orçamento disponível para a atividade padrão.</p>
Adicionalidade de investimento	<p>O valor da Unidade de Emissão Reduzida / Emissão Reduzida Certificada deve, significativamente, melhorar o aspecto financeiro e/ou a viabilidade comercial da atividade do projeto.</p>
Adicionalidade de tecnologia	<p>A tecnologia aplicada na atividade do projeto deve ser a melhor disponível para as circunstâncias do local/região do projeto.</p>
Alometria	<p>Estudo das variações das formas e dos processos dos organismos. Do “todo” (carbono) em função de “partes do todo” (DAP, por exemplo), ou seja, ajuste de equações (funções ou modelos) matemáticas.</p>
Amazônia Brasileira	<p>Compreende a totalidade dos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Roraima, Rondônia e partes dos Estados do Maranhão, Mato Grosso e Tocantins.</p>
Bioma Amazônia	<p>O bioma Amazônia é caracterizado pelas florestas pluviais tropicais e rica biodiversidade, abrangendo um mosaico de fitofisionomias, ecossistemas, fauna e díspares microorganismos, incluindo a bacia amazônica que exerce grande influência hídrica tornando o bioma um dos mais diversos e de grande interesse econômico do planeta.</p>

<p>Biomassa florestal (IPCC, 2006)</p>	<p>A biomassa florestal é subdividida em três compartimentos: Biomassa Total (Btot), Acima dos solos (AGB) e Abaixo dos solos (BGB).</p> <p>A biomassa é definida pelo peso da árvore, em quilos (kg) ou toneladas (t), sendo que a primeira é utilizada para o peso individual e a segunda quando se refere a estoques.</p> <p>Pode ser dada como biomassa “fresca” ou “seca”, onde a primeira considera a presença da água na matéria e a segunda é considerando a massa secada em estufa até peso constante.</p>
<p>Clima (IPCC, 2021)</p>	<p>Definido com a média de estatísticas descritivas do tempo de um período mínimo de 30 anos, segundo a Organização Meteorológica Mundial (OMM).</p>
<p>Crédito de Carbono (tCO₂e)</p>	<p>Ativo financeiro, ambiental, transferível e representativo de redução, remoção e evitação de emissões de gases de efeito estufa, representado por uma tonelada de dióxido de carbono equivalente (tCO₂e), que tenha sido reconhecido e gerado como crédito no mercado voluntário ou regulado.</p>
<p>Desmatamento Planejado Evitado (APD)</p>	<p>Abrir mão do direito de executar a supressão vegetal da floresta natural dentro dos limites geográficos da Área de Uso Múltiplo (AUM), comprometendo-se a uma política de desmatamento zero na Área do Projeto (AP).</p>
<p>Estoque de carbono ou Reservatório de carbono na floresta</p>	<p>É a quantidade estimada de carbono presente nas árvores que compõem a floresta em questão. Pode ser apresentado por meio de uma média estimada, seguida de sua margem de incerteza ou em termos absolutos, quando refere-se à área total.</p> <p>Podem constar na quantificação do estoque o carbono das árvores vivas e mortas, arbustos, palmeiras e outros organismos vegetais, além do carbono nos solos.</p> <p><u>Estoque de carbono líquido</u> é a quantidade de carbono estocada na floresta correspondente ao estoque dos organismos vivos subtraído da biomassa morta (árvores mortas e serrapilheira).</p> <p>O estoque é dado em unidade de área, abreviadas por gramas ou toneladas: (i) milhões em mega (Mg ou Mt); bilhões em giga (Gg ou Gt); (iii) trilhões em tera (Tg ou Tt); e (iv) quatrilhões em peta (Pg ou Pt).</p>

<p>Floresta</p>	<p>A definição de florestas pode variar de acordo com a fonte.</p> <p>Segundo a FAO e SNIF:</p> <p><i>Floresta é todo conjunto vegetacional que se estende por mais de 0,5 hectare (0,005 km²) e é formado por árvores com estatura superior a cinco metros, além de uma cobertura de copa maior do que 10%. Não estão incluídas nessa definição as áreas com diferentes usos do solo, como superfícies agrícolas ou urbanizadas.</i></p> <p>Segundo o IBGE:</p> <p><i>As florestas caracterizam-se pelo adensamento de árvores altas, com redução da quantidade de luz que chega ao solo, o que limita o desenvolvimento das sinúsias herbácea e arbustiva.</i></p>
<p>Floresta de Igapó (Junk, 1993; Ribeiro et al. 1999)</p>	<p>Tipo de floresta amazônica que são sazonalmente inundáveis por águas de rios e/ou igarapés de água da cor preta ou clara, como os rios Negro e Tapajós, respectivamente.</p>
<p>Floresta de Várzea (Junk, 1993; Ribeiro et al. 1999)</p>	<p>Tipo de floresta amazônica que são sazonalmente inundáveis por águas de rios e/ou igarapés de água da cor branca ou barrenta, como os rios Amazonas e Solimões, respectivamente.</p>
<p>Governança</p>	<p>É a ação ou forma de governar (definição de 'governance', do Dicionário Oxford).</p> <p>A Governança compreende todos os processos de "governar" sobre um sistema social ou através de regras, normas e ações são estruturadas, sustentadas, reguladas e responsabilizadas.</p> <p>Para fins de Projetos REDD, a Governança de um imóvel rural é estabelecida pelo responsável pelo imóvel e/ou quem irá implementar as ações e atividades necessárias para assegurar a manutenção da floresta em pé e os investimentos em projetos de desenvolvimento sustentável e quem será o responsável pelos impactos negativos frutos de negligência e/ou omissão.</p>
<p>IC (x %)</p>	<p>Intervalo de confiança, à uma probabilidade de x%.</p> <p>Níveis de probabilidade padrões: 90%, 95% e 99%.</p>

Imóvel Regular	O imóvel precisa estar <u>devidamente documentado</u> e com macrozoneamento realizado no Cadastro Ambiental Rural (CAR) e <u>sem sobreposições com outras áreas</u> , públicas ou privadas
Incerteza (IPCC, 2006)	<p>A incerteza é caracterizada pela falta de conhecimento do valor verdadeiro de uma variável de uma medida descritiva (tendência central -mais utilizada-, dispersão ou de relacionamento).</p> <p>É o próprio Intervalo de Confiança (IC) sob um certo nível de confiança.</p> <p>Mais precisamente, é a parte do IC que é subtraído ou somado à média. A incerteza depende da quantidade de dados utilizados, assim como dos métodos de amostragem.</p>
Linha de Base	É definido como um cenário de 'não intervenção', em que na ausência de implantação do projeto, qual seria o destino mais provável da floresta.
Plantio florestal	Área de cultivo de espécies arbóreas, seja para a produção de madeira ou produtos não madeireiros. Pode ser constituído por espécies nativas ou exóticas. Monocultivos ou sistemas mistos e/ou híbridos.
REDD	<p>Modalidade de mecanismo de geração de créditos de carbono, por meio da emissão evitada de Gases de Efeito Estufa (GEE), provenientes de desmatamento florestal.</p> <p>Introduzido nas discussões da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança Climática (UNFCCC) na COP 11, em Montreal (2005).</p> <p>Assume quatro condições/premissas básicas:</p> <ol style="list-style-type: none"> I. Linha de Base - Cenário de ausência de 'projeto' que iria inevitavelmente resultar em emissões de GEE; II. Co-benefícios - Além da emissão evitada, qual impacto positivo adicional o 'projeto' traz; III. Quantificações MRV - Reportar de forma clara e com níveis de incerteza conhecidos as estimativas de carbono; IV. Monitoramento - Acompanhamento do 'projeto'; compromisso de desmatamento zero.

REDD+	Além dos pontos descritos em REDD, o '+' representa atividades adicionais relacionadas com a floresta que protegem o clima, nomeadamente a gestão sustentável das florestas e a conservação e melhoria dos estoques de carbono florestal.
Serapilheira, Serrapilheira ou Liteira	É a camada formada pela deposição dos restos de plantas (folhas, ramos) e acúmulo de material orgânico vivo em diferentes estágios de decomposição que reveste superficialmente o solo ou o sedimento aquático.
Silvicultura (Embrapa, 2023)	É o cultivo de florestas, naturais e artificiais, com objetivos de restaurar e/ou melhorar o povoamento de florestas, para atender a exigências específicas do mercado.
Uso e Mudança do Uso da Terra e Florestas	Atividade antrópica em áreas de florestas. Implantar uma atividade econômica na terra que envolve o uso racional dos recursos naturais ou a transformação da paisagem em áreas de usos alternativos, como cultivos agropecuários ou remoção da vegetação natural para outros fins.
Plataforma Tero	Plataforma tecnológica desenvolvida pela Tero Carbon para apoiar os processos de registro, certificação e verificação de projetos geradores de ativos ambientais.
Período de Creditação	É o período temporal onde os ativos ambientais são gerados, oriundos das atividades previstas por esta metodologia.

I - SALVAGUARDAS SOCIOAMBIENTAIS ADOTADAS

A base conceitual das “Salvaguardas” vem dos debates envolvendo Projetos do tipo Redução de Emissões provenientes de Desmatamento e Degradação Florestal, incluindo a conservação e aumento dos estoques de carbono (REDD+) e tem como referência a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança Climática ([UNFCCC](#)) e o Ministério do Meio Ambiente ([MMA](#)).

As “Salvaguardas” devem ser entendidas como diretrizes que visam potencializar os impactos positivos e evitar ou reduzir os impactos negativos relacionados ao projeto. Assim, as ações do projeto devem antecipar riscos e estabelecer medidas para prever, minimizar, mitigar ou lidar com impactos adversos associados à determinada atividade.

Assim, foram definidas na 16ª Conferência das Partes (COP) em Cancun, um conjunto de sete salvaguardas socioambientais. Pela decisão 1/ CP. 16 os países, quando implementando as atividades de REDD+, devem promover e apoiar:

- I. Ações complementares ou consistentes com os objetivos dos programas florestais nacionais e outras convenções e acordos internacionais relevantes;
- II. Estruturas de governança florestais nacionais transparentes e eficazes, tendo em vista a soberania nacional e a legislação nacional;
- III. Respeito pelo conhecimento e direitos dos povos indígenas e membros de comunidades locais, levando-se em consideração as obrigações internacionais relevantes, circunstâncias e leis nacionais e observando que a Assembleia Geral da ONU adotou na Declaração das Nações Unidas sobre os Direitos dos Povos Indígenas;
- IV. Participação plena e efetiva das partes interessadas, em particular povos indígenas e comunidades locais, nas ações referidas nos parágrafos 70 e 72 desta decisão;
- V. Que as ações sejam consistentes com a conservação das florestas naturais e diversidade biológica, garantindo que as ações referidas no parágrafo 70 desta decisão não sejam utilizadas para a conversão de florestas naturais, mas sim para incentivar a proteção e conservação das florestas naturais e seus serviços ecossistêmicos, e para melhorar outros benefícios sociais e ambientais;
- VI. Ações para tratar os riscos de reversões em resultados de REDD+;
- VII. Ações para reduzir o deslocamento de emissões de carbono para outras áreas.

O tratamento das salvaguardas é essencial para REDD+. Foi estabelecido na UNFCCC, que os países que desejem implementar as ações de redução de emissões no setor florestal devem, dentre outros requisitos, implementar um sistema sobre as salvaguardas.

II - MACROZONEAMENTO DO IMÓVEL

O macrozoneamento do imóvel deve estar dividido em: Área de Reserva Legal (ARL), Área de Preservação Permanente (APP) e Área de Uso Múltiplo (AUM). Áreas consolidadas (desmatamento até 2008, devidamente credenciados pelo órgão ambiental estadual vigente) serão consideradas AUM.

II.1 Área de Preservação Permanente (APP)

Com base na Lei nº 12.651 de 2012 (Novo Código Florestal Brasileiro), a Área de Preservação Permanente (APP) é uma área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Considera-se APP margens de corpos d'água, topos de morros, encostas íngremes, entre outros. A definição precisa e específica de APP está estabelecida no Capítulo II, Seção I, Art. 4 da Lei nº 12.651/2012.

II.2. Área de Reserva Legal (ARL)

Com base na Lei nº 12.651 de 2012 (Novo Código Florestal Brasileiro), a Área de Reserva Legal (ARL) é a área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa.

De acordo com o Capítulo IV, Seção I, art. 12 da Lei nº 12.651/2012, Todo imóvel rural deve manter área com cobertura de vegetação nativa, a título de Reserva Legal, sem prejuízo da aplicação das normas sobre as Áreas de Preservação Permanente, observados os seguintes percentuais mínimos em relação à área do imóvel. A definição precisa e específica de ARL e suas proporções por bioma/região estão estabelecidas na Lei nº 12.561/2012.

II.3. Área de Uso Múltiplo (AUM) e Áreas Consolidadas

Com base na Lei nº 12.651 de 2012 (Novo Código Florestal Brasileiro), o “uso alternativo do solo” é a substituição de vegetação nativa e formações sucessoras (supressão) por outras coberturas do solo, como atividades

agropecuárias, industriais, de geração e transmissão de energia, de mineração e de transporte, assentamentos urbanos ou outras formas de ocupação humana.

A substituição da vegetação nativa é vedada nas áreas de APP e ARL. Na região amazônica, a área passível de supressão se limita a 20% do imóvel rural.

Toda supressão que ultrapassa os limites definidos em lei, está sujeita às sanções impostas e previstas em lei. No entanto, no passado, devido à ausência de controle sobre o território e as constantes mudanças nas legislações, muitas propriedades rurais excederam os limites permitidos para uso alternativo.

Para mitigar essa questão, foi criado o termo “Área consolidada”. Com base na Lei n. 12.651 de 2012 (Novo Código Florestal Brasileiro), a Área Consolidada é a área de imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris, admitida, neste último caso, a adoção do regime de pousio.

II.4. Área de Não Florestas

Toda e qualquer extensão territorial que não seja caracterizada como floresta deve ser devidamente identificada. As principais classificações de ‘não florestas’ são:

- Água;
- Solos expostos;
- Formações rochosas;
- Infraestrutura (rodovias, estradas rurais, construções civis e afins);
- Outras formações vegetais que não se classificam como florestas, como:
 - Cultivos agrícolas;
 - Campos naturais;
 - Formações vegetacionais distintas, arbustivas e/ou herbáceas (por exemplo: mangue, caatinga e cerrado).

III - CLASSES DOS IMÓVEIS

Esta metodologia divide o tamanho dos imóveis rurais em “classes”. As três “classes” de imóveis se baseiam nos “superlativos Amazônicos”¹ e a classificação de tamanho de imóveis rurais do INCRA²:

- Pequena Propriedade: será considerada aquele imóvel com até três mil hectares (3.000 ha);
- Média Propriedade: será considerada aquele imóvel acima e três mil hectares (3.000 ha) até vinte mil hectares (20.000 ha);
- Grande Propriedade: acima de vinte mil hectares (20.000 ha).

¹ A Amazônia Legal soma um território de aproximadamente 5,4 milhões de km². Isso representa pouco mais de 50% do território brasileiro. Segundo o INCRA, “pequenas propriedades” podem somar até 400 ha. Esses superlativos precisam ser considerados para adequar à realidade local.

² <https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/modulo-fiscal>

SUMÁRIO

1. OBJETIVO	16
2. ATIVO GERADO	16
3. ATIVIDADE PREVISTA	16
4. ELEGIBILIDADE	16
5. ADICIONALIDADE	17
6. PERMANÊNCIA	18
7. SALVAGUARDAS	18
8. LIMITES TEMPORAIS	18
8.1. Período de Duração do Projeto	18
8.2. Início do Projeto	19
8.3. Retroatividade	19
8.4. Período de Creditação	19
9. PARTICIPANTES DO PROJETO	20
10. IMÓVEIS RURAIS	21
10.1. Tipos	21
10.2. Limites geográficos	21
10.3. Limites de extensão territorial	21
10.4. Diligência Fundiária	21
10.5. Anuência dos Proprietários ou Consentimento Prévio Livre e Informado	21
10.6. Macrozoneamento do Imóvel Rural	22
10.7. Área do Projeto (AP)	23
10.8. Compromisso de Desmatamento Zero	23
10.9. Inventário Florestal Amostral para Estimativa do Estoque de Carbono na Área do Projeto	24
11. LINHA DE BASE	24
11.1. O Desmatamento Planejado Evitado (APD)	25
11.2. Fundamentação Legal	25
12. QUANTIFICAÇÃO	26
12.1. Orientações para Coleta de Dados Primários e Estimativa de Estoque de Carbono nas Florestas	26
12.2. Inventário Florestal Amostral Quantitativo	27
12.3. Cálculo dos Estoque de Carbono Florestal Sem Estratos Definidos Estatisticamente	28
12.4. Cálculo dos Estoque de Carbono Florestal Com Estratos Definidos Estatisticamente	28
12.5. Cálculo da Incerteza do Estoque de Carbono	29
12.6. Cálculo do Crédito de Carbono Anual Gerado	30
13. BENEFÍCIOS ADICIONAIS (CO-BENEFÍCIOS)	30

13.1. Inventário Florestal Qualitativo (Opcional)	30
14. GOVERNANÇA	31
ANEXO I - A BASE METODOLÓGICA PARA ESTIMATIVA DOS ESTOQUES DE BIOMASSA E CARBONO NA FLORESTA	32
Al.1. Compartimentos da Biomassa	32
Al.2. Equações Alométricas	34
Al.3. Alometria de Biomassa e Carbono na Amazônia	35
Al.4. Sistema de Amostragem	37
Al.5. Variável de Interesse	39
Al.6. Estatística	42
Al.7. Estratificação	43
Al.8. Análise de Variância (ANOVA)	44
Al.9. Estatística Estratificada	46
Al.10. Espacialização (Scale up)	47
Al.11. Inventário Florestal Contínuo	51
ANEXO II - MONITORAMENTO REMOTO E A ANÁLISE DE PERMANÊNCIA	54
LITERATURAS CONSULTADAS E BASE TEÓRICA	55

1. OBJETIVO

O objetivo desta metodologia é a geração de ativo ambiental em projetos que promovam a Redução de Emissões provenientes de Desmatamento e Degradação Florestal (REDD) no Bioma Amazônia.

2. ATIVO GERADO

O ativo gerado por projetos que utilizam esta metodologia é o Crédito de Carbono Verificado (em toneladas de dióxido de carbono equivalente - tCO₂e) referente ao processo de evitação de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) para a atmosfera, por meio da atividade de Desmatamento Planejado Evitado (APD).

3. ATIVIDADE PREVISTA

A atividade prevista por esta metodologia é o Desmatamento Planejado Evitado (APD).

4. ELEGIBILIDADE

São elegíveis para esta metodologia os Projetos que atendam todos os seguintes critérios.

LIMITES GEOGRÁFICOS	Os limites das Áreas do Projeto (APs) precisam estar <u>totalmente</u> inseridos no <u>Bioma Amazônia</u> .
MOSAICO	É permitido a utilização de <u>imóvel rural único</u> ou agrupamento em forma de <u>mosaico</u> .
TIPO DE IMÓVEL RURAL	<ul style="list-style-type: none"> • Imóvel rural privado devidamente documentado e regularizado; • Unidades de Conservação (UC) governamental e/ou privada de Uso Sustentável que tenha prerrogativa de geração de ativos ambientais.
TIPO DE FLORESTA	<ul style="list-style-type: none"> • Florestas naturais nativas, de terra firme e/ou de áreas sazonalmente inundáveis (ex.: várzea e igapó); • Florestas plantadas (plantio florestal), de espécies nativas e/ou exóticas.

TAMANHO MÍNIMO DO IMÓVEL	Pelo menos 5 ha (cinco hectares ou 50.000 m ²).
TAMANHO MÍNIMO DA ÁREA DO PROJETO	Pelo menos 1 ha (um hectare ou 10.000 m ²) de floresta.
IMÓVEL REGULAR	O imóvel precisa estar <u>devidamente documentado</u> e com macrozoneamento realizado no Cadastro Ambiental Rural (CAR) e <u>sem sobreposições com outras áreas</u> , públicas ou privadas. Também é necessário apresentação de parecer jurídico de Diligência Fundiária.
GARANTIA DE NÃO DUPLA CONTAGEM	A área do projeto <u>não pode</u> ter um projeto de Créditos de Carbono ou qualquer outro ativo ligado ao ativo ambiental Carbono, registrado e/ou certificado por outro “padrão/metodologia” no mesmo período de creditação.
ATIVIDADE DO PROJETO	É necessário a execução de, ao menos, uma das atividades previstas nesta metodologia.

5. ADICIONALIDADE

Para efeitos desta metodologia entende-se que toda propriedade rural privada no Bioma Amazônia, cuja situação fundiária encontra-se devidamente regular, tem a prerrogativa do uso alternativo da terra³, em até 20% da área do imóvel⁴.

Dessa forma, na ausência de um projeto do tipo Redução de Emissões provenientes de Desmatamento e Degradação Florestal (REDD), a floresta existente fora dos limites da Área de Reserva Legal (ARL) e das Áreas de Preservação Permanente (APP), ou seja, na Área de Uso Múltiplo (AUM), seria desmatada ou degradada para a implantação de uso alternativo da terra.

Sendo assim, o carbono estocado na floresta seria emitido na forma de dióxido de carbono equivalente (CO₂e), por meio de queima e/ou decomposição da biomassa das árvores.

³ Constituição Federal de 1988, parágrafo 4º, do Art. 225 do Capítulo VI - Do meio ambiente.

⁴ Código Florestal Brasileiro, Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012.

6. PERMANÊNCIA

Esta metodologia entende que o risco de permanência é inerente e consequente de Políticas Públicas e Mercadológicas. O risco de permanência durante a implementação do projeto é reduzido por conta da ação de mercado e, conseqüentemente, do monitoramento da área (Anexo II).

A Tero Carbon apenas emite os certificados de “créditos de carbono verificados” após a verificação do cumprimento do objetivo do projeto, ou seja, zero desmatamento.

Dessa forma, todo crédito de carbono emitido pela presente metodologia tem a garantia de que o carbono permanece na biomassa da floresta durante o período de comprometimento.

7. SALVAGUARDAS

Todos os projetos certificados e verificados por esta metodologia devem atender as Salvaguardas internacionalmente reconhecidas e descritas neste documento. Neste sentido, o projeto não pode:

1. Infringir as Leis;
2. Comprometer a integridade do meio ambiente;
3. Desrespeitar e deixar de preservar os direitos de populações tradicionais e/ou comunidades minoritárias;
4. Gerar ativos cujas atividades são fruto de ordem judicial ou decorrente de Termo de Ajuste de Conduta, demandado pelo órgão governamental responsável;
5. Implementar projetos adicionais ou concomitantes ao projeto de carbono que venham a comprometer qualquer uma das salvaguardas supracitadas.

8. LIMITES TEMPORAIS

8.1. Período de Duração do Projeto

O período de duração do projeto (T), ou seja, o tempo do compromisso com o objetivo do projeto (manutenção da floresta em pé e “zero desmatamento”) varia de acordo com a classe do imóvel rural, sendo:

Tamanho do Imóvel Rural	Período de Duração do Projeto (T)
Pequena Propriedade	1 (um) ano
Média Propriedade	5 (cinco) anos
Grande Propriedade	10 (dez) anos

8.2. Início do Projeto

A data de início do projeto é dada pela data da Certificação do Projeto.

8.3. Retroatividade

Esta metodologia não considera períodos retroativos a contar da data de Certificação do projeto.

8.4. Período de Creditação

O Período de Creditação é o período de aquisição do ativo ambiental, o qual corresponde ao período entre a data da Certificação ($Data_{T_0}$) do projeto e a data subsequente da verificação ($Data_{T_n}$).

Para projetos em áreas Médias e Grandes, esse período pode corresponder ao ano entre duas (2) datas de Verificação ($Data_{T_{n-1}}$ e $Data_{T_n}$):

$$\textit{Primeiro Período de Creditação} = Data_{T_0} \text{ à } Data_{T_1}$$

$$\textit{Períodos de Creditação Subsequentes} = Data_{T_{(n-1)}} \text{ à } Data_{T_n}$$

onde:

$Data_{T_0}$ = Data da Certificação;

$Data_{T_n}$ = Data da Verificação;

$Data_{T_{n-1}}$ = Data da Verificação anterior;

$n = 1, 2, 3...$ 'n' anos após a data da primeira Verificação, que varia de 1 a n, dependendo do tempo de duração do projeto.

NOTA: Os resultados, em termos de emissões de GEE evitadas (tCO₂e), observados durante o período de creditação irão determinar a quantidade de créditos de carbono verificados que o projeto irá gerar.

9. PARTICIPANTES DO PROJETO

Os participantes do projeto devem ser reportados na Plataforma Tero e serão publicamente citados no Documento de Concepção de Projeto (DCP), entre eles:

<p>PROPONENTE</p>	<p>É a entidade responsável pelo ativos ambientais gerados no imóvel rural:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Pode ser Pessoa Física (PF) ou Pessoa Jurídica (PJ); ● Deve ser o representante legal do proprietário do imóvel rural OU o proprietário(a); ● No caso do imóvel rural ter mais de um proprietário ou do projeto ser um “mosaico de múltiplos proprietários”: <ul style="list-style-type: none"> ○ Apresentar o Termo Consentimento Prévio Livre e Informado (TCPLI) de todos os responsáveis pelo(s) imóvel(is); ○ O representante legal deve ser devidamente documentado e reconhecido em cartório. ● Precisa estar residido/instalado no Brasil.
<p>DESENVOLVEDOR</p>	<p>É a entidade responsável pelo desenvolvimento do projeto, registro do projeto na Plataforma Tero, coordenação da(s) Equipe(s) Técnica(s) etc., sendo que:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Pode ser Pessoa Física (PF) ou Pessoa Jurídica (PJ); e ● Deve existir somente 1 (um) Desenvolvedor para cada Projeto.
<p>IMPLEMENTADOR (ADMINISTRADOR DO PROJETO)</p>	<p>É a entidade responsável pela governança do projeto durante o período de execução. Cabe ao implementador executar e/ou coordenar as atividades previstas nas metodologias.</p>
<p>EQUIPE TÉCNICA</p>	<p>É a entidade responsável pela coleta de dados primários (Inventário Florestal Amostral para Estimativa do Estoque de Carbono) na área do projeto e/ou atividades ligadas ao socioambiental, responsável pela elaboração do Consentimento Prévio Informado ou quaisquer outras atividades técnicas relativas ao projeto, sendo que:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Pode ser Pessoa Física (PF) ou Pessoa Jurídica (PJ); ● Pode existir mais de uma entidade em cada projeto; e ● Pode existir uma Equipe Técnica em cada coleta de dado primário (Inventário Florestal Amostral).

10. IMÓVEIS RURAIS

Esta metodologia prevê projetos de carbono com um (1) ou mais (mosaico) imóveis rurais.

10.1. Tipos

Os imóveis rurais aceitos por esta metodologia podem ser do tipo:

1. Imóveis rurais privados; ou
2. Unidades de Conservação (UC) governamentais e/ou privadas de Uso Sustentável que tenham prerrogativa de uso alternativo da terra.

10.2. Limites geográficos

Os imóveis rurais devem estar totalmente inseridos no Escopo Geográfico: Bioma Amazônia.

10.3. Limites de extensão territorial

Os imóveis rurais devem ter um tamanho mínimo de 5 ha (cinco hectares ou 50.000 m²) e uma área de projeto com tamanho mínimo de 1 ha (um hectare ou 10.000 m²) de floresta.

10.4. Diligência Fundiária

Os imóveis rurais precisam estar regulares, tanto no momento da Certificação, quanto nas posteriores verificações. Para diminuir os riscos de fraudes, para o Processo de Certificação, além das documentações que comprovam a titularidade e regularização dos imóveis, perante as Leis vigentes, será solicitado a apresentação de peças jurídicas com o parecer de Diligência Fundiária realizado para cada um dos imóveis do projeto.

10.5. Anuência dos Proprietários ou Consentimento Prévio Livre e Informado

No caso de imóveis rurais privados, é necessário apresentação de um Termo de Anuência dos proprietários dos imóveis rurais, declarando a intenção de utilizar o imóvel, por livre e espontânea vontade, para a realização do Projeto de REDD.

Em caso de Unidade de Conservação (UC) será necessária a comprovação da realização de oficinas com as comunidades locais (caso existam), adicionalmente a apresentação de documento que ateste o consentimento prévio livre e informado da realização do Projeto REDD na área do projeto.

10.6. Macrozoneamento do Imóvel Rural

Os imóveis rurais precisam ter seu macrozoneamento definido e devidamente registrado no Cadastro Ambiental Rural (CAR), no caso de ser uma propriedade privada. Para Unidades de Conservação (UC) os limites do imóvel já foram definidos e registrados nos órgãos competentes. O imóvel precisa ter seus limites espaciais definidos como segue:

- Limites do Imóvel (LI);
- Área de Preservação Permanente (APP);
- Área de Reserva Legal (ARL);
- Área de Uso Múltiplo (AUM);
- Área do Projeto (AP):
 - Deve estar localizada dentro dos limites da AUM;
 - Pode ser uma fração ou a totalidade da AUM;
 - A área mínima do AP deve ser de 1 ha (um hectare).

O mapa da Figura 1 mostra um exemplo de macrozoneamento de um mosaico de imóveis rurais no Bioma Amazônia.

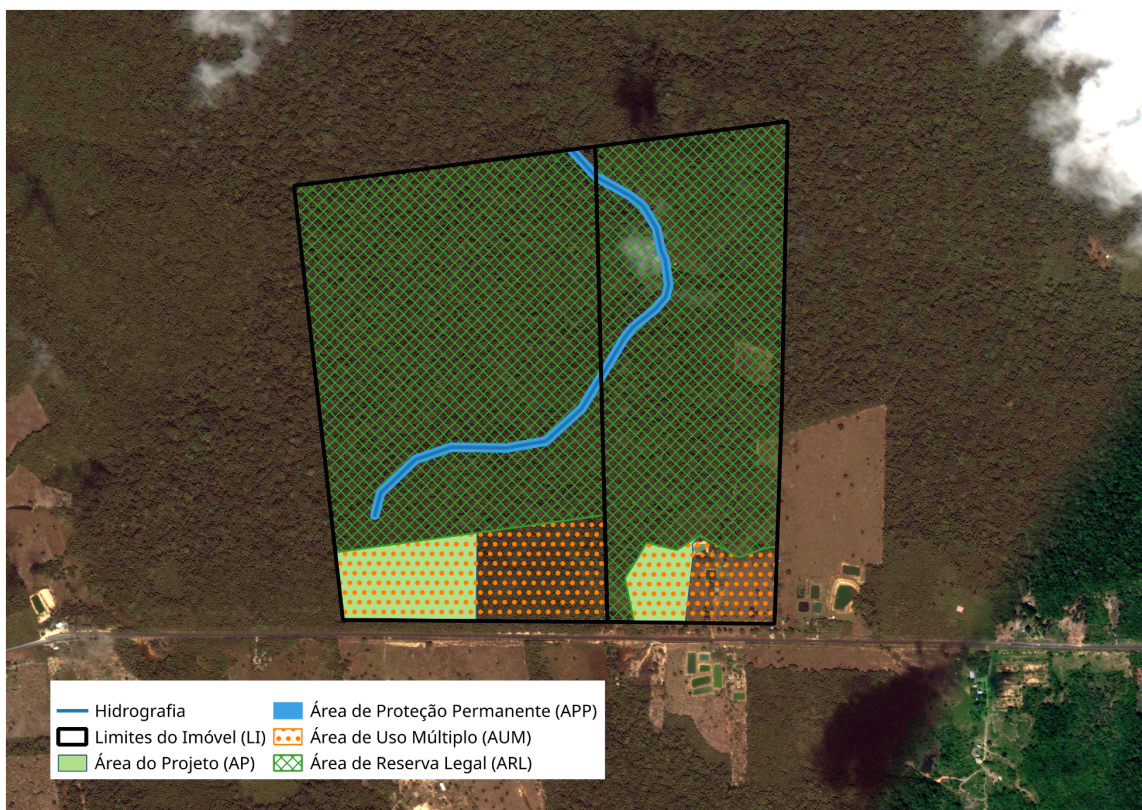


Figura 1. Exemplo de macrozoneamento de um imóvel rural.

10.7. Área do Projeto (AP)

Os limites da Área do Projeto (AP) serão definidas pelo Desenvolvedor do Projeto e registradas na Plataforma Tero e podem englobar todas as áreas de floresta, incluindo: APP; ARL e AUM.

NOTA: Caso o proponente opte em utilizar a parte ou totalidade da AUM na AP, atentar para o “Compromisso de Desmatamento Zero” assumido.

10.8. Compromisso de Desmatamento Zero

Durante o período do projeto, o proponente deverá assinar um termo de compromisso de “Desmatamento Zero”. Assim, todo e qualquer desmatamento dentro da área do projeto (AP) irá “debitar” dos créditos a serem gerados em creditações futuras.

NOTA: Caso seja identificado um desmatamento dentro da propriedade que seja igual ou superior a 50% da Área do Projeto (AP), o projeto será cancelado.

10.9. Inventário Florestal Amostral para Estimativa do Estoque de Carbono na Área do Projeto

Para o processo de Certificação será necessário apresentar as planilhas do Inventário Florestal Amostral (IFA) para estimativa do Estoque de Carbono na Área do Projeto (AP) no padrão estabelecido pela Tero. O IFA tem validade de 5 (cinco) anos, necessitando ser renovado após este período. Isto implica na necessidade de apresentar novos dados coletados em eventuais Processos de Verificação.

NOTA: Os dados secundários serão aceitos somente como complemento, não sendo utilizados para o cálculo do estoque de carbono.

11. LINHA DE BASE

O cenário de Linha de Base de Desmatamento Planejado Evitado (LB_{APD}) desta metodologia assume a premissa que a floresta contida fora dos limites da ARL e APP, ou seja, a AUM seria desmatada ou degradada para a implantação de atividades de uso alternativo da terra. Desse modo, o carbono estocado na biomassa dessa floresta seria 100% emitido na forma de dióxido de carbono equivalente (CO_2e) de forma linear ao longo do tempo. O intervalo de tempo da emissão varia de acordo com o tamanho da área, em hectares.

Desse modo, o cenário de LB_{APD} resultaria em emissões de GEE da seguinte forma (matematicamente), para cada um dos imóveis do projeto:

$$ELB_{APD} = \sum_{t=1}^T \frac{(AP \times (C_{tot} - I.C.))}{T}$$

onde:

ELB_{APD} = Emissão de CO_2e no cenário de Linha de Base APD, em toneladas de dióxido de carbono equivalente;

$\sum_{t=1}^T$ = Somatória das emissões no tempo "T", para valores inteiros de "t", do período

de creditação;

AP = Área do projeto, em hectares.

C_{tot} = Estimativa da média do estoque de carbono, em toneladas de dióxido de carbono equivalente por hectare (tCO_2e/ha);

I.C. = Intervalo de confiança da estimativa da média, em toneladas de dióxido de carbono equivalente por hectare (tCO_2e/ha);

T = período de tempo total do projeto, em anos inteiros.

11.1. O Desmatamento Planejado Evitado (APD)

Na Amazônia, a área mínima destinada à Área de Reserva Legal (ARL) é de 80% do imóvel. Sendo assim, dentro da averbação do imóvel, é possível delimitar até 20% da área do imóvel em Área de Uso Múltiplo (AUM). Nesta área é possível implantar uma atividade de uso alternativo da terra.

Das principais atividades na região, destacam-se: i. pecuária bovina para corte; ii. cultivo de mandioca.

A dinâmica da mudança do uso da terra (desmatamento) é padrão. Inicia-se com a exploração seletiva de madeira, supressão da vegetação remanescente e finalizado com a queima da biomassa (ASNER *et al.* 2005; FEARNSSIDE, 2006; SOARES-FILHO *et al.* 2006; SARAIVA, 2022).

No processo de supressão vegetal para a atividade alternativa, todo o carbono estocado naquela floresta é emitido para a atmosfera, em forma de dióxido de carbono equivalente (CO₂e).

A média do estoque de carbono na floresta alvo do projeto, deverá ser estimada com base no inventário florestal da Área do Projeto.

A área elegível para geração dos créditos para cada um dos imóveis rurais é chamada de Área do Projeto (AP), deve estar dentro dos limites da AUM, ou sua totalidade. Deve estar coberta de florestas e descontadas de APP's e outros usos da terra.

Matematicamente:

$$AP = AUM - APP - A_{Antropizada}$$

onde "A_{Antropizada}" é área de uso alternativo da terra já implantada antes do Projeto REDD.

Ao assegurar a manutenção da floresta em pé, pelo período de comprometimento (período de creditação), o proponente gera créditos por evitar a emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE).

11.2. Fundamentação Legal

O parágrafo 4º do Art. 225 do Capítulo VI – Do meio ambiente – da [Constituição Brasileira de 1988](#) estabelece que a floresta amazônica brasileira é patrimônio nacional e a sua utilização far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais.

O novo [Código Florestal Brasileiro](#), a Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012,

dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e altera três leis e revoga duas leis e uma medida provisória.

O Código Florestal estabelece os limites e extensões das Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (ARL) em todos os biomas do país.

Para a Amazônia, fica estabelecido que toda e qualquer propriedade rural privada deve averbar 80% de sua área para a RL. Apresenta diretrizes sobre o uso e a exploração dos produtos florestais.

Na esfera Estadual, o processo de licenciamento ambiental para atividades de uso alternativo da terra, em até 20% (vinte por cento) da área total do imóvel, é regido com base em leis estaduais:

- Amazonas: [Lei de Licenciamento n. 3.785](#), de 24/07/2012.
- Acre: [Portaria IMAC n. 27](#), de 12/04/2021; [Resolução CEMACT n. 3](#), de 27/06/2008
- Amapá: [Procedimentos](#), segundo MMA
- Pará: [Procedimentos](#), segundo o MMA
- Rondônia: [Procedimentos](#), segundo MMA
- Roraima: [Procedimentos](#), segundo MMA.

12. QUANTIFICAÇÃO

Esta seção apresenta a forma de quantificação dos estoques e créditos de carbono florestais aceitos por esta metodologia de forma a atender os padrões internacionais de Mensuração, Reporte e Verificação (MRV).

12.1. Orientações para Coleta de Dados Primários e Estimativa de Estoque de Carbono nas Florestas

A estimativa da média do estoque (\bar{x}), com seu respectivo nível de incerteza (I. C.), deve ser calculada com base em um sistema de amostragem da floresta, aplicação de equações alométricas e extrapolação da média para a Área do Projeto (AP). Para tanto, os seguintes pontos precisam ser observados para a coleta de dados primários:

- Considerar um sistema de amostragem de instalação de unidades amostrais de área fixa (parcelas);
- Todas parcelas devem ter suas coordenadas geográficas registradas por meio de aparelhos receptores de sinais de GPS:
 - Os pontos a serem registrados podem ser o inicial, central ou final de cada amostra;
 - Porém, para a submissão destes dados, recomenda-se gerar polígonos das parcelas;

- Ao usar um aparelho de GPS de navegação, o método de registro da coordenada recomendado é:
 - Manter o aparelho receptor de sinais de GPS estacionado no ponto específico por um período de aproximadamente 1 (um) minuto;
 - Utilizar a ferramenta “média de pontos” por um período entre 2 (dois) e 5 (cinco) minutos.
- Distribuição amostral aleatória, sistemática ou a combinação por meio de conglomerados (transectos ou tipo cruz);
- Mensuração dos diâmetros à 1,3m do chão (DAP) de todas as árvores vivas e mortas encontradas dentro da parcela:
- O DAP mínimo de mensuração é de 10 cm;
- As palmeiras não são uma classe obrigatória
 - Podem ser incluídas, mas a equação alométrica deve ser específica.
- Aplicação de equação de biomassa/carbono para estimar o estoque individual (de cada árvore mensurada) e por unidade de área (hectare):
 - A biomassa/carbono individual das árvores deve ser estimada, preferencialmente, por meio de equações sítio específicas;
 - Caso a biomassa/carbono individual das árvores seja estimado com base na equação de Silva (2007), a estimativa deverá ser corrigida pelo fator de correção com base na altura dominante (Hdom) da floresta.
- Estimar a média (\bar{x}) e o nível de incerteza da estimativa (I. C.), com base nos parâmetros estatísticas descritos no Anexo I;
- Caso a floresta da Área do Projeto demande ser estratificada, seguir o rito de estratificação disponível no Anexo I.

12.2. Inventário Florestal Amostral Quantitativo

As orientações para o Inventário Florestal Amostral (IFA) quantitativo para coleta dos dados primários utilizados na quantificação dos estoques de carbono são:

- Dados mínimos a serem contemplados: árvores vivas, com DAP > 10 cm;
- Dados secundários serão aceitos apenas como complemento;
- Implantação de sistema de amostragem, por meio de unidades de amostras de área fixa (ver Anexo I);
- Mensuração de variáveis dendrométricas, como: diâmetro à 1,3 m do chão (DAP);
- Alturas (total e/ou de fuste) são opcionais.
- Estimativa de estoques de biomassa e carbono:
 - AGB = obrigatório;
 - BGB = opcional;
 - Btot = opcional.

12.3. Cálculo dos Estoque de Carbono Florestal Sem Estratos Definidos Estatisticamente

É necessário, para cada imóvel rural do projeto, realizar o cálculo do Estoque de Carbono Floresta. Para o caso sem estratos definidos estatisticamente, as orientações são as seguintes:

- Estabelecer os componentes da biomassa florestal do projeto:
 - Acima dos solos (AGB);
 - Abaixo dos solos ou raízes (BGB);
 - Total (AGB + BGB).
- Estimar o estoque “líquido”, ou seja, subtrair a ‘necromassa’ (árvores mortas amostradas no inventário):

$$\text{Estoque líquido}_{AGB} = \sum AGB_{vivas} - \sum AGB_{necromassa}$$

- Com base em ferramentas estatísticas, calcular a média do estoque por unidade de área (hectare) com seu respectivo nível de incerteza (intervalo de confiança - I.C.);
- Multiplicar a estimativa mínima (média - intervalo de confiança) do estoque e a Área do Projeto (AP):

$$\text{Crédito de Carbono} = \left(\overline{x_{CO_2}} - I.C. \right) \times AP$$

onde:

$\overline{x_{CO_2}}$ = Média estimada do estoque de dióxido de carbono equivalente, por hectare, em toneladas;
 I.C. = Intervalo de confiança, calculado à um nível de probabilidade de 95%;
 AP = Área do Projeto, em hectares.

12.4. Cálculo dos Estoque de Carbono Florestal Com Estratos Definidos Estatisticamente

De modo análogo ao item anterior, para o caso com estratos definidos estatisticamente, as orientações são as seguintes:

- Estabelecer os componentes da biomassa florestal do projeto:
 - Acima dos solos (AGB);
 - Abaixo dos solos ou raízes (BGB);
 - Total (AGB + BGB).
- Estimar o estoque “líquido” por estrato, ou seja, subtrair a ‘necromassa’ (árvores mortas amostradas no inventário):

$$\text{Estoque líquido}_{AGB} = \sum AGB_{vivas} - \sum AGB_{necromassa}$$

- Com base em ferramentas estatísticas, calcular a média do estoque, por estrato, por unidade de área (hectare) com seu respectivo nível de incerteza (intervalo de confiança - I.C.);
- Multiplicar a estimativa mínima (média - intervalo de confiança) do estoque de cada estrato pela a Área de cada estrato do Projeto (AP):

$$\text{Crédito de Carbono} = (\overline{x_{CO2i}} - I.C.) \times AP_i + (\overline{x_{CO2i+1}} - I.C.) \times AP_{i+1}$$

onde:

$\overline{x_{CO2i}}$ = Média estimada do estoque de dióxido de carbono equivalente do estrato "i", por hectare, em toneladas;
 I.C. = Intervalo de confiança, calculado à um nível de probabilidade de 95%;
 AP_i = Área do Projeto referente ao estrato "i", em hectares.

12.5. Cálculo da Incerteza do Estoque de Carbono

A incerteza da média estimada é dada pela variação do Intervalo de Confiança a um nível de probabilidade específico, no caso desta metodologia, consideramos um nível de probabilidade válido de 95% (noventa e cinco por cento). O método de cálculo está disponível na Tabela 2, do ANEXO I desta metodologia.

Da estatística básica (WEISS & HASSETT, 1982), os dados distribuídos normalmente estão:

- I. 68,27% entre mais ou menos 1 desvio padrão da média;
- II. 95,45% entre mais ou menos 2 desvios; e
- III. 99,73% entre mais ou menos 3 desvios.

O multiplicador exato do desvio padrão da média para os níveis arredondados de 95 ou 99% pode ser encontrado ao integrar a função de densidade probabilística até estes pontos sob a curva normal padrão.

Dependendo da intensidade de amostragem, o valor é "t" (pequenas amostras, n < 30) ou z (grandes amostras, n > 30). No guia do IPCC, o multiplicador é 2 para o nível de 95% ou 3 para o nível de 99%, independentemente da intensidade de amostragem.

Para fins de reportagem das estimativas dos estoques de carbono na floresta, a incerteza pode ser objetivamente caracterizada pelo Intervalo de Confiança, estimado com uma probabilidade de 95%, calculado com base na

amostragem realizada.⁵

NOTA: A utilização de apenas dados de sensoriamento remoto não produzem estimativas de incerteza. Logo, o Sensoriamento Remoto deve ser combinado com dados de inventários florestais amostrais (ou censitários). O uso de informações espectrais (dados de imagens de satélite) podem ser utilizados para melhorar a espacialização da média estimada, melhorando (reduzindo nível de incerteza) a estimativa dos estoques.

12.6. Cálculo do Crédito de Carbono Anual Gerado

A geração de créditos de carbono anual é com base no período de creditação, em função do tamanho do imóvel:

$$Geração\ anual = \frac{Crédito\ de\ carbono}{T(anos)}$$

onde T é o período de duração do projeto.

13. BENEFÍCIOS ADICIONAIS (CO-BENEFÍCIOS)

Os benefícios adicionais ao carbono, ou co-benefícios, para projetos cuja metodologia é a REDD, é a conservação e preservação da maior biodiversidade terrestre do planeta, ou seja, é a garantia de manutenção dos ciclos evolutivos da biodiversidade.

É permitido ao proponente do projeto demonstrar detalhadamente os benefícios adicionais específicos de sua área por meio de dados coletados em Diagnósticos de Fauna e Flora, porém estes não são obrigatórios. Em caso de não apresentação do detalhamento, a biodiversidade considerada como benefício adicional é aquela presente na literatura.

13.1. Inventário Florestal Qualitativo (Opcional)

As orientações para o Inventário Florestal Qualitativo para coleta dos dados primários utilizados na apresentação dos co-benefícios são:

- Dados mínimos a serem contemplados: árvores vivas, com DAP > 10 cm;
- Dados secundários serão aceitos apenas como complemento;

⁵ Idealmente, o nível de incerteza da média fica abaixo de 10%. Quanto melhor for a amostragem, menor será o erro e maior será a quantidade de créditos de carbono a ser certificada.

- Implantação de sistema de amostragem, por meio de unidades de amostras de área fixa (ver Anexo I);
- Amostragem botânica, com a coleta de exsicatas das espécies de árvores amostradas (amostras podem ser depositadas em herbários).

14. GOVERNANÇA

O projeto deve apresentar como será feita a Governança do imóvel rural, visando a atividade de Desmatamento Planejado Evitado (APD). É indicada a identificação física, no imóvel, no ponto de acesso, de que aquela área está destinada a um projeto REDD.

Também são sugeridas as mínimas intervenções:

- Instalação de infraestrutura como sede/base de apoio para as atividades do projeto;
- Instalação de cercas e placas no perímetro do imóvel e/ou Área do Projeto;
- Implantação de sistema de vigilância *in loco*, com rondas e vistorias periódicas;
- Qualquer outra atividade que não incida degradação e/ou desmatamento de mais de 0,5 hectares.

NOTAS:

- Atividades que envolvem degradação florestal, por meio da exploração seletiva de madeira, na Área do Projeto não serão permitidas durante o período de creditação.
- Atividades de uso alternativo da terra, por meio da implantação de sistemas de produção agro-silvo-pastoris, na Área do Projeto não serão permitidas durante o período de creditação.

ANEXO I - A BASE METODOLÓGICA PARA ESTIMATIVA DOS ESTOQUES DE BIOMASSA E CARBONO NA FLORESTA

O principal ponto técnico de projetos de REDD. Os métodos para estimar os estoques de biomassa e carbono da floresta alvo do projeto é primordial para a certificação do crédito de carbono. A seguir, a base metodológica.

AI.1. Compartimentos da Biomassa

A biomassa é definida pelo peso da árvore, em quilos (kg) ou toneladas (t), sendo que a primeira é utilizada para o peso individual e a segunda quando se refere a estoques (IPCC, 2006). As estimativas de estoques por unidade de área e, principalmente, quando extrapolados para uma região (como um país tropical ou a Amazônia como um todo), são apresentadas abreviadas, por gramas ou toneladas: (i) milhões em mega (Mg ou Mt); bilhões em giga (Gg ou Gt); (iii) trilhões em tera (Tg ou Tt); e (iv) quatrilhões em peta (Pg ou Pt) (IPCC, 2006).

De acordo com o Guia de Inventário Nacional de Gases de Efeito Estufa do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), a biomassa florestal é subdividida em três compartimentos:

- Biomassa Acima dos solos = tronco, galhos, folhas, flores e frutos (AGB);
- Biomassa Abaixo dos solos = raízes (BGB); e
- Biomassa Total (AGB + BGB).

Segundo Silva (2007), do peso total de uma árvore da região de Manaus, 41,6% é água; do peso da massa secada, 48,5% é carbono. Isso quer dizer que: do peso total de uma árvore viva, aproximadamente 40% é água e 30% é carbono.

A quantificação da biomassa de uma árvore pode ser realizada por dois métodos:

1. Direto

Consiste na derrubada e pesagem das árvores em pontos de área fixa, posteriormente extrapolados para unidade de área. Para isso, é necessário cortar e derrubar o indivíduo arbóreo e pesá-lo em uma balança (SILVA, 2007). Além de pouco prático, as estimativas por meio deste método geram não são confiáveis, porque se baseiam em poucas parcelas, pequenas e tendenciosamente escolhidas.

Devido às dimensões de uma árvore e a escala operacional de uma balança, geralmente a árvore é dividida em compartimentos específicos: copa, tronco e sistema radicular (Figura 1). Na Amazônia é possível encontrar árvores que pesem entre poucos quilos (árvores menores) e até indivíduos com dezenas de toneladas (SILVA, 2007).

Os principais resultados do método direto é o ajuste de equações alométricas, por meio de análise de regressão. Na Amazônia dá-se destaque aos trabalhos: Araújo *et al.* (1999); Silva (2007); Lima *et al.* (2012).



Figura 1. Imagens das atividades de campo do método destrutivo de determinação do peso total, acima e abaixo dos solos de uma árvore.

2. Indireto

No método indireto as estimativas são produzidas a partir de equações e modelos alométricos, associados a dados de inventários florestais (sistemas de amostragem da floresta).

Com base numa amostragem da floresta, indivíduos são mensurados e suas estimativas calculadas por meio de uma equação. A partir da somatória do

estoque de cada unidade amostral, extrapola-se a média por unidade de área (hectare, por exemplo).

Nesse método, estima-se a média do estoque com um nível de incerteza estatístico, calculado por meio do Intervalo de Confiança da média, a partir de um nível de probabilidade. Maiores detalhes a seguir.

Al.2. Equações Alométricas

Alometria é o estudo das variações das formas e dos processos dos organismos e tem dois significados (NIKLAS, 1994; GRAHAM, 2003):

- O desenvolvimento de uma parte do organismo em relação ao desenvolvimento do organismo inteiro ou de parte dele; e
- O estudo das consequências do tamanho sobre as formas e os processos.

No jargão florestal, é o estudo do todo (biomassa e/ou carbono) em função de partes do todo (Diâmetro à Altura do Peito - DAP ou H's), ou seja, ajuste de equações (funções ou modelos) matemáticas.

Modelos matemáticos podem ser lineares ou não, de simples ou múltipla entrada (MARQUET *et al.* 2005). A entrada do modelo se refere ao número de variáveis independentes (X) utilizadas para prever a variável dependente, Y:

- Modelos lineares simples possuem uma representação gráfica uma linha reta (crescente ou não);
- Modelos não lineares são equações à base de potências e suas relações são caracterizadas por uma escala de invariância (auto similaridade) e universalidade.

Mesmo com tantas distinções, qualquer equação deve apresentar, no mínimo, uma constante de normalização (proporcionalidade), representada "a"; ou pela letra grega " β_0 ", e o expoente, representado pela letra "b" ou " β_n " (SILESHI, 2014).

Modelos não lineares são as funções típicas de equações alométricas, especialmente para estimativa de biomassa em plantas (WEST *et al.* 1999; SILESHI, 2014). No entanto, no caso de plantas (árvores), o expoente universal pode assumir diferentes valores de acordo com os seus respectivos estágios de desenvolvimento (PILLI *et al.* 2006).

Al.3. Alometria de Biomassa e Carbono na Amazônia

Os principais e mais confiáveis estudos de Alometria de biomassa na Amazônia brasileira são: SANTOS, 1996; HIGUCHI *et al.* 1998; ARAÚJO *et al.* 1999; CHAMBERS *et al.* 2000, pois, usaram dados destrutivos, mesmo que alguns ainda “incompletos” (apenas dados de biomassa acima dos solos).

Dados de biomassa abaixo de solos são difíceis de serem coletados e por esta razão não há muitos trabalhos publicados, na Amazônia, além de Silva (2007), Borges (2010) e Lima *et al.* (2012).

Amazônia, só há registro de dois trabalhos com dados destrutivos de biomassa abaixo dos solos (SILVA, 2007; LIMA *et al.* 2012). Estes modelos têm produzido resultados satisfatórios, com coeficiente de determinação (R^2_{aj}) sempre superior a 0,80 e erro padrão da estimativa ($Sy_x\%$) abaixo de 10%.

O Coeficiente de determinação (R^2_{aj}) é um parâmetro que avalia o quanto um modelo alométrico contempla a amplitude de variação da população, vai de 0 a 1, sendo 0 não representa a população e 1 representa perfeitamente.

O erro padrão da estimativa ($Sy_x\%$) é a margem de incerteza do modelo alométrico, dado em percentagem. O limite máximo aceitável na engenharia florestal é 10% (dez por cento).

Na ausência de uma equação ‘sítio-específica’, a Tero recomenda a equação de Silva (2007), adaptada com base num “fator de correção” (fc), estimado pela relação entre a altura dominante (H_{dom}) do sítio amostrado e a H_{dom} do sítio onde a equação foi ajustada.

A altura dominante é determinada com base nos resultados encontrados por Higuchi (2015), em que sugere que a H_{dom} = média das alturas das 10% de árvores mais grossas amostradas.

*Corroborando com os trabalhos de Malhi *et al.* (2006), Anderson *et al.* (2009) e Feldpausch *et al.* (2011), reconhece-se o desafio de utilizar a equação de biomassa ajustada na região de Manaus (SILVA, 2007), em outra região da Amazônia. Desse modo, para compensar as diferenças entre a estrutura vertical das florestas das localidades amostradas, recomenda-se a aplicação de um “fator de correção” (fc) da equação de biomassa por meio da relação entre a H_{dom} da Estação Experimental de Silvicultura Tropical (ZF2) do INPA e a H_{dom} do sítio amostrado, com base na abordagem sugerida por Higuchi (2015), baseando-se nos resultados apresentados por Lima *et al.* (2012).*

$$BStot = 2,7179 \times DAP^{1,8774} \times 0,584 \times fc, \text{ onde } R^2 = 0,94 \text{ e } Syx\% = 3,91.$$

$$AGB = 2,2737 \times DAP^{1,9156} \times 0,584 \times fc, \text{ onde } R^2 = 0,85 \text{ e } Syx\% = 4,20.$$

$$BGB = 0,0469 \times DAP^{2,4754} \times 0,533 \times fc, \text{ onde } R^2 = 0,95 \text{ e } Syx\% = 5,12.$$

onde:

BStot = biomassa seca total, em kg;

AGB = biomassa seca acima dos solos, em kg;

BGB = biomassa seca abaixo dos solos, em kg;

DAP = diâmetro à 1,3m do chão, em cm;

fc = fator de correção;

R² = Coeficiente de determinação; e

Syx% = Erro Padrão da Estimativa, em %.

$$Cabg = AGB \times 0,485$$

$$Cblg = BGB \times 0,464$$

$$Ctot = Cabg + Cblg$$

onde:

Ctot = carbono total, em kg;

Cabg = carbono acima dos solos, em kg; e

Cblg = carbono abaixo do solo.

O fc é calculado por meio da relação entre a Hdom da localidade amostrada e a Hdom da ZF2:

$$fc = \frac{Hdom_i}{Hdom_{ZF2}}$$

onde:

fc = fator de correção;

Hdom_i = altura dominante estimada para o sítio "i" amostrado; e

Hdom_{ZF2} = altura dominante da ZF2 = 30,2 m⁶.

NOTA IMPORTANTE #01:

⁶ De acordo com Higuchi (2015).

Projetos podem apresentar equação(ões) de biomassa “sítio específico”. Ajustada com base em dados locais.

A(s) equação(ões) devem seguir o método “Mensurável, Reportável e Verificável - MRV”.

NOTA IMPORTANTE #02:

As variáveis independentes mais utilizadas são Diâmetro à Altura do Peito (DAP) e altura total. Há autores que defendem a inclusão da densidade da madeira como variável independente (OVERMAN *et al.* 1994; CHAVE *et al.* 2005; NOGUEIRA *et al.* 2008).

NOTA IMPORTANTE #03:

A questão que emerge é sobre a relação benefício-custo ao introduzir uma variável extremamente difícil de ser coletada, com altos níveis de variações e seu acréscimo em precisão ao modelo (WIEMANN & WILLIAMSON, 2014). Além disso, a densidade é uma variável dependente.

No que diz respeito à inclusão da altura (total e/ou de fuste/tronco) há dois pontos. O primeiro: em todos os trabalhos de alometria na Amazônia, com base em dados destrutivos, não foi observada uma diferença substancial, em termos de precisão ($Sy_x\%$) e confiabilidade (R^2_{aj}), entre as equações de dupla (diâmetro e altura) e simples (diâmetro apenas) entrada. O segundo: mensurar a altura de árvores em florestas amazônicas é um enorme desafio, além de elevar substancialmente o custo do trabalho de campo ainda gera mais incertezas devido aos erros não amostrais no momento da aferição da variável.

Erros não amostrais são erros causados por falha humana ou do equipamento/ferramenta utilizada. Em trabalhos de amostragem é o tipo de erro que deve ser sempre evitado, a risco de invalidar o trabalho. Não é possível computar e nem quantificar o impacto desse tipo de erro na estimativa da média.

Al.4. Sistema de Amostragem

Existem duas formas básicas para adquirir as informações desejadas de uma floresta: por meio da mensuração total das árvores (Censo) ou por meio da amostragem. Porém, florestas geralmente ocupam áreas de grandes extensões

o que inviabiliza (tanto em tempo quanto em custo operacional) o censo, fazendo com que a amostragem seja a melhor opção.

A amostragem em florestas é dada por Inventários Florestais (IF). Os IFs são atividades para descrever a quantidade e qualidade de árvores em uma floresta e de toda e qualquer característica da área onde estas árvores estejam crescendo (HUSCH, 1971; HUSCH *et al.* 1972; LOETSCH *et al.* 1973; PÉLLICO NETTO e BRENA, 1997; LIMA, 2010).

O uso da amostragem permite que sejam realizadas inferências sobre a mesma (HUSCH, 1971). Este é um conceito tão estabelecido e consolidado, que Loetsch *et al.* (1973) citaram que: o uso de unidades amostrais (parcelas) é tão antigo quanto a Engenharia Florestal.

As parcelas amostrais podem ser de área fixa ou não (LOETSCH *et al.* 1973; PÉLLICO NETTO & BRENA, 1997). Os métodos de amostragem sem área fixa (Bitterlich, Strand, Prodan e 3-P, por exemplo), não possuem nenhuma aplicação prática na Amazônia. Não há registros de inventários florestais executados por meio deste método. Já o método de área fixa vem sendo utilizado desde o primeiro trabalho publicado (OLIVEIRA, 2000).

Quando se trata de inventários florestais por amostragem, erros amostrais são inevitáveis e, conseqüentemente, os níveis de incerteza. Mas, é providencial que medidas sejam tomadas para que este erro seja controlável.

A forma mais comum de apresentar o erro em trabalhos florestais é por meio do “erro padrão da média” ou o “intervalo de confiança” (HUSCH, 1971).

Dependendo da floresta e da área a ser inventariada, pode ser necessário a estratificação da floresta, por dois métodos: pela “variância” ou de acordo com a “classe florestal”. Segundo Péllico Netto e Brena (1997), o objetivo principal em estratificar uma população é reduzir a variância dentro dos estratos e os custos de amostragem.

Os dois principais métodos de distribuição de amostras são: aleatório e sistemático.

Na Amazônia, Higuchi (1987) comparou os dois métodos em uma área de floresta de terra firme na região de Manaus e confirmou que o uso da amostragem sistemática foi mais preciso e menos dispendioso.

A forma ideal da parcela para florestas naturais (Amazônia) é retangular. Geram menos erros não amostrais e permitem uma maior amostragem da variabilidade da floresta. O tamanho ideal de parcela varia de 1.000 m² e 2.500 m², dimensionadas em 10 x 100 m e 20 x 125 m, respectivamente (HIGUCHI *et al.* 1982; OLIVEIRA *et al.* 2014).

Para áreas de florestas plantadas, com espaçamento padronizado, recomenda-se parcelas circulares. Contemplam a maior área pelo menor perímetro, reduz a quantidade de árvores marginais (no limite da área da parcela) e são mais simples de serem instaladas. Em termos de tamanho, depende do espaçamento. Quanto maior for o espaçamento, maior deverá ser o raio da parcela.

AI.5. Variável de Interesse

As variáveis de interesse podem ser divididas entre: dependentes e independentes.

Variáveis dependentes são caracterizadas por serem de difícil mensuração, que precisam ser estimadas por meio de outras. Daí o nome “dependente”.

Variáveis independentes são aquelas de fácil obtenção. Podem ser mensuradas e/ou aferidas por meio de ferramentas e equipamentos com alto nível de qualidade. São utilizadas para estimar, por meio de equações alométricas, as variáveis dependentes.

São elas:

Tabela 1. Relação de variáveis consideradas para determinar o estoque de carbono em uma área de floresta tropical na Amazônia.

Nome da variável	Tipo de variável	Unidade de medida	Descrição
Área da floresta	Independente	Hectare (ha)	Toda estimativa de estoque de carbono em uma floresta é dada por unidade de área, mais comumente em hectares (ha), sendo que um (1) hectare equivale a dez mil metros quadrados (10.000 m ²)
Reflectância espectral	Independente	Nanômetro (nm)	A extrapolação das médias estimadas por unidade de área, para toda a floresta é realizada por meio de sensoriamento remoto e geoprocessamento de imagens aéreas

Nome da variável	Tipo de variável	Unidade de medida	Descrição
Resolução espacial	Independente	Metro (m)	Refere-se ao tamanho de um pixel no solo. É a capacidade do sensor em enxergar os objetos em relação ao seu tamanho. Uma imagem de satélite com resolução de 30 cm pode capturar detalhes no solo maiores ou iguais a 30 cm por 30 cm. Com base nesta definição, imagens com resolução espacial de 30 cm capturam mais detalhes da superfície do que imagens com resolução de 1 m. Logo, quanto maior é a resolução, menor o nível de detalhamento da imagem e do objeto
Diâmetro à 1,3m do chão (DAP)	Independente	Centímetro (cm)	Medida do diâmetro do tronco da árvore em posição padrão (1,3 m do chão), podendo ser mensurada em alturas superiores, desde que haja impedimentos físicos na posição original.
Altura total (Ht) e de fuste (Hf)	Independente	Metro (m)	Medida da altura total (Ht) ou do tronco (Hf) da árvore. Ht é altura até a parte mais alta da copa. Hf é a altura até o início da copa.
Altura dominante (Hdom)	Dependente	Metro (m)	Média das alturas totais dos 10% dos indivíduos dominantes do sítio
Fator de correção (fc) da equação de biomassa/ carbono	Dependente	-	Relação entre a Hdom do sítio amostrado e a Hdom do sítio onde a equação foi desenvolvida
Biomassa fresca aérea (BFabg)	Dependente	Tonelada métrica (t)	Peso ou massa da parte aérea da árvore (tronco, galhos, folhas, flores, frutos e semente), considerando a água na estrutura

Nome da variável	Tipo de variável	Unidade de medida	Descrição
Biomassa fresca abaixo dos solos (BF _{blg})	Dependente	Tonelada métrica (t)	Peso ou massa das raízes da árvore, considerando a água na estrutura
Biomassa fresca total (BF _{tot})	Dependente	Tonelada métrica (t)	Peso ou massa total da árvore (aérea + raízes), considerando a água na estrutura
Biomassa seca aérea (AGB)	Dependente	Tonelada métrica (t)	Peso ou massa da parte aérea da árvore (tronco, galhos, folhas, flores, frutos e semente), descontando a água na estrutura
Biomassa seca abaixo dos solos (BGB)	Dependente	Tonelada métrica (t)	Peso ou massa das raízes da árvore, descontando a água na estrutura
Biomassa seca total (BStot)	Dependente	Tonelada métrica (t)	Peso ou massa total da árvore (aérea + raízes), descontando a água na estrutura
Carbono aéreo (C _{abg})	Dependente	Tonelada métrica (t)	Peso ou massa do carbono estocado na parte aérea da árvore (tronco, galhos, folhas, flores, frutos e semente)
Carbono abaixo dos solos (C _{blg})	Dependente	Tonelada métrica (t)	Peso ou massa do carbono estocado nas raízes da árvore
Carbono total (C _{tot})	Dependente	Tonelada métrica (t)	Peso ou massa total do carbono estocado na árvore (aérea + raízes)
Dióxido de Carbono equivalente aéreo (CO ₂ e.abg)	Dependente	Tonelada métrica (t)	Peso ou massa, em dióxido de carbono equivalente, estocado na parte aérea da árvore

Nome da variável	Tipo de variável	Unidade de medida	Descrição
Dióxido de Carbono equivalente abaixo dos solos (CO ₂ e.blg)	Dependente	Tonelada métrica (t)	Peso ou massa, em dióxido de carbono equivalente, estocado nas raízes da árvore
Dióxido de Carbono equivalente total (CO ₂ e.tot)	Dependente	Tonelada métrica (t)	Peso ou massa total, em dióxido de carbono equivalente, estocado na árvore (aérea + raízes)

Al.6. Estatística

Para quantificar os estoques de biomassa/carbono da floresta, são necessárias ferramentas estatísticas de inferência. A estatística é o campo da matemática que relaciona fatos e números em que há um conjunto de métodos que nos possibilita coletar dados e analisá-los, assim sendo possível realizar alguma interpretação deles.

Tabela 2. Parâmetros estatísticos, suas descrições e fórmulas matemáticas.

Parâmetro	Descrição	Fórmula
Média	Somatória de todas as observações dividida pelo número total de observações	$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$
Variância (s ²)	Soma dos desvios quadráticos	$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$
Desvio Padrão (s)	Medida de dispersão dos valores observados em relação à média	$s = \pm \sqrt{s^2}$

Parâmetro	Descrição	Fórmula
Erro Padrão	É a medida de variação de uma média amostral em relação à média da população	$S_x = \frac{s}{\sqrt{n}}$
Intervalo de Confiança	Variação da média em função da variabilidade da população à um nível de confiança específico, comumente 95%	$\bar{x} \pm z \times \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
Soma dos Quadrados Corrigidos da variável dependente "Y"	Medida de variação da média da variável	$SQC_y = \sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n y_i\right)^2}{n}$
Soma dos Quadrados Corrigidos da variável independente "X"	Medida de variação da média da variável	$SQC_x = \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2}{n}$
Soma dos Produtos Corrigidos	É o produto entre a variável independente e dependente, utilizada para a estimativa do Coeficiente de Correlação	$SPC_{xy} = \sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{\left(\sum x_i\right) \times \left(\sum y_i\right)}{n}$
Coeficiente de correlação	Afere o grau de correlação entre as variáveis independentes com a dependente	$r = \frac{SPC_{xy}}{\sqrt{SQC_x SQC_y}}$

Al.7. Estratificação

O objetivo principal em estratificar uma população é reduzir a variância dentro dos estratos, aumentar a precisão da estimativa e otimizar a amostragem.

A estratificação da floresta pode ser realizada por dois métodos: pela "variância" dos dados ou de acordo com a "classe florestal":

- Pela variância:
 - Depende de uma amostragem preliminar;
 - Relação Custo/Benefício baixa; e
 - Pode gerar informações/estimativas tendenciosas.
- Pela classe florestal:
 - Depende de sensoriamento remoto e geoprocessamento de imagens de satélite de diferentes sensores (RGB e Infravermelho próximo, por exemplo);
 - Otimiza a amostragem por meio do planejamento prévio; e
 - Aumenta a confiabilidade da estimativa e reduz incertezas.

No entanto, mesmo que a caracterização remota da floresta aponte evidências de classes florestais distintas, é necessário aplicar um teste estatístico para comprovar a diferença. Caso o teste não identifique diferença estatística significativa, a estratificação da amostragem e da estatística de inferência se torna desnecessária. Dos testes, o mais aplicado pela engenharia florestal é a Análise de Variância (ANOVA), seguida de um teste de post hoc de Tukey.

AI.8. Análise de Variância (ANOVA)

A ANOVA é um teste de comparação de médias. Aplicada para compreender a natureza da variação natural das diferentes fontes ou testar hipóteses. Neste caso, tem-se:

Hipótese:

- H0: Todos os estratos apresentam médias de estoque estatisticamente iguais;
- H1: Nem todos os estratos apresentam médias de estoque estatisticamente iguais.

Para testar esta hipótese, devemos desenvolver o “quadro da ANOVA”.

Quadro 1. Quadro de análise de variância - ANOVA.

FONTES DE VARIÇÃO	GL	SQ	MQ	F
Entre	k - 1	$SQE = \sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2$	$MQE = \frac{(SQE)}{(k-1)}$	$F = \frac{MQE}{MQR}$
Resíduo	n - k	$SQD = \sum_{i=1}^n x_{ij}^2 - \frac{\sum_{i=1}^k \left(\sum_{j=1}^g x_{ij} \right)^2}{g}$	$MQD = \frac{(SQR)}{(n-k)}$	
Total	n			

onde:

- n = número total de observações;
- k = número de grupos;
- SQE = Soma de Quadrados Entre os grupos;
- MQE = Média Quadrática entre os grupos; e
- F = teste-F de probabilidade.

Caso a ANOVA apresente fortes evidências de que há alguma diferença estatística entre as médias, um teste de post hoc de Tukey é aplicado para identificar especificamente quais médias se destacam.

$$\Delta = q\sqrt{\frac{MQR}{r}}$$

onde:

- q = valor tabelado;
- MQR = média quadrática do resíduo; e
- r = número de repetições.

O resultado é uma matriz de probabilidade de correlação, por exemplo:

Quadro 2. Exemplo de matriz de probabilidade do teste de Tukey.

	Méd.1	Méd. 2	Méd. 3	Méd. 4	Méd. 5	Méd. 6	Méd. 7	Méd. 8	Méd. 9
Méd. 1	1								
Méd. 2	0,0202	1							
Méd. 3	0,0009	0,9999	1						
Méd. 4	0,5456	0,6508	0,2086	1					
Méd. 5	0,0012	0,0000	0,0000	0,0000	1				
Méd. 6	0,0141	0,9999	0,9999	0,5979	0,0000	1			
Méd. 7	0,6441	0,7947	0,4078	0,9999	0,0000	0,7597	1		
Méd. 8	0,0143	0,9937	0,8424	0,8786	0,0000	0,9905	0,9680	1	
Méd. 9	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1

onde:

- Méd. i = refere-se à população “i” amostrada;
- valores da probabilidade que varia de 0 (**totalmente diferente**) a 1 (**idêntico**).

AI.9. Estatística Estratificada

As fórmulas matemáticas para estatística de inferência, considerando a estratificação da amostragem, é apresentado por Péllico Netto e Brena (1997), são elas:

Tabela 3. Parâmetros estatísticos estratificados, suas descrições e fórmulas matemáticas.

Parâmetro	Descrição	Fórmula
Média por estrato	Média aritmética por estrato amostrado	$\bar{x}_h = \frac{\sum_{i=1}^{n_h} X_{ih}}{n_h}$
Média estratificada	Média ponderada conforme os estratos amostrados	$\bar{x}_{st} = \sum_{h=1}^L w_h \bar{x}_h$
Variância por estrato	Variância da população, por estrato amostrado	$S_h^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_h} (x_{ih} - \bar{x}_h)^2}{n_h - 1}$
Variância estratificada	Variância da população ponderada conforme os estratos amostrados	$S_{st}^2 = \sum_{h=1}^L w_h S_h^2$
Variância da média estratificada	Variância ponderada da média da população amostrada	$S_{x(st)}^2 = \sum_{h=1}^L w_h^2 \times \frac{S_h^2}{n_h}$
Erro padrão estratificado	Erro padrão ponderado da população amostrada	$S_{x(st)}^- = \sqrt{S_{x(st)}^2}$
Erro amostral estratificado	Erro amostral ponderado da estimativa de inferência para a população amostrada	$E_r = \pm \frac{t \times S_{x(st)}^-}{\bar{x}_{st}} \times 100$
Intervalo de confiança (95%)	Amplitude de variação da média estimada, com uma probabilidade de 95%	$I.C. = \bar{x} \pm z \times \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ Onde: z = nível de confiança com base no desvio padrão da população; σ = desvio padrão da população; n = tamanho da população

AI.10. Espacialização (Scale up)

O georreferenciamento adequado de árvores e parcelas possibilita correlacionar informações do inventário florestal com as de imagens de sensores remotos em diferentes escalas de mapeamento. A aquisição de coordenadas GPS é sensível ao equipamento, ao procedimento de coleta e a cobertura de satélite e principalmente com sobre a cobertura florestal (JUN; GUENSLER; OGLE, 2006; RODRÍGUEZ-PÉREZ; ÁLVAREZ; SANZABLANEDO, 2007; SIGRIST; COPPIN; HERMY, 1999).

A combinação entre as informações de campo com os dados de sensoriamento remoto é feita comparando as posições geográficas entre os dados de campo e imagens que depende diretamente da resolução e escala espacial dos dados. A utilização de multi-sensores para as estimativas de estoque de carbono é uma recomendação (LU *et al.*, 2012), do mapa local para regional (TRUMBORE; BRANDO; HARTMANN, 2015; ZHANG *et al.*, 2014) e com controle do erro (IPCC 2010).

Em termos de métodos de registro de coordenadas geográficas de inventários florestais vs. precisão da coordenada geográfica, Celes *et al.* (2016) trabalharam no Controle e Garantia de Qualidade (QA/QC) e os pontos principais do estudo foram:

Métodos testados

Tabela 4. Métodos de coleta de coordenadas e posicionamento das unidades amostrais (parcelas) amostradas no inventário florestal.

Método (código)	Descrição
GPS.M1	Estabilização do sinal do satélite por 1 minuto (EST); registro da coordenada: ponto simples.
GPS.M2	EST; média de pontos (xi) por 1 minuto; registro da coordenada
GPS.M3	EST; xi por 5 minutos
GPS.M4	EST; xi por 10 minutos
GPS.M5	EST; xi por 15 minutos
GPS.Track (MT)	Opção “tracking” por 5 minutos
GEO.GPS (MG)	Georreferenciamento (GeoRef) usando os pontos de todas as árvores

Método (código)	Descrição
Trimble (MTrim.)	Pontos do Trimble

onde:

GPS = Sistema de Posicionamento Global, em inglês; e

“Trimble” = aparelho receptor de sinais de GPS do tipo diferencial, com precisão pós-processamento de até 2 m (dois metros).

Resultados

Das análises realizadas, conclui-se que o método MG, utilizando “coordenadas falsas” (inclusão de pontos de controle dentro da parcela, ou seja, árvores) gerou as coordenadas mais acuradas. O método “MT” foi o que gerou o “deslocamento” máximo, superior a 40 m. Mesmo assim, na análise de comparação das médias (ANOVA) entre os métodos, não foi encontrado diferenças estatísticas significativas entre eles, ou seja, a precisão e acuracidade da coordenada não é influenciada pelo método selecionado (Tabela 5). Por fim, qualquer um dos métodos geram informações confiáveis e verificáveis, sendo consideradas válidas para projetos de REDD, uma vez que os deslocamentos não apresentam tendência evidente (Figura 2).

Tabela 5. Estatísticas descritivas, média e máxima dos deslocamentos dos métodos avaliados e os resultados da Análise de Variância (ANOVA) das médias.

ANOVA			Deslocamento, em metros		Teste t - GeoGPS	
Métodos			Média ± I.C. (95%)	Máximo	Valor-p	Pearson
GPS.M1	GPS.M1	GPS.M1	6,9 ± 1,2	23,2	0,040	0,077
GPS.M2	GPS.M2	GPS.M2	7,2 ± 1,0	17,7	< 0,001	0,360
GPS.M3	GPS.M3	GPS.M3	6,5 ± 0,9	17,7	0,001	0,380
GPS.M4	GPS.M4	GPS.M4	6,4 ± 0,9	17,0	0,004	0,359
GPS.M5	GPS.M5	GPS.M5	6,0 ± 0,9	18,3	0,033	0,208
MT	-	-	6,6 ± 1,5	42,6	0,041	0,026
-	-	MG	4,2 ± 1,0	10,6		
p = 0,737	p = 0,510	p = 0,010	-	-	-	-

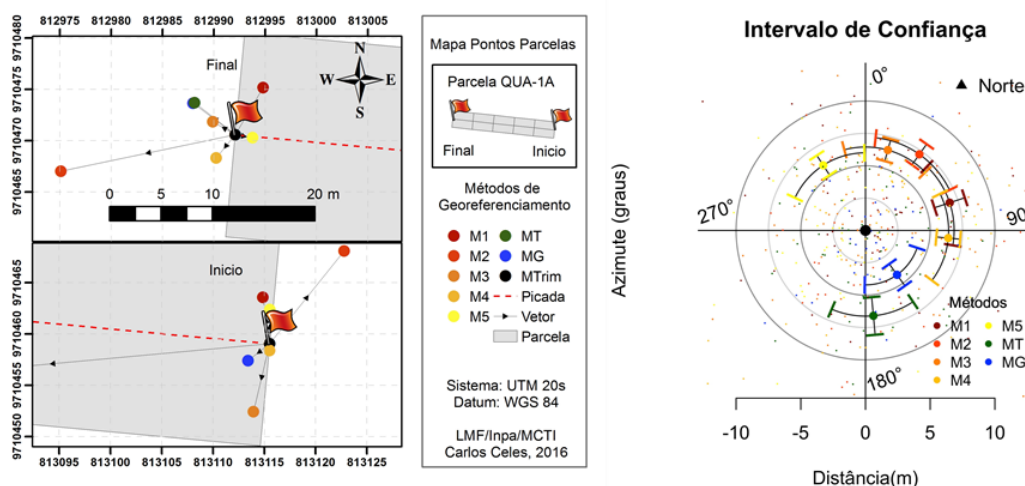


Figura 2. Mapa mostrando os diferentes métodos de posicionamento dos pontos inicial e final da parcela (esquerda) e gráfico mostrando a média e intervalo de confiança de cada método de georeferenciamento da parcela (direita).

Tipos de aparelhos receptores de sinais de GPS (Sistema de Posicionamento Global, em inglês) mais comuns no mercado e capazes de

produzirem registros de coordenadas com níveis de incertezas aceitáveis, desde que operados de forma adequada, são:

- Geodésico:
 - Mais preciso/acurado;
 - Alto custo;
 - Operação especializada.
- Topográfico:
 - Alta precisão/acuracidade;
 - Médio custo;
 - Operação especializada.
- Navegação:
 - Precisão/acuracidade verificáveis;
 - Baixo custo;
 - Operação simples.

Em termos de imagens de satélites e/ou diferentes sensores, tem-se:

Tabela 6. Resolução espacial de dados ópticos.

Intervalo de resolução espacial	Nomenclatura	Sistemas sensores*
< 1 m	Resolução espacial muito alta (VHSR)	QuickBird, Planet, WorldView, Pleiades, ARP
1 m a 10 m	Alta resolução espacial (HSR)	IKONOS, SPOT, RapidEye
10 m a 100 m	Média resolução espacial (MSR)	LandSat, Sentinel, ASTER
100 m a 1.000 m	Baixa resolução espacial (LSR)	MODIS, MERIS
> 1.000 m	Resolução espacial muito baixa (VLSR)	AVHRR, VAI

onde: m = metro; * exemplos de sensores disponíveis no mercado.

Tabela 7. Plataforma, sensor, período disponível e resolução espacial de alguns fornecedores de imagens de satélite no mercado

Plataforma	Sensor	Período disponível	Resolução espacial
LandSat 5	TM	1984 a 2011	30 m
LandSat 7	ETM+	1999 a 2003	30 m
LandSat 8	OLI/TIRS	A partir de 2013	30 m
LandSat 9	OLI-2/TIRS-2	A partir de 2021	30 m
Sentinel	MSI	A partir de 2014	10 m
Planet	Dove	A partir de 2013	3 m

Depois de coletar todas as informações para o mapeamento do carbono é preciso escolher o modelo matemático que irá representar esta relação. Modelos lineares, múltiplos, não lineares ou ajustados com ordinary least squares, generalized additive model, random forest, and support vector regression (SVR) são utilizados para a estimativa do carbono (LU *et al.*, 2014) (FENG *et al.*, 2017) (LI *et al.*, 2014). O SVR teve o melhor desempenho em testes de comparação dos modelos acima (LI *et al.*, 2014). Modelos complexos são difíceis de ser interpretados. Modelos mais simples apresentam maior interpretação dos coeficientes e da causa e consequência da relação. No entanto, independente dos modelos escolhidos, os erros precisam ser identificados, quantificados e propagados por todo processo e o esforço para reduzi-los são críticos (LU, 2006).

Al.11. Inventário Florestal Contínuo

O Inventário Florestal Contínuo (IFC) é o monitoramento de uma área de floresta por meio da mensuração periódica de sua população (censo) ou parte dela (amostragem). O IFC é imprescindível para avaliar o caráter dinâmico do crescimento de uma floresta, por exemplo, após uma intervenção exploratória dos recursos madeireiros (PÉLLICO NETTO & BRENA, 1997; QUEIROZ, 1998). Tal procedimento resulta na obtenção de uma série de informações fundamentais aos tomadores de decisão, como crescimento, ingresso, mortalidade, ciclo de corte, sucessão e densidade de estoque, entre outros.

O principal método para monitorar uma floresta é por meio da amostragem em múltiplas ocasiões (PÉLLICO NETTO & BRENA, 1997), no qual conta com, basicamente, quatro modalidades de processos de amostragem:

Amostragem Independente

Neste processo, segundo Péllico Netto e Brena (1997), as abordagens nas duas ocasiões são executadas independentes uma da outra. Na primeira ocasião são instaladas parcelas temporárias (u), de acordo com o método selecionado, e na segunda ocasião novas unidades amostrais (n) são instaladas, seguindo a mesma metodologia, mas em locais diferentes. O uso deste processo induz à avaliação apenas das diferenças entre os estoques inicial e final do período analisado e não há como avaliar o crescimento individual das árvores, tão pouco monitorar taxas de mortalidade e/ou recrutamento.

Amostragem com Repetição Total

De acordo com Husch *et al.* (1972), este processo é o “conceito do uso de parcelas permanentes e a base do Inventário Florestal Contínuo”. Nesta, as parcelas permanentes (m) instaladas na primeira ocasião são monitoradas periodicamente. Não há instalação de novas parcelas e nenhuma unidade amostrada fica de fora da remedição. A principal vantagem é o monitoramento de taxas de recrutamento, mortalidade e incremento das árvores amostradas. Porém, os dados ficam permanentemente sujeitos aos mesmos níveis de tendenciosidade.

Amostragem com Repetição Parcial

É a combinação dos dois processos anteriores (HUSCH *et al.* 1972; PÉLLICO NETTO & BRENA, 1997). No inventário florestal executado na primeira ocasião são instaladas parcelas permanentes (m) e temporárias (u). Na segunda ocasião, as parcelas permanentes (m) são remedidas e novas parcelas temporárias (n) instaladas. Dessa forma viabiliza o monitoramento individual das árvores e suas respectivas taxas, assim como mantém uma certa independência entre os dados amostrados.

Amostragem Dupla

Muito similar à amostragem com repetição parcial, porém, não são instaladas novas parcelas temporárias na segunda ocasião. Apresenta as mesmas vantagens e desvantagens da amostragem com repetição total.

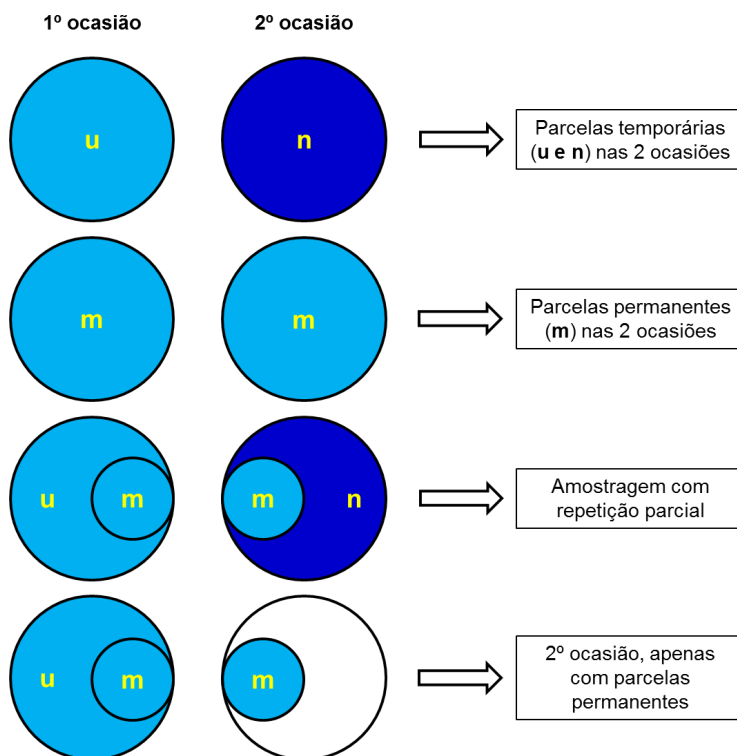


Figura 3. Esquema ilustrativo das quatro modalidades de processos de amostragem contínua.

Indivíduos são perdidos e repostos continuamente por meio de processos ecológicos locais, em um balanço dado pela razão mortalidade/recrutamento (SWAINE *et al.* 1987; SWAINE, 1990). Este balanço dinâmico proporciona o estabelecimento e crescimento de novas espécies, refletindo na diversidade vegetal das comunidades (PHILIPS *et al.* 1994; REES *et al.* 2001). De forma abreviada, pode-se dizer que os três componentes principais da dinâmica florestal são: recrutamento, mortalidade e crescimento dos indivíduos.

Segundo Rezende (2002), o recrutamento refere-se ao número de novas árvores que atingiram e/ou ultrapassaram um tamanho mínimo mensurável no inventário florestal. A saída de indivíduos do sistema de monitoramento pela morte do mesmo é denominada taxa de mortalidade. Por fim, o crescimento é a avaliação do incremento das dimensões mensuradas de um ou mais indivíduos de uma floresta em um determinado período de tempo. No monitoramento de florestas tropicais, esses componentes só podem ser estimados por meio da remedição de parcelas permanentes.

ANEXO II - MONITORAMENTO REMOTO E A ANÁLISE DE PERMANÊNCIA

O monitoramento remoto é o acompanhamento periódico da cobertura vegetal da Área do Projeto (AP). Por meio de imagens de satélite, é possível verificar o status da floresta, em termos de “área ocupada”. Este processo é utilizado para análise do histórico de mudança no uso da terra e verificação de permanência.

Os pontos observados para esta análise são:

- Adquire-se uma imagem de satélite adequada ao período do projeto:
 - Configura-se uma imagem adequada aquela que:
 - Tiver menos que 10% (dez por cento) de recobrimento de nuvens;
 - Com menos de 30 (trinta) dias da data de submissão do projeto;
 - Com resolução espacial de pelo menos 30 m (trinta metros);
 - Que contemple os sensores RGB (campo do visível) e Infravermelho próximo.
- A cada período de verificação, faz-se o *download* de uma nova imagem, atualizada;
- Verifica-se a cobertura vegetal, caso seja identificado pontos de desmatamento, estes são mapeados e sua extensão (área, em hectares) quantificada:
 - No caso de desmatamento identificado, as emissões correspondente deverão ser subtraídas do potencial de créditos a serem gerados no período de creditação;
 - Caso a área desmatada resulte numa emissão igual ou superior a 50% do potencial total de créditos de carbono a serem gerados no imóvel, o projeto será cancelado.

LITERATURAS CONSULTADAS E BASE TEÓRICA

ACHARD, F.; EVA, H. D.; STIBIG, H-J.; MAYAUX, P.; GALLEGU, J.; RICHARDS, T.; MALINGREAU, J-P. 2002. Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests. *Science*. Vol. 297, p. 999-1002.

AKINDELE, S. O.; LEMAY M.V. 2006. Development of tree volume equations for common timber species in the tropical rain forest area of Nigeria. *Forest Ecology and Management*. N° 226. Pp 41 - 48.

ALDER, D. 1980. Forest Volume Estimation and Yield Prediction. Yield Prediction. FAO Forestry Paper 22/2. v. 2. 194 p.

AMADON, D. 1973. Birds of the Congo and Amazon Forest: A comparison. In: *Tropical Forest Ecosystems in Africa and South America: A Comparative Review*. Ed. By Institution Press. Washington, D. C. p. 267-277.

AMARAL, I. L. do; MATOS, F. D. A.; LIMA, J. 2000. Composição florística e parâmetros estruturais de um hectare de floresta densa de terra firme no rio Uatumã, Amazônia, Brasil. *Acta Amazonica*. 30 (3): 377-392.

ANDERSON, L. O.; MALHI, Y.; LADLE, R. J.; ARAGÃO, L. E. O. C.; SHIMABUKURO, Y.; PHILLIPS, O. L.; BAKER, T.; COSTA, A. C. L.; ESPEJO, J. S.; HIGUCHI, N.; LAURANCE, W. F.; LÓPEZ-GONZÁLEZ, G.; MONTEAGUDO, A.; NÚÑEZ-VARGAS, P.; PEACOCK, J.; QUESADA, C. A.; ALMEIDA, S.; VÁSQUEZ, R. 2009. Influence of landscape heterogeneity on spatial patterns of wood productivity, wood specific density and above ground biomass in Amazonia. *Biogeosciences*. 6, 2039–2083.

ANGELSEN, A.; BROCKHAUS, M.; SUNDERLIN, W. D.; VERCHOT, L. V. (eds) 2013 *Analysing REDD+: Challenges and choices*. CIFOR, Bogor, Indonesia. V. 1. 488 p.

ARAGÃO, L. E. O. C.; MALHI, Y.; METCALFE, D. B.; SILVA-ESPEJO, J. E.; JIMÉNEZ, E.; NAVARRETE, D.; ALMEIDA, S. COSTA, A. C. L.; SALINAS, N.; PHILLIPS, O. L.; ANDERSON, L. O.; ALVAREZ, E.; BAKER, T. R.; GONÇALVES, P. H.; HUAMÁN-OVALLE, J.; MAMANI-SOLÓRZANO, M.; MEIR, P.; MONTEAGUDO, A.; PATIÑO, S.; PEÑUELA, M. C.; PRIETO, A.; QUESADA, C. A.; ROZAS-D´AVILA, A.; RUDAS, A.; SILVA JR., J. A.; VÁSQUEZ, R. 2009. Above- and below-ground net primary productivity across tem Amazonian forests on contrasting soils. *Biogeosciences*, 6, 2759–2778.

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

ASNER, G. P.; KNAPP, D. E.; BROADBENT, E. N.; OLIVEIRA, P. J. C.; KELLER, M.; SILVA, J. N. 2005. Selective logging in the Brazilian Amazon. *Science*. Vol. 310: 480-482.

AYRES, J.M e BEST, R. 1979. Estratégias para a conservação da fauna amazônica. *Supl. Acta Amazonica* 9(4): 81-101.

AZEVEDO, C. P. de.; SANQUETTA, C. R.; SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P. de.; LOPES, J. C. A.; SOUZA, C. R. de. 2008. Efeito de diferentes níveis de exploração e tratamentos silviculturais sobre a dinâmica do povoamento florestal remanescente. *Anais: Seminário Dinâmica de Florestas Tropicais*. Belém, PA.

BACCINI, A.; GOETZ, S. J.; WALKER, W. S.; LAPORTE, N. T.; SUN, M.; SULLA-MENASHE, D.; HACKLER, J.; BECK, P. S. A.; DUBAYAH, R.; SAMANTHA, S.; HOUGHTON, R. A. 2012. Estimated carbon dioxide emissions from tropical deforestation improved by carbon-density maps. *Nature Climate Change*. Vol. 2. DOI: 10.1038/NCLIMATE1354. p. 182-185.

BAKER, T. R.; PHILLIPS, O. L.; MALHI, Y.; ALMEIDA, S.; ARROYO, L.; Di FIORI, A.; ERWIN, T.; KILLEEN, T. J.; LAURANCE, S. G.; LAURANCE, W. F.; LEWIS, S. L.; LLOYD, J.; MONTEAGUDO, A.; NEILL, D. A.; PATIÑO, S.; PITMAN, N. C. A.; SILVA, J. N. M.; VÁSQUEZ MARTÍNEZ, R. 2004a. Variation in wood density determines spatial patterns in Amazonian forest biomass. *Global Change Biology*. 10, 545-562.

BAKER, T. R.; PHILLIPS, O. L.; MALHI, Y.; ALMEIDA, S.; ARROYO, L.; Di FIORE, A.; ERWIN, T.; HIGUCHI, N. KILLEEN, T. J.; LAURANCE, S. G.; LAURANCE, W. F.; LEWIS, S. L.; MONTEAGUDO, A.; NEILL, D. A.; VARGAS, P. N.; PITMAN, N. C. A.; SILVA, J. N. M.; MARTINEZ, R. V. 2004b. Increasing biomass in Amazonian forest plots. *The Royal Society*, 359:353-365.

BARROS, P. L. C.; SILVA JÚNIOR, A. T. 2009. Equação de volume para árvores de uma floresta tropical densa no município de Anapu, Oeste do estado do Pará, Amazônia Oriental. *Revista de Ciências Agrárias*. Belém, n. 51, p. 115-126.

BATISTA, J. L. F.; MARQUESINI, M.; VIANA, V. M. 2004. Equações de volume para árvores de caxeta (*Tabebuia cassinoïdes*) no estado de São Paulo e sul do Rio de Janeiro. *Scientia Florestalis*. N. 65. 162-175.

BORGES, C. P. I. Equações alométricas para estimar biomassa de campinaranas florestadas na região de Manaus, Amazônia Central. Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus, X p. 2010

BRAGA, P.I.S. 1979. Subdivisão fitogeográfica, tipos de vegetação, conservação e inventário florístico da Floresta Amazônica. *Acta Amazonica*. Supl., Manaus, v. 9, n. 4, p. 53-80.

BRANDEIS, T. J.; DELANEY, M.; PARRESOL, B. R.; ROYER, L. 2006. Development of equations for predicting Puerto Rican subtropical dry forest biomass and volume. *Forest Ecology and Management*. 233. 133–142.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil, de 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm.

BRASIL. Constituição do Estado do Amazonas, de 1989. Disponível em: http://www.camara.gov.br/internet/interacao/constituicoes/constituicao_amazonas.pdf.

BRASIL. Lei n. 5.449 de 4 de junho de 1968. Declara de interesse da segurança nacional. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/L5449.htm.

BRASIL. Lei n. 9.985 de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm.

BRASIL. Lei n. 12.651 de 25 de maio de 2012. Institui o Novo Código Florestal Brasileiro. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm.

BROWN, S. 1997. Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forests: a Primer. *FAO Forestry Paper 134*, Rome, Italy, p. 55.

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. *Mensuração Florestal: perguntas e respostas*. Viçosa, MG: UFV. 2002. 407 p.

CARNEIRO, V. M. C. *Composição florística e análise estrutural da floresta primária de terra firme na bacia do rio Cueiras, Manaus – AM*. Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus, p. 77, 2004.

CARVALHO, J. O. P.; SILVA, J. N. M.; LOPES, J. C. A. 2004. Growth rate of a terra firme rain forest in brazilian amazonia over an eight-year period in response to logging. *Acta amazonica*. Vol. 34(2): 209 – 217.

CELES, C. H.; HIGUCHI, F. G.; AMARAL, M. R.; SANTOS, J.; LIMA, A. J. N.; COBELLO, L. O.; HIGUCHI, N. *Garantia e controle de qualidade (QA/QC) do georreferenciamento em inventários florestais na Amazônia*. 2016. *Anais do III Mensuflor*, Volume 1, Número 1, pg. 424-428

CHAMBERS, J. Q.; HIGUCHI, N.; SCHIMEL, J. P. 1998. Ancient Trees in Amazonia. *Nature*, 391:135-136.

CHAMBERS, J. Q.; SANTOS, J. dos.; RIBEIRO, R. J.; HIGUCHI, N. 2000. Tree damage, allometric relationships, and above-ground net primary production in central Amazon forest. *Forest Ecology and Management*. 5348. 1-12.

CHAMBERS, J. Q.; HIGUCHI, N.; TRIBUZY, E. S.; TRUMBONE, S. E. 2001. Carbon sink for a century. *Nature*. Vol. 410. p. 429.

CHAMBERS, J. Q.; HIGUCHI, N.; TEIXEIRA, L. M.; SANTOS, J. dos.; LAURANCE, S. G.; TRUMBONE, S. E. 2004. Response of tree biomass and wood litter to disturbance in a Central Amazon forest. *Oecologia*. 141: 596–614

CHATTERJEE, S.; HADI, A. S.; PRICE, B. 2000. *Regression analysis by example*. John Wiley and Sons, New York, New York, USA. V. 5. 424 p.

CHAVE, J.; ANDALO, C.; BROWN, S.; CAIRNS, M. A.; CHAMBERS, J. Q.; EAMUS, D.; FOLSTER, H.; FROMARD, F.; HIGUCHI, N.; KIRA, T.; LESCURE, J. P.; NELSON, B. W.; OGAWA, H.; PUIG, H.; RIERA, B.; YAMAKURA, T. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*, 145: 85-99.

CLUTTER, J. L.; FORTSON, J. C.; PIENAAR, L. V.; BRISTER, G. H.; BAILEY, R. L. *Timber Management: A Quantitative Approach*. John Wiley and Sons, Inc. New York. 1983. V. 1. 333p.

COHEN, J.; P. COHEN. *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences*. Lawrence Erlbaum, Mahwah, New Jersey, USA. 1983. V. 1. 545 p.

COLPINI, C.; TRAVAGIN, D. P.; SOARES, T. S.; SILVA, V. S. M. 2009. Determinação do volume, do fator de forma e da porcentagem de casa de árvores individuais em uma florestal ombrófila aberta na região noroeste de Mato Grosso. *Acta Amazonica*. Vol. 39 (1), 97-104.

CONDÉ, T. M.; HIGUCHI, N.; LIMA, A. J. N. 2019. Illegal Selective Logging and Forest Fires in the Northern Brazilian Amazon. *Forest*, v. 10, p. 61.

COUTO, H. T. Z. do.; BASTOS, N. L. M. 1987. Modelos de equações de volume e relações hipsométricas para plantações de eucalyptus no estado de São Paulo. *IPEF*, n.37, p.33-44.

D'OLIVEIRA, M. V. N.; BRAZ, E. M. 2006. Estudo da dinâmica da floresta manejada no projeto de manejo florestal comunitário do PC Pedro Peixoto na Amazônia Ocidental. *Acta amazonia*. Vol. 36(2): 177 – 182.

DRAPER, N. R.; SMITH, H. *Applied regression analysis*. John Wiley and Sons, New York, New York, USA. 1998. 3rd edition. 706 p.

ELDIK, van T.; LIMA, J. P.; PINTO, A. C.; ESTUMANO, D.; REIS, Q. 2008. Relatório Final do Inventário Florestal Diagnóstico da FLONA de Saracá-Taquera, estado do Pará. Serviço Florestal Brasileiro. 49 p.

EVA, H.D.; ACHARD, F.; STIBIG, H-J.; MAYAUX, P. 2003. Response to comment on "Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests". Science, 299, 1015b.

FEARNSIDE, P. M. 1996. Amazonian deforestation and global warming: carbon stocks in vegetation replacing Brazil's Amazon forest. Forest Ecology and Management. 80, 21-34.

FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia: Dinâmica, impactos e controles. Acta Amazonia. Manaus, v. 36, n. 3, p. 395-400, 2006.

FEARNSIDE, P. M.; LAURANCE, W. F. 2003. Comment on determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests. Science, 299, 1015a.

FELDPAUSCH, T. R.; BANIN, L.; PHILLIPS, O. L.; BAKER, T. R.; LEWIS, S. L.; QUESADA, C. A.; AFFUM-BAFFOE, K.; ARETS, E. J. M. M.; BERRY, N. J.; BIRD, M.; BRONDIZIO, E. S.; CAMARGO, P. de.; CHAVE, J.; DJAGBLETEY, G.; DOMINGUES, T. F.; DRESCHER, M.; FEARNSIDE, P. M.; FRANÇA, M. B.; FYLLAS, N. M.; HIGUCHI, N.; HUNTER, M. O.; IIDA, Y.; SALIM, K. A.; KASSIM, A. R.; KELLER, M.; KEMP, J.; KING, D. A.; LOVETT, J. C.; MARIMON, B. H.; MARIMON-JUNIOR, B. H.; LENZA, E.; MARSHALL, A. R.; METCALFE, D. J.; MITCHARD, E. T. A.; MORAN, E. F.; NELSON, B. W.; NILUS, R.; NOGUEIRA, E. M.; PALACE, M.; PATIÑO, S.; PEH, K. S. -H.; RAVENTOS, M. T.; REITSMAN, J. M.; SAIZ, G.; SCHRODT, F.; SONK, B.; TAEDOUNG, H. E.; TAN, S.; WHITE, L.; WOLL, H.; LLOYD, J. 2011. Height-diameter allometry of tropical forest trees. Biogeosciences, 8, 1081-1106.

FELDPAUSCH, T. R.; LLOYD, J.; LEWIS, S. L.; BRIENEN, R. J. W.; GLOOR, M.; MONTEAGUDO MENDOZA, A.; GONZALEZ-LOPEZ, G.; BANIN, L.; SALIM, K. A.; AFFUM-BAFFOE, K.; ALEXIADES, M.; ALMEIDA, S.; AMARAL, I.; ANDRADE, A.; ARAGAO, L. E. O. C.; MURAKAMI, A. A.; ARETS, E. J. M. M.; ARROYO, L.; AYMARD, G. A. C.; BAKER, T. R.; BÁNKI, O. S.; BERRY, N. J.; CARDOZO, N.; CHAVE, J.; COMISKEY, J. A.; ALVAREZ, E. OLIVEIRA, A.; DiFIORE, A.; DJAGBLETEY, G.; DOMINGUES, T. F.; ERWIN, T. L.; FEARNSIDE, P. M.; FRANÇA, M. B.; FREITAS, M. A.; HIGUCHI, N.; HONORIO, E.; IIDA, Y.; JIMÉNEZ, E.; KASSIM, A. R.; KILLEEN, T. J.; LAURANCE, W. F.; LOVETT, J. C.; MALHI, Y.; MARIMON, B. S.; MARIMON-JUNIOR, B. H.; LENZA, E.; MARSHALL, A. R.; MENDOZA, C.; METCALFE, D. J.; MITCHARD, E. T. A.; NEILL, D. A.; NELSON, B. W.; NILUS, R.; NOGUEIRA, E. M.; PARADA, A.; PEH, K. S.-H.; PENA CRUZ, A.; PEÑUELA, M. C.; PITMAN, N. C. A.; PRIETTO, A.; QUESADA, C. A.; RAMÍREZ, F.; RAMÍREZ-ANGULO, H.; REITSMA, J. M.; RUDAS, A.; SAIZ, G.; SALOMÃO, R. P.; SCHWARZ, .; SILVA, N.; SILVA-ESPEJO, J. E.; SILVEIRA, M.; SONKÉ, B.; STROPP, J.; TAEDOUNG, H. E.; TAN, S.; STEEGE, H.; TERBORGH, J. J.

TORRELLA-RAVENTOS, M.; van der HEIJDEN, G. M. F.; VÁSQUEZ, R.; VILANOVA, E.; VOS, V. A.; WHITE, L.; WILLCOCK, S.; WOELL, H.; PHILLIPS, O. L. 2012. Tree height integrated into pantropical forest biomass estimates. *Biogeoscience*. Vol. 9. 3381-3403.

FENG, Y.; LU, D.; CHEN, Q.; KELLER, M.; MORAN, E.; SANTOS, M. N.; BOLFE, E. L.; BATISTELLA, M. Examining effective use of data sources and modeling algorithms for improving biomass estimation in a moist tropical forest of the Brazilian Amazon. *International Journal of Digital Earth*, v. 0., n. 0, p. 1-21, 2017.

FERGUSON, L. S.; LEECH, J. W. 1978. Generalized Least Squares Estimation of Yield Functions. *Forest Science*. 24:27-42.

FERNANDES, N. P.; JARDIM, F. C. S.; HIGUCHI, N. 1984. Tabelas de volume para floresta tropical de terra firme da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA. *Acta Amazonica*.

FITTKAU, E. J.; IRMLER, U.; JUNK, W. J.; REISS, F.; SCHMIDT, G. W. 1975. Productivity, biomass, and population dynamics in Amazonian water bodies. In: F.B. Golley and E. Medina (Editors), *Tropical Ecological Systems -- Trends in Terrestrial and Aquatic Research*. Springer, New York, N.Y., pp. 289-311.

FOSTER BROWN, I.; MARTINELLI, L. A.; THOMAS, W. W.; MOREIRA, M. Z.; FERREIRA, C. C. A.; VICTORIA, R. A. 1995. Uncertainty in the biomass of Amazonian forests: Na example from Rondônia, Brazil. *Forest Ecology and Management*. 75, p. 175-189.

GAMA, J. R. V.; BOTELHO, S. A.; GAMA-BENTES, M. M. 2002. Composição florística e estrutura da regeneração natural de floresta secundária de várzea baixa no estuário amazônico. *Revista Árvore*. V. 26, n. 5, p. 559-566.

GRACE, J.; LLOYD, J.; McINTYRE, J.; MIRANDA, A. C.; MEIR, P.; MIRANDA, H. S.; NOBRE, C.; MONCRIEFF, J.; MASSHEDER, J.; MALHI, Y.; WRIGHT, I.; GASH, J. 1995. Carbon dioxide uptake by na undisturbed tropical rain forest in Southwest Amazonia, 1992 to 1993. *Science*. Vol. 270, p. 778-780.

GRAHAM, M. H. 2003. Confronting multicollinearity in ecological multiple regression. *Ecology*. 84(11). 2809-2815.

HEDGES, J. I.; CLARK, W. A.; QUAY, P. D.; RICHEY, J. E.; DEVOL, A. H.; SANTOS, U. M. 1986. Compositions and fluxes of particulate organic material in the Amazon River. *Limnology and Oceanography*. Vol. 31, n. 4, 717-738.

HIGUCHI, N. 1986-87. Amostragem sistemática versus amostragem aleatória em floresta tropical úmida de terra-firme na região de Manaus. *Acta Amazonica*, 16/17 (único): 393-400.

HIGUCHI, N. Short-term growth of an undisturbed tropical moist forest in the Brazilian Amazon. Tese de Doutor, Michigan State University. East Lansing, p. 129, 1987.

HIGUCHI, N. Usando o método "jackknife" para estimar volume de madeira da floresta amazônica. Em: Atas da 24ª Reunião Regional da Associação Brasileira de Estatística e 12ª Semana do Estatístico. Manaus, AM, 22-24 de abril de 1992. pp. 42-56.

HIGUCHI, N. O desmatamento insustentável na Amazônia. Ciência Hoje. v. 39, p. 67-71, Ed. Novembro – 2006.

HIGUCHI, N.; RAMM, W. 1985. Developing bole wood volume equations for a group of tree species of Central Amazon (Brazil). *Commonw. For. Rev.* 64(1). 33-41.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J. dos; JARDIM, F. C. S. 1982. Tamanho de parcela amostral para inventários florestais. *Acta Amazonica*, Manaus, v. 12, n. 1, p. 91-103.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J. M.; IMANAGA, M.; YOSHIDA, S. 1994. Aboveground biomass estimate for Amazonian dense tropical moist forest. *Memoirs of the Faculty of Agricultura, Kagoshima University (Journal)*. 30, p. 43-54.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J. dos; RIBEIRO, R. J.; FREITAS, J. V.; VIEIRA, G.; CÖIC, A.; MINETTE, L. J. 1997. Crescimento e Incremento de uma Floresta Amazônica de Terra-Firme Manejada Experimentalmente In: *Biomassa de Nutrientes Florestais*. INPA/DFID, Manaus, p. 89-132.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; RIBEIRO, R. J.; MINETTE, L.; BIOT, Y. 1998. Biomassa da parte aérea da vegetação da floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia brasileira. *Acta Amazonica*, 28(2):153-166.

HIGUCHI, N.; CHAMBERS, J. Q.; SANTOS, J.; RIBEIRO, R. J.; PINTO, A. C. M.; SILVA, R. P.; ROCHA, R. M.; TRIBUZI, E. S. 2004. Dinâmica e balanço do carbono da vegetação primária da Amazônia Central. *Floresta*. 34(3) 295-304.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J. dos; LIMA, A. J. N.; TEIXEIRA, L. M.; CARNEIRO, V. M. C.; TRIBUZY, E. S. Manejo florestal sustentável na Amazônia brasileira. Manaus, p. 140-155, 2006.

HIGUCHI, M. I. G.; HIGUCHI, N. (eds). *A floresta amazônica e suas múltiplas dimensões: uma proposta de educação ambiental - 2a. edição revisada e ampliada*. Manaus: INPA/FAPEAM/CNPq/INCT, 2012. 424p.

HIGUCHI, F. G. *DINÂMICA DE VOLUME E BIOMASSA DA FLORESTA DE TERRA FIRME DO AMAZONAS*. Tese doutorado. 2015.

HOCKING, R. R. Methods and applications of linear models: regression and the analysis of variance. John Wiley and Sons, New York, New York, USA. 3rd edition. 1996. 720 p.

HOUGHTON, R. A. 1997. Terrestrial carbon storage: global lessons for Amazonian research. *Ciencia e Cultura Sao Paulo*, 49, 58–72.

HOUGHTON, R.A; SKOLE, D. L; NOBRE, C. A; HACKLER, J.L; LAWRENCE, K. T.; CHOMENTOWSKI, W. H. 2000. Annual fluxes of carbon from deforestation and regrowth in the Brazilian Amazon. *Nature*, 403, 301–304.

HOUGHTON, R. A.; LAWRENCE, K. T.; HACKLER, J. L.; BROWN, S. 2001. The spatial distribution of forest biomass in the Brazilian Amazon: a comparison of estimates. *Global Change Biology*. 7, 731-746.

HOUGHTON, R. A. 2005. Aboveground forest biomass and the global carbon balance. *Global Change Biology*. 11, 945-958.

HUMMEL, A. C.; ALVES, M. V. S.; PEREIRA, D.; VERÍSSIMO, A.; SANTOS, D. 2010. A atividade madeireira na Amazônia brasileira: produção, receita e mercados. Serviço Florestal Brasileiro, Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia. Belém-PA. 32 p.

HUNTER, M. O.; KELLER, M.; VICTORIA, D.; MORTON, D. C. 2013. Tree height and tropical forest biomass estimation. *Biogeosciences*. 10. 8385-8399.

HUSCH, B.; MILLER, C. I.; BEERS, T. W. Forest mensuration. New York. Ronald Press. 1971.

HUSCH, B.; MILLER, C. I.; BEERS, T. W. Forest Mensuration. New York: John Wiley & Sons. 2nd ed., 1972. 402 p.

IBGE. 2012. Manual técnico da vegetação brasileira. IBGE. Rio de Janeiro. 271 p.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 1990. Climate Change – The IPCC Scientific Assessment. Edited by: Houghton, J. T.; Jenkins, G. J.; Ephraums, J. J. Cambridge University Press. New York. 414 p.

IPCC. 1990. Climate Change – The IPCC Impact Assessment. Edited by: Tegart, W. J. McG.; Sheldon, G. W.; Griffiths, D. C. Australian Government Publishing Service. Canberra. 296 p.

IPCC. 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Disponível em <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>.

IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental

Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.

ITTO, 2012: Annual review and assessment of the world timber situation. International Tropical Timber Organization. Yokohama, Japan. Prepared by the Division of Economic Information and Market Intelligence, ITTO. ISBN 978-4-86507-007-1.

JARDIM, F. C. S.; HOSOKAWA, R. T. 1986/87. Estrutura da floresta equatorial úmida da estação experimental de silvicultura tropical do INPA. Acta Amazonica, Manaus, v. 16/17, n. único, p. 411-507.

JIANG, L.; BROOKS, J. R.; WANG, J. 2005. Compatible taper and volume equations for yellow-poplar in West Virginia. Forest Ecology and Management. 213. 399-409.

JUN, J.; GUENSLER, R.; OGLE, J. H. Smoothing methods to minimize impact of global positioning system random error on travel distance, speed, and acceleration. Profile Estimates. n. 1972, p. 141-150, 2006.

JUNK, W.J. Wetlands of tropical South América. In: Whigham, D.H & Dykyjova, D. (eds.): Wetlands of the world I. Kluwer Academic Publishers. p. 679-739, 1993.

KOCH, G. W.; SILLETT, S. C.; JENNINGS, G. M.; DAVIS, S. D. 2004. The limits to tree height. Nature. Vol. 428. 851-854.

KONHAUSER, K. O.; FYFE, W. S.; KRONBERG, B. I. 1994. Multi-element chemistry of some Amazonian Waters and soils. Chemical Geology. 111. 155-175.

KOSSOY, A.; GUIDON, P. State and trends of the carbon Market 2012. World Bank report. 138 p. 2012.

KRONBERG, B. I.; FYFE, W. S.; LEONARDOS, O. H.; SANTOS, A. M. 1979. The chemistry of some Brazilian soils: element mobility during intense weathering. Chemical Geology. 24. 211-229.

LENTINI, M.; VERÍSSIMO, A.; PEREIRA, D. 2005. A expansão madeireira na Amazônia. O Estado da Amazônia, 2:1-4.

LI, M.; IM, J.; QUACKENBUSH, L. J.; LIU, T. Forest biomass and carbon stock quantification using airborne LiDAR Data: A case study over Huntington Wildlife Forest in the Adirondack Park. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observation and Remote Sensing, v. 7, n. 7, p. 3143-3156, 2014.

LIMA, J. A. N. Avaliação de um sistema de inventário florestal contínuo em áreas manejadas e não manejadas do estado do Amazonas (AM). 183 p. Tese

(Doutorado em Ciências de Florestas Tropicais). Inst. Nac. de Pesq. Amazônia (INPA). Manaus, 2010.

LIMA, A. J. N.; SUWA, R.; RIBEIRO, G. H. P. M., KAJIMOTO, T.; SANTOS, J. dos; SILVA, R. P. dos; SOUZA, C. A. S. de; BARROS, P. C.; NOGUCHI, H.; ISHIZUKA, M.; HIGUCHI, N. 2012. Allometric models for estimating above- and below-ground biomass in Amazonian forests at São Gabriel da Cachoeira in the upper Rio Negro, Brazil. *Forest Ecology and Management*. 277, 163–172.

LOETSCH, F.; ZÖHRER, F.; HALLER, K. E. *Forest Inventory*. Munich, BLV Verlagsgesellschaft. 2nd edition. Vol. II. 1973. 469 p.

LOPES, U. B. Aspectos Físicos, Químicos e Ecológicos das misturas naturais de águas físico-quimicamente diferentes, na Amazônia. 49 p. Tese de doutorado. INPA–Pós-graduação em Ciências Biológicas. Manaus, 1992.

LU, D. Review Article. The Potential and challenge of remote sensing-based biomass estimation. *International Journal of Remote Sensing*. v. 27, n. 7, p. 1297-1328, 2006.

LU, D.; CHEN, Q.; WANG, G.; MORAN, E.; BATISTELLA, M.; ZHANG, M.; LAURIN, G. V.; SAAH, D. Aboveground forest biomass estimation with LandSat and LiDAR Data and uncertainty analysis of the estimates. *International Journal of Forestry Research*, v. 2012, n. 1, p. 1-16, 2012.

LU, D.; CHEN, Q.; WANG, G.; LIU, L.; LI, G.; MORAN, E. A survey of remote sensing-based aboveground biomass estimation methods in forest ecosystems. *International Journal of Digital Earth*, n. December, p. 37-41, 2014.

MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO FILHO, A. *Dendrometria*. 2nda edição. Guarapuava: Editora Unicentro, 2006. v. 1-2ed.. 316p.

MACHADO, S. A.; FIGURA, M. A.; SILVA, L. C. R.; TEO, S. J.; STOLLE, L.; URBANO, E. 2008. Modelagem volumétrica para bracatinga (*Mimosa scabrella*) em povoamentos da Região Metropolitana de Curitiba. *Pesquisa Florestal Brasileira*. Colombo, n. 56. 17-29.

MALHI, Y.; NOBRE, A. D.; GRACE, J.; KRUIJT, B.; PEREIRA, M. G. P.; CULF, A.; SCOTT, S. 1998 Carbon dioxide transfer over a central Amazonian rain forest. *Journal of Geophysical Research*. Vol. 103, No. D 24, p. 31.593–31.612.

MALHI, Y. R.; WOOD, D.; BAKER, T. R.; WRIGHT, J.; PHILLIPS, O. L.; COCHRANE, T.; MEIR, P.; CHAVE, J.; ALMEIDA, S.; ARROYO, L.; HIGUCHI, N.; KILLEEN, T. J.; LAURANCE, S. G.; LAURANCE, W. F.; LEWIS, S. L.; MONTEAGUDO, A.; NEILL, D. A.; NÚÑEZ-VARGAS, P.; PITTMAN, N. C. A.; QUESADA, C. A.; SALOMÃO, R.; SILVA, J. N.; LEZAMA, A. T.; TERBORGH, J.; VÁSQUEZ-MARTÍNEZ, R.; VINCETI, B. 2006. The

regional variation of aboveground live biomass in old-growth Amazonian forests. *Global Change Biology*. 12, 1107-1138.

MARQUET, P.A.; QUIÑONES, R.A.; ABADES, S.; LABRA, F.; TOGNETTI, M.; ARIM, M.; RIVADENEIRA, M. 2005. Scaling and power-laws in ecological systems. *The Journal of Experimental Biology*. 208, 1749–1769.

MATOS, F. D. de A.; AMARAL, I. L. 1999. Análise ecológica de um hectare em floresta Ombrófila Densa de terra firme, estrada da várzea, Amazonas, Brasil. *Acta amazonica*. 29(3): 365-379.

MAZZEI, L.; SIST, P.; RUSCHEL, A.; PUTZ, F. E.; MARCO, P.; PENA, W.; FERREIRA, J. E. R. 2010. Above-ground biomass dynamics after reduced-impact logging in the Eastern Amazon. *Forest Ecology and Management*. 259, p. 367-373.

MELLO, A. A.; NUTTO, L.; WEBER, K. S. SANQUETTA, C. R.; MATOS, J. L. M.; BECKER, G. 2012. Individual Biomass and Carbon Equations for *Mimosa scabrella* Benth. (Bracatinga) in southern Brazil. *Silva Fennica*. v. 46, p. 333-343.

MEYER DE SCHAUSENSEE, R. 1966. Species of birds of South America and their distribution. *Publ. Acad. Nat. Science*, 18: 1-578.

MITCHARD, E. T. A.; FELDPAUSCH, T. R.; BRIENEN, R. J. W.; LOPEZ-GONZALEZ, G.; MONTEAGUDO, A.; BAKER, T. R.; LEWIS, S. L.; LLOYD, J.; QUESADA, C. A.; GLOOR, M.; ter STEEGE, H.; MEIR, P.; ALVAREZ, E.; ARAUJO-MURAKAMI, A.; ARAGÃO, L. E. O. C.; ARROYO, L.; AYMARD, G.; BANKI, O.; BONAL, D.; BROWN, S.; BROWN, F. I.; CERÓN, C. E.; CHAMA MOSCOSO, V.; CHAVE, J.; COMISKEY, J. A.; CORNEJO, F.; CORRALES MEDINA, M.; Da COSTA, L.; COSTA, F. R. C.; Di FIORE, A.; DOMINGUES, T. F.; ERWIN, T. L.; FREDERICKSON, T.; HIGUCHI, N.; HONORIO CORONADO, E. N.; KILLEEN, T. J.; LAURANCE, W. F.; LEVIS, C.; MAGNUSSON, W. E.; MARIMON, B. S.; MARIMON JUNIOR, B. H.; MENDOZA POLO, I.; MISHRA, P.; NASCIMENTO, M. T.; NEILL, D.; NÚÑEZ VARGAS, M. P.; PALACIOS, W. A.; PARADA, A.; PARDO MOLINA, G.; PEÑA-CLAROS, M.; PITMAN, N.; PERES, C. A.; POORTER, L.; PRIETO, A.; RAMIREZ- NGULO, H.; RESTREPO CORREA, Z.; ROOPSIND, A.; ROUCOUX, K. H.; RUDAS, A.; SALOMÃO, R. P.; SCHIETTI, J.; SILVEIRA, M.; de SOUZA, P. F.; STEININGER, M. K.; STROPP, J.; TERBORGH, J.; THOMAS, R.; TOLEDO, M.; TORRES-LEZAMA, A.; van ANDEL, T. R.; van der HEIJDEN, G. M. F.; VIEIRA, I. C. G.; VIEIRA, S.; VILANOVA-TORRE, E.; VOS, V. A.; WANG, O.; ZARTMAN, C.E.; MALHI, Y.; PHILLIPS, O. L. 2014. Markedly divergent estimates of Amazon forest carbon density from ground plots and satellites. *Global Ecology and Biogeography*. DOI: 10.1111/geb. 12168, p. 1-12.

MORI, S. A.; CUNHA, N. L. The Lecythidaceae of a Central Amazonian Moist Forest. *The New York Botanical Garden, Bronx, New York*, 60 p. 1995.

MOSS, R.H.; SCHNEIDER, S.H., 2000: Uncertainties in the IPCC TAR: Recommendations to lead authors for more consistent assessment and reporting. In: Guidance Papers on the Cross Cutting Issues of the Third Assessment Report of the IPCC [eds. R. Pachauri, T. Taniguchi and K. Tanaka], World Meteorological Organization, Geneva, pp. 33-51.]

NEGRÓN-JUAREZ, R. I.; CHAMBERS, J.; GUIMARÃES, G.; ZENG, H.; RAUPP, C. F. M.; MARRA, D. M.; RIBEIRO, G. H. P. M.; SAATCHI, S. S.; NELSON, B.; HIGUCHI, N. 2010. Widespread Amazon forest tree mortality from a single cross-basin line event. *Geophysical Research Letters*. Vol. 37, L16701.

NEPSTAD, D.C.; VERÍSSIMO, A.; ALENCAR, A.; NOBRE, C.; LIMA, E.; LEFEBVRE, P.; SCHLESINGER, P.; POTTER, C.; MOUTINHO, P.; MENDONZA, E.; COCHRANE, M.; BROOKS, V. 1999. Large-scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire. *Nature*. London, v. 398, p. 505-508.

NETER, J.; KUTNER, M. H.; NACHTSHEIM, C. J.; WASSERMAN, W. Applied linear statistical models. Irwin, Chicago, Illinois, USA. 1408 p. 1996.

NIKLAS, K. J. Plant Allometry: The Scaling of Form and Process. The University of Chicago Press. Chicago. 395p. 1994.

NOGUEIRA, E. M.; FEARNSIDE, P. M.; NELSON, B. W.; BARBOSA, R. I.; KEIZER, E. W. H. 2008. Estimates of forest biomass in the Brazilian Amazon: New allometric equations and adjustments to biomass from wood-volume inventories. *Forest Ecology and Management*. 256, 1853-1867.

OHASHI, S.; OKADA, N.; NOBUCHI, T.; SIRIPATANADILOK, S.; VEENIN, T. 2009. Detecting invisible growth rings of trees in seasonally dry forests in Thailand: isotopic and wood anatomical approaches. *Trees*. 23: 813-822.

OHASHI, S.; OKADA, N.; AZIM, A. A. A.; YAHYA, A. Z.; NOBUCHI, T. 2011. Estimation of tree age in the humid tropics by vessel measurement: A preliminary study. *Tropics*. Vol. 19 (3). 107-112.

OLIVEIRA, A. A. 2000. Inventários quantitativos de árvores em matas de terra firme: Histórico com enfoque na Amazônia Brasileira. *Acta amazonica*. 30(4): 543-567.

OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L. 2004. Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*. Manaus, v. 34, n. 1, p. 21-34.

OLIVEIRA, L. C.; COUTO, H. T. Z.; SILVA, J. N.; CARVALHO, J. O. P. 2005. Efeito da exploração de madeira e tratamentos silviculturais na composição florística e

diversidade de espécies em uma área de 136ha na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará. *Scientia Forestalis*. N. 69, p. 62-76.

OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L.; RAMOS, M. B. P.; NOBRE, A. D.; COUTO, L. B.; SAHDO, R. M. Composição e diversidade florístico-estrutural de um hectare de floresta densa de terra firme na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. *Acta amazonica*. 2008. Vol. 38(4): 627-642.

OLIVEIRA, M. M.; HIGUCHI, N.; CELES, C. H.; HIGUCHI, F. G. 2014. Tamanho e formas de parcelas para inventários florestais de espécies arbóreas na Amazônia Central. *Ciência Florestal*. Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 645-653.

OVERMAN, J. P. M.; WITTE, H. J. L.; SALDARRIGA, J.G. 1994. Evaluation of Regression Models for Above-ground Biomass Determination in Amazonia Rainforest. *Journal of Tropical Ecology*, v.10, p.207-218.

PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D. A. Inventário florestal. Curitiba: Editorado pelos autores, p. 316, 1997.

PETERS-STANLEY, M.; GONZALEZ, G.; YIN, D. Covering New Ground: State of forest carbon markets 2013. Washington, DC. 101 p. 2013.

PHILLIPS, O.L.; HALL, P.; GENTRY, A.H.; SAWYER, S.A. e VÁSQUEZ, M. 1994. Dynamics and species richness of tropical rainforests. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 91: 2805 – 22809.

PHILLIPS, O. L.; MALHI, Y. HIGUCHI, N.; LAURANCE, W. F.; NÚÑEZ, P. V.; VÁSQUEZ, R. M.; LAURANCE, S. G.; FERREIRA, L. V.; STERN, M.; BROWN, S.; GRACE, J. 1998. Changes in the carbon balance of tropical forests: evidence from long-term plots. *Science*, 282(5388):439-442.

PHILLIPS, O. L.; LEWIS, S. L.; BAKER, T. R.; CHAO, K. -J.; HIGUCHI, N. 2008. The changing Amazon forest. *Philosophical Transactions of The Royal Society*. 363, 1819-1827.

PILLI, R., ANFODILLO, T.; CARRER, M. 2006. Towards a functional and simplified allometry for estimating forest biomass. *Forest Ecology and Management*, 237: 583-593.

PIRES, J. M.; PRANCE, G. T. The vegetation types of the Brazilian Amazon. In: Prance, G.T & Lovejoy, T.E., eds. *Amazônia: key environment*. London, Pergamon Press, p. 109-145, 1985.

PORTO, M. L.; LONGHI, H. M.; CITADINI, V.; RAMOS, R. F.; MARIATH, J. E. A. 1976. Levantamento fitossociológico em área de “mata-de-baixio” na Estação

Experimental de Silvicultura Tropical – INPA – Manaus – Amazonas. *Acta amazonica*. 6(3): 301-318.

PRANCE, G. T.; RODRIGUES, W. A.; SILVA, M. F. 1976. Inventário florestal de um hectare de mata de terra firme km 30 da Estrada Manaus – Itacoatiara. *Acta amazonica*. 6(1): 9-35.

QUEIROZ, W. T. Técnicas de amostragem em inventário florestal nos Trópicos. Belém: FCAP. Serviço de Documentação e Informação. 1998. 147 p.

RADAMBRASIL. Programa de Integração Nacional. Levantamento de Recursos Naturais. 1978. V. 14 (Alto Solimões) – RADAM (projeto) DNPM, Ministério de Minas e Energia. Brasil. 626p.

RANKIN-DE-MÉRONA, J. M.; PRANCE, G. T.; HUTCHINGS, R. W.; SILVA, M. F.; RODRIGUES, W. A.; UEHLING, M. E. 1992. Preliminary results of a large-scale tree inventory of upland Rain Forest in the Central Amazon. *Acta Amazonia*. 22(4): 493-534.

RAYOL, B. P.; ALVINO-RAYOL, F. O.; SILVA, M. F. F. 2011. Similaridade florística entre o estrato arbóreo e a regeneração natural de uma floresta secundária, no município de Bragança, nordeste do estado do Pará. *Revista Brasileira de Agroecologia*. 6 (3): 107-114.

REES, M.; CONDIT, R.; CRAWLEY, M.; PACALA, S.; TILMAN, D. 2001. Long-term studies of vegetation dynamics. *Science*. Vol. 293, 650-658.

RENNIE, J. C. 1979. Comparison of Height-Measurement Techniques in a Dense Loblolly Pine Plantation. *Southern Journal of Applied Forestry*. 3, n. 4, 146–148.

REZENDE, A. V. Diversidade, estrutura, dinâmica e prognose do crescimento de um cerrado sensu stricto submetido a diferentes distúrbios por desmatamento. Tese de doutorado, Universidade Federal do Paraná. 269 p. 2002.

RIBEIRO, J. E. L da S.; HOPKINS, M. J. G.; VICENTINI, A.; SOTHERS, C. A.; COSTA, M. A. da S.; BRITO, J. M. de; SOUZA, M. A. D. de; MARTINS, L. H. P.; LOHMANN, L. G.; ASSUNÇÃO, P. A. C. L.; PEREIRA, E. da C.; SILVA, C. F. da; MESQUITA, M. R.; PROCÓPIO, L. C. Flora da Reserva Ducke: guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. Manaus: INPA. p. 816, 1999.

ROBERTS, T. R. 1972. Ecology of fishes in the Amazon and Congo basins. *Bull. Mus. Comp. Zool.*, 143 (2): 117-147.

ROCHA, J. de A. Madeira caída como oportunidade para o manejo florestal comunitário em unidades de conservação no Amazonas, Brasil. Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus. X p. 2010.

RODRÍGUEZ-PÉREZ, J. R.; ÁLVAREZ, M. F.; SANZ-ABLANEDO, E. Assessment of low-cost GPS receiver accuracy and precision in forest environments. v. 133, n. Nov., p. 159-167, 2007.

ROLIM, S. G.; COUTO, H. T. Z.; JESUS, R. M.; FRANÇA, J. T. Modelos volumétricos para a Floresta Nacional do Tapirapé-Aquirí, Serra dos Carajás (PA). Acta Amazonica, vol. 36(1) 2006: 107-114, 2006.

SAATCHI, S. S.; HOUGHTON, R. A.; SANTOS ALVALÁ, R. C.; SOARES, J. V.; YU, Y. 2007. Distribution of aboveground live biomass in the Amazon. Global Change Biology. 13, 816-837.

SAATCHI, S. S.; HARRIS, N. L.; BROWN, S.; LEFSKY, M.; MITCHARD, E. T. A.; SALAS, W.; ZUTTA, B. R.; BUERMANN, W.; LEWIS, S. L.; HAGEN, S.; PETROVA, S.; WHITE, L.; SILMAN, M.; MOREL, A. 2011. Benchmark map of forest carbon stocks in tropical region across three continents. PNAS. Vol. 108, n. 24. 9899-9904.

SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; SILVA, F. 2011. Biomass expansion factor and root-to-shoot ratio for Pinus in Brazil. Carbon Balance and Management. v. 6, p. 1-22.

SANTANA, A. C.; SANTOS, M. A. S.; SANTANA, A. L.; YARED, J. A. G. 2012. O valor econômico da extração manejada de madeira no Baixo Amazonas, estado do Pará. Revista Árvore. Vol. 36, n. 3, p. 527-536.

SANTOS, H. M.; RIBEIRO, M. N. G. 1988. A hidroquímica do rio Solimões – Amazonas. Acta amazonica. 18(3-4): 145-172.

SANTOS, J. dos. Análise de modelos de regressão para estimar a fitomassa da floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia Brasileira. 121 p. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 1996.

SICK, H. 1972. A ameaça da Avifauna Brasileira. In: Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção. Ed. Pela Academia Brasileira de Ciências / CNPq / FNDCT. P. 99-153.

SIGRIST, P.; COPPIN, P.; HERMY, M. Impact of forest canopy on quality and accuracy of GPS measurements. International Journal of Remote Sensing, v. 20, n. 18, p. 2595-3610, 1999.

SILESHI, G. W. 2014. A critical review of forest biomass estimation models, common mistakes and corrective measures. *Forest Ecology and Management*. 329. 237-254.

SILVA, J. N. M.; LOPES, J. C. A.; OLIVEIRA, L. C.; SILVA, S. M. A.; CARVALHO, J. O. P.; COSTA, D. H. M.; MELO, M. S.; TAVARES, M. J. M. Diretrizes para instalação e medição de parcelas permanentes em florestas naturais da Amazônia Brasileira. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental: il., 2005. 69 p.

SILVA, R. P. da. Alometria, estoque e dinâmica da biomassa de florestas primárias e secundárias na região de Manaus (AM). 152 p. Tese de Doutorado. Programa Integrado de Pós-graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais (INPA), Manaus, 2007.

SILVA, E. N.; SANTANA, A. C.; QUEIROZ, W. T.; SOUSA, R. J. 2011. Estimação de equações volumétricas para árvores de valor comercial em Paragominas, estado do Pará. *Amazônia: Ciência e Desenvolvimento*. Belém, v. 7, b. 13. p. 7-18.

SKOLE, D.; TUCKER, C. 1993. Tropical deforestation and habitat fragmentation in the Amazon. Satellite data from 1978 to 1988. *Forest Science*, Lawrence, v. 260, p. 1905-1910.

SMITH, V. G. 1983. Compatible Basal Area Growth and Yield Models Consistent with Forest Growth Theory. *Forest Science*. Vol. 29, no. 2. 279-288.

SOARES-FILHO, B. S.; NEPSTAD, D. C.; CURRAN, L.; CERQUEIRA, G. C.; GARCIA, R. A.; RAMOS, C. A.; VOLI, E.; MCDONALD, A.; LEFEBVRE, O.; SCHLEISINGER, P.; MCGRATH, D. 2005. Cenários de desmatamento para a Amazônia. *Estudos Avançados*. 19 (54). 137-152.

SOARES-FILHO, B. S.; NEPSTAD, D. C.; CURRAN, L. M.; CERQUEIRA, G. C.; GARCIA, R. A.; RAMOS, C. A.; VOLL, E.; MCDONALD, A.; LEFEBVRE, P.; SCHLESINGER, P. 2006. Modelling conservation in the Amazon basin. *Nature*. Vol. 440, n 23. 520-523.

STALLARD, R. F.; EDMOND, J. M., 1983. Geochemistry of the Amazon, 2. The influence of geology and weathering environment on the dissolved load. *Journal of Geophysical Research*. Vol. 88: 9671-9688.

STEENKAMP, C. J.; VOGEL, J. C.; FULS, A. van ROOYEN, N.; van ROOYEN, M. W. 2008. Age determination of *Acacia erioloba* trees in the Kalahari. *Journal of Arid Environments*, vol.72, issue 4, pp. 302-313.

STUIVER, M; REIMER, P. J.; BARD, E.; BECK, J. W.; BURR, G. S.; HUGHEN, K. A.; KROMER, B.; McCORMAC, G.; VAN DER PLICHT, J.; SPURK, M. 1998. INTCALL98

Radiocarbon age calibration, 24,000-0 cal BP. Radiocarbon. Vol. 40, no. 3. 1041-1083.

SULLIVAN, A. D.; CLUTTER, J. L. 1972. A Simultaneous Growth and Yield Model for loblolly Pine. Forest Science. 18:76-86.

SWAINE, M. D.; LIEBERMAN, D.; HALL, J. B. 1990. Structure and dynamics of a tropical dry forest in Ghana. Vegetatio. V. 88: 31-51.

TABACHNICK, B. G.; L. S. FIDELL. 1996. Using multivariate statistics. Harper Collins, New York, New York, USA. 1996. 4th edition. 58 p.

TCA (Tratado de Cooperação Amazônica). Amazonia Without Miths. Comission on Development and Environment for Amazônia. Quito - Equador, p. 99, 1992.

TER STEEGE, H.; PITMAN, N. C. A.; SABATIER, D.; BARALOTO, C.; SALOMÃO, R. P.; GUEVARA, J. E.; PHILLIPS, O. L.; CASTILHO, C. V.; MAGNUSSON, W. E.; MOLINO, J-F.; MONTEAGUDO, A.; VARGAS, P. N.; MONTERO, J. C.; FELDPAUSCH, T. R.; CORONADO, E. N. H.; KILLEEN, T. J.; MOSTACEDO, B.; VASQUEZ, R.; ASSIS, R. L.; TERBORGH, J.; WITTMANN, F.; ANDRADE, A.; LAURANCE, W. F.; LAURANCE, S. G. W.; MARIMON, B. S.; MARIMON Jr., B-H.; VIEIRA, I. C. G.; AMARAL, I. L.; BRIENEN, R.; CASTELLANOS, H.; LÓPEZ, D. C.; DUIVENVOORDEN, J. F.; MOGOLLÓN, H. F.; MATOS, F. D. de A.; DÁVILA, N.; GARCÍA-VILLACORTA, R.; DIAZ, P. R. S.; COSTA, F.; EMILIO, T.; LEVIS, C.; SCHIETTI, J.; SOUZA, P.; ALONSO, A.; DALLMEIER, F.; MONTOYA, A. J. D.; PIEDADE, M. T. F.; ARAUJO-MURAKAMI, A.; ARROYO, L; GRIBEL, R. FINE, P. V. A.; PERES, C. A.; TOLEDO, M.; AYMARD, G. A. C.; BAKER, T. R.; CERÓN, C.; ENGEL, J.; HENKEL, T. W.; MAAS, P.; PETRONELLI, P.; STROPP, J.; ZARTMAN, C. E.; DALY, D.; NEILL, D.; SILVEIRA, M.; PAREDES, M. R.; CHAVE, J.; LIMA FILHO, D. de A.; JØRGENSEN, P. M.; FUENTES, A.; SCHÖNGART, J.; VALVERDE, F. C.; FIORE, A. Di.; JIMENEZ, E. M.; MORA, M. C. P.; PHILLIPS, J. F.; RIVAS, G.; ANDEL, T. R. van; HILDEBRAND, P. von; HOFFMAN, B.; ZENT, E. L.; MALHI, Y.; PRIETO, A.; RUDAS, A.; RUSCHELL, A. R.; SILVA, N.; VOS, V.; ZENT, S.; OLIVEIRA, A. A.; SCHUTZ, A. C.; GONZALES, T.; NASCIMENTO, M. T.; RAMIREZ-ANGULO, H.; SIERRA, R.; TIRADO, M.; MEDINA, M. N. U.; HEIJDEN, G. van DER; VELA, C. I. A.; TORRE, E. V.; VRIESENDORP, C.; WANG, O.; YOUNG, K. R.; BAIDER, C.; BALSLEV, H.; FERREIRA, C.; MESONES, I.; TORRES-LEZAMA, A.; GIRALDO, L. E. U.; ZAGT, R.; ALEXIADES, M. N.; HERNANDEZ, L.; HUAMANTUPA-CHUQUIMACO, I.; MILLIKEN, W.; CUENCA, W. P.; PAULETTO, D.; SANDOVAL, E. V.; GAMARRA, L. V.; DEXTER, K. G.; FEELEY, K.; LOPEZ-GONZALEZ, G.; SILMAN, M. R. 2013. Hyperdominance in the Amazonian tree flora. Science. New York, Vol. 342, 324-343.

THAINES, F.; BRAZ, E. M.; MATTOS, P. P.; THAINES, A. A. R. Equações para estimative de volume de madeira para a região da bacia do Rio Ituxi, Lábrea, AM. Pesquisa Florestal Brasileira. Colombo, v. 30, n. 64, p. 283-289.

THERRELL, M. D.; STAHLE, D. W.; MUKELABAI, M. M.; SHUGART, H. H. 2007. Age, and radial growth of *Pterocarpus angolensis* in southern Africa. *Forest Ecology and Management*. 244, p. 24-31.

TRUMBORE, S.; BRANDO, P.; HARTMANN, H. Forest health and global change. *Science*, v. 349, n. 6250, 2015.

WEISS, N.; HASSETT, M. *Introductory Statistics*. 1982. Arizona State University. 650 p.

WEST, G. B., BROWN, J. H.; ENQUIST, B. J. 1999. A general model for the structure and allometry of plant vascular systems. *Nature*, 400: 664-667.

WIEMANN, M. C.; WILLIAMSON, G. B. 2014. Wood specific gravity variation with height and its implications for biomass estimation. Research Paper FPL-RP-677. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 9 p.

WILLIAMS, M. S.; BECHTOLD, W. A.; LABAU, V. J. 1994. Five instruments for measuring tree height: An evaluation. *Southern Journal of Applied Forestry*, Vol. 18 (2): 76-82.

WOODHOUSE, I. H.; MITCHARD, E. T. A.; BROLLY, M.; MANIATIS, D.; RYAN, C. M. 2012. Radar backscatter is not a 'direct measure' of forest biomass. *Nature Climate Change*. 2, p. 556-557.

WORBES, M. 2002. One hundred years of tree-ring research in the tropics – a brief history and an outlook to future challenges. *Dendrochronologia*. 20/1. 217-231.

ZHANG, G.; GANGULY, S.; NEMANI, R. R.; WHITE, M. A.; MILESI, C.; HASHIMOTO, H.; WANG, W.; SAATCHI, S.; YU, Y.; MYNENI, R. B. Estimation of forest aboveground biomass in California using canopy height and leaf area index estimated from satellite data. *Remote Sensing of Environment*, n. August, 2014.



TERO.002 - REDD, V1.0
METHODOLOGY, AFOLU, REDD
TERO CARBON AVALIAÇÕES E CERTIFICAÇÕES LTDA



TERO.002 - REDD
VERSION 1.0
METHODOLOGY, AFOLU, REDD

TERO CARBON AVALIAÇÕES E CERTIFICAÇÕES LTDA

IDENTIFICATION

METHODOLOGY	TERO.002 - REDD
VERSION	1.0
STATUS	Approved in Public Consultation
PUBLICATION DATE	July 24 th , 2023 (07/24/2023)
DEVELOPER	Hdom Engenharia e Projetos Ambientais Ltda
TYPE	AFOLU (Agriculture, Forestry and Other Land Uses)
CATEGORY	REDD (Reduction of Emissions from Deforestation and Forest Degradation)
BIOME	Amazon
ASSET GENERATED	Verified Carbon Credit (tCO ₂ e)
PROJECT ACTIVITY	Avoided Planned Deforestation (APD)

ACRONYMS

AFOLU	Agriculture, Forestry and Other Land Uses
AGB	Above Ground Biomass
AP	Project Area
APD	Avoided Planned Deforestation
APP	Permanent Preservation Area
ARL	Legal Reserve Area
AUM	Multiple Use Area
BGB	Below Ground Biomass
Btot	Total forest biomass (AGB + BGB)
CAR	Rural Environmental Registry
CND	Debt Negative Certificates
COP	Conference of the Parties
CO_{2e}	Equivalent Carbon Dioxide
DAP	Diameter at Breast Height /Diameter at 1.3 m from the ground
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
GHG	Greenhouse Gas
GPS	Global Positioning System
IBGE	Brazilian Institute of Geography and Statistics
IC	Confidence Interval
IFC	Continuous Forest Inventory
INCRA	National Institute of Colonization and Agrarian Reform
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
MDL	Clean Development Mechanism
MMA	Ministry of the Environment

MRV	Measurement, Reporting and Verification
SNIF	National Forestry Information System
OMM	World Meteorological Organization
ONU	United Nations Organization
PDD	Project Design Document
PF	Physical person
PJ	Legal person
REDD	Reduction of Emissions from Deforestation and Forest Degradation
REDD+	Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation, including conservation and enhancement of carbon stocks
UC	Conservation Unit
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change

DEFINITIONS

Additionality (IPCC)	<p>According to the IPCC, Additionality of carbon projects is defined under the scope of the Clean Development Mechanism (CDM) as:</p> <p><i>“Additionality is defined as: the reduction or removal of emissions would not occur in the absence of the project. This definition of additionality can be broadened to include approaches related to ‘financial additionality’, ‘investment additionality’ and ‘technology additionality!’.”</i></p> <p>These additional definitions mainly apply to the market concept established in the CDM.</p>
Financial Additionality	<p>Project funding is in addition to the available budget for the standard activity.</p>
Additional Investment	<p>The Reduced Emission Unit / Certified Reduced Emission value should significantly improve the financial aspect and/or commercial viability of the project activity.</p>
Technology Additionality	<p>The technology applied in the project activity must be the best available for the circumstances of the project site/region.</p>
Allometry	<p>Study of variations in the forms and processes of organisms. From the “whole” (carbon) to the “parts of the whole” (DAP, for example), that is, adjustment of mathematical equations (functions or models).</p>
Brazilian Amazon	<p>It comprises the entirety of the states of Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Roraima, Rondônia and parts of the states of Maranhão, Mato Grosso and Tocantins.</p>
Amazon Biome	<p>The Amazon biome is characterized by tropical rainforests and rich biodiversity, covering a mosaic of phytophysionomies, ecosystems, fauna and diverse microorganisms, including the Amazon basin, which exerts a great influence on water, making the biome one of the most diverse and of great economic interest on the planet.</p>

<p>Forest Biomass (IPCC, 2006)</p>	<p>Forest biomass is subdivided into three compartments: Total Biomass (Btot), Aboveground (AGB) and Belowground (BGB).</p> <p>Biomass is defined by the weight of the tree, in kilograms (kg) or tons (t), the first being used for individual weight and the second when referring to stocks.</p> <p>It can be given as “fresh” or “dry” biomass, where the first considers the presence of water in the matter and the second considers the mass dried in an oven until constant weight.</p>
<p>Climate (IPCC, 2021)</p>	<p>Defined as the average of descriptive weather statistics over a period of at least 30 years, according to the World Meteorological Organization (WMO).</p>
<p>Carbon Credit (tCO₂e)</p>	<p>Financial, environmental, transferable assets representing the reduction, removal and avoidance of greenhouse gas emissions, represented by a ton of carbon dioxide equivalent (tCO₂e), which has been recognized and generated as credit in the voluntary or regulated market.</p>
<p>Avoided Planned Deforestation (APD)</p>	<p>Waive the right to carry out the vegetation suppression of the natural forest within the geographic limits of the Multiple Use Area (AUM), committing to a zero deforestation policy in the Project Area (PA).</p>
<p>Carbon Stock or Carbon Reservoir in the Forest</p>	<p>It is the estimated amount of carbon present in the trees that make up the forest in question. It can be presented through an estimated average, followed by its uncertainty margin, or in absolute terms, when referring to the total area.</p> <p>The carbon of living and dead trees, shrubs, palm trees and other plant organisms, in addition to carbon in soils, may be included in the quantification of the stock.</p> <p><u>Net carbon stock</u> is the amount of carbon stored in the forest corresponding to the stock of living organisms minus the dead biomass (dead trees and litter).</p> <p>The stock is given in units of area, abbreviated by grams or tons: (i) million in mega (Mg or Mt); billion to giga (Gg or Gt); (iii) trillions in tera (Tg or Tt); and (iv) quadrillions in peta (Pg or Pt).</p>

<p>Forest</p>	<p>The definition of forests can vary by source.</p> <p>According to FAO and SNIE:</p> <p><i>Forest is all vegetation that extends for more than 0.5 hectares (0.005 km²) and is formed by trees with a height greater than five meters, in addition to a canopy cover greater than 10%. Areas with different land uses, such as agricultural or urban areas, are not included in this definition.</i></p> <p>According to IBGE:</p> <p><i>The forests are characterized by the density of tall trees, with a reduction in the amount of light that reaches the ground, which limits the development of herbaceous and shrubby synusia.</i></p>
<p>Igapo Forest (Junk, 1993; Ribeiro et al. 1999)</p>	<p>Type of Amazon forest that is seasonally flooded by water from rivers and/or streams with black or clear water, such as the Negro and Tapajós rivers, respectively.</p>
<p>Floodplain forest (Junk, 1993; Ribeiro et al. 1999)</p>	<p>Type of Amazon forest that is seasonally flooded by water from rivers and/or streams with white or muddy water, such as the Amazon and Solimões rivers, respectively.</p>
<p>Governance</p>	<p>It is the action or way of governing (definition of 'governance', from the Oxford Dictionary).</p> <p>Governance comprises all processes of "governing" over a social system or through rules, norms and actions that are structured, sustained, regulated and held accountable.</p> <p>For the purposes of REDD Projects, the Governance of a rural property is established by the person in charge of the property and/or who will implement the actions and activities necessary to ensure the maintenance of the forest standing and investments in sustainable development projects and who will be responsible for the negative impacts resulting from negligence and/or omission.</p>
<p>IC (x %)</p>	<p>Confidence interval, at a probability of x%. Default probability levels: 90%, 95% and 99%.</p>

Regular Property	The property needs to be <u>duly documented</u> and all zoning identified and established in the Rural Environmental Registry (CAR) and <u>no overlaps with other areas</u> , public or private
Uncertainty (IPCC, 2006)	<p>Uncertainty is characterized by the lack of knowledge of the true value of a variable of a descriptive measure (central tendency -most used-, dispersion or relationship).</p> <p>It is the Confidence Interval (CI) itself under a certain confidence level.</p> <p>More precisely, it is the part of the CI that is subtracted from or added to the mean. Uncertainty depends on the amount of data used, as well as the sampling methods.</p>
Baseline	It is defined as a 'non-intervention' scenario, in which, in the absence of project implementation, what would be the most likely destination of the forest.
Forest Planting	Area of cultivation of tree species, either for the production of timber and/or non-timber products. It may consist of native or exotic species. Monocultures or mixed and/or hybrid systems.
REDD	<p>Type of mechanism for generating carbon credits, through avoided emissions of Greenhouse Gases (GHG) from deforestation.</p> <p>Introduced at the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) discussions at COP 11 in Montreal (2005).</p> <p>It assumes four basic conditions/assumptions:</p> <ol style="list-style-type: none"> I. Baseline - No 'project' scenario that would inevitably result in GHG emissions; II. Co-benefits - In addition to avoided emissions, what additional positive impact does the 'project' brings; III. MRV quantifications - Report carbon estimates clearly and with known levels of uncertainty; IV. Monitoring - Monitoring the 'project'; commitment to zero deforestation.

REDD+	In addition to the points described in REDD, the '+' represents additional forest-related activities that protect the climate, namely the sustainable management of forests and the conservation and enhancement of forest carbon stocks.
Forest Litter	It is the layer formed by the deposition of plant remains (leaves, branches) and the accumulation of living organic material in different stages of decomposition that superficially covers the soil or aquatic sediment.
Silviculture (Embrapa, 2023)	It is the cultivation of forests, natural and artificial, with the aim of restoring and/or improving the forest population, to meet specific market requirements.
Land Use, Land Use Change and Forestry	Anthropogenic activity in forested areas. Implement an economic activity on the land that involves the rational use of natural resources or the transformation of the landscape into areas for alternative uses, such as agricultural crops or removal of natural vegetation for other purposes.
Tero Platform	Technological platform developed by Tero Carbon to support the registration, certification and verification processes of projects that generate environmental assets.
Crediting Period	It is the time period in which environmental assets are generated, arising from the activities foreseen by this methodology.

I - SAFEGUARDS SOCIAL AND ENVIRONMENTAL ADOPTED

In Brazil, the conceptual basis of “Safeguards” comes from debates involving Projects such as the Reduction of Emissions from Deforestation and Forest Degradation, including the conservation and increase of carbon stocks (REDD+) and has as reference the United Nations Framework Convention on Change Climate ([UNFCCC](#)) and the Ministry of the Environment ([MMA](#)).

“Safeguards” shall be understood as guidelines that aim to enhance the positive impacts and avoid or reduce the negative impacts related to the project. Thus, project actions must anticipate risks and establish measures to predict, minimize, mitigate or deal with adverse impacts associated with a given activity.

Thus, at the 16th Conference of the Parties (COP) in Cancun, a set of seven socio-environmental safeguards were defined. By decision 1/ CP. 16 countries, when implementing REDD+ activities, should promote and support:

- I. Actions that are complementary or consistent with the objectives of national forestry programs and other relevant international conventions and agreements;
- II. Transparent and effective national forest governance structures, bearing in mind national sovereignty and national legislation;
- III. Respect for the knowledge and rights of indigenous peoples and members of local communities, taking into account relevant international obligations, national circumstances and laws and noting that the UN General Assembly adopted the United Nations Declaration on the Rights of Indigenous Peoples;
- IV. Full and effective participation of stakeholders, in particular indigenous peoples and local communities, in the actions referred to in paragraphs 70 and 72 of this decision;
- V. That the actions are consistent with the conservation of natural forests and biological diversity, ensuring that the actions referred to in paragraph 70 of this decision are not used for the conversion of natural forests, but rather to encourage the protection and conservation of natural forests and their ecosystem services, and to enhance other social and environmental benefits;
- VI. Actions to address the risks of reversals in REDD+ results;
- VII. Actions to reduce the displacement of carbon emissions to other areas.

Safeguards treatment is essential for REDD+. It was established in the UNFCCC that countries wishing to implement actions to reduce emissions in the forest sector must, among other requirements, implement a system of safeguards.

II - ZONING OF THE PROPERTY

The zoning of the property must be divided into: Legal Reserve Area (ARL), Permanent Preservation Area (APP) and Multiple Use Area (AUM). Consolidated areas (deforestation up to 2008, duly accredited by the current state environmental agency) will be considered AUM.

II.1 Permanent Preservation Area (APP)

According to Federal Law nº 12.651 of 2012 (New Brazilian Forest Code), the Permanent Preservation Area (APP) is a protected area, covered or not by native vegetation, with the environmental function of preserving water resources, the landscape, the stability geology and biodiversity, facilitate the gene flow of fauna and flora, protect the soil and ensure the well-being of human populations.

It is considered APP margins of bodies of water, tops of hills, steep slopes, among others. The precise and specific definition of APP is established in Chapter II, Section I, Art. 4 of Law No. 12.651/2012.

II.2. Legal Reserve Area (ARL)

According to Federal Law nº 12.651 of 2012 (New Brazilian Forest Code), the Legal Reserve Area (ARL) is the area located inside a property or rural possession, delimited under the terms of art. 12, with the function of ensuring the sustainable economic use of the natural resources of the rural property, assisting the conservation and rehabilitation of ecological processes and promoting the conservation of biodiversity, as well as the shelter and protection of wild fauna and native flora .

According to Chapter IV, Section I, art. 12 of Law nº 12.651/2012, Every rural property must maintain an area with native vegetation cover, as a Legal Reserve, without prejudice to the application of the rules on Permanent Preservation Areas, observing the following minimum percentages in relation to the property area . The precise and specific definition of ARL and its proportions by biome/region are established in Law nº 12.561/2012.

II.3. Multiple Use Area (AUM) and Consolidated Areas

According to Federal Law No. 12,651 of 2012 (New Brazilian Forestry Code), “alternative land use” is the replacement of native vegetation and successor formations (suppression) by other land cover, such as agricultural, industrial,

generation and transmission activities energy, mining and transportation, urban settlements or other forms of human occupation.

The replacement of native vegetation is prohibited in the APP and ARL areas. In the Amazon region, the area subject to suppression is limited to 20% of the rural property.

Any deforestation that exceeds the limits defined by law is subject to legal sanctions. However, in the past, due to the lack of control over the territory and the constant changes in legislation, many rural properties exceeded the limits allowed for alternative use.

To mitigate this issue, the term “Consolidated Area” was created. Based on Law n. 12,651 of 2012 (New Brazilian Forest Code), the Consolidated Area is the area of rural property with pre-existing anthropic occupation on July 22, 2008, with buildings, improvements or agrosilvopastoral activities, admitting, in the latter case, the adoption of the fallow regime .

II.4. Non-Forest Area

Any and all territorial extension that is not characterized as forest must be duly identified. The main classifications of 'non-forests' are:

- Water;
- Exposed soils;
- Rock formations;
- Infrastructure (highways, rural roads, civil constructions and the like);
- Other plant formations that are not classified as forests, such as:
 - Agricultural crops;
 - Natural fields;
 - Distinct vegetational formations, shrubs and/or herbs (for example: mangrove, caatinga and cerrado).

III - CLASSES OF RURAL PROPERTIES

This methodology divides the size of rural properties into “classes”. The three “classes” of real estate are based on the “Amazonian superlatives”¹ and the size classification of rural properties by INCRA²:

- Small Property: that property with up to three thousand hectares (3,000 ha) will be considered;
- Medium Property: that property will be considered above and three thousand hectares (3,000 ha) up to twenty thousand hectares (20,000 ha);
- Large Property: over twenty thousand hectares (20,000 ha).

¹ The Legal Amazon covers a territory of approximately 5.4 million km². This represents just over 50% of the Brazilian territory. According to INCRA, “small properties” can add up to 400 ha. These superlatives need to be considered to adapt to the local reality.

² <https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/modulo-fiscal>

SUMMARY

1. OBJECTIVES	16
2. GENERATED ASSETS	16
3. PLANNED ACTIVITY	16
4. ELIGIBILITY	16
5. ADDITIONALITY	17
6. PERMANENCE	17
7. SAFEGUARDS	18
8. TEMPORAL BOUNDARIES	18
8.1. Project Duration Period	18
8.2. Start Date of the Project	19
8.3. Retroactivity	19
8.4. Crediting Period	19
9. PROJECT PARTICIPANTS	19
10. RURAL PROPERTIES	20
10.1. Types	21
10.2. Geographic Boundaries	21
10.3. Limits of Territorial Extension	21
10.4. Land Due Diligence	21
10.5. Owners' Consent or Free and Informed Consent	21
10.6. Zoning of the Rural Property	22
10.7. Project Area (AP)	23
10.8. Zero Deforestation Commitment	23
10.9. Sampling Forest Inventory to Estimate the Carbon Stock in the Project Area	23
11. BASELINE	23
11.1. Avoided Planned Deforestation (APD)	24
11.2. Legal substantiation	25
12. QUANTIFICATION	26
12.1. Guidelines for Collecting Primary Data and Estimating Carbon Stock in Forests	26
12.2. Quantitative Sample Forest Inventory	27
12.3. Calculation of Forest Carbon Stock Without Statistically Defined Strata	27
12.4. Calculation of Forest Carbon Stocks With Statistically Defined Strata	28
12.5. Calculation of Carbon Stock Uncertainty	28
12.6. Calculation of the Annual Carbon Credit Generated	29
13. ADDITIONAL BENEFITS (CO-BENEFITS)	29
13.1. Qualitative Forest Inventory (Optional)	30
14. GOVERNANCE	30
ANNEX I - THE METHODOLOGICAL BASIS FOR ESTIMATING BIOMASS AND	

CARBON STOCKS IN THE FOREST	31
Al.1. Biomass Compartments	31
Al.2. Allometric Equations	33
Al.3. Allometry of Biomass and Carbon in the Amazon	33
Al.4. Sampling System	36
Al.5. Variable of Interest	37
Al.6. Statistics	41
Al.7. Stratification	42
Al.8. Analysis of Variance (ANOVA)	43
Al.9. Stratified Statistics	44
Al.10. Spatialization (Scale up)	45
Al.11. Continuous Forest Inventory	49
ANNEX II - REMOTE MONITORING AND PERMANENCE ANALYSIS	52
LITERATURES CONSULTED AND THEORETICAL BASIS	53

1. OBJECTIVES

The objective of this methodology is to generate environmental assets in projects that promote Reduction of Emissions from Deforestation and Forest Degradation (REDD) in the Amazon Biome.

2. GENERATED ASSETS

The asset generated by projects that use this methodology is Verified Carbon Credit (in tons of carbon dioxide equivalent - tCO₂e) regarding the process of avoidance of Greenhouse Gas (GHG) emissions into the atmosphere, through the activity of Avoided Planned Deforestation (APD).

3. PLANNED ACTIVITY

The activity envisaged by this methodology is the Avoided Planned Deforestation (APD).

4. ELIGIBILITY

Projects that meet all of the following criteria are eligible for this methodology.

GEOGRAPHICAL BOUNDARIES	Boundaries of Project Areas (APs) need to be <u>totally</u> inserted in the <u>Brazilian Amazon Region</u> .
MOSAIC	<u>Single or grouped</u> of legitimate <u>rural property</u> within the same reference region.
TYPE OF RURAL PROPERTY	<ul style="list-style-type: none"> • Private rural property <u>duly documented</u> and regularized; • Government and/or private Conservation Units (UC) for Sustainable Use that have the prerogative to generate environmental assets.
TYPE OF FOREST	<ul style="list-style-type: none"> • Native natural forests, dry land (“Terra Firme”) and/or seasonally flooded areas (“igapó” and “várzea”); • Planted forests (forest planting), of native and/or exotic species.

MINIMUM PROPERTY SIZE	At least 5 ha (five hectares or 50,000 m ²).
MINIMUM SIZE OF THE PROJECT AREA	At least 1 ha (one hectare or 10,000 m ²) of forest.
REGULAR PROPERTY	The property needs to be <u>duly documented</u> and with zoning carried out in the Rural Environmental Registry (CAR) and <u>no overlaps with other areas</u> , public or private. It is also necessary to present a legal opinion on Land Due Diligence.
NO DOUBLE COUNT GUARANTEE	The project area <u>cannot</u> have a Carbon Credits project or any other asset linked to the Carbon environmental asset, registered and/or certified by another “standard/methodology” in the same crediting period.
PROJECT ACTIVITY	It is necessary to perform at least one of the activities provided for in this methodology.

5. ADDITIONALITY

For the purposes of this methodology, it is understood that every private rural property in the Amazon Biome, whose land situation is duly regulated, has the prerogative of alternative land use³, in up to 20% of the area of the property⁴

Thus, in the absence of a project such as the Reduction of Emissions from Deforestation and Forest Degradation (REDD), the existing forest outside the limits of the Legal Reserve Area (ARL) and the Permanent Preservation Areas (APP), that is, in the Multiple Use Area (AUM), would be deforested or degraded for the implementation of alternative land use.

Therefore, the carbon stored in the forest would be emitted in the form of carbon dioxide equivalent (CO₂e) through burning and/or decomposition of tree biomass.

6. PERMANENCE

This methodology understands that the risk of permanence is inherent and consequent to Public and Market Policies. The risk of permanence during

³ Federal Constitution of 1988, paragraph 4, of Art. 225 of Chapter VI - The environment.

⁴ Brazilian Forest Code, Law No. 12.651 of May 25, 2012.

project implementation is reduced due to market action and, consequently, monitoring of the area (Annex II).

Tero Carbon only issues “verified carbon credits” certificates after verification of compliance with the project objective, that is, zero deforestation.

That way, every carbon credit issued by the present methodology is guaranteed that the carbon remains in the forest biomass during the commitment period.

7. SAFEGUARDS

All projects certified and verified by this methodology must meet the internationally recognized Safeguards described in this document. In this sense, the project it cannot:

1. Break the Law;
2. Compromise the integrity of the environment;
3. Disrespect and fail to preserve the rights of traditional populations and/or minority communities;
4. Generate assets whose activities are the result of a court order or resulting from a Conduct Adjustment Term, required by the responsible government body;
5. Implement additional or concomitant projects to the carbon project that may compromise any of the aforementioned safeguards.

8. TEMPORAL BOUNDARIES

8.1. Project Duration Period

The duration of the project (T), that is, the time of commitment to the project's objective (maintenance of standing forest and "zero deforestation") varies according to the class of rural property, as follows:

Rural Property Size	Project Duration Period (T)
Small	1 (one) year
Medium	5 (five) years
Large	10 (ten) years

8.2. Start Date of the Project

The start date of the project corresponds to the Project Certification date.

8.3. Retroactivity

This methodology does not consider retroactive periods from the date of certification of the project.

8.4. Crediting Period

The Crediting Period corresponds to the period of the asset's acquisition, which represents a period of time of one (1) year, minimum, between the date of the project's Certification ($Date_{T_0}$) and the subsequent Verification ($Date_{T_n}$).

For projects at Medium and Large areas, this period can correspond to the year between two Verification dates ($Date_{T_{n-1}}$ and $Date_{T_n}$)

$$\textit{First Crediting Period} = \textit{Date}_{T_0} \textit{ to Date}_{T_n}$$

$$\textit{Subsequent Crediting Periods} = \textit{Date}_{T_{(n-1)}} \textit{ to Date}_{T_n}$$

where:

$Date_{T_0}$ = Date of Certification;

$Date_{T_n}$ = Date of Verification;

$Date_{T_{n-1}}$ = Date of previous Verification;

$n = 1, 2, 3...$ 'n' years after the first Verification date, which varies from 1 to n, depending on the time life of the project.

NOTE: The results, in terms of avoided GHG emissions (tCO₂e), observed during the crediting period will determine the amount of verified carbon credits that the project will generate.

9. PROJECT PARTICIPANTS

Project participants must be reported on the Tero Platform and will be publicly mentioned in the Project Design Document (PDD), among them:

<p>PROPONENT</p>	<p>The responsible for the environmental assets generated in the rural property:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● It can be Individual (PF) or a Legal Entity (PJ); ● Must be the legal representative of the owner of the rural property OR the owner; ● In case the rural property has more than one owner or the project is a “mosaic of multiple owners”: <ul style="list-style-type: none"> ○ Present the Term of Free and Informed Consent (TCPLI) of all those responsible for the property(s); ○ The legal representative must be duly documented and notarized. ● Must be residing/installed in Brazil.
<p>DEVELOPER</p>	<p>The responsible for the development of the project, registration of the project on the Tero Platform, coordination of the Technical Team(s) etc., considering that:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● It can be Individual (PF) or Legal Entity (PJ); It is ● There must be only 1 (one) Developer for each Project.
<p>IMPLEMENTER (PROJECT MANAGER)</p>	<p>The responsible for project governance during the Crediting period. It is up to the Project Manager to execute and/or coordinate the activities foreseen in the methodologies.</p>
<p>TECHNICAL TEAM</p>	<p>The responsible for collecting primary data (Sample Forest Inventory for Estimating the Carbon Stock) in the project area and/or activities related to socio-environmental, responsible for preparing the Term of Free and Informed Consent (TCPLI) or any other technical activities related to the project, and :</p> <ul style="list-style-type: none"> ● It can be Individual (PF) or Legal Entity (PJ); ● There can be more than one entity in each project; It is ● There may be a Technical Team in each primary data collection (Sample Forest Inventory).

10. RURAL PROPERTIES

This methodology foresees carbon projects with one (1) or more (mosaic) rural properties.

10.1. Types

The rural properties accepted by this methodology can be of the type:

1. Private rural properties; or
2. Government and/or private Conservation Units (UC) of Sustainable Use that have the prerogative of alternative land use.

10.2. Geographic Boundaries

Rural properties must be fully included in the Geographical Scope: Amazon Biome.

10.3. Limits of Territorial Extension

Rural properties must have a minimum size of 5 ha (five hectares or 50,000 m²) and a project area with a minimum size of 1 ha (one hectare or 10,000 m²) of forest.

10.4. Land Due Diligence

Rural properties need to be regular, both at the time of Certification and in all Verifications. In order to reduce the risks of fraud, for the Certification Process, in addition to legal documentation, it will be requested a third party verification of the Land Due Diligence.

10.5. Owners' Consent or Free and Informed Consent

In the case of private rural properties, it is necessary to present a Term of Free and Informed Consent from the owners of rural properties, declaring their intention to use the property, by their own free will, to carry out the REDD Project.

In the case of a Conservation Unit (UC), proof of workshops and/or collective meetings with local communities leaders and/or population (if any) will be required, in addition to the presentation of a document attesting to the free and informed prior consent for carrying out the REDD Project in the project area.

10.6. Zoning of the Rural Property

Rural properties need to have their zoning defined and duly registered in the Rural Environmental Registry (CAR), in the case of being a private property. For Conservation Units (CU) the boundaries of the property have already been defined and registered with the competent bodies. The property must have its spatial boundaries defined as follows:

- Property Boundaries (LI);
- Permanent Preservation Area (APP);
- Legal Reserve Area (ARL);
- Multiple Use Area (AUM);
- Project Area (AP):
 - Must be located within the boundaries of the AUM;
 - It can be a fraction or the entirety of the AUM;
 - The minimum AP area must be 1 ha (one hectare).

The map in Figure 1 shows an example of zoning of a mosaic of rural properties in the Amazon Biome.

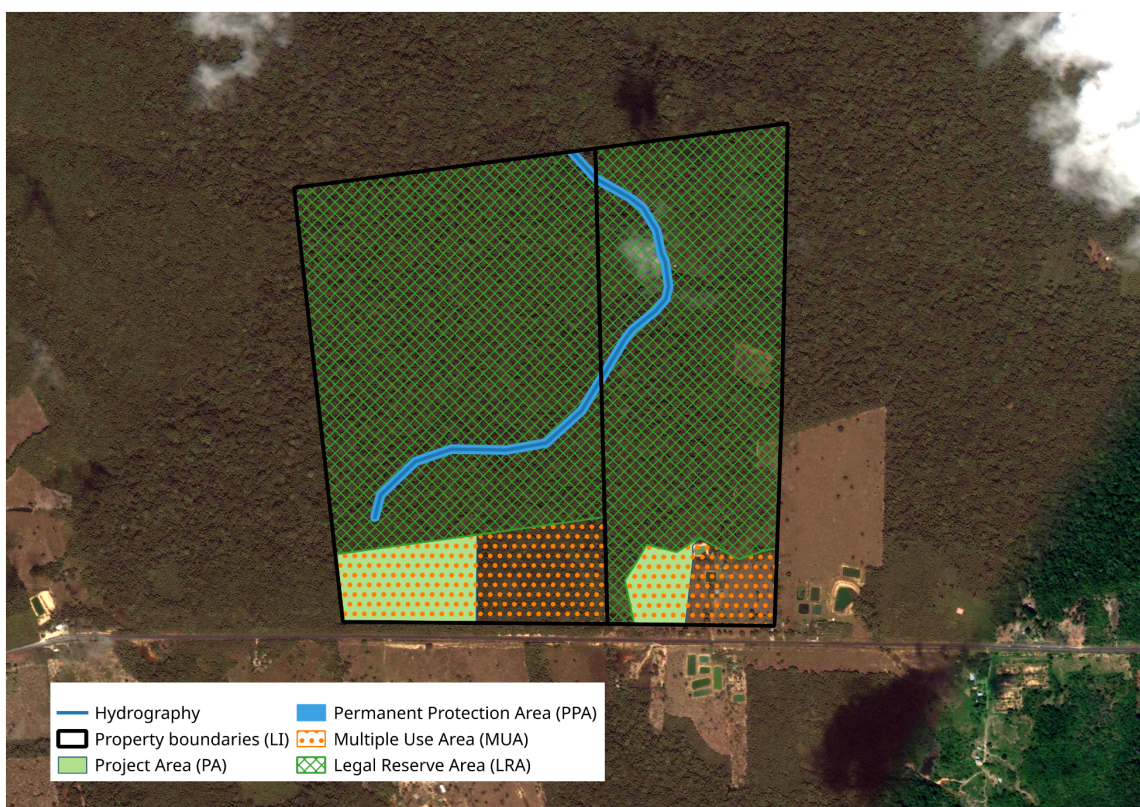


Figure 1. Example of zoning of a rural property.

10.7. Project Area (AP)

The boundaries of the Project Area (PA) must be determined and identified by the Project Proponent and registered on the Tero Platform and may encompass all forest areas, including: APP; ARL and AUM.

It can be a portion or the totality of the AUM.

NOTE: Once the project is registered and certified, it must honor the “Zero Deforestation Commitment”.

10.8. Zero Deforestation Commitment

During the Crediting Period, the proponent must sign a “Zero Deforestation” commitment term. Thus, any and all deforestation within the project area (PA) will “debit” from the credits to be generated in future accreditations.

NOTE: If deforestation is identified within the property that is equal to or greater than 50% of the Project Area (AP), the project will be canceled.

10.9. Sampling Forest Inventory to Estimate the Carbon Stock in the Project Area

For the Certification process, it will be necessary to present the Sampling Forest Inventory (IFA) worksheets for estimating the Carbon Stock in the Project Area (PA) in the standard established by Tero. The IFA has a validity of 5 (five) years, it is necessary to be renewed after this period. This implies the need to present new data collected in any Verification Processes.

NOTE: Secondary data will only be accepted as a complement, not being used to calculate the carbon stock.

11. BASELINE

The Baseline of Planned Avoided Deforestation (LB_{APD}) of this methodology assumes that the forest within the AUM would be deforested and/or degraded for the implementation of alternative land use activities. Thus, the carbon stored in the biomass of this forest would be 100% emitted in the

form of carbon dioxide equivalent (CO₂e) linearly over time. The emission time interval varies according to the size of the area, in hectares.

In this way, the scenario of LB_{APD} would result in GHG emissions as follows (mathematically), for each of the properties in the project:

$$ELB_{APD} = \sum_{t=1}^T \frac{(AP \times (C_{tot} - I.C.))}{T}$$

where:

ELB_{APD} = CO₂ emission and in the ODA Baseline scenario, in tons of carbon dioxide equivalent;

$\sum_{t=1}^T$ = Sum of emissions at time “T”, for integer values of “t”, of the crediting period;

AP = Project Area, in hectares.

C_{tot} = Estimated average carbon stock, in tons of carbon dioxide equivalent per hectare (tCO₂and has);

IC = Confidence interval for estimating the mean, in tons of carbon dioxide equivalent per hectare (tCO₂ and has);

T = total project time period, in whole years.

11.1. Avoided Planned Deforestation (APD)

In the Amazon, the minimum area allocated to the Legal Reserve Area (ARL) is 80% of the property. Therefore, within the registration of the property, it is possible to delimit up to 20% of the property area as Multiple Use Area (AUM). In this area it is possible to implement an alternative land use activity.

The main activities in the region include: i. beef cattle for beef; ii. cassava cultivation.

The dynamics of land use change (deforestation) is standard. It begins with the selective logging of specific tree species, followed by suppression of the remaining vegetation and, finally, with slash-and-burn of the biomass (ASNER *et al.* 2005; FERNSIDE, 2006; SOARES-FILHO *et al.* 2006; SARAIVA, 2022).

From the suppression process, all the carbon stored in that forest is emitted into the atmosphere, in the form of carbon dioxide equivalent (CO₂e).

The average carbon stock in the target forest of the project must be estimated based on the forest inventory of the Project Area.

The area eligible for the generation of credits for each of the rural properties is called the Project Area (AP), it must be within the limits of the AUM, or its entirety. It must be covered with forests and discounted from APPs and other land uses.

Mathematically:

$$AP = AUM - APP - A_{\text{Anthropized}}$$

where “ $A_{\text{Anthropized}}$ ” is an area of alternative land use already implemented before the REDD Project.

By ensuring the maintenance of the forest standing, for the commitment period (crediting period), the proponent generates credits for avoiding the emission of Greenhouse Gases (GHG).

11.2. Legal substantiation

Paragraph 4 of Art. 225 of Chapter VI - The environment - the [Brazilian Constitution of 1988](#) establishes that the Brazilian Amazon forest is national heritage and its use will be made, in accordance with the law, under conditions that ensure the preservation of the environment, including the use of natural resources.

The new [Brazilian Forest Code](#), Law No. 12,651 of May 25, 2012, provides for the protection of native vegetation and amends three laws and revokes two laws and one provisional measure.

The Forest Code establishes the limits and extensions of the Permanent Preservation Areas (APP) and Legal Reserve (ARL) in all the country's biomes.

For the Amazon, it is established that each and every private rural property must register 80% of its area for the RL. It presents guidelines on the use and exploitation of forest products.

At the State level, the environmental licensing process for alternative land use activities, in up to 20% (twenty percent) of the total property area, is governed based on state laws:

- Amazonas: [Licensing Law n. 3,785](#), of 07/24/2012.
- Acre: [IMAC Ordinance n. 27](#), from 04/12/2021; [CEMACT Resolution n. 3](#), of 06/27/2008
- Amapá :[Procedures](#), according to MMA
- Pará: [Procedures](#), according to MMA
- Rondônia: [Procedures](#), according to MMA
- Roraima: [Procedures](#), according to MMA.

12. QUANTIFICATION

This section presents the method of quantifying forest carbon stocks and credits accepted by this methodology in order to meet international standards for Measurement, Reporting and Verification (MRV).

12.1. Guidelines for Collecting Primary Data and Estimating Carbon Stock in Forests

The estimate average (\bar{x}), with its respective level of uncertainty (I.C.), must be calculated based on a forest inventory sampling system, application of allometric equations and extrapolation of the estimated mean for the Project Area (PA). Therefore, the following points need to be observed for the collection of primary data:

- Sampling distribution system of fixed area sampling units (plots);
- All plots must have their geographical coordinates recorded using GPS signal receivers:
 - The points to be registered can be the beginning, center or end of each sample;
 - However, for the submission of these data, it is recommended to generate plot polygons;
 - When using a GPS navigation device, the recommended coordinate recording method is:
 - Keep the GPS signal receiver device parked at the specific point for a period of approximately 1 (one) minute;
 - Use the “point average” tool for a period between 2 (two) and 5 (five) minutes.
- Random, systematic sampling distribution or combination through conglomerates (transects or cross type);
- Measurement of the diameters at 1.3m from the ground (DBH) of all living and dead trees found within the plot;
- The minimum measurement DBH is 10 cm;
- Palm trees are not a required class
 - Can be included, but the allometric equation must be specific.
- Application of the biomass/carbon equation to estimate the individual stock (of each measured tree) and per unit area (hectare):
 - The individual biomass/carbon of the trees should be estimated, preferably, by means of specific site equations;
 - If the individual biomass/carbon of the trees is estimated based on Silva's (2007) equation, the estimate must be corrected by the correction factor based on the dominant height (Hdom) of the forest.
- Estimate the average (\bar{x}) and the level of uncertainty of the estimate (I.C.), based on the statistical parameters described in Annex I;
- If the forest in the Project Area needs to be stratified, follow the

stratification procedure available in Annex I.

12.2. Quantitative Sample Forest Inventory

The guidelines for the quantitative Sample Forest Inventory (IFA) for collecting the primary data used in the quantification of carbon stocks are:

- Minimum data to be considered: live trees, with DBH > 10 cm;
- Secondary data will only be accepted as a complement;
- Implementation of a sampling system, through fixed area sampling units (see Annex I);
- Measurement of dendrometric variables, such as: diameter at 1.3 m from the ground (DBH):
- Heights (full and/or bole) are optional.
- Estimation of biomass and carbon stocks:
 - AGB = required;
 - BGB = optional;
 - Btot = optional.

12.3. Calculation of Forest Carbon Stock Without Statistically Defined Strata

It is necessary, for each rural property in the project, to calculate the Forest Carbon Stock. For the case which statistically defined strata, the guidelines are as follows:

- Establish the components of the project's forest biomass:
 - Above ground (AGB);
 - Below soils or roots (BGB);
 - Total (GTC + BGB).
- Estimate the “net” stock, that is, subtract the ‘necromass’ (dead trees sampled in the inventory):

$$net\ stock_{AGB} = \sum AGB_{lives} - \sum AGB_{necromass}$$

- Based on statistical tools, calculate the stock average per unit area (hectare) with its respective level of uncertainty (confidence interval - CI);
- Multiply the minimum estimate (mean - confidence interval) of the stock and the Project Area (PA):

$$Carbon\ Credit = \left(\overline{x_{CO_2}} - I.C. \right) \times AP$$

where:

$\overline{x_{CO_2}}$ = Estimated average stock of carbon dioxide equivalent, per hectare, in tons;

IC = Confidence interval, calculated at a probability level of 95%;

AP = Project Area, in hectares.

12.4. Calculation of Forest Carbon Stocks With Statistically Defined Strata

Analogously to the previous item, for the case with statistically defined strata, the guidelines are as follows:

- Establish the components of the project's forest biomass:
 - Above ground (AGB);
 - Below soils or roots (BGB);
 - Total (GTC + BGB).
- Estimate the “net” stock per stratum, i.e. subtract the ‘necromass’ (dead trees sampled in the inventory):

$$net\ stock_{AGB} = \sum AGB_{lives} - \sum AGB_{necromass}$$

- Based on statistical tools, calculate the stock average, per stratum, per unit area (hectare) with its respective level of uncertainty (confidence interval - CI);
- Multiply the minimum estimate (mean - confidence interval) of the stock of each stratum by the Area of each stratum of the Project (AP):

$$Carbon\ Credit = \left(\overline{x_{CO2i}} - I.C. \right) \times AP_i + \left(\overline{x_{CO2i+1}} - I.C. \right) \times AP_{i+1}$$

where:

- $\overline{x_{CO2i}}$ = Estimated average stock of carbon dioxide equivalent of the stratum “i”, per hectare, in metric tons;
- IC = Confidence interval, calculated at a probability level of 95%;
- AP_i = Project Area referring to the stratum “i”, in hectares.

12.5. Calculation of Carbon Stock Uncertainty

The uncertainty of the estimated mean is given by the variation of the Confidence Interval at a specific probability level, in the case of this methodology, we consider a valid probability level of 95% (ninety-five percent). The calculation method is available in Table 2 of the ANNEX I of this methodology.

From basic statistics (WEISS & HASSETT, 1982), normally distributed data are:

- I. 68.27% between plus or minus 1 standard deviation from the mean;
- II. 95.45% between plus or minus 2 deviations; It is
- III. 99.73% between plus or minus 3 deviations.

The exact multiplier of the standard deviation of the mean for the rounded levels of 95 or 99% can be found by integrating the probability density function up to these points under the standard normal curve.

Depending on the sampling intensity, the value is “t” (small samples, n < 30) or z (large samples, n > 30). In the IPCC guide, the multiplier is 2 for the 95% level or 3 for the 99% level, regardless of sampling intensity.

For reporting purposes of estimates of carbon stocks in the forest, uncertainty can be objectively characterized by the Confidence Interval, estimated with a probability of 95%, calculated based on the sampling carried out.⁵

NOTE: Using only remote sensing data does not produce uncertainty estimates. Therefore, Remote Sensing must be combined with data from sample forest inventories (or census). The use of spectral information (data from satellite images) can be used to improve the spatialization of the estimated average, improving (reducing the level of uncertainty) the estimate of stocks.

12.6. Calculation of the Annual Carbon Credit Generated

The generation of annual carbon credits is based on the crediting period, depending on the size of the property:

$$\text{Annual generation} = \frac{\text{carbon credit}}{T(\text{years})}$$

Where T is the duration of the project.

13. ADDITIONAL BENEFITS (CO-BENEFITS)

The additional carbon benefits, or co-benefits, for projects whose methodology is REDD, is the conservation and preservation of the greatest biodiversity land of the planet, that is, it is the guarantee of maintenance of the evolutionary cycles of biodiversity.

The project proponent is allowed to demonstrate in detail the additional benefits specific to their area through data collected in Diagnoses of Fauna and Flora, but these are not mandatory. If details are not presented, the biodiversity considered as an additional benefit is that present in the literature.

⁵ Ideally, the mean uncertainty level is below 10%. The better the sampling, the smaller the error and the greater the amount of carbon credits to be certified.

13.1. Qualitative Forest Inventory (Optional)

The guidelines for the Qualitative Forest Inventory for collecting the primary data used in the presentation of co-benefits are:

- Minimum data to be considered: live trees, with DBH > 10 cm;
- Secondary data will only be accepted as a complement;
- Implementation of a sampling system, using fixed-area sampling units (see Annex I);
- Botanical sampling, with the collection of specimens of the sampled tree species (samples can be deposited in herbariums).

14. GOVERNANCE

The project must present how the Governance of the rural property will be carried out, aiming at the Avoided Planned Deforestation (APD) activity. It is indicated to physical identification, on the property, at the access point, that that area is destined for a REDD project.

Minimal interventions are also suggested, such as, but not only:

- Installation of infrastructure as headquarters/support base for project activities;
- Installation of fences and signs around the perimeter of the property and/or Project Area;
- Implementation of monitoring and surveillance system *in place*, with rounds and periodic inspections;
- Any other activity that does not involve degradation and/or deforestation of more than 0.5 hectares.

NOTES:

- Activities involving forest degradation, through selective logging, in the Project Area will not be allowed during the crediting period.
- Alternative land use activities, through the implementation of agro-silvo-pastoral production systems, in the Project Area will not be allowed during the crediting period.

ANNEX I - THE METHODOLOGICAL BASIS FOR ESTIMATING BIOMASS AND CARBON STOCKS IN THE FOREST

The main technical point of REDD projects. Methods for estimating biomass and carbon stocks in the project's target forest are essential for carbon credit certification. Next, the methodological basis.

AI.1. Biomass Compartments

Biomass is defined by the weight of the tree, in kilograms (kg) or tons (t), the first being used for individual weight and the second when referring to stocks (IPCC, 2006). Estimates of stocks per unit area, and especially when extrapolated to a region (such as a tropical country or the Amazon as a whole), are presented in abbreviated form, in grams or tons: (i) million in mega (Mg or Mt) ; billion to giga (Gg or Gt); (iii) trillions in tera (Tg or Tt); and (iv) quadrillions in peta (Pg or Pt) (IPCC, 2006).

According to the National Greenhouse Gas Inventory Guide of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), forest biomass is subdivided into three compartments:

- Aboveground biomass = trunk, branches, leaves, flowers and fruits (AGB);
- Biomass Below soils = roots (BGB); It is
- Biomass Total (AGB + BGB).

According to Silva (2007), of the total weight of a tree in the Manaus region, 41.6% is water; of the dry mass weight, 48.5% is carbon. This means that: of the total weight of a living tree, approximately 40% is water and 30% is carbon.

The quantification of the biomass of a tree can be performed by two methods:

1. Direct

It consists of felling and weighing the trees at fixed area points, later extrapolated to an area unit. For this, it is necessary to cut and fell the individual tree and weigh it on a scale (SILVA, 2007). In addition to being impractical, the estimates generated by this method are not reliable, because they are based on a low number of plots, small and biasedly chosen.

Due to the dimensions of a tree and the operational scale of a scale, the tree is usually divided into specific compartments: crown, trunk and root

system (Figure 1). In the Amazon, it is possible to find trees weighing between a few kilograms (smaller trees) and even individuals weighing tens of tons (SILVA, 2007).

The main result of the direct method is the adjustment of allometric equations, through regression analysis. In the Amazon, the following works are highlighted: Araújo *et al.* (1999); Silva (2007); Lima *et al.* (2012).



Figure 1. Images of the field activities of the destructive method of determination of the total weight, above and below the soils of a tree.

2. Indirect

In the indirect method, estimates are produced from equations and allometric models, associated with data from forest inventories (forest sampling systems).

Based on a sample of the forest, individuals are measured and their estimates calculated using an equation. From the sum of the stock of each sampling unit, the average per area unit (hectare, for example) is extrapolated.

In this method, the average of the stock is estimated with a statistical uncertainty level, calculated using the Confidence Interval of the mean, based on a probability level. More details to follow.

AI.2. Allometric Equations

Allometry is the study of variations in the forms and processes of organisms and has two meanings (NIKLAS, 1994; GRAHAM, 2003):

- The development of a part of the organism in relation to the development of the whole organism or part of it; It is
- The study of the consequences of size on shapes and processes.

In forestry, it is the study of the whole (biomass and/or carbon) as a function of parts of the whole (Diameter at Breast Height - DBH or H's), that is, adjustment of mathematical equations (functions or models).

Mathematical models can be linear or not, single or multiple input (MARQUET *et al.* 2005). The model input refers to the number of independent variables (X) used to predict the dependent variable, Y:

- Simple linear models have a graphical representation of a straight line (growing or not);
- Nonlinear models are power-based equations and their relationships are characterized by a scale of invariance (self-similarity) and universality.

Even with so many distinctions, any equation must present, at least, a normalization constant (proportionality), represented by "a"; or by the Greek letter " β_0 ", and the exponent, represented by the letter "b" or " β_n " (SILESHI, 2014).

Nonlinear models are the typical functions of allometric equations, especially for estimating biomass in plants (WEST *et al.* 1999; SILESHI, 2014). However, in the case of plants (trees), the universal exponent can assume different values according to their respective stages of development (PILLI *et al.* 2006).

AI.3. Allometry of Biomass and Carbon in the Amazon

The main and most reliable studies of biomass allometry in the Brazilian Amazon are: SANTOS, 1996; HIGUCHI *et al.* 1998; ARAÚJO *et al.* 1999; CHAMBERS *et al.* 2000 therefore used destructive data, even if some still "incomplete" (only aboveground biomass data).

Underground biomass data are difficult to collect and for this reason there are not many published works in the Amazon, in addition to Silva (2007), Borges (2010) and Lima *et al.* (2012).

In the Amazon, there are only records of two studies with destructive data on below-ground biomass (SILVA, 2007; LIMA *et al.* 2012). These models have produced satisfactory results, with a coefficient of determination (R^2_{aj}) always greater than 0.80 and standard error of the estimate ($Syx\%$) below 10%.

The Coefficient of Determination (R^2_{aj}) is a parameter that evaluates how much an allometric model contemplates the range of variation of the population, ranging from 0 to 1, where 0 does not represent the population and 1 represents perfectly. The standard error of the estimate ($Syx\%$) is the uncertainty margin of the allometric model, given in percentage. The maximum acceptable limit in forest engineering is 10% (ten percent).

In the absence of a 'site-specific' equation, Tero recommends Silva's (2007) equation, adapted based on a "correction factor" (fc), estimated by the relationship between the dominant height (H_{dom}) of the sampled site and the H_{dom} from where the equation was fitted.

The dominant height is determined based on the results found by Higuchi (2015), which suggests that H_{dom} = average height of the 10% thickest trees sampled.

*Corroborating with the work of Malhi *et al.* (2006), Anderson *et al.* (2009) and Feldpausch *et al.* (2011), the challenge of using the adjusted biomass equation in the Manaus region (SILVA, 2007) in another region of the Amazon is recognized. Thus, to compensate for the differences between the vertical structure of the forests in the sampled locations, it is recommended to apply a "correction factor" (fc) of the biomass equation through the relationship between the H_{dom} of the Experimental Station of Tropical Silviculture (ZF2) from INPA and the H_{dom} from the sampled site, based on the approach suggested by Higuchi (2015), based on the results presented by Lima *et al.* (2012).*

$$BStot = 2,7179 \times ANDP^{1,8774} \times 0,584 \times fc, \text{ where } R^2 = 0,94 \text{ e } Syx\% = 3,91.$$

$$AGB = 2,2737 \times ANDP^{1,9156} \times 0,584 \times fc, \text{ where } R^2 = 0,85 \text{ e } Syx\% = 4,20.$$

$$BGB = 0.0469 \times ANDP^{2,4754} \times 0,533 \times fc, \text{ where } R^2 = 0,95 \text{ e } Syx\% = 5,12.$$

where:

- BStot = total dry biomass, in kg;
- AGB = aboveground dry biomass, in kg;
- BGB = dry biomass below ground, in kg;
- DBH = diameter at 1.3m from the floor, in cm;
- fc = correction factor;
- R² = Coefficient of determination; It is
- Syx% = Standard Error of the Estimate, in %.

$$Cabg = AGB \times 0,485$$

$$Cblg = BGB \times 0,464$$

$$Ctot = Cabg + Cblg$$

where:

- Ctot = total carbon, em kg;
- Cabg = aboveground carbon, in kg; It is
- Cblg = belowground carbon.

The fc is calculated through the ratio between the Hdom of the sampled location and the Hdom of ZF2:

$$fc = \frac{Whom_i}{Whom_{ZF2}}$$

where:

- fc = correction factor;
- Hdom_i = estimated dominant height for site “i” sampled; It is
- Hdom_{ZF2} = dominant height of ZF2 = 30.2 m⁶.

IMPORTANT NOTE #01:

Projects may feature “site specific” biomass equation(s). Adjusted based on local data.

The equation(s) must follow the “Measurable, Reportable and Verifiable - MRV” method.

⁶ According to Higuchi (2015).

IMPORTANT NOTE #02:

The most used independent variables are Diameter at Breast Height (DBH) and total height. There are authors who defend the inclusion of wood density as an independent variable (OVERMAN *et al.* 1994; CHAVE *et al.* 2005; NOGUEIRA *et al.* 2008).

IMPORTANT NOTE #03:

The question that emerges is about the cost-benefit ratio when introducing a variable that is extremely difficult to collect, with high levels of variations and its increase in precision to the model (WIEMANN & WILLIAMSON, 2014). Furthermore, density is a dependent variable.

With regard to the inclusion of height (total and/or stem/trunk) there are two points. The first: in all allometric studies in the Amazon, based on destructive data, no substantial difference was observed, in terms of precision (Syx%) and reliability (R2aj), between the double equations (diameter and height) and single (diameter only) input. The second: measuring the height of trees in Amazonian forests is a huge challenge, in addition to substantially raising the cost of field work, it also generates more uncertainties due to non-sampling errors when measuring the variable.

Non-sampling errors are errors caused by human error or the equipment/tool used. In sampling works, this is the type of error that must always be avoided, at the risk of invalidating the work. It is not possible to compute or quantify the impact of this type of error in estimating the mean.

AI.4. Sampling System

There are two basic ways to acquire the desired information about a forest: through the total measurement of the trees (Census) or through sampling. However, forests generally occupy large areas, which makes the census unfeasible (both in terms of time and operational cost), making sampling the best option.

Sampling in forests is given by Forest Inventories (FI). The IFs are activities to describe the quantity and quality of trees in a forest and any and all characteristics of the area where these trees are growing (HUSCH, 1971; HUSCH *et al.* 1972; LOETSCH *et al.* 1973; PÉLLICO NETTO and BRENA, 1997; LIMA, 2010).

The use of sampling allows inferences to be made about it (HUSCH, 1971). This is such an established and consolidated concept that Loetsch *et al.* (1973)

mentioned that: the use of sampling units (plots) is as old as Forest Engineering.

The sample plots may or may not have a fixed area (LOETSCH *et al.* 1973; PÉLLICO NETTO & BRENA, 1997). Sampling methods without a fixed area (Bitterlich, Strand, Prodan and 3-P, for example) have no practical application in the Amazon. There are no records of forest inventories performed using this method. The fixed area method has been used since the first published work (OLIVEIRA, 2000).

When it comes to sampling forest inventories, sampling errors are inevitable and, consequently, levels of uncertainty. But it is providential that measures are taken to make this error controllable.

The most common way of presenting the error in forestry works is through the “standard error of the mean” or the “confidence interval” (HUSCH, 1971).

Depending on the forest and the area to be inventoried, it may be necessary to stratify the forest, by two methods: by “variance” or according to “forest class”. According to Péllico Netto and Brena (1997), the main objective in stratifying a population is to reduce variance within strata and sampling costs.

The two main sample distribution methods are random and systematic.

In the Amazon, Higuchi (1987) compared the two methods in an area of upland forest in the Manaus region and confirmed that the use of systematic sampling was more accurate and less expensive.

The ideal plot shape for natural forests (Amazon) is rectangular. They generate fewer non-sampling errors and allow for greater sampling of forest variability. The ideal plot size ranges from 1,000 m² and 2,500 m², dimensioned at 10 x 100 m and 20 x 125 m, respectively (HIGUCHI *et al.* 1982; OLIVEIRA *et al.* 2014).

For areas of planted forests, with standardized spacing, circular plots are recommended. They cover the largest area by the smallest perimeter, reduce the number of marginal trees (at the edge of the plot area) and are simpler to install. In terms of size, it depends on the spacing. The larger the spacing, the larger the plot radius should be.

AI.5. Variable of Interest

The variables of interest can be divided into: dependent and independent.

Dependent variables are characterized by being difficult to measure, which need to be estimated through others. Hence the name "dependent".

Independent variables are those that are easy to obtain. They can be measured and/or checked using high-quality tools and equipment. They are used to estimate, through allometric equations, the dependent variables.

Are they:

Table 1. Relationship of variables considered to determine the carbon stock in an area of tropical forest in the Amazon.

Variable Name	Variable Type	Unit of Measurement	Description
Forest Area	Independent	Hectares (ha)	Any estimate of carbon stock in a forest is given per unit area, most commonly in hectares (ha), with one (1) hectare equaling ten thousand square meters (10,000 m ²)
Spectral Reflectance	Independent	Nanometer (nm)	The extrapolation of estimated averages per unit area, for the entire forest, is carried out through remote sensing and geoprocessing of aerial images
Spatial Resolution	Independent	Meter (m)	Refers to the size of a pixel on the ground. It is the ability of the sensor to see objects in relation to their size. A satellite image with a resolution of 30 cm can capture ground detail greater than or equal to 30 cm by 30 cm. Based on this definition, images with a spatial resolution of 30 cm capture more surface detail than images with a resolution of 1 m. Therefore, the higher the resolution, the lower the image and object detail level.

Variable Name	Variable Type	Unit of Measurement	Description
Diameter at 1.3m from the floor (DBH)	Independent	Centimeter (cm)	Measurement of the diameter of the tree trunk in the standard position (1.3 m from the ground), which can be measured at higher heights, provided there are physical impediments in the original position.
Total height (Ht) and shaft (Hf)	Independent	Meter (m)	Measurement of the total height (Ht) or the trunk (Hf) of the tree. Ht is height to the highest part of the canopy. Hf is the height to the top of the canopy.
Dominant height (Hdom)	Dependent	Meter (m)	Average of the total heights of the 10% of the dominant individuals of the site
Correction factor (fc) of the biomass/carbon equation	Dependent	-	Relationship between the Hdom of the sampled site and the Hdom of the site where the equation was developed
Fresh aerial biomass (BFabg)	Dependent	Metric ton (t)	Weight or mass of the aerial part of the tree (trunk, branches, leaves, flowers, fruits and seeds), considering the water in the structure
Fresh Biomass Below Soils (BFblg)	Dependent	Metric ton (t)	Weight or mass of tree roots, considering the water in the structure
Total fresh biomass (BFtot)	Dependent	Metric ton (t)	Total weight or mass of the tree (aerial + roots), considering the water in the structure
Above ground dry biomass (AGB)	Dependent	Metric ton (t)	Weight or mass of the aerial part of the tree (trunk, branches, leaves, flowers, fruits and seeds), discounting the water in the structure

Variable Name	Variable Type	Unit of Measurement	Description
Dry biomass below ground (BGB)	Dependent	Metric ton (t)	Weight or mass of tree roots, discounting water in the structure
Total dry biomass (BStot)	Dependent	Metric ton (t)	Total weight or mass of the tree (aerial + roots), excluding water in the structure
Air carbon (Cabg)	Dependent	Metric ton (t)	Weight or mass of carbon stored in the aerial part of the tree (trunk, branches, leaves, flowers, fruits and seeds)
Carbon below ground (Cblg)	Dependent	Metric ton (t)	Weight or mass of carbon stored in tree roots
Carbon total (Ctot)	Dependent	Metric ton (t)	Total weight or mass of carbon stored in the tree (aerial + roots)
Air equivalent carbon dioxide (CO ₂ e.abg)	Dependent	Metric ton (t)	Weight or mass, in carbon dioxide equivalent, stored in the aerial part of the tree
Carbon dioxide equivalent below the soil (CO ₂ e.blg)	Dependent	Metric ton (t)	Weight or mass, in carbon dioxide equivalent, stored in tree roots
Total carbon dioxide equivalent (CO ₂ e.tot)	Dependent	Metric ton (t)	Total weight or mass, in carbon dioxide equivalent, stored in the tree (aerial + roots)

AI.6. Statistics

To quantify forest biomass/carbon stocks, statistical inference tools are needed. Statistics is the field of mathematics that relates facts and numbers in which there is a set of methods that allow us to collect data and analyze them, so that it is possible to perform some interpretation of them.

Table 2. Statistical parameters, their descriptions and mathematical formulas.

Parameter	Description	Formula
Average	Sum of all observations divided by the total number of observations	$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$
Variance (s ²)	Sum of squared deviations	$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$
Standard Deviation(s)	Measure of dispersion of the observed values in relation to the average	$s = \pm \sqrt{s^2}$
Standard Error	It is the measure of variation of a sample mean in relation to the population mean.	$s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}}$
Confidence Interval	Mean variation as a function of population variability at a specific confidence level, commonly 95%	$\bar{x} \pm \text{With} \times \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
Sum of Corrected Squares of the dependent variable "Y"	Measure of variation of the variable's mean	$SQC_{and} = \sum_{i=1}^n and_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n and_i\right)^2}{n}$
Sum of Corrected Squares of the independent variable "X"	Measure of variation of the variable's mean	$SQC_x = \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2}{n}$

Parameter	Description	Formula
Sum of Corrected Products	It is the product between the independent and dependent variable, used to estimate the Correlation Coefficient	$SPC_{xy} = \sum_{i=1}^n x_i \text{ and } y_i - \frac{(\sum x_i) \times (\sum y_i)}{n}$
Correlation coefficient	Measures the degree of correlation between the independent variables with the dependent one	$r = \frac{SPC_{xy}}{\sqrt{SQC_x SQC_{and}}}$

AI.7. Stratification

The main objective in stratifying a population is to reduce variance within strata, increase estimation accuracy, and optimize sampling.

Stratification of the forest can be carried out by two methods: by the “variance” of the data or according to the “forest class”:

- By variance:
 - It depends on a preliminary sampling;
 - Low cost/benefit ratio; It is
 - May generate biased information/estimates.
- By forest class:
 - It depends on remote sensing and geoprocessing of satellite images from different sensors (RGB and Near Infrared, for example);
 - Optimizes sampling through pre-planning; It is
 - Increases estimation reliability and reduces uncertainties.

However, even if the remote characterization of the forest points to evidence of different forest classes, it is necessary to apply a statistical test to prove the difference. If the test does not identify a significant statistical difference, the stratification of the sample and the inference statistics becomes unnecessary. Of the tests, the most applied by forest engineering is the Analysis of Variance (ANOVA), followed by a Tukey post hoc test.

AI.8. Analysis of Variance (ANOVA)

ANOVA is a mean comparison test. Applied to understanding the nature of natural variation from different sources or testing hypotheses. In this case, we have:

Hypothesis:

- H0: All strata have statistically equal stock averages;
- H1: Not all strata have statistically equal stock averages.

To test this hypothesis, we must develop the “ANOVA table”.

Chart 1. Analysis of variance chart - ANOVA.

SOURCES OF VARIATION	GL	SQ	MQ	F
In between	k -1	$SQE = \sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2$	$MQE = \frac{(SQE)}{(k-1)}$	$F = \frac{MQE}{MQR}$
Residue	n - k	$SQD = \sum_{i=1}^n x_{ij}^2 - \frac{\sum_{i=1}^k (\sum_{j=1}^g x_{ij})^2}{g}$	$MQD = \frac{(SQD)}{(n-k)}$	
Total	n			

where:

- n= total number of observations;
- k = number of groups;
- TOF = Sum of Squares Between Groups;
- MQE = Mean Square between groups; It is
- F = probability F-test.

If the ANOVA presents strong evidence that there is any statistical difference between the means, a Tukey post hoc test is applied to specifically identify which means stand out.

$$\Delta = q\sqrt{\frac{MQR}{r}}$$

where:

- q = tabulated value;
- MQR = residual mean square; It is
- r = number of repetitions.

The result is a correlation probability matrix, for example:

Chart 2. Example of a probability matrix for Tukey's test.

	Med.1	Med. 2	Med. 3	Med. 4	Med. 5	Med. 6	Med. 7	Med. 8	Med. 9
Med. 1	1								
Med. 2	0.0202	1							
Med. 3	0.0009	0.9999	1						
Med. 4	0.5456	0.6508	0.2086	1					
Med. 5	0.0012	0.0000	0.0000	0.0000	1				
Med. 6	0.0141	0.9999	0.9999	0.5979	0.0000	1			
Med. 7	0.6441	0.7947	0.4078	0.9999	0.0000	0.7597	1		
Med. 8	0.0143	0.9937	0.8424	0.8786	0.0000	0.9905	0.9680	1	
Med. 9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1

where:

- average i = refers to the population “i” sampled;
- probability values ranging from 0 (totally different) a 1 (identical).

AI.9. Stratified Statistics

The mathematical formulas for inference statistics, considering the sampling stratification, are presented by Péllico Netto and Brena (1997), they are:

Table 3. Stratified statistical parameters, their descriptions and mathematical formulas.

Parameter	Description	Formula
Average per stratum	Arithmetic mean per sampled stratum	$\bar{x}_h = \frac{\sum_{i=1}^{n_h} X_{them}}{n_h}$
Stratified mean	Weighted average according to the sampled strata	$\bar{x}_{st} = \sum_{h=1}^L In_h \bar{x}_h$
Variance by stratum	Population variance, by sampled stratum	$S_h^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_h} (x_{them} - \bar{x}_h)^2}{n_h - 1}$

Parameter	Description	Formula
Stratified variance	Weighted population variance according to the sampled strata	$s_{st}^2 = \sum_{h=1}^L In_h s_h^2$
Stratified mean variance	Weighted variance of the mean of the sampled population	$s_{x(st)}^2 = \sum_{h=1}^L In_h^2 \times \frac{s_h^2}{n_h}$
stratified standard error	Weighted standard error of the sampled population	$s_{x(st)} = \sqrt{s_{x(st)}^2}$
Stratified sampling error	Weighted sampling error of the inference estimate for the sampled population	$AND_r = \pm \frac{t \times s_{x(st)}}{x_{st}} \times 100$
Confidence interval (95%)	Range of variation of the estimated mean, with a probability of 95%	$I. C. = \bar{x} \pm With \times \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ <p>Where: z = confidence level based on population standard deviation; σ = population standard deviation; n = population size</p>

AI.10. Spatialization (Scale up)

Georeferencing of trees and plots makes it possible to correlate information from the forest inventory with images from remote sensors at different mapping scales. The acquisition of GPS coordinates is sensitive to the equipment, the collection procedure and the satellite coverage and mainly with the forest cover (JUN; GUENSLER; OGLE, 2006; RODRÍGUEZ-PÉREZ; ÁLVAREZ; SANZABLANEDO, 2007; SIGRIST; COPPIN; HERMY, 1999).

Combining field information with remote sensing data is done by comparing geographic positions between field data and images, which directly depends on the resolution and spatial scale of the data. The use of multi-sensors for carbon stock estimates is a recommendation (LU *et al.*, 2012), from the local to regional map (TRUMBORE; BRANDO; HARTMANN, 2015; ZHANG *et al.*, 2014) and with control of the error (IPCC 2010).

In terms of recording methods of geographic coordinates of forest inventories vs. geographic coordinate accuracy, Celes *et al.* (2016) worked on Quality Control and Assurance (QA/QC) and the main points of the study were:

Tested methods

Table 4. Methods for collecting coordinates and positioning of sampling units (plots) sampled in the forest inventory.

Method (code)	Description
GPS.M1	Satellite signal stabilization for 1 minute (EST); coordinate record: single point.
GPS. M2	EST; point average (xi) for 1 minute; coordinate record
GPS. M3	EST; xi for 5 minutes
GPS.M4	EST; xi for 10 minutes
GPS.M5	EST; xi for 15 minutes
GPS.Track (MT)	Option “tracking” for 5 minutes
GEO.GPS (MG)	Georeferencing (GeoRef) using points from all trees
Trimble (MTrim.)	Trimble Points

where:

GPS = Global Positioning System, in English; It is
 “Trimble” = device for receiving GPS signals of the differential type, with post-processing accuracy of up to 2 m (two meters).

Results

From the analysis carried out, it was concluded that the MG method, using “false coordinates” (inclusion of control points within the plot, that is, trees) generated the most accurate coordinates. The “MT” method was the one that generated the maximum “displacement”, greater than 40 m. Even so, in the comparison analysis of the means (ANOVA) between the methods, no statistically significant differences were found between them, that is, the precision and accuracy of the coordinate is not influenced by the selected method (Table5). Finally, any of the methods generate reliable and verifiable information, being considered valid for REDD projects, since displacements do not show an evident trend (Figure 2).

Table 5. Descriptive statistics, mean and maximum displacements of the evaluated methods and the results of the Analysis of Variance (ANOVA) of the means.

ANOVA			Displacement, in meters		Test t - GeoGPS	
Methods			Media ± I.C. (95%)	Maximum	p-value	Pearson
GPS.M1	GPS.M1	GPS.M1	6.9 ± 1.2	23.2	0.040	0.077
GPS. M2	GPS. M2	GPS. M2	7.2 ± 1.0	17.7	< 0.001	0.360
GPS. M3	GPS. M3	GPS. M3	6.5 ± 0.9	17.7	0.001	0.380
GPS.M4	GPS.M4	GPS.M4	6.4 ± 0.9	17.0	0.004	0.359
GPS.M5	GPS.M5	GPS.M5	6.0 ± 0.9	18.3	0.033	0.208
MT	-	-	6.6 ± 1.5	42.6	0.041	0.026
-	-	MG	4.2 ± 1.0	10.6		
p = 0.737	p = 0.510	p = 0.010	-	-	-	-

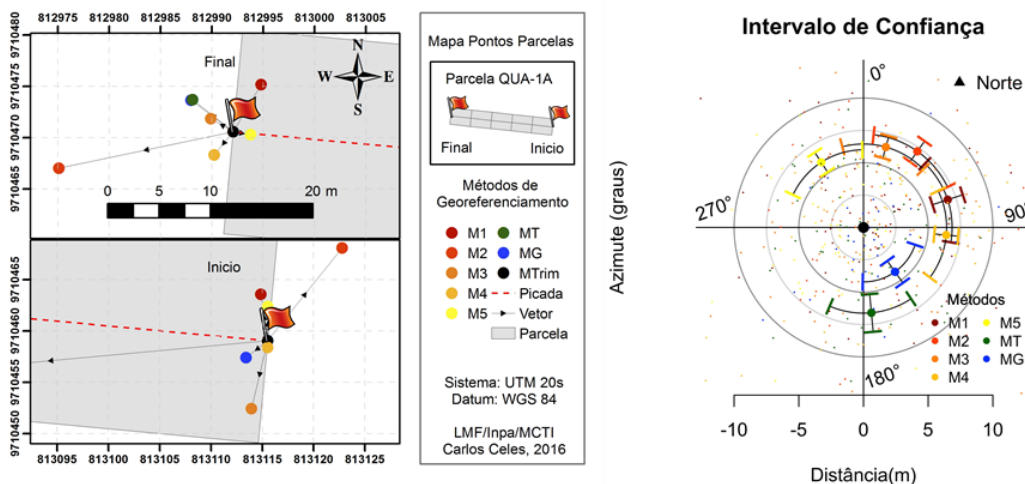


Figure 2. Map showing the different methods of positioning the initial and final points of the plot (left) and graph showing the mean and confidence interval of each georeferencing method of the plot (right).

Types of GPS (Global Positioning System) signal receiver devices most common on the market and capable of producing coordinate records with acceptable levels of uncertainty, provided they are properly operated, are:

- Geodesic:
 - More precise/accurate;
 - High cost;
 - Specialized operation.
- Topographic:
 - High precision/accuracy;
 - Medium cost;
 - Specialized operation.
- Navigation:
 - Verifiable precision/accuracy;
 - Low cost;
 - Simple operation.

In terms of satellite images and/or different sensors, we have:

Table 6. Spatial resolution of optical data.

Spatial Resolution Range	Nomenclature	Sensor Systems*
< 1 m	Very high spatial resolution (VHSR)	QuickBird, Planet, WorldView, Pleiades, ARP
1 m a 10 m	High Spatial Resolution (HSR)	ICONS, SPOT, RapidEye
10 m a 100 m	Medium spatial resolution (MSR)	LandSat, Sentinel, ASTER
100 m a 1.000 m	Low spatial resolution (LSR)	WAYS, MERIS
> 1.000 m	Very Low Spatial Resolution (VLSR)	AVHRR, VAI

where: m = meter; * examples of sensors available on the market.

Table 7. Platform, sensor, available period and spatial resolution of some satellite imagery providers in the market

Platform	Sensor	Period Available	Spatial Resolution
LandSat 5	TM	1984 a 2011	30 m
LandSat 7	ETM+	1999 a 2003	30 m
LandSat 8	OLI/TIRS	From 2013	30 m
LandSat 9	OLI-2/TIRS-2	Starting in 2021	30 m
Sentinel	MSI	From 2014	10 m
Planet	Where	From 2013	3 m

After collecting all the information for carbon mapping, it is necessary to choose the mathematical model that will represent this relationship. Linear, multiple, non-linear or adjusted models with ordinary least squares, generalized additive model, random forest, and support vector regression (SVR) are used to estimate carbon (LU *et al.*, 2014) (FENG *et al.*, 2017) (LI *et al.*, 2014). The SVR had the best performance in comparison tests of the above models (LI *et al.*, 2014). Complex models are difficult to interpret. Simpler models present greater interpretation of the coefficients and the cause and consequence of the relationship. However, regardless of the chosen models, errors need to be identified, quantified and propagated throughout the process and the effort to reduce them is critical (LU, 2006).

AI.II. Continuous Forest Inventory

The Continuous Forest Inventory (CFI) is the monitoring of a forest area through the periodic measurement of its population (census) or part of it (sampling). The IFC is essential to assess the dynamic character of a forest's growth, for example, after an exploratory intervention of wood resources (PÉLLICO NETTO & BRENA, 1997; QUEIROZ, 1998). This procedure results in obtaining a series of fundamental information for decision makers, such as growth, entry, mortality, cutting cycle, succession and stock density, among others.

The main method for monitoring a forest is through sampling on multiple occasions (PÉLLICO NETTO & BRENA, 1997), in which there are basically four types of sampling processes:

Independent Sampling

In this process, according to Péllico Netto and Brena (1997), the approaches on both occasions are performed independently of each other. On the first occasion, temporary plots (u) are installed, according to the selected method, and on the second occasion, new sampling units (n) are installed, following the same methodology, but in different locations. The use of this process leads to the evaluation only of the differences between the initial and final stocks of the analyzed period and there is no way to evaluate the individual growth of the trees, nor to monitor mortality and/or recruitment rates.

Sampling with Total Repetition

According to Husch *et al.* (1972), this process is the “concept of using permanent plots and the basis of the Continuous Forest Inventory”. In this, the permanent plots (m) installed on the first occasion are periodically monitored. There is no installation of new plots and no sampled unit is left out of the remeasurement. The main advantage is the monitoring of recruitment, mortality and increment rates of the sampled trees. However, the data are permanently subject to the same levels of bias.

Sampling with Partial Repetition

It is the combination of the two previous processes (HUSCH *et al.* 1972; PÉLLICO NETTO & BRENA, 1997). In the forest inventory carried out on the first occasion, permanent (m) and temporary (u) plots are installed. On the second occasion, the permanent plots (m) are remeasured and new temporary plots (n) installed. In this way, individual monitoring of the trees and their respective rates is possible, as well as maintaining a certain independence between the sampled data.

Dual Sampling

Very similar to sampling with partial repetition, however, new temporary plots are not installed on the second occasion. It has the same advantages and disadvantages as sampling with full repetition.

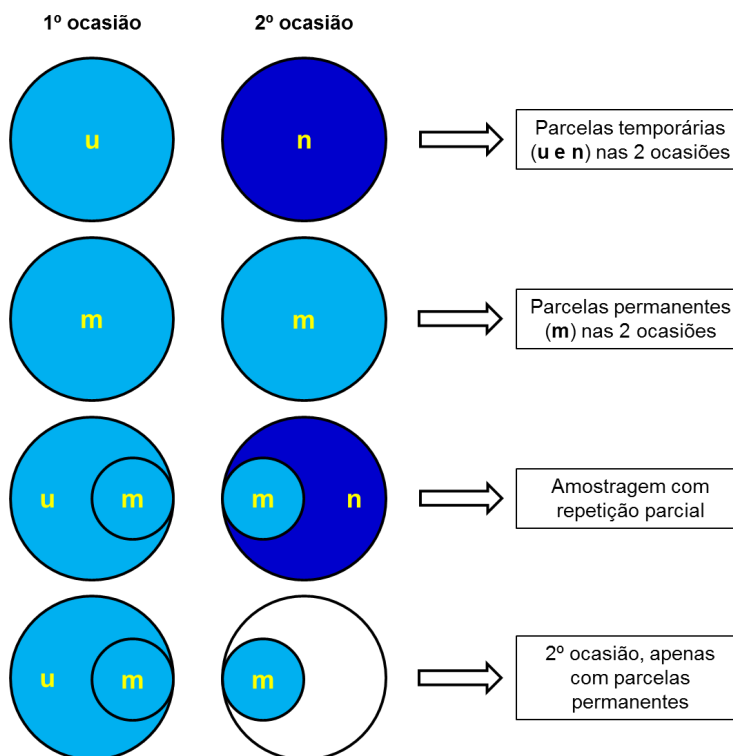


Figure 3. Illustrative scheme of the four types of continuous sampling processes.

Individuals are continuously lost and replaced through local ecological processes, in a balance given by the mortality/recruitment ratio (SWAINE *et al.* 1987; SWAINE, 1990). This dynamic balance provides the establishment and growth of new species, reflecting on the plant diversity of communities (PHILIPS *et al.* 1994; REES *et al.* 2001). Briefly, it can be said that the three main components of forest dynamics are: recruitment, mortality and growth of individuals.

According to Rezende (2002), recruitment refers to the number of new trees that reached and/or exceeded a measurable minimum size in the forest inventory. The exit of individuals from the monitoring system due to their death is called the mortality rate. Finally, growth is the evaluation of the increment of measured dimensions of one or more individuals of a forest in a given period of time. In monitoring tropical forests, these components can only be estimated by re-measuring permanent plots.

ANNEX II - REMOTE MONITORING AND PERMANENCE ANALYSIS

Remote monitoring is the periodic monitoring of the vegetation cover of the Project Area (PA). Through satellite images, it is possible to verify the status of the forest, in terms of “occupied area”. This process is used for land use change history analysis and permanence verification.

The points observed for this analysis are:

- A satellite image suitable for the project period is acquired:
 - A suitable image is configured that:
 - It has less than 10% (ten percent) cloud coverage;
 - With less than 30 (thirty) days from the project submission date;
 - With spatial resolution of at least 30 m (thirty meters);
 - That includes RGB (visible field) and Near Infrared sensors.
- At each verification period, the *download* of a new, updated image;
- The vegetation cover is verified, if deforestation points are identified, these are mapped and their extension (area, in hectares) quantified:
 - In the case of identified deforestation, the corresponding emissions must be subtracted from the potential credits to be generated in the crediting period;
 - If the deforested area results in an emission equal to or greater than 50% of the total potential of carbon credits to be generated in the property, the project will be canceled.

LITERATURES CONSULTED AND THEORETICAL BASIS

ACHARD, F.; EVA, H. D.; STIBIG, H-J.; MAYAUX, P.; GALLEGRO, J.; RICHARDS, T.; MALINGREAU, J-P. 2002. Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests. *Science*. Vol. 297, p. 999-1

AKINDELE, S. O.; LEMAY M.V. 2006. Development of tree volume equations for common timber species in the tropical rain forest area of Nigeria. *Forest Ecology and Management*. N° 226. Pp 41 - 48.

ALDER, D. 1980. Forest Volume Estimation and Yield Prediction. *Yield Prediction*. FAO Forestry Paper 22/2. v. 2. 194 p.

AMADON, D. 1973. Birds of the Congo and Amazon Forest: A comparison. In: *Tropical Forest Ecosystems in Africa and South America: A Comparative Review*. Ed. By Institution Press. Washington, D. C. p. 267-277.

AMARAL, I. L. do; MATOS, F. D. A.; LIMA, J. 2000. Floristic composition and structural parameters of one hectare of dense terra firme forest on the Uatumã River, Amazonia, Brazil. *Acta Amazonica*. 30(3): 377-392.

ANDERSON, L. O.; MALHI, Y.; LADLE, R. J.; ARAGAO, L. E. O. C.; SHIMABUKURO, Y.; PHILLIPS, O. L.; BAKER, T.; COSTA, A. C. L.; MIRROR, J. S.; HIGUCHI, N.; LAURANCE, W. F.; LOPEZ-GONZALEZ, G.; MONTEAGUDO, A.; NUNES-VARGAS, P.; PEACOCK, J.; QUESADA, C. A.; ALMEIDA, S.; VÁSQUEZ, R. 2009. Influence of landscape heterogeneity on spatial patterns of wood productivity, wood specific density and above ground biomass in Amazonia. *Biogeosciences*. 6, 2039–2083.

ANGELSEN, A.; BROCKHAUS, M.; SUNDERLIN, W. D.; VERCHOT, L. V. (eds) 2013 *Analysing REDD+: Challenges and choices*. CIFOR, Bogor, Indonesia. V. 1. 488 p.

ARAGÃO, L. E. O. C.; MALHI, Y.; METCALFE, D.B.; SILVA-ESPEJO, J.E.; JIMENEZ, E.; NAVARRETE, D.; ALMEIDA, S. COSTA, A. C. L.; SALINAS, N.; PHILLIPS, O.L.; ANDERSON, L.O.; ALVAREZ, E.; BAKER, T.R.; GONÇALVES, P.H.; HUAMAN-OVALLE, J.; MAMANI-SOLÓRZANO, M.; MEIR, P.; MONTEAGUDO, A.; PATINO, S.; PEÑUELA, M.C.; PRIETO, A.; QUESADA, C.A.; ROZAS-D´AVILA, A.; RUDAS, A.; SILVA JR., J.A.; VÁSQUEZ, R. 2009. Above- and below-ground net primary productivity across tem Amazonian forests on contrasting soils. *Biogeosciences*, 6, 2759–2778.

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

ASNER, G. P.; KNAPP, D. E.; BROADBENT, E. N.; OLIVEIRA, P. J. C.; KELLER, M.; SILVA, J. N. 2005. Selective logging in the Brazilian Amazon. *Science*. Vol. 310: 480-482.

AYRES, J.M and BEST, R. 1979. Strategies for the conservation of the Amazon fauna. *Supplement Acta Amazonica* 9(4): 81-101.

AZEVEDO, C. P. de.; SANQUETTA, C. R.; SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P. de.; LOPES, J. C. A.; SOUZA, C. R. de. 2008. Effect of different levels of logging and silvicultural treatments on the dynamics of the remaining forest stand. *Anais: Seminar Dynamics of Tropical Forests*. Bethlehem, PA.

BACCINI, A.; GOETZ, S. J.; WALKER, W. S.; LAPORTE, N. T.; SUN, M.; SULLA-MENASHE, D.; HACKLER, J.; BECK, P. S. A.; DUBAYAH, R.; SAMANTHA, S.; HOUGHTON, R. A. 2012. Estimated carbon dioxide emissions from tropical deforestation improved by carbon-density maps. *Nature Climate Change*. Vol. 2. DOI: 10.1038/NCLIMATE1354. p. 182-185.

BAKER, T. R.; PHILLIPS, O. L.; MALHI, Y.; ALMEIDA, S.; ARROYO, L.; Di FIORI, A.; ERWIN, T.; KILLEEN, T. J.; LAURANCE, S. G.; LAURANCE, W. F.; LEWIS, S. L.; LLOYD, J.; MONTEAGUDO, A.; NEILL, D. A.; PATIÑO, S.; PITMAN, N. C. A.; SILVA, J. N. M.; VÁSQUEZ MARTÍNEZ, R. 2004a. Variation in wood density determines spatial patterns in Amazonian forest biomass. *Global Change Biology*. 10, 545-562.

BAKER, T. R.; PHILLIPS, O. L.; MALHI, Y.; ALMEIDA, S.; ARROYO, L.; Di FIORE, A.; ERWIN, T.; HIGUCHI, N. KILLEEN, T. J.; LAURANCE, S. G.; LAURANCE, W. F.; LEWIS, S. L.; MONTEAGUDO, A.; NEILL, D. A.; VARGAS, P. N.; PITMAN, N. C. A.; SILVA, J. N. M.; MARTINEZ, R. V. 2004b. Increasing biomass in Amazonian forest plots. *The Royal Society*, 359:353-365.

BARROS, P. L. C.; SILVA JÚNIOR, A. T. 2009. Volume equation for trees in a dense tropical forest in the municipality of Anapu, western Pará state, eastern Amazon. *Journal of Agricultural Sciences*. Bethlehem, no. 51, p. 115-126.

BATISTA, J. L. F.; MARQUESINI, M.; VIANA, V. M. 2004. Volume equations for caxeta trees (*Tabebuia casinoides*) in the state of São Paulo and south of Rio de Janeiro. *Scientia Florestalis*. No. 65. 162-175.

BORGES, C. P. I. Allometric equations to estimate biomass of forested campinaranas in the Manaus region, Central Amazon. Master's dissertation, National Institute of Amazonian Research. Manaus, Xp. 2010

BRAGA, P.I.S. 1979. Phytogeographic subdivision, vegetation types, conservation and floristic inventory of the Amazon Forest. *Acta Amazonica*. Suppl., Manaus, v. 9, no. 4, p. 53-80.

BRANDEIS, T. J.; DELANEY, M.; PARRESOL, B. R.; ROYER, L. 2006. Development of equations for predicting Puerto Rican subtropical dry forest biomass and volume. *Forest Ecology and Management*. 233. 133–142.

BRAZIL. Constitution of the Federative Republic of Brazil, 1988. Available at: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm.

BRAZIL. Constitution of the State of Amazonas, 1989. Available at: http://www.camara.gov.br/internet/interacao/constituicoes/constituicao_amazonas.pdf.

BRAZIL. Law n. 5,449 of June 4, 1968. Declares in the interest of national security. Available at: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/L5449.htm.

BRAZIL. Law n. 9,985 of July 18, 2000. Establishes the National System of Nature Conservation Units. Available at: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm.

BRAZIL. Law n. 12,651 of May 25, 2012. Establishes the New Brazilian Forest Code. Available at: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm.

BROWN, S. 1997. Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forests: a Primer. *FAO Forestry Paper 134*, Rome, Italy, p. 55.

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. Forest measurement: questions and answers. Viçosa, MG: UFV. 2002. 407 p.

CARNEIRO, V. M. C. Floristic composition and structural analysis of primary terra firme forest in the Cueiras river basin, Manaus – AM. Master's dissertation, National Institute of Amazonian Research. Manaus, p. 77, 2004.

CARVALHO, J. O. P.; SILVA, J. N. M.; LOPES, J. C. A. 2004. Growth rate of a terra firme rain forest in brazilian amazonia over an eight-year period in response to logging. *Acta amazonica*. Vol. 34(2): 209 – 217.

CELES, C. H.; HIGUCHI, F.G.; AMARAL, M. R.; SANTOS, J.; LIMA, A.J.N.; COBELLO, L.O.; HIGUCHI, N. Assurance and quality control (QA/QC) of georeferencing in forest inventories in the Amazon. 2016. *Anais do III Mensuflor*, Volume 1, Number 1, pg. 424-428

CHAMBERS, J. Q.; HIGUCHI, N.; SCHIMEL, J. P. 1998. Ancient Trees in Amazonia. *Nature*, 391:135-136.

CHAMBERS, J. Q.; SANTOS, J. dos.; RIBEIRO, R. J.; HIGUCHI, N. 2000. Tree damage, allometric relationships, and above-ground net primary production in central Amazon forest. *Forest Ecology and Management*. 5348. 1-12.

CHAMBERS, J. Q.; HIGUCHI, N.; TRIBUZY, E. S.; TRUMBONE, S. E. 2001. Carbon sink for a century. *Nature*. Vol. 410. p. 429.

CHAMBERS, J. Q.; HIGUCHI, N.; TEIXEIRA, L. M.; SANTOS, J. dos.; LAURANCE, S. G.; TRUMBONE, S. E. 2004. Response of tree biomass and wood litter to disturbance in a Central Amazon forest. *Oecologia*. 141: 596–614

CHATTERJEE, S.; HADI, A. S.; PRICE, B. 2000. *Regression analysis by example*. John Wiley and Sons, New York, New York, USA. V. 5. 424 p.

CHAVE, J.; ANDALO, C.; BROWN, S.; CAIRNS, M. A.; CHAMBERS, J. Q.; EAMUS, D.; FOLSTER, H.; FROMARD, F.; HIGUCHI, N.; KIRA, T.; LESCURE, J. P.; NELSON, B. W.; OGAWA, H.; PUIG, H.; RIERA, B.; YAMAKURA, T. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*, 145: 85-99.

CLUTTER, J. L.; FORTSON, J. C.; PIENAAR, L. V.; BRISTER, G. H.; BAILEY, R. L. *Timber Management: A Quantitative Approach*. John Wiley and Sons, Inc. New York. 1983. V. 1. 333p.

COHEN, J.; P. COHEN. *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences*. Lawrence Erlbaum, Mahwah, New Jersey, USA. 1983. V. 1. 545 p.

COLPINI, C.; TRAVAGIN, D. P.; SOARES, T. S.; SILVA, V. S. M. 2009. Determination of volume, form factor and percentage of individual tree houses in an open rainforest in the northwest region of Mato Grosso. *Acta Amazonica*. Vol. 39(1), 97-104.

CONDÉ, T. M.; HIGUCHI, N.; LIMA, A. J. N. 2019. Illegal Selective Logging and Forest Fires in the Northern Brazilian Amazon. *Forest*, v. 10, p. 61.

COUTO, H. T. Z. do.; BASTOS, N. L. M. 1987. Volume equation models and hypsometric relationships for eucalyptus plantations in the state of São Paulo. *IPEF*, n.37, p.33-44.

D'OLIVEIRA, M. V. N.; BRAZ, E. M. 2006. Study of the dynamics of managed forest in the community forest management project of PC Pedro Peixoto in the Western Amazon. *Acta amazon*. Vol. 36(2): 177 – 182.

DRAPER, N. R.; SMITH. H. *Applied regression analysis*. John Wiley and Sons, New York, New York, USA. 1998. 3rd edition. 706 p.

ELDIK, van T.; LIMA, J. P.; PINTO, A. C.; ESTUMANO, D.; REIS, Q. 2008. Final Report of the FLONA Diagnostic Forest Inventory of Saracá-Taquera, state of Pará. Brazilian Forest Service. 49 p.

EVA, H.D.; ACHARD, F.; STIBIG, H-J.; MAYAUX, P. 2003. Response to comment on "Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests". Science, 299, 1015b.

FEARNSIDE, P. M. 1996. Amazonian deforestation and global warming: carbon stocks in vegetation replacing Brazil's Amazon forest. Forest Ecology and Management. 80, 21-34.

FEARNSIDE, P. M. Deforestation in the Amazon: Dynamics, impacts and controls. Acta Amazonia. Manaus, v. 36, no. 3, p. 395-400, 2006.

FEARNSIDE, P. M.; LAURANCE, W. F. 2003. Comment on determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests. Science, 299, 1015a.

FELDPAUSCH, T. R.; BANIN, L.; PHILLIPS, O. L.; BAKER, T. R.; LEWIS, S. L.; QUESADA, C. A.; AFFUM-BAFFOE, K.; ARETS, E. J. M. M.; BERRY, N. J.; BIRD, M.; BRONDIZIO, E. S.; CAMARGO, P. de.; CHAVE, J.; DJAGBLETEY, G.; DOMINGUES, T. F.; DRESCHER, M.; FEARNSIDE, P. M.; FRANÇA, M. B.; FYLLAS, N. M.; HIGUCHI, N.; HUNTER, M. O.; IIDA, Y.; SALIM, K. A.; KASSIM, A. R.; KELLER, M.; KEMP, J.; KING, D. A.; LOVETT, J. C.; MARIMON, B. H.; MARIMON-JUNIOR, B. H.; LENZA, E.; MARSHALL, A. R.; METCALFE, D. J.; MITCHARD, E. T. A.; MORAN, E. F.; NELSON, B. W.; NILUS, R.; NOGUEIRA, E. M.; PALACE, M.; PATIÑO, S.; PEH, K. S. -H.; RAVENTOS, M. T.; REITSMAN, J. M.; SAIZ, G.; SCHRODT, F.; SONK, B.; TAEDOUNG, H. E.; TAN, S.; WHITE, L.; WOLL, H.; LLOYD, J. 2011. Height-diameter allometry of tropical forest trees. Biogeosciences, 8, 1081-1106.

FELDPAUSCH, T.R.; LLOYD, J.; LEWIS, S. L.; BRIENEN, R.J.W.; GLOOR, M.; MONTEAGUDO MENDOZA, A.; GONZALEZ-LOPEZ, G.; BANIN, L.; SALIM, K. A.; AFFUM-BAFFOE, K.; ALEXIADS, M.; ALMEIDA, S.; AMARAL, I.; ANDRADE, A.; ARAGAO, L.E.O.C.; MURAKAMI, A. A.; ARETS, E.J.M.M.; STREAM, L.; AYMARD, G. A. C.; BAKER, T. R.; BANK, O. S.; BERRY, N. J.; CARDOZO, N.; CHAVE, J.; COMISKEY, J. A.; ALVAREZ, E. OLIVEIRA, A.; DiFIORE, A.; DJAGBLETEY, G.; DOMINGUES, T. F.; ERWIN, T. L.; FEARNSIDE, P. M.; FRANCE, M. B.; FREITAS, M.A.; HIGUCHI, N.; HONORIUS, E.; IIDA, Y.; JIMENEZ, E.; KASSIM, A. R.; KILLEEN, T. J.; LAURANCE, W. F.; LOVETT, J. C.; MALHI, Y.; MARIMON, B. S.; MARIMON-JUNIOR, B. H.; LENZA, E.; MARSHALL, A. R.; MENDOZA, C.; METCALFE, D. J.; MITCHARD, E. T. A.; NEILL, D. A.; NELSON, B. W.; NILUS, R.; NOGUEIRA, E. M.; STOP, A.; PEH, K. S.-H.; PENNA CROSS, A.; PENUELA, M. C.; PITMAN, N. C. A.; PRIETTO, A.; QUESADA, C. A.; RAMIREZ, F.; RAMIREZ-ANGULO, H.; REITSMA, J. M.; WHEELS, A.; SAIZ, G.; SOLOMON, R. P.; SCHWARZ, ; SILVA, N.; SILVA-MIRROR, J. E.; SILVEIRA, M.; SONKÉ, B.; STROPP, J.; TAEDOUNG, H.E.; TAN, S.; STEEGE, H.; TERBORGH, J. ;

TORELLO-RAVENTOS, M.; van der HEIJDEN, G. M. F.; VASQUEZ, R.; VILANOVA, E.; VOS, V.A.; WHITE, L.; WILLCOCK, S.; WOELL, H.; PHILLIPS, O. L. 2012. Tree height integrated into pantropical forest biomass estimates. *Biogeoscience*. Vol. 9. 3381-3

FENG, Y.; LU, D.; CHEN, Q.; KELLER, M.; MORAN, E.; SANTOS, M. N.; BOLFE, E. L.; BATISTELLA, M. Examining effective use of data sources and modeling algorithms for improving biomass estimation in a moist tropical forest of the Brazilian Amazon. *International Journal of Digital Earth*, v. 0., n. 0, p. 1-21, 2017.

FERGUSON, L. S.; LEECH, J. W. 1978. Generalized Least Squares Estimation of Yield Functions. *Forest Science*. 24:27-42.

FERNANDES, N. P.; JARDIM, F. C. S.; HIGUCHI, N. 1984. Volume tables for terra firme tropical forest from the INPA Experimental Tropical Silviculture Station. *Acta Amazonica*.

FITTKAU, E. J.; IRMLER, U.; JUNK, W. J.; REISS, F.; SCHMIDT, G. W. 1975. Productivity, biomass, and population dynamics in Amazonian water bodies. In: F.B. Golley and E. Medina (Editors), *Tropical Ecological Systems -- Trends in Terrestrial and Aquatic Research*. Springer, New York, N.Y., pp. 289-311.

FOSTER BROWN, I.; MARTINELLI, L. A.; THOMAS, W. W.; MOREIRA, M. Z.; FERREIRA, C. C. A.; VICTORIA, R. A. 1995. Uncertainty in the biomass of Amazonian forests: Na example from Rondônia, Brazil. *Forest Ecology and Management*. 75, p. 175-189.

GAMA, J. R. V.; BOTELHO, S. A.; GAMA-BENTES, M. M. 2002. Floristic composition and structure of natural regeneration of secondary lowland forest in the Amazon estuary. *Tree Magazine*. V. 26, no. 5, p. 559-566.

GRACE, J.; LLOYD, J.; McINTYRE, J.; MIRANDA, A. C.; MEIR, P.; MIRANDA, H. S.; NOBRE, C.; MONCRIEFF, J.; MASSHEDER, J.; MALHI, Y.; WRIGHT, I.; GASH, J. 1995. Carbon dioxide uptake by na undisturbed tropical rain forest in Southwest Amazonia, 1992 to 1993. *Science*. Vol. 270, p. 778-780.

GRAHAM, M. H. 2003. Confronting multicollinearity in ecological multiple regression. *Ecology*. 84(11). 2809-2815.

HEDGES, J. I.; CLARK, W. A.; QUAY, P. D.; RICHEY, J. E.; DEVOL, A. H.; SANTOS, U. M. 1986. Compositions and fluxes of particulate organic material in the Amazon River. *Limnology and Oceanography*. Vol. 31, n. 4, 717-738.

HIGUCHI, N. 1986-87. Systematic sampling versus random sampling in terra firme tropical rainforest in the Manaus region. *Acta Amazonica*, 16/17 (single): 393-400.

HIGUCHI, N. Short-term growth of an undisturbed tropical moist forest in the Brazilian Amazon. Tese de Doutor, Michigan State University. East Lansing, p. 129, 1987.

HIGUCHI, N. Using the “jackknife” method to estimate wood volume in the Amazon rainforest. In: Minutes of the 24th Regional Meeting of the Brazilian Association of Statistics and 12th Statistic Week. Manaus, AM, April 22-24, 1992. pp. 42-56.

HIGUCHI, N. Unsustainable deforestation in the Amazon. Science Today. v. 39, p. 67-71, Ed. November – 2006.

HIGUCHI, N.; RAMM, W. 1985. Developing bole wood volume equations for a group of tree species of Central Amazon (Brazil). *Commonw. For. Rev.* 64(1). 33-41.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J. dos; JARDIM, F. C. S. 1982. Sample plot size for forest inventories. *Acta Amazonica*, Manaus, v. 12, no. 1, p. 91-103.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J. M.; IMANAGA, M.; YOSHIDA, S. 1994. Aboveground biomass estimate for Amazonian dense tropical moist forest. *Memoirs of the Faculty of Agricultura, Kagoshima University (Journal)*. 30, p. 43-54.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J. dos; RIBEIRO, R. J.; FREITAS, J. V.; VIEIRA, G.; COIC, A.; MINETTE, L. J. 1997. Growth and Increment of an Experimentally Managed Terra-Firme Amazon Forest In: *Forest Nutrient Biomass*. INPA/DFID, Manaus, p. 89-132.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; RIBEIRO, R. J.; MINETTE, L.; BIOT, Y. 1998. Aboveground vegetation biomass of the upland humid tropical forest of the Brazilian Amazon. *Acta Amazonica*, 28(2):153-166.

HIGUCHI, N.; CHAMBERS, J.Q.; SANTOS, J.; RIBEIRO, R. J.; PINTO, A. C. M.; SILVA, R. P.; ROCHA, R. M.; TRIBUZI, E. S. 2004. Dynamics and carbon balance of primary vegetation in Central Amazonia. *Forest*. 34(3) 295-304.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J. dos; LIMA, A.J.N.; TEIXEIRA, L. M.; CARNEIRO, V. M. C.; TRIBUZY, E. S. Sustainable forest management in the Brazilian Amazon. Manaus, p. 140-155, 2006.

HIGUCHI, M. I. G.; HIGUCHI, N. (eds). The Amazon rainforest and its multiple dimensions: a proposal for environmental education - 2nd. revised and expanded edition. Manaus: INPA/FAPEAM/CNPq/INCT, 2012. 424p.

HIGUCHI, F. G. VOLUME AND BIOMASS DYNAMICS OF THE AMAZON TERRA FIRM FOREST. Doctoral thesis. 2015.

HOCKING, R. R. Methods and applications of linear models: regression and the analysis of variance. John Wiley and Sons, New York, New York, USA. 3rd edition. 1996. 720 p.

HOUGHTON, R. A. 1997. Terrestrial carbon storage: global lessons for Amazonian research. *Ciencia e Cultura Sao Paulo*, 49, 58–72.

HOUGHTON, R.A; SKOLE, D. L; NOBRE, C. A; HACKLER, J.L; LAWRENCE, K. T.; CHOMENTOWSKI, W. H. 2000. Annual fluxes of carbon from deforestation and regrowth in the Brazilian Amazon. *Nature*, 403, 301–304.

HOUGHTON, R. A.; LAWRENCE, K. T.; HACKLER, J. L.; BROWN, S. 2001. The spatial distribution of forest biomass in the Brazilian Amazon: a comparison of estimates. *Global Change Biology*. 7, 731-746.

HOUGHTON, R. A. 2005. Aboveground forest biomass and the global carbon balance. *Global Change Biology*. 11, 945-958.

HUMMEL, A.C.; ALVES, M. V. S.; PEREIRA, D.; VERÍSSIMO, A.; SANTOS, D. 2010. Logging activity in the Brazilian Amazon: production, income and markets. Brazilian Forest Service, Institute of Man and Environment of the Amazon. Belém-PA. 32 p.

HUNTER, M. O.; KELLER, M.; VICTORIA, D.; MORTON, D. C. 2013. Tree height and tropical forest biomass estimation. *Biogeosciences*. 10. 8385-8399.

HUSCH, B.; MILLER, C. I.; BEERS, T. W. Forest mensuration. New York. Ronald Press. 1971.

HUSCH, B.; MILLER, C. I.; BEERS, T. W. Forest Mensuration. New York: John Wiley & Sons. 2nd ed., 1972. 402 p.

IBGE. 2012. Technical manual of Brazilian vegetation. IBGE. Rio de Janeiro. 271 p.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 1990. Climate Change – The IPCC Scientific Assessment. Edited by: Houghton, J. T.; Jenkins, G. J.; Ephraums, J. J. Cambridge University Press. New York. 414 p.

IPCC. 1990. Climate Change – The IPCC Impact Assessment. Edited by: Tegart, W. J. McG.; Sheldon, G. W.; Griffiths, D. C. Australian Government Publishing Service. Canberra. 296 p.

IPCC. 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Available at <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>.

IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental

Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.

ITTO, 2012: Annual review and assessment of the world timber situation. International Tropical Timber Organization. Yokohama, Japan. Prepared by the Division of Economic Information and Market Intelligence, ITTO. ISBN 978-4-86507-007-1.

JARDIM, F. C. S.; HOSOKAWA, R.T. 1986/87. Structure of the humid equatorial forest at the INPA tropical forestry experimental station. *Acta Amazonica*, Manaus, v. 16/17, no. single, p. 411-507.

JIANG, L.; BROOKS, J. R.; WANG, J. 2005. Compatible taper and volume equations for yellow-poplar in West Virginia. *Forest Ecology and Management*. 213. 399-409.

JUN, J.; GUENSLER, R.; OGLE, J. H. Smoothing methods to minimize impact of global positioning system random error on travel distance, speed, and acceleration. *Profile Estimates*. n. 1972, p. 141-150, 2006.

JUNK, W.J. Wetlands of tropical South América. In: Whigham, D.H & Dykyjova, D. (eds.): *Wetlands of the world I*. Kluwer Academic Publishers. p. 679-739, 1993.

KOCH, G. W.; SILLETT, S. C.; JENNINGS, G. M.; DAVIS, S. D. 2004. The limits to tree height. *Nature*. Vol. 428. 851-854.

KONHAUSER, K. O.; FYFE, W. S.; KRONBERG, B. I. 1994. Multi-element chemistry of some Amazonian Waters and soils. *Chemical Geology*. 111. 155-175.

KOSSOY, A.; GUIDON, P. State and trends of the carbon Market 2012. World Bank report. 138 p. 2012.

KRONBERG, B. I.; FYFE, W. S.; LEONARDOS, O. H.; SANTOS, A. M. 1979. The chemistry of some Brazilian soils: element mobility during intense weathering. *Chemical Geology*. 24. 211-229.

LENTINI, M.; VERÍSSIMO, A.; PEREIRA, D. 2005. The logging expansion in the Amazon. *The State of the Amazon*, 2:1-4.

LI, M.; IM, J.; QUACKENBUSH, L. J.; LIU, T. Forest biomass and carbon stock quantification using airborne LiDAR Data: A case study over Huntington Wildlife Forest in the Adirondack Park. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observation and Remote Sensing*, v. 7, n. 7, p. 3143-3156, 2014.

LIMA, J. A. N. Evaluation of a continuous forest inventory system in managed and unmanaged areas in the state of Amazonas (AM). 183 p. Thesis (Doctorate in Tropical Forest Sciences). Inst. Nac. of Research Amazon (INPA). Manaus, 2010.

LIMA, A. J. N.; SUWA, R.; RIBEIRO, G. H. P. M., KAJIMOTO, T.; SANTOS, J. dos; SILVA, R. P. dos; SOUZA, C. A. S. de; BARROS, P. C.; NOGUCHI, H.; ISHIZUKA, M.; HIGUCHI, N. 2012. Allometric models for estimating above- and below-ground biomass in Amazonian forests at São Gabriel da Cachoeira in the upper Rio Negro, Brazil. *Forest Ecology and Management*. 277, 163–172.

LOETSCH, F.; ZÖHRER, F.; HALLER, K.E. *Forest Inventory*. Munich, BLV publishing company. 2nd edition. Vol. II. 1973. 469 p.

LOPES, U. B. Physical, chemical and ecological aspects of natural mixtures of physicochemically different waters in the Amazon. 49 p. Doctoral thesis. INPA–Postgraduate in Biological Sciences. Manaus, 1992.

LU, D. Review Article. The Potential and challenge of remote sensing-based biomass estimation. *International Journal of Remote Sensing*. v. 27, n. 7, p. 1297-1328, 2006.

LU, D.; CHEN, Q.; WANG, G.; MORAN, E.; BATISTELLA, M.; ZHANG, M.; LAURIN, G. V.; SAAH, D. Aboveground forest biomass estimation with LandSat and LiDAR Data and uncertainty analysis of the estimates. *International Journal of Forestry Research*, v. 2012, n. 1, p. 1-16, 2012.

LU, D.; CHEN, Q.; WANG, G.; LIU, L.; LI, G.; MORAN, E. A survey of remote sensing-based aboveground biomass estimation methods in forest ecosystems. *International Journal of Digital Earth*, n. December, p. 37-41, 2014.

MACHADO, S.A.; FIGUEIREDO FILHO, A. *Dendrometry*. 2nd edition. Guarapuava: Editora Unicentro, 2006. v. 1-2ed.. 316p.

MACHADO, S.A.; FIGURE, M.A.; SILVA, L. C. R.; TÉO, S.J.; STOLLE, L.; URBANO, E. 2008. Volumetric modeling for bracinga (*Mimosa scabrella*) in stands in the Metropolitan Region of Curitiba. *Brazilian Forest Research*. Columbus, no. 56. 17-29.

MALHI, Y.; NOBRE, A. D.; GRACE, J.; KRUIJT, B.; PEREIRA, M. G. P.; CULF, A.; SCOTT, S. 1998 Carbon dioxide transfer over a central Amazonian rain forest. *Journal of Geophysical Research*. Vol. 103, No. D 24, p. 31.593–31.612.

MALHI, Y. R.; WOOD, D.; BAKER, T. R.; WRIGHT, J.; PHILLIPS, O. L.; COCHRANE, T.; MEIR, P.; CHAVE, J.; ALMEIDA, S.; ARROYO, L.; HIGUCHI, N.; KILLEEN, T. J.; LAURANCE, S. G.; LAURANCE, W. F.; LEWIS, S. L.; MONTEAGUDO, A.; NEILL, D. A.; NÚÑEZ-VARGAS, P.; PITTMAN, N. C. A.; QUESADA, C. A.; SALOMÃO, R.; SILVA, J. N.; LEZAMA, A. T.; TERBORGH, J.; VÁSQUEZ-MARTÍNEZ, R.; VINCETI, B. 2006. The

regional variation of aboveground live biomass in old-growth Amazonian forests. *Global Change Biology*. 12, 1107-1138.

MARQUET, P.A.; QUIÑONES, R.A.; ABADES, S.; LABRA, F.; TOGNELLI, M.; ARIM, M.; RIVADENEIRA, M. 2005. Scaling and power-laws in ecological systems. *The Journal of Experimental Biology*. 208, 1749–1769.

MATOS, F. D. de A.; AMARAL, I. L. 1999. Ecological analysis of one hectare in a dense rainforest on terra firme, varzea road, Amazonas, Brazil. *Acta amazonica*. 29(3): 365-379.

MAZZEI, L.; SIST, P.; RUSCHEL, A.; PUTZ, F. E.; MARCO, P.; PENA, W.; FERREIRA, J. E. R. 2010. Above-ground biomass dynamics after reduced-impact logging in the Eastern Amazon. *Forest Ecology and Management*. 259, p. 367-373.

MELLO, A. A.; NUTTO, L.; WEBER, K. S. SANQUETTA, C. R.; MATOS, J. L. M.; BECKER, G. 2012. Individual Biomass and Carbon Equations for *Mimosa scabrella* Benth. (Bracatinga) in southern Brazil. *Silva Fennica*. v. 46, p. 333-343.

MEYER DE SCHAUENSEE, R. 1966. Species of birds of South America and their distribution. *Publ. Acad. Nat. Science*, 18: 1-578.

MITCHARD, E. T. A.; FELDPAUSCH, T.R.; BRIENEN, R.J.W.; LOPEZ-GONZALEZ, G.; MONTEAGUDO, A.; BAKER, T. R.; LEWIS, S. L.; LLOYD, J.; QUESADA, C. A.; GLOOR, M.; ter STEEGE, H.; MEIR, P.; ALVAREZ, E.; ARAUJO-MURAKAMI, A.; ARAGAO, L. E. O. C.; STREAM, L.; AYMARD, G.; BANK, O.; BONAL, D.; BROWN, S.; BROWN, F. I.; CERON, C. E.; FLAME MOSCOW, V.; CHAVE, J.; COMISKEY, J. A.; CORNEJO, F.; CORRALES MEDINA, M.; Costa, L.; COSTA, F. R. C.; The FIORE, A.; DOMINGUES, T. F.; ERWIN, T. L.; FREDERICKSON, T.; HIGUCHI, N.; CROWNED HONOR, E. N.; KILLEEN, T. J.; LAURANCE, W. F.; LEVIS, C.; MAGNUSSON, W. E.; MARIMON, B. S.; MARIMON JUNIOR, BH; MENDOZA POLO, I.; MISHRA, P.; BIRTH, M. T.; NEILL, D.; NUNEZ VARGAS, MP; PALACE, W. A.; STOP, A.; BROWN MILL, G.; ROCK-CLAROS, M.; PITMAN, N.; PERES, C. A.; PORTER, L.; PRIETO, A.; RAMIREZ- NGULO, H.; BELT BELT, Z.; ROOPSIND, A.; ROUCOUX, K. H.; WHEELS, A.; SOLOMON, R. P.; SCHIETTI, J.; SILVEIRA, M.; de SOUZA, P.F.; Steininger, M. K.; STROPP, J.; TERBORGH, J.; THOMAS, R.; TOLEDO, M.; TORRES-LEZAMA, A.; van Andel, T. R.; van der HEIJDEN, G. M. F.; VIEIRA, I. C. G.; VIEIRA, S.; VILANOVA-TOWER, E.; VOS, V.A.; WANG, O.; ZARTMAN, C.E.; MALHI, Y.; PHILLIPS, O. L. 2014. Markedly divergent estimates of Amazonian forest carbon density from ground plots and satellites. *Global Ecology and Biogeography*. DOI: 10.1111/geb.12168, p. 1-12.

MORI, S. A.; CUNHA, N. L. The Lecythidaceae of a Central Amazonian Moist Forest. *The New York Botanical Garden, Bronx, New York*, 60 p. 1995.

MOSS, R.H.; SCHNEIDER, S.H., 2000: Uncertainties in the IPCC TAR: Recommendations to lead authors for more consistent assessment and reporting. In: Guidance Papers on the Cross Cutting Issues of the Third Assessment Report of the IPCC [eds. R. Pachauri, T. Taniguchi and K. Tanaka], World Meteorological Organization, Geneva, pp. 33-51.]

NEGRÓN-JUAREZ, R. I.; CHAMBERS, J.; GUIMARÃES, G.; ZENG, H.; RAUPP, C. F. M.; MARRA, D. M.; RIBEIRO, G. H. P. M.; SAATCHI, S. S.; NELSON, B.; HIGUCHI, N. 2010. Widespread Amazon forest tree mortality from a single cross-basin line event. *Geophysical Research Letters*. Vol. 37, L16701.

NEPSTAD, D.C.; VERÍSSIMO, A.; ALENCAR, A.; NOBRE, C.; LIMA, E.; LEFEBVRE, P.; SCHLESINGER, P.; POTTER, C.; MOUTINHO, P.; MENDONZA, E.; COCHRANE, M.; BROOKS, V. 1999. Large-scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire. *Nature*. London, v. 398, p. 505-508.

NETER, J.; KUTNER, M. H.; NACHTSHEIM, C. J.; WASSERMAN, W. Applied linear statistical models. Irwin, Chicago, Illinois, USA. 1408 p. 1996.

NIKLAS, K. J. Plant Allometry: The Scaling of Form and Process. The University of Chicago Press. Chicago. 395p. 1994.

NOGUEIRA, E. M.; FEARNSTIDE, P. M.; NELSON, B. W.; BARBOSA, R. I.; KEIZER, E. W. H. 2008. Estimates of forest biomass in the Brazilian Amazon: New allometric equations and adjustments to biomass from wood-volume inventories. *Forest Ecology and Management*. 256, 1853-1867.

OHASHI, S.; OKADA, N.; NOBUCHI, T.; SIRIPATANADILOK, S.; VEENIN, T. 2009. Detecting invisible growth rings of trees in seasonally dry forests in Thailand: isotopic and wood anatomical approaches. *Trees*. 23: 813-822.

OHASHI, S.; OKADA, N.; AZIM, A. A. A.; YAHYA, A. Z.; NOBUCHI, T. 2011. Estimation of tree age in the humid tropics by vessel measurement: A preliminary study. *Tropics*. Vol. 19 (3). 107-112.

OLIVEIRA, A. A. 2000. Quantitative inventories of trees in terra firme forests: History focusing on the Brazilian Amazon. *Acta amazonica*. 30(4): 543-567.

OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L. 2004. Floristics and phytosociology of a slope forest in Central Amazonia, Amazonas, Brazil. *Acta Amazonica*. Manaus, v. 34, no. 1, p. 21-34.

OLIVEIRA, L. C.; COUTO, H. T. Z.; SILVA, J. N.; CARVALHO, J. O. P. 2005. Effect of logging and silvicultural treatments on floristic composition and species diversity in an area of 136ha in the Tapajós National Forest, Belterra, Pará. *Scientia Forestalis*. No. 69, p. 62-76.

OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L.; RAMOS, M. B. P.; NOBRE, A.D.; COUTO, L.B.; SAHDO, R. M. Floristic-structural composition and diversity of one hectare of terra firme dense forest in Central Amazonia, Amazonas, Brazil. *Acta amazonica*. 2008. Vol. 38(4): 627-642.

OLIVEIRA, M. M.; HIGUCHI, N.; CELES, C. H.; HIGUCHI, F. G. 2014. Size and shapes of plots for forest inventories of tree species in the Central Amazon. *Forest Science*. Santa Maria, v. 24, no. 3, p. 645-653.

OVERMAN, J. P. M.; WITTE, H. J. L.; SALDARRIGA, J.G. 1994. Evaluation of Regression Models for Above-ground Biomass Determination in Amazonia Rainforest. *Journal of Tropical Ecology*, v.10, p.207-218.

PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D. A. Forest inventory. Curitiba: Edited by the authors, p. 316, 1997.

PETERS-STANLEY, M.; GONZALEZ, G.; YIN, D. Covering New Ground: State of forest carbon markets 2013. Washington, DC. 101 p. 2013.

PHILLIPS, O.L.; HALL, P.; GENTRY, A.H.; SAWYER, S.A. e VÁSQUEZ, M. 1994. Dynamics and species richness of tropical rainforests. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 91: 2805 – 22809.

PHILLIPS, O. L.; MALHI, Y. HIGUCHI, N.; LAURANCE, W. F.; NÚÑEZ, P. V.; VÁSQUEZ, R. M.; LAURANCE, S. G.; FERREIRA, L. V.; STERN, M.; BROWN, S.; GRACE, J. 1998. Changes in the carbon balance of tropical forests: evidence from long-term plots. *Science*, 282(5388):439-442.

PHILLIPS, O. L.; LEWIS, S. L.; BAKER, T. R.; CHAO, K. -J.; HIGUCHI, N. 2008. The changing Amazon forest. *Philosophical Transactions of The Royal Society*. 363, 1819-1827.

PILLI, R., ANFODILLO, T.; CARRER, M. 2006. Towards a functional and simplified allometry for estimating forest biomass. *Forest Ecology and Management*, 237: 583-593.

PIRES, J. M.; PRANCE, G. T. The vegetation types of the Brazilian Amazon. In: Prance, G.T & Lovejoy, T.E., eds. *Amazônia: key environment*. London, Pergamon Press, p. 109-145, 1985.

PORTO, M. L.; LONGHI, H.M.; CITADINI, V.; RAMOS, R. F.; MARIATH, J. E. A. 1976. Phytosociological survey in a “lowland forest” area at the Tropical Silviculture Experimental Station – INPA – Manaus – Amazonas. *Acta amazonica*. 6(3): 301-318.

PRANCE, G.T.; RODRIGUES, W. A.; SILVA, M. F. 1976. Forest inventory of one hectare of terra firme forest at km 30 of the Manaus – Itacoatiara road. *Acta amazonica*. 6(1): 9-35.

QUEIROZ, W. T. Sampling techniques in forest inventory in the Tropics. Bethlehem: FCAP. Documentation and Information Service. 1998. 147 p.

RADAMBRASIL. National Integration Program. Survey of Natural Resources. 1978. V. 14 (Alto Solimões) – RADAM (project) DNPM, Ministry of Mines and Energy. Brazil. 626p.

RANKIN-DE-MÉRONA, J. M.; PRANCE, G. T.; HUTCHINGS, R. W.; SILVA, M. F.; RODRIGUES, W. A.; UEHLING, M. E. 1992. Preliminary results of a large-scale tree inventory of upland Rain Forest in the Central Amazon. *Acta Amazonia*. 22(4): 493-534.

RAYOL, B.P.; ALVINO-RAYOL, F.O.; SILVA, M. F. F. 2011. Floristic similarity between the arboreal stratum and the natural regeneration of a secondary forest, in the municipality of Bragança, northeast of the state of Pará. *Brazilian Journal of Agroecology*. 6(3): 107-114.

REES, M.; CONDIT, R.; CRAWLEY, M.; PACALA, S.; TILMAN, D. 2001. Long-term studies of vegetation dynamics. *Science*. Vol. 293, 650-658.

RENNIE, J. C. 1979. Comparison of Height-Measurement Techniques in a Dense Loblolly Pine Plantation. *Southern Journal of Applied Forestry*. 3, n. 4, 146–148.

REZENDE, A. V. Diversity, structure, dynamics and growth prognosis of a cerrado sensu stricto subjected to different disturbances by deforestation. Doctoral thesis, Federal University of Paraná. 269 p. 2002.

RIBEIRO, J. E. L da S.; HOPKINS, M.J.G.; VICENTINI, A.; SOTHERS, C.A.; COSTA, M. A. da S.; BRITO, J. M. de; SOUZA, M. A. D. de; MARTINS, L. H. P.; LOHMANN, L.G.; ASSUNÇÃO, P. A. C. L.; PEREIRA, E. da C.; SILVA, C. F. da; MESQUITA, M. R.; PROCÓPIO, L. C. Flora of the Ducke Reserve: a guide to the identification of vascular plants in a terra-firme forest in Central Amazonia. Manaus: INPA. P. 816, 1999.

ROBERTS, T. R. 1972. Ecology of fishes in the Amazon and Congo basins. *Bull. Mus. Comp. Zool.*, 143 (2): 117-147.

ROCHA, J. de A. Fallen wood as an opportunity for community forest management in protected areas in Amazonas, Brazil. Master's dissertation, National Institute of Amazonian Research. Manaus. X p. 2010.

RODRÍGUEZ-PÉREZ, J. R.; ÁLVAREZ, M. F.; SANZ-ABLANEDO, E. Assessment of low-cost GPS receiver accuracy and precision in forest environments. v. 133, n. Nov., p. 159-167, 2007.

ROLIM, S. G.; COUTO, H. T. Z.; JESUS, R.M.; FRANÇA, J. T. Volumetric models for the Tapirapé-Aquirí National Forest, Serra dos Carajás (PA). *Acta Amazonica*, vol. 36(1) 2006: 107–114, 2006.

SAATCHI, S. S.; HOUGHTON, R. A.; SANTOS ALVALÁ, R. C.; SOARES, J. V.; YU, Y. 2007. Distribution of aboveground live biomass in the Amazon. *Global Change Biology*. 13, 816-837.

SAATCHI, S. S.; HARRIS, N. L.; BROWN, S.; LEFSKY, M.; MITCHARD, E. T. A.; SALAS, W.; ZUTTA, B. R.; BUERMANN, W.; LEWIS, S. L.; HAGEN, S.; PETROVA, S.; WHITE, L.; SILMAN, M.; MOREL, A. 2011. Benchmark map of forest carbon stocks in tropical region across three continents. *PNAS*. Vol. 108, n. 24. 9899-9904.

SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; SILVA, F. 2011. Biomass expansion factor and root-to-shoot ratio for *Pinus* in Brazil. *Carbon Balance and Management*. v. 6, p. 1-22.

SANTANA, A. C.; SANTOS, M. A. S.; SANTANA, A. L.; YARED, J. A. G. 2012. The economic value of managed logging in the Lower Amazon, state of Pará. *Tree Magazine*. Vol. 36, no. 3, p. 527-536.

SANTOS, H. M.; RIBEIRO, M. N. G. 1988. The hydrochemistry of the Solimões River – Amazonas. *Acta amazonica*. 18(3-4): 145-172.

SANTOS, J. dos. Analysis of regression models to estimate the phytomass of the upland tropical rainforest of the Brazilian Amazon. 121 p. Doctoral Thesis - Federal University of Viçosa, Minas Gerais. 1996.

SICK, H. 1972. The threat of the Brazilian Avifauna. In: *Species of the Brazilian Fauna Threatened with Extinction*. Ed. By the Brazilian Academy of Sciences / CNPq / FNDCT. P. 99-153.

SIGRIST, P.; COPPIN, P.; HERMY, M. Impact of forest canopy on quality and accuracy of GPS measurements. *International Journal of Remote Sensing*, v. 20, n. 18, p. 2595-3610, 1999.

SILESHI, G. W. 2014. A critical review of forest biomass estimation models, common mistakes and corrective measures. *Forest Ecology and Management*. 329. 237-254.

SILVA, J. N. M.; LOPES, J. C. A.; OLIVEIRA, L. C.; SILVA, S. M. A.; CARVALHO, J.O.P.; COSTA, D. H. M.; MELO, M.S.; TAVARES, M. J. M. Guidelines for installing and

measuring permanent plots in natural forests in the Brazilian Amazon. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental: il., 2005. 69 p.

SILVA, R. P. da. Allometry, stock and biomass dynamics of primary and secondary forests in the region of Manaus (AM). 152 p. Doctoral thesis. Integrated Graduate Program in Tropical Biology and Natural Resources (INPA), Manaus, 2007.

SILVA, E. N.; SANTANA, A. C.; QUEIROZ, W. T.; SOUSA, R. J. 2011. Estimation of volumetric equations for trees of commercial value in Paragominas, state of Pará. Amazon: Science and Development. Bethlehem, v. 7, b. 13. p. 7-18.

SKOLE, D.; TUCKER, C. 1993. Tropical deforestation and habitat fragmentation in the Amazon. Satellite data from 1978 to 1988. Forest Science, Lawrence, v. 260, p. 1905-1910.

SMITH, V. G. 1983. Compatible Basal Area Growth and Yield Models Consistent with Forest Growth Theory. Forest Science. Vol. 29, no. 2. 279-288.

SOARES-FILHO, B. S.; NEPSTAD, D.C.; CURRAN, L.; CERQUEIRA, G. C.; GARCIA, R. A.; RAMOS, C. A.; VOLI, E.; MCDONALD, A.; LEFEBVRE, O.; SCHLEISINGER, P.; MCGRATH, D. 2005. Deforestation Scenarios for the Amazon. Advanced Studies. 19 (54). 137-152.

SOARES-FILHO, B. S.; NEPSTAD, D. C.; CURRAN, L. M.; CERQUEIRA, G. C.; GARCIA, R. A.; RAMOS, C. A.; VOLL, E.; MCDONALD, A.; LEFEBVRE, P.; SCHLESINGER, P. 2006. Modelling conservation in the Amazon basin. Nature. Vol. 440, n 23. 520-523.

STALLARD, R. F.; EDMOND, J. M., 1983. Geochemistry of the Amazon, 2. The influence of geology and weathering environment on the dissolved load. Journal of Geophysical Research. Vol. 88: 9671-9688.

STEENKAMP, C.J.; VOGEL, J. C.; FULS, A. van ROOYEN, N.; van ROOYEN, M. W. 2008. Age determination of Acacia erioloba trees in the Kalahari. Journal of Arid Environments, vol.72, issue 4, pp. 302-3

STUIVER, M; REIMER, P. J.; BARD, E.; BECK, J. W.; BURR, G. S.; HUGHEN, K. A.; KROMER, B.; McCORMAC, G.; VAN DER PLICHT, J.; SPURK, M. 1998. INTCALL98 Radiocarbon age calibration, 24,000-0 cal BP. Radiocarbon. Vol. 40, no. 3. 1041-1083.

SULLIVAN, A. D.; CLUTTER, J. L. 1972. A Simultaneous Growth and Yield Model for loblolly Pine. Forest Science. 18:76-86.

SWAINE, M. D.; LIEBERMAN, D.; HALL, J. B. 1990. Structure and dynamics of a tropical dry forest in Ghana. *Vegetatio*. V. 88: 31-51.

TABACHNICK, B. G.; FIDELL, L. S. 1996. *Using multivariate statistics*. Harper Collins, New York, New York, USA. 1996. 4th edition. 58 p.

TCA (Amazon Cooperation Treaty). *Amazonia Without Myths*. Commission on Development and Environment for Amazonia. Quito - Ecuador, p. 99, 1992.

TER STEGE, H.; PITMAN, N. C. A.; SABATIER, D.; BARALOTO, C.; SOLOMON, R. P.; GUEVARA, J. E.; PHILLIPS, O. L.; CASTLE, C. V.; MAGNUSSON, W. E.; MILL, J-F.; MONTEAGUDO, A.; VARGAS, P.N.; MONTHER, J. C.; FELDPAUSCH, T.R.; CROONED, E. N. H.; KILLEEN, T. J.; MUSTARD, B.; VASQUEZ, R.; ASSIS, R.L.; TERBORGH, J.; WITTMANN, F.; ANDRADE, A.; LAURANCE, W. F.; LAURANCE, S. G. W.; MARIMON, B. S.; MARIMON Jr., B-H; VIEIRA, I. C. G.; AMARAL, I. L.; BRIENEN, R.; CASTELLANOS, H.; LOPEZ, D. C.; DUIVENVOORDEN, J.F.; MOGOLLON, H. F.; MATOS, F.D. of A.; DAVILLA, N.; GARCIA-VILLACORTA, R.; DIAZ, P.R.S.; COSTA, F.; EMILIUS, T.; LEVIS, C.; SCHIETTI, J.; SOUZA, P.; ALONSO, A.; DALLMEIER, F.; MONTOYA, A.J.D.; PIEDAD, M. T. F.; ARAUJO-MURAKAMI, A.; STREAM, L.; GRIBEL, R. FINE, PVA; PERES, C. A.; TOLEDO, M.; AYMARD, G. A. C.; BAKER, T. R.; CERON, C.; ENGEL, J.; HENKEL, T. W.; MAAS, P.; PETRONELLI, P.; STROPP, J.; ZARTMAN, C. E.; DALY, D.; NEILL, D.; SILVEIRA, M.; WALLS, M. R.; CHAVE, J.; LIMA FILHO, D. of A.; JØRGENSEN, P. M.; SOURCES, A.; SCHÖNGART, J.; VALVERDE, F. C.; FIORE, A. Di.; JIMENEZ, E.M.; MORA, M.C.P.; PHILLIPS, J.F.; RIVAS, G.; ANDEL, T. R. van; HILDEBRAND, P. von; HOFFMAN, B.; ZENT, E.L.; MALHI, Y.; PRIETO, A.; WHEELS, A.; RUSCHELL, A. R.; SILVA, N.; VOS, V.; ZENT, S.; OLIVEIRA, A. A.; SCHUTZ, A. C.; GONZALES, T.; BIRTH, M. T.; RAMIREZ-ANGULO, H.; SIERRA, R.; SHOT, M.; MEDINA, M.N.U.; HEIJDEN, G. van DER; VELA, C.I.A.; TOWER, E. V.; VRIESENDORP, C.; WANG, O.; YOUNG, K. R.; BAIDER, C.; BALSLEV, H.; FERREIRA, C.; MASON, I.; TORRES-LEZAMA, A.; GIRALDO, L. E. U.; ZAGT, R.; ALEXIADS, M. N.; HERNANDEZ, L.; HUAMANTUPA-CHUIMACO, I.; MILLIKEN, W.; BASIN, W. P.; PAULETTO, D.; SANDOVAL, E. V.; GAMRA, L. V.; DEXTER, K. G.; FEELEY, K.; LOPEZ-GONZALEZ, G.; SILMAN, M. R. 2013. Hyperdominance in the Amazonian tree flora. *Science*. New York, Vol. 342, 324-3

THAINES, F.; BRAZ, E.M.; MATTOS, P. P.; THAINES, A. A. R. Equations for estimating wood volume for the Ituxi River basin region, Lábrea, AM. *Brazilian Forest Research*. Columbus, v. 30, no. 64, p. 283-289.

THERRELL, M. D.; STAHL, D. W.; MUKELABAI, M. M.; SHUGART, H. H. 2007. Age and radial growth of *Pterocarpus angolensis* in southern Africa. *Forest Ecology and Management*. 244, p. 24-31.

TRUMBORE, S.; BRANDO, P.; HARTMANN, H. Forest health and global change. *Science*, v. 349, n. 6250, 2015.

WEISS, N.; HASSETT, M. Introductory Statistics. 1982. Arizona State University. 650 p.

WEST, G. B., BROWN, J. H.; ENQUIST, B. J. 1999. A general model for the structure and allometry of plant vascular systems. *Nature*, 400: 664-667.

WIEMANN, M. C.; WILLIAMSON, G. B. 2014. Wood specific gravity variation with height and its implications for biomass estimation. Research Paper FPL-RP-677. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 9 p.

WILLIAMS, M. S.; BECHTOLD, W. A.; LABAU, V. J. 1994. Five instruments for measuring tree height: An evaluation. *Southern Journal of Applied Forestry*, Vol. 18 (2): 76-82.

WOODHOUSE, I. H.; MITCHARD, E. T. A.; BROLLY, M.; MANIATIS, D.; RYAN, C. M. 2012. Radar backscatter is not a 'direct measure' of forest biomass. *Nature Climate Change*. 2, p. 556-557.

WORBES, M. 2002. One hundred years of tree-ring research in the tropics – a brief history and na outlook to future challenges. *Dendrochronologia*. 20/1. 217-231.

ZHANG, G.; GANGULY, S.; NEMANI, R. R.; WHITE, M. A.; MILESI, C.; HASHIMOTO, H.; WANG, W.; SAATCHI, S.; YU, Y.; MYNENI, R. B. Estimation of forest aboveground biomass in California using canopy height and leaf area index estimated from satellite data. *Remote Sensing of Environment*, n. August, 2014.