

# Dinâmica e Ecologia de Florestas Naturais

---

*Luiz Marcelo Brum Rossi*  
*Celso Paulo de Azevedo*  
*Cintia Rodrigues de Souza*

## Descrição da ação

As ações de pesquisa de Dinâmica Florestal compõem o Projeto de Manejo Florestal (MP2) liderado pela Embrapa Acre. O Plano de Ação é composto por 18 atividades das quais oito serão desenvolvidas pela Embrapa Amazônia Ocidental, inseridas em grandes temas relacionados ao manejo de florestas naturais amazônicas. As distintas atividades serão executadas em todos os estados da Amazônia pelas equipes da Embrapa e parceiros. Um dos componentes é a dinâmica da floresta intacta e da floresta sob manejo ou explorada. Nesse aspecto serão abordadas avaliações dos três componentes da dinâmica florestal (recrutamento, crescimento e mortalidade) além da estrutura da floresta, do ponto de vista sociológico. A ampliação do número de parcelas permanentes, compondo-se assim uma rede, na Amazônia, dessas parcelas, assim como o contínuo monitoramento das novas e das parcelas já instaladas será o ponto central das atividades desse Plano de Ação. O monitoramento e a quantificação de carbono tanto na parte arbórea como nos solos e na liteira também serão avaliadas dentro do escopo da dinâmica florestal, considerando-se a importância dessas informações dentro dos cenários atuais e futuros de mudanças globais, do ponto de vista do manejo florestal. Avanço significativo também se espera com a adoção de novos métodos e tecnologias para o monitoramento em campo da dinâmica da floresta, contribuindo para redução de custos e de erros, e também avanços em métodos de análises estatísticas e de modelagem das variáveis que influenciam a dinâmica da floresta primária manejada e da floresta não manejada. O conhecimento da dinâmica da floresta manejada, em diferentes sistemas silviculturais e ecossistemas, permitirá a adoção de ciclos e intensidades

de corte consistentes com base na regeneração da floresta e permitirão aproximações precisas da produção florestal para os próximos ciclos de corte.

## **Objetivo**

O objetivo principal é ampliar a base de conhecimentos sobre a dinâmica de florestas naturais da Amazônia, assim como os modos de mensurá-la e analisá-la com vistas ao aperfeiçoamento da implementação e execução de planos de manejo, subsidiando as tomadas de decisão, tanto pelo poder público como pelos atores da produção madeireira da região, com base na sustentabilidade ambiental, econômica e social.

## **Metodologia**

### **Estoque de carbono na biomassa aérea**

Será determinada a contribuição do manejo florestal sustentável ao sequestro de carbono, por meio da quantificação do estoque, da captura e de fluxos de carbono na biomassa aérea de uma floresta primária não explorada e de uma floresta manejada experimentalmente. As hipóteses a serem testadas neste trabalho são as seguintes: a) áreas florestais manejadas sequestram maior quantidade de carbono da atmosfera do que áreas florestais intactas; b) as equações volumétricas desenvolvidas localmente irão melhorar consideravelmente a estimativa de volume na área a ser estudada; c) com base na prognose da estrutura florestal, a área a ser estudada terá potencial para ser manejada se as taxas de crescimento em diâmetro permanecerem inalteradas nos próximos anos. Os objetivos específicos são: a) estimar o estoque de carbono existente em floresta tropical não explorada; b) estimar dinâmica de carbono em áreas exploradas sob manejo florestal; c) estudar a dinâmica de uma floresta primária, nos aspectos de recrutamento, mortalidade e crescimento do povoamento; d) fazer projeções sobre o crescimento da floresta primária para os próximos 5 e 10 anos. O estudo será realizado na Floresta Experimental localizada no Campo Experimental do Distrito Agropecuário da Suframa (DAS), pertencente à Embrapa Amazônia Ocidental, na Rodovia BR-174, Km 54, Manaus, AM. O estudo da dinâmica de carbono em área manejada experimentalmente será realizado na Estação Experimental de Silvicultura Tropical do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, na estrada ZF-2, Manaus, AM. O inventário florestal será executado em 15 parcelas permanentes, medindo-se 100% das árvores com DAP superior a 10 cm, para avaliar o crescimento das espécies do povoamento, a regeneração e as taxas de crescimento, sobrevivência e recrutamento.

### **Quantificação de biomassa e carbono em liteira**

Será feita a quantificação da massa de liteira que entra no sistema pela queda de material e o teor de carbono desses materiais. Serão instalados coletores de material medindo área útil de 0,25 m<sup>2</sup>, os quais serão distribuídos aleatoriamente em número de quatro coletores em cada uma das três parcelas permanentes selecionadas situadas em floresta natural. Os coletores de tela de polietileno terão dimensões úteis de 50 cm x 50 cm e serão montados sobre uma armação com quatro estacas de madeira, ficando a 50 cm de altura do solo. A tela formará um saco com profundidade de 40 cm no centro. As coletas serão a cada 14 dias, sendo o material repassado a sacos plásticos e seco ao ar, serão separadas as frações de liteira grossa (galhos e ramos) da liteira fina (folhas, flores) ambos serão secos em estufa a 65 °C e mensurada a massa. Será retirada uma subamostra do material e submetida à secagem a 105 °C para calcular o fator de correção para o peso de matéria seca. O material seco a 65 °C será, então, moído e condicionado em sacos e submetido à análise de conteúdo de carbono. As coletas quinzenais serão agrupadas em coletas mensais para fins de análise. Para a quantificação da liteira depositada no solo florestal, será confeccionada uma moldura metálica medindo internamente 0,50 m x 0,50 m. Essa moldura será lançada 10 vezes, aleatoriamente, em cada uma das áreas já definidas anteriormente, sendo que em cada lançamento será recolhido todo o material que ficar na parte interna da moldura e colocado em sacos plásticos. Logo após, será seco ao ar e separado em liteira fina e liteira grossa e submetido à secagem em estufa a 65 °C. Parte desse material será subamostrado para ser seco em estufa a 105 °C, a fim de calcular o fator de correção para peso de matéria seca. O material seco a 65 °C será moído e colocado em sacos plásticos e encaminhado para análise do conteúdo de carbono. As coletas serão efetuadas a cada dois meses.

### **Métodos quantitativos avançados para análise de dinâmica florestal**

1) Modelagem e projeção da floresta por meio de equações diferenciais: a estrutura da distribuição diamétrica será estudada sob a forma de equações diferenciais de primeira ordem, para cada tratamento e para cada grupo ecológico, permitindo obter os valores das variáveis de estado do sistema para qualquer ponto no tempo. 2) Modelagem e projeção da floresta por meio de matrizes de transição: será utilizada a Matriz de Transição, para determinar o nível ótimo de exploração

sustentável, para cada classe diamétrica da floresta manejada. O modelo será utilizado para prever a dinâmica de crescimento das árvores manejadas, com base nas probabilidades de transição. 3) Modelagem e projeção da floresta por meio do processo de difusão: será desenvolvido um sistema para simulação e projeção da dinâmica por meio da modelagem do recrutamento, crescimento e mortalidade, os quais serão integrados, projetando simultaneamente a dinâmica em função das dimensões da árvore e do tempo. A difusão é um processo estocástico representado pela equação forward Kolmogorov. 4) Agrupamento ecológico e funcional de espécies arbóreas: o processo envolverá três estágios: análise de cluster (nº. de árvores > 50), análise discriminante (nº. de árvores < 50) e método subjetivo (nº. de árvores < 20). A análise será feita para todas as espécies, por tratamento e para todo o período, permitindo a avaliação dos efeitos dos tratamentos sobre os grupos. 5) Análise estatística da estrutura de florestas: a quantificação da diversidade será por meio dos Índices de Shannon, de Equitabilidade e Alfa de Fisher. Para similaridade florística será feito o dendrograma de similaridade onde se analisará o grupo de tratamentos para os períodos de medição. A dinâmica sobre os tratamentos será caracterizada com base na mudança de densidade, área basal e volume, empregando-se Anova de dados repetidos no tempo.

### **Uso de novas tecnologias no monitoramento**

A rotulagem eletrônica de árvores será testada em uma parcela permanente de um hectare. Na parcela, os mesmos métodos serão empregados para instalação e medição das variáveis dendrométricas exceto a rotulagem, que será feita por meio do uso de etiquetas de rádio-frequência (RFID). Todas as árvores com DAP > 10 cm serão codificadas com oito dígitos, sendo que o código será gravado eletronicamente na etiqueta RFID e na etiqueta fixada acima do ponto de medição do DAP. Para a leitura dos códigos das etiquetas, será utilizado um leitor RFID de baixa frequência com conexão Bluetooth, permitindo a conexão com coletor de dados portátil e computador móvel (PDA). Para a comparação de custos e tempos serão adotados dois grupos de métodos: no primeiro, a medição será a convencionalmente adotada nos inventários; no segundo grupo, a adoção de instrumentos e equipamentos eletrônicos em diferentes níveis de utilização. No primeiro, será utilizada fita diamétrica ou suta de alumínio, trena para medição horizontal, prancheta para anotação em papel e régua de 15 m, quando necessário. Posteriormente os dados serão digitados em planilhas eletrônicas ou em programas específicos. No método eletrônico, serão

feitas combinações entre o método convencional e os meios eletrônicos de tomada de dados até a total substituição por somente meios eletrônicos/automáticos. Para medição de diâmetros, será utilizada a suta eletrônica com interface com coletor de dados: as distâncias horizontais serão tomadas com distanciômetro /trena eletrônica. A rotulagem será feita com o uso de etiquetas de rádio-frequência (RFID) e a leitura, com leitor móvel conectado ao coletor de dados ou PDA. A comparação será feita com repetições de coleta em quatro parcelas permanentes para cada caso (tratamento). Em cada parcela será tomado o tempo para realizar as operações de medição e os tratamentos dos dados, a exatidão das informações desde a coleta até o processamento, os custos dos materiais, equipamentos e recursos humanos.

### **Parametrização e validação do sistema SYMFOR/SIMFLORA para uso na Amazônia**

O SYMFOR (SIMFLORA) é uma estrutura usada para simular os efeitos do manejo no crescimento e no rendimento futuro de florestas tropicais. A estrutura é composta de modelos de processos naturais (ecológicos) e de manejo florestal (silvicultural). A finalidade do modelo é simular a maneira pela qual as árvores individuais entram no povoamento (recrutamento), crescem e saem do povoamento (mortalidade). Os modelos de crescimento, ingresso e mortalidade serão parametrizados separadamente para cada grupo ecológico. Após a parametrização dos submodelos (crescimento, ingresso, mortalidade), estes serão implementados no SYMFOR como o Modelo Ecológico "Brasil - Região de Referência". O componente de crescimento prediz o incremento anual em diâmetro para uma árvore individual, o componente de mortalidade representa a probabilidade da morte de árvores individuais e o componente de recrutamento simula o ingresso de árvores além do diâmetro mínimo limite de 5 cm. O modelo de Opções de Manejo da Floresta é usado para simular os efeitos de tratamento silvicultural e da colheita. Essa parte do SYMFOR permite ao usuário definir um sistema de manejo para a floresta e pôr em prática no sistema. O modelo usa dados amostrais de parcelas permanentes de árvores com DAP maior ou igual a 5 cm. Serão definidos 10 grupos ecológicos de espécies que vão ser usados para descrever diferenças na ecologia entre árvores. Cada grupo ecológico de espécies tem sua própria função de crescimento, recrutamento e mortalidade. A estrutura das equações é a mesma para todos os grupos, mas as constantes ou coeficientes são diferentes. Isso significa que o modelo prediz diferentes respostas para cada grupo de

espécies. O SYMFOR trabalha com intervalo de tempo anual, com uma série de funções executadas todos os anos. Todos os dados disponibilizados e medidos serão usados para parametrização do modelo para cada região individualmente e em conjunto para Amazônia.