1. **LÓGICA DA ALOCAÇÃO DE CARBONO BASEADA NO LPJmL-FIRE**

*source:* [*https://github.com/ARVE-Research/LPJ-LMfire*](https://github.com/ARVE-Research/LPJ-LMfire)

A alocação de carbono baseada no modelo LPJmL-Fire seguem as proporções de estruturação alométricas. Com isso, é necessário que a lógica empregada e desenvolvida para a alocação obedeça determinadas regras e condições para ocorrer.

**INPUTs:**

Os inputs relacionados à quantidade de carbono nos tecidos (lm, rm, sm, hm - por exemplo), bem como a quantidade de biomassa disponível para ser incrementada na alocação (bminc) devem estar na unidade de **gC/ind.** Ainda que estas variáveis venham de outros módulos em outras unidades, por exemplo KgC/m², as mesmas devem ser transformadas dentro do módulo de alocação antes de adentrarem à lógica e, se necessário, re-transformadas para a unidade inicial quando forem sair do módulo.

Além dos *inputs* relacionados às variáveis de carbono outras muitas variáveis são necessárias para o processo de alocação, inclusive atributos funcionais como SLA e densidade da madeira (WD - que nesta lógica a unidade é g/cm³) que no modelo CAETÊ são atributos variantes.

**Todas as variáveis estão declaradas no módulo e devem contar comentários descritivos à respeito das mesmas e as respectivas unidades.**

**“PASSO-A-PASSO” DA LÓGICA DE ALOCAÇÃO DE CARBONO NOS TECIDOS**

***OBSERVAÇÃO INICIAL:*** Toda a lógica no modelo LPJmL-Fire é feita dentro de um *loop* (“do”) de números de PFT. No entanto, no CAETÊ isto é dispensável pois, seguindo a lógica do modelo, este módulo é chamado dentro de um loop das estratégias de vida de planta sobreviventes no arquivo budget.f90, por exemplo;

**PASSO 1:** Antes de tudo é calculada a massa de folha necessárias para seguir as proporções alométricas (*allometric leaf mass requirement*). Este cálculo leva em consideração à relação “*leaf area to sapwood area*” conhecida como “Pipe model” (Smith, 2001; McDowell et al. 2002;). Além disso, considera a massa do *sapwood* (gC/ind), a densidade da madeira (g/m³), a altura da estratégia (m) e a área especifica foliar (SLA, m²/g).

**PASSO 2:** Com base no “*leaf mass requirement*” do passo anterior são calculadas às quantidades mínimas de incremento para as folhas e as raízes. Sempre considerando que este minimo de incremento para as raízes deve ser coerente para suportar a massa das folhas.

Logo, para as folhas o incremento mínimo considera o “*leaf mass requirement*” subtraído da quantidade de massa já existente nas folhas (lm, gC/ind). Já para as raízes este cálculo considera o “*leaf mass requirement*”, a relação “*leaf to root”* (uma constante fixa, ltor =~ 0.77) e a massa já existente nas raízes (rm, gC/ind).

**PASSO 3: ‘NORMAL’ ou ‘ABNORMAL’ ALLOCATION**

Nesta etapa, faz-se uma condição para avaliar se a alocação será “normal”, isto é, o incremento para todos os tecidos vivos (compartimentos de carbono) será **positivo** ou não (*abnormal allocation*).

**CONDIÇÕES PARA ‘NORMAL’:**

* O incremento minimo para folhas e raizes deve ser *MAIOR* que zero;
* A soma dos incrementos minimos de folha e raízes deve ser *MENOR* ou *IGUAL* à quantidade de biomassa disponível para alocar (bminc, gC/ind);

**PASSO 4:** Ao conferir se a alocação será “NORMAL” inicia-se a lógica para encontrar o incremento de carbono para as folhas a partir de formulações matemáticas como o método de bissecção (*bisection method*).

O método de bisecção consiste na busca de raízes que bissecta repetidamente um intervalo no eixo X. Para iniciar esta lógica é determinado a priori este intervalo (x1, x2), que são:

**x1** = a quantidade minima à ser incrementada nas folhas (em gC/ind), e

**x2** = uma relação entre a quantidade de biomassa disponível para ser alocada, a quantidade de carbono (massa) já existente nas folhas e raízes, e a proporção entre a massa de folhas e raízes (ltor)

Faz-se necessário também conferir se x1 e x2 não são iguais ou possuem uma diferença muito pequena entre si, o que significaria também um intervalo muito pequeno. Para isso subtrai-se x2 de x1 (variavel dx) e verifica-se se o valor resultante é menor que 0.01. Caso seja, estabelece-se portanto que o incremento para as folhas será igual à quantidade minima à ser incrementada (*lminc\_min*), somada de 0.5 e multiplicada pelo valor resultante de dx.

Caso contrario, inicia-se a busca pela raíz não negativa que bisecta o intervalo entre x1 e x2 encontrado.

**PASSO 5:** Nesta etapa a variavel dx, que anteriormente era definida pela subtração dos intervalos x1 e x2, agora é também dividida pelo número de segmentos estipulado para o loop da bisection (=20).

*A partir desta etapa inicia-se os loops do medo de bissecção.*

**PASSO 6:** Uma vez encontrada a solução numérica do método de bissecção, este valor passa ser a quantidade de carbono incrementada (alocada) nas folhas (*leaf mass increment per individuo*).

**PASSO 7:** Ao obter-se o incremento de carbono para as folhas é possível calcular qual o incremento para as raízes (considerando a massa das folhas e a proporção de massa entre folhas e raízes). Tal qual o incremento para o *sapwood* (tecido vivo do caule) que é obtido a partir da subtração do incremento para folhas e raízes do valor total de biomassa à ser incrementada (normalmente é um valor baixo).

**PASSO 8: ABNORMAL ALLOCATION**

Caso as condições para a alocação ser “normal” não serem atendidas, segue-se para uma lógica do *abnormal allocation*, onde não necessariamente o incremento para os tecidos será sempre positivo.

Esta lógica é coerente e evita equívocos no processo de alocação pois considera a variabilidade do *bminc* disponível para ser alocado que nem sempre será maior do que os minimos necessários para serem alocados nos 2 tecidos principais (raizes e folhas).

Nesta caso, a tentativa é para distribuir a biomassa disponível entre folhas e raízes. Desse modo, o incremento para folhas é calculado a partir do bminc, e de mais relações com a proporção raízes-folha e a massa já existente nas folhas.

**PASSO 9:** Caso este cálculo/relação seja maior do que zero significa que a alocação para as folhas foi positiva e com isso é possível seguir para alocar carbono para as raizes que consiste basicamente em subtrair do bminc a quantidade já utilizada para incrementar nas folhas, o resultado é a quantidade de carbono à ser alocado para as raízes.

**PASSO 10:** Se a alocação para as raizes for negativa, isto é *bminc - leaf\_increment < 0*. então “mata-se” as raizes e incrementa-se carbono para a serrapilheira abaixo do solo. Desse modo, o bminc vai totalmente para incrementar as folhas.

**PASSO 11:** Se houver o contrário, isto é, não há alocação positiva para as folhas a quantidade de bminc disponível vai toda para as raízes e as folhas “mortas” incrementam a serrapilha acima do solo.

**PASSO 12:** É então calculado o incremento para *sapwood* e com isso, o incremento para *heartwood*. No *abnormal allocation*, o incremento para o sapwood deve ser negativo e, o incremento para o heartwood a partir do sapwood é calculado em módulo (ou valor absoluto).

**PASSO 13:** Finalmente, é calculado o output, isto é... a quantidade de carbono total nos compartimentos após o cálculo dos incrementos. Esta variável é output do módulo e vai para outros módulos do modelo. Nesta etapa foi transformada as unidades de gC/ind para kgC/m².

1. **LÓGICA DA ALOMETRIA BASEADA NO LPJ**

A alometria é a estruturação dos individuos médios de um PLS. Ela á baseada em 3 equações principais: diâmetro do caule (em metros), área da copa (em metros quadrados) e altura (em metros).

**INPUTs:**

Os inputs necessários para a lógica da alometria são:

* Quantidade de carbono nos tecidos lenhosos (em g/m²);
* Constantes alométricas, sendo: kallom1 (= 100), kallom2 (=40.0), kallom3 (=0.85) e krp (= 1.6) - derivados da tabela 3 do Sitch et al., 2003 e definidos no arquivo global.f90 (no caetê);
* Densidade da madeira (g/cm³ - atributo funcional variante);

**“PASSO-A-PASSO” DA LÓGICA DE ALOMETRIA**

**PASSO 1 - DIÂMETRO:** O primeiro passo da logica de alometria é a definição do diâmetro. Afinal, é a partir do diâmetro que a área da copa e a altura podem ser calculados. A equação do diâmetro leva em conta a quantidade de carbono nos tecidos lenhosos, constantes alométrias (2 e 3) e a densidade da madeira. Desse modo, a variação do carbono no caule e a variação do atributo funcional densidade da madeira fazem variar os valores de diâmetro do caule.

**PASSO 2 - ALTURA**: Após a definição do diâmetro, define-se a altura, que considera o diâmetro previamente calculado e outras constantes alométricas (2 e 3, também). A variação na altura é determinada pela variação do diâmetro e pela variação de seus componentes.

**PASSO 3 - ÁREA DA COPA**: A área da copa utiliza, também, do diâmetro e de constantes alométricas (kallom 2 e krp). Por sua vez, esta é determinada entre o máximo resultante dessa relação entre constantes alométricas e o diâmetro calculado e o “crown area max” que tem valor fixo de 30m². Este máximo é determinado devido ao foliage projective cover que, por ser uma variável que prediz sobre a ocupação/sombreamento da PLS devido sua área de copa, estabelece um máximo sobre quanto essa área de copa atinge.

**COMO RODAR:**   
  
*gfortran establishment.f90 mod\_allocation.f90 sel\_thinning.f90 -o a.exe* (para compilar)

*./a.exe* (para rodar)

* **Primeiro:** chama o código do establishment.f90 onde há a criação/definição de novos individuos médios se houver espaço na célula de grade;
* **Segundo:** chama o módulo de alocação, onde tantos os novos individuos quanto aqueles que já estão estabelecidos irão receber aporte de carbono;
* **Terceiro:** chama o módulo “self\_thinning” onde há toda a lógica de estruturação dos PLS (alometria) e dinâmica de mortalidade;