

O ESTOQUE DE CARBONO EM DIFERENTES ESTÁGIOS SUCESSIONAIS DA FLORESTA ATLÂNTICA E SUA RELAÇÃO COM A MUDANÇA CLIMÁTICA

Fernanda Keiko Kiataqui (IC) e Ricardo Pedro Guazzelli Rosario (Orientador)

Apoio: PIVIC Mackenzie

RESUMO

As florestas têm sido desmatadas, regenerando-se pelo processo de sucessão secundária. Portanto, a biomassa e o estoque de carbono variam conforme o estágio sucessional, inicial, médio e avançado. Além disso, o estoque de carbono pode vir a contribuir com a diferenciação dos estágios e o aprimoramento da legislação. Por essa razão, os objetivos deste trabalho foram comparar o estoque de carbono em seis fragmentos de Floresta Ombrófila Densa Montana, cada dois em um estágio de sucessão, inicial, médio e avançado, e verificar se esse estoque pode auxiliar na diferenciação dos estágios e na melhoria da legislação, além de verificar se as famílias botânicas também podem contribuir neste sentido, e discutir se a captura de carbono pela floresta pode auxiliar na alteração da mudança climática. Para isso, usaram-se os dados coletados por Rosario (2010) pela metodologia de parcelas de seis áreas da Reserva Florestal do Morro Grande. Desse modo, calculou-se a soma da quantidade de carbono em cada área e família. As somas nos estágios iniciais e médios foram bastante semelhantes entre si, sugerindo que eram estágios médios, enquanto as áreas avançadas mostraram a possibilidade de níveis dentro do estágio, mostrando que o estoque de carbono pode contribuir para a melhoria da legislação. As famílias com maiores estoques foram encontradas em todos os estágios, reforçando que o estoque é variável conforme a espécie e condições ambientais. Portanto, necessita-se de mais estudos comparativos de estoque de carbono em cada estágio, assim como o estoque pode contribuir para a mitigação da mudança climática.

Palavras-chaves: Estoque de carbono. Estágio de sucessão. Legislação ambiental.

ABSTRACT

Forests have been deforested, regenerating by means of secondary succession process. Therefore, biomass and the carbon stocks vary according to the successional stage, initial, medium and advanced. In addition, the carbon stock may ultimately contribute to the differentiation of successional stages and the enhancement of legislation. For this reason, the objectives of this study were to compare the stock of carbon in six rain forest fragments, every two in a successional stage, initial, medium and advanced, and verify that this stock can aid in differentiation of stages and better regulation and to verify whether the plant families can also

contribute to this, and discuss if carbon capture by forest may assist in climate change alteration. Where used the data collected by Rosario (2010) by the methodology of plots of six areas of Morro Grande Forest Reserve. Thus, sums in the early and middle stages were quite similar to each other, suggesting that they were middle stages, while advanced areas showed the possibility of levels within the stage, showing that the carbon stock can contribute to better regulation. Families with higher inventories were found in all stages, stressing that the stock is variable according to the species and environmental conditions. Therefore, it is necessary more comparative studies of carbon stock in each stage, as well as stock may contribute to the mitigation of climate change.

Keywords: Carbon stock. Successional stage. Environmental law.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos têm sido crescente a preocupação no meio científico e social sobre o desmatamento e a mudança climática, em especial na floresta tropical, sendo que as áreas desmatadas ou que sofreram alguma perturbação natural ou antrópica podem regenerar-se pelo processo de sucessão secundária. Dessa forma, a biomassa presente nas florestas varia de acordo com o estágio de sucessão, inicial, médio e avançado, consequentemente o estoque de carbono também é variável. Portanto, nesse trabalho, levantou-se a hipótese de que o estoque pode ser um critério para a determinação do estágio de sucessão. Além disso, aventou-se que as famílias botânicas podem estocar diferentes taxas de carbono e auxiliar na diferenciação dos estágios. Dessa forma, há a possibilidade do estoque estar relacionado com a mudança climática, especialmente pela mitigação da mesma.

As causas da mudança do clima foram apontadas principalmente como decorrentes das ações antrópicas no relatório do IPCC de 2007, sendo que no Brasil, o desmatamento é a principal causa das emissões de gases de efeito estufa (GEEs). Embora tenha ocorrido um grande aumento nas emissões de GEEs, a preservação das florestas pode auxiliar na diminuição de gás carbônico na atmosfera por meio do sequestro e estoque de carbono, e consequentemente na mitigação da mudança climática. Além disso, as leis de preservação de florestas são baseadas no estágio de sucessão de forma que o estoque de carbono poderia ser um critério para a definição do mesmo.

Em vista disso, o trabalho foi norteado pela questão da relevância do conhecimento do estoque de carbono em diferentes estágios sucessionais de uma Floresta Ombrófila Densa Montana. Portanto, as duas perguntas principais de investigação desse trabalho foram: Qual a diferença do estoque de carbono em diferentes estágios sucessionais? E esse estoque pode ser um critério para a determinação do estágio sucessional da Floresta Atlântica?

Devido ao que foi apresentado anteriormente, o presente trabalho teve como objetivos principais comparar o estoque de carbono em seis fragmentos de Floresta Ombrófila Densa Montana, cada qual em um estágio de sucessão diferente, inicial, médio e avançado, sendo dois fragmentos para cada estágio sucessional, além de verificar se o estoque de carbono em cada estágio pode auxiliar na diferenciação dos mesmos. Para tanto, os objetivos secundários do projeto foram quantificar o estoque de carbono de seis áreas, cada uma de 0,1 hectare, verificar as famílias botânicas que apresentam os maiores estoques de carbono e discutir se a captura de carbono pela floresta pode auxiliar na alteração da mudança climática.

REFERENCIAL TEÓRICO

O conhecimento da biologia, dinâmica e evolução da regeneração das florestas são essenciais para entender o processo da sucessão secundária que é um dos fenômenos

ecológicos mais importantes da ecologia (GÓMES-POMPA; VÁZQUEZ-YANES; GUEVARA, 1972). A floresta secundária consiste na vegetação que cresce após um processo de parcial ou total limpeza da área (GUARIGUATA; OSTERAG, 2001). Similar a essa definição há as Resoluções CONAMA nº1, de 31 de janeiro de 1994 (BRASIL, 1994) e nº 121, de 26 de junho de 2007 (BRASIL, 2007), esta última define vegetação secundária como sendo proveniente de processos de sucessão naturais decorrentes da retirada total ou parcial da cobertura primária por ações antrópicas ou ambientais.

Com vista nisso, as florestas pluviais ao redor do mundo regeneram-se pelo processo de sucessão de floresta secundária (GÓMES-POMPA; VÁZQUEZ-YANES; GUEVARA, 1972). Portanto, para entender a relação entre os padrões de sucessão e a distribuição das espécies de floresta pluvial, é necessário reconhecer os estágios sucessionais (BUDOWSKI, 1965). Dessa forma, é importante conhecer a composição da regeneração para definir o estágio, assim como as direções sucessionais da vegetação em desenvolvimento (SCHORN; GALVÃO, 2006). Saber a composição florística, fisionomia e características estruturais são indicativos para reconhecer cada estágio de sucessão (BUDOWSKI, 1965).

A sucessão consiste nos processos de mudança no ambiente, resultando em um ecossistema persistente, um clímax dinâmico (ROSARIO, 2010). O clímax é o estágio sucessional final, tendo certa estabilidade, porém não é estático (BUDOWSKI, 1965). Budowski (1965) classifica os estágios em pioneiro, secundário inicial, secundário tardio e clímax. Em contrapartida, autores como Loefgreen (1896 apud CATHARINO, 1989) e Catharino (1989) utilizam outros termos como: carrascal, capoeirinha, capoeira e capoeirão, sendo o estágio pioneiro equivalente a carrascal e capoeirinha, secundário inicial à capoeira, secundário tardio ao capoeirão e o estágio clímax corresponde à mata virgem. Por outro lado, a Resolução CONAMA nº1, de 31 de janeiro de 1994 (BRASIL, 1994) apresenta para o Estado de São Paulo as características dos estágios de sucessão, sendo denominados de estágio inicial, médio, avançado e pioneiro de regeneração.

No início do processo de regeneração, há dominância de espécies pioneiras, depois a vegetação é constituída por espécies com maior tempo de permanência e mais altas e estruturadas (GUARIGUATA; OSTERAG, 2001). As espécies pioneiras e secundárias iniciais são amplamente distribuídas, enquanto as espécies secundárias tardias podem ter grandes alturas em idade avançada (BUDOWSKI, 1965). No estágio inicial, as espécies mais importantes apresentam instalação e crescimento rápido em um curto período de tempo, enquanto as principais espécies do estágio avançado têm crescimento mais lento e contínuo (SCHORN; GALVÃO, 2006). Ainda, o ingresso das espécies pioneiras exigentes em luz diminui do estágio inicial para o avançado, sendo o oposto do que ocorre com as espécies clímax tolerantes à sombra, que têm aumento nas taxas de ingresso (SCHORN; GALVÃO,

2006). Além disso, no estágio clímax há alto grau de endemismo, assim como é possível encontrar maior diversidade (BUDOWSKI, 1965). É válido ressaltar que a ação antrópica influencia indubitavelmente no processo de sucessão, por isso deve-se considerar o uso da terra no passado e intensidade (GUARIGUATA; OSTERAG, 2001).

O uso da terra para agricultura e abandono é similar a uma destruição natural da floresta, conseqüentemente, as sementes das espécies primárias presentes no solo serão a fonte para os processos de sucessão (GÓMES-POMPA; VÁZQUEZ-YANES; GUEVARA, 1972). Dessa forma, o banco de sementes, o uso da terra e a intensidade influenciam na composição florística, na riqueza de espécies e estrutura da vegetação (GUARIGUATA; OSTERAG, 2001). No entanto, ao contrário do que acontece nas áreas temperadas, a floresta tropical não mantém o banco de sementes das árvores primárias (GÓMES-POMPA; VÁZQUEZ-YANES; GUEVARA, 1972). Como consequência, a dominância na floresta secundária depende da dispersão dessas sementes (GUARIGUATA; OSTERAG, 2001). Além disso, a regeneração não retorna às idênticas condições da floresta primária, porém contém algumas espécies da composição original (GUARIGUATA; OSTERAG, 2001).

Por essa razão, a destruição das florestas tropicais pode resultar na extinção de espécies, já que não é possível regenerar grandes áreas devastadas em decorrência de agricultura extensiva ou intensiva (GÓMES-POMPA; VÁZQUEZ-YANES; GUEVARA, 1972). Conforme a intensidade do uso da terra aumenta, o potencial de regeneração da floresta secundária diminui, assim como a intensidade pode influenciar no banco de sementes (GUARIGUATA; OSTERAG, 2001). Diante desse contexto, o ecossistema da floresta tropical está ameaçado de massiva extinção de suas espécies, sendo necessárias ações de preservação (GÓMES-POMPA; VÁZQUEZ-YANES; GUEVARA, 1972). De acordo com Rosario (2010), as florestas secundárias são cada vez mais comuns nas áreas tropicais e mais importantes para a conservação. A Floresta Atlântica foi intensamente degradada, por isso a proteção desse bioma tornou-se imprescindível (ROSARIO, 2010). Ainda, é necessário ressaltar que as florestas secundárias, caracterizadas pelos estágios sucessionais também acumulam carbono em sua biomassa (GUARIGUATA; OSTERAG, 2001).

A biomassa da floresta e conseqüentemente o estoque de carbono são variáveis conforme os diferentes estágios sucessionais, à densidade de árvores e à topografia da área (METZKER, 2007). Com base nisso, Siminski e Fantini (2004) e Rosario (2010; 2015) defendem que o estoque de carbono pode ser um critério objetivo para a diferenciação dos estágios de sucessão, permitindo a elaboração de uma legislação mais precisa e baseada em estudos científicos. Além disso, o acúmulo de carbono na biomassa é ressaltado pelo estoque do mesmo armazenado nas árvores, contribuindo para a diminuição da concentração de gás carbônico na atmosfera (GUARIGUATA; OSTERAG, 2001).

No caso do gás carbônico, a remoção é feita por meio do sequestro de carbono pelas florestas em decorrência da fotossíntese, sendo estocado na forma de biomassa (AREVALO; ALEGRE; VILCACHUAMAN, 2002; WEST, 2012). Entretanto, pode ser ainda estocado no solo e em oceanos (AREVALO; ALEGRE; VILCACHUAMAN, 2002). Nos estágios iniciais da floresta secundária, a biomassa é mais concentrada nos tecidos, enquanto nos estágios mais avançados é alocada nas estruturas vegetais (GUARIGUATA; OSTERAG, 2001). Metzker (2007) afirma que as florestas primárias apresentam os maiores valores de biomassa, consequentemente de estoque de carbono devido a uma maior densidade de árvores de maiores diâmetros. Contudo, Arevalo, Alegre e Vilcachuaman (2002) contradizem, alegando que as florestas secundárias e as plantações jovens fixam mais carbono, já que as florestas primárias e plantações maduras atingem um equilíbrio em relação ao sequestro de carbono. Em contradição a isso, o aumento da biomassa é proporcional ao tamanho da árvore de forma que as árvores mais antigas são um reservatório de carbono, estocando uma grande quantidade (STEPHENSON et al., 2014).

A floresta tropical é um grande reservatório de carbono, sendo que a Floresta Amazônica é um dos maiores reservatórios do mundo (VIEIRA et al., 2008). Por essa razão, as florestas tropicais são importantes no ciclo do carbono, já que as florestas em geral fornecem uma retroalimentação na concentração de GEEs (CHAVE et al., 2008; STEPHENSON et al., 2014). Além disso, o sequestro e estoque de carbono representam um importante papel na mitigação dos impactos do aumento na concentração de gás carbônico na atmosfera (NOBRE; REID; VEIGA, 2012).

Esse aumento pode afetar as plantas da floresta tropical por serem sensíveis às alterações ambientais, assim como a mudança climática afeta todo o ciclo do carbono (METZKER, 2007; CHAVE et al., 2008). De acordo com Nobre, Reid e Veiga (2012), as plantas tendem a capturar mais gás carbônico em ambientes com maior concentração desse gás, crescendo mais. Por outro lado, os mesmos autores afirmam que o aumento expressivo da temperatura pode diminuir ou até mesmo cessar a fotossíntese, já que pode ultrapassar o ponto ótimo de assimilação fotossintética, reduzindo a absorção de gás carbônico.

O gás carbônico é um dos principais GEEs emitido em decorrência do desmatamento que é a principal causa das emissões no Brasil, colocando o país como o quarto maior emissor mundial (MITCHELL et al., 2008; ANDERSON, 2009). No entanto, há serviços de sequestro de carbono por meio do uso de sistemas agroflorestais (SAF's), práticas de conservação de florestas e projetos de reflorestamentos (AREVALO; ALEGRE; VILCACHUAMAN, 2002). Todavia, além do gás carbônico (CO₂) há outros gases como vapor d'água (H₂O), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) e ozônio (O₃) que contribuem para o aquecimento global (WEST,

2012). Embora esses gases sejam emitidos e removidos continuamente por processos naturais, a interferência antrópica pode alterar a concentração na atmosfera (WEST, 2012).

METODOLOGIA

Área de estudo

O estudo envolveu a utilização dos dados de Rosario (2010) desenvolvido na Reserva Florestal do Morro Grande (RFMG) em Cotia, SP. A RFMG abrange uma área de aproximadamente 10 870 ha (METZGER et al., 2006). Segundo Metzger et al. (2006), 87% da RFMG é composta por Floresta Ombrófila Densa Montana em estágio avançado de regeneração. O clima predominante na RFMG de acordo com o sistema de classificação de Köppen é o *Cfb*, ou seja, quente e úmido sem período de seca, com maior temperatura média do mês abaixo de 22°C (METZGER et al., 2006).

Além disso, a RFMG é composta predominantemente por florestas regeneradas (CATHARINO, 2006). Dessa forma, há na RFMG florestas em diferentes estágios sucessionais, bem como algumas áreas com 70 ou 80 anos de regeneração ou mais, e bem estruturadas (METZGER et al., 2006). Portanto, é caracterizada predominantemente por floresta secundária (ROSARIO, 2010). Houve devastação completa em algumas áreas, enquanto outras foram abandonadas após intensa perturbação, porém houve áreas com pouca perturbação (METZGER et al., 2006).

Embora a área de estudo seja uma Reserva Florestal, Metzger et al. (2006) ressaltam que deve ser enquadrada em uma das categorias do Sistema Nacional de Unidades de Conservação. De acordo com esse mesmo autor, alguns estudos apontaram que há na RFMG algumas espécies endêmicas da Floresta Atlântica e/ou espécies com risco de extinção.

Coleta de dados

Para o cálculo do estoque de carbono foram utilizados os dados de Rosario (2010) que utilizou a metodologia de parcelas. Dessa forma, Rosario amostrou seis parcelas de 20m x 50m, totalizando 0,6 ha. Cada parcela foi subdividida em dez subparcelas. Além disso, as seis parcelas foram demarcadas de forma a terem duas para cada estágio de sucessão. Portanto, houve duas parcelas no estágio inicial, duas no médio e duas no avançado. Em cada uma das parcelas, foram amostrados os indivíduos com altura superior a dois metros e perímetro à altura do peito (PAP) acima de 15 centímetros. Os dados para a realização desse trabalho foram disponibilizados por Rosario (2010) por meio do software Microsoft Excel. Os

dados obtidos em relação ao PAP foram convertidos em DAP (diâmetro à altura do peito). Esses dados permitiram o desenvolvimento e aplicação na equação alométrica para o cálculo da biomassa aérea para posterior cálculo do estoque de carbono.

Para o cálculo da biomassa, adotou-se como metodologia a equação de Arevalo, Alegre e Vilcahuaman (2002) denominada “Cálculo da biomassa arbórea viva (kg/árvore)”. Essa metodologia consiste na seguinte equação:

$$BA = 0,1184 \text{ DAP}^{2,53}$$

Onde:

BA = biomassa de árvores vivas e mortas em pé;

0,1184 = constante;

DAP = diâmetro da altura do peito DAP (cm);

2,53 = constante

Após o cálculo da biomassa o valor foi convertido em quantidade de carbono presente em cada espécie vegetal amostrada nas parcelas. Para isso, a biomassa foi multiplicada por 0,45, já que se estima que o carbono corresponda a 45% da biomassa (AREVALO; ALEGRE; VILCACHUAMAN, 2002).

Análise dos dados

Em paralelo com os cálculos, foi feito um levantamento bibliográfico sobre estoque de carbono e estágios de sucessão. Dessa forma, os resultados foram analisados a partir das somas dos estoques em comparação com a bibliografia base. As somatórias foram convertidas para TonC/ha⁻¹, já que é a unidade utilizada frequentemente nos estudos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A somatória do estoque de carbono em cada estágio de sucessão é mostrada na Tabela 1.

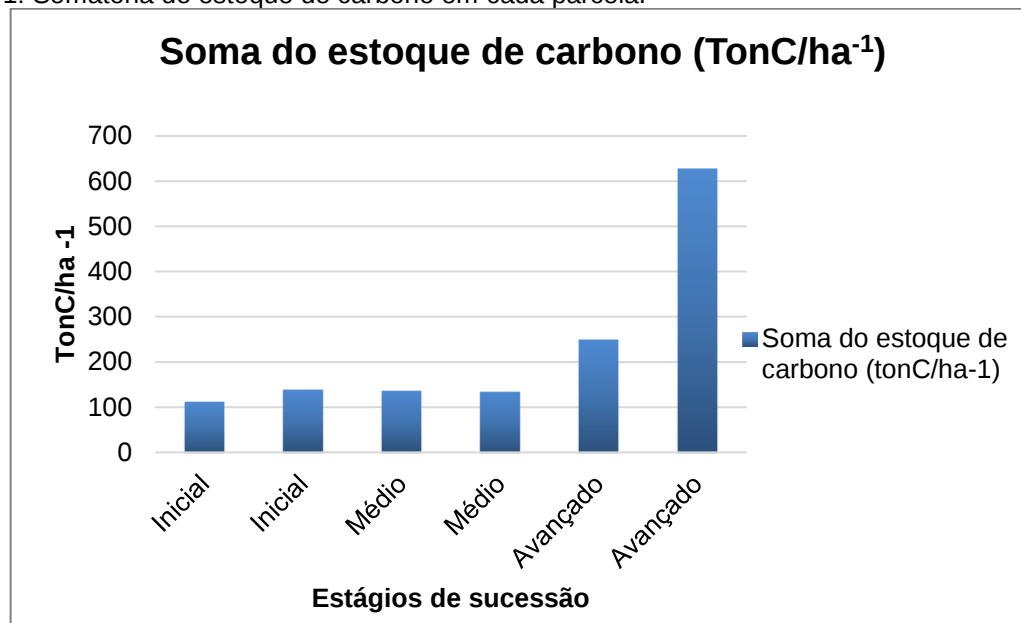
Tabela 1: Soma do estoque de carbono em cada estágio de sucessão.

Estágio	Somatória do estoque de carbono (TonC/há⁻¹)
Inicial	62,8846905
Médio	67,4814382
Avançado	218,941423

Fonte: Elaborado pelos autores.

Percebe-se que há uma semelhança entre os estágios iniciais e médios, sendo mais evidente ao observar separadamente as parcelas em cada estágio, como apresentado na Figura 1. Contudo, percebe-se que há grande diferença entre os estágios avançados.

Figura 1: Somatória do estoque de carbono em cada parcela.



Fonte: Elaborado pelos autores.

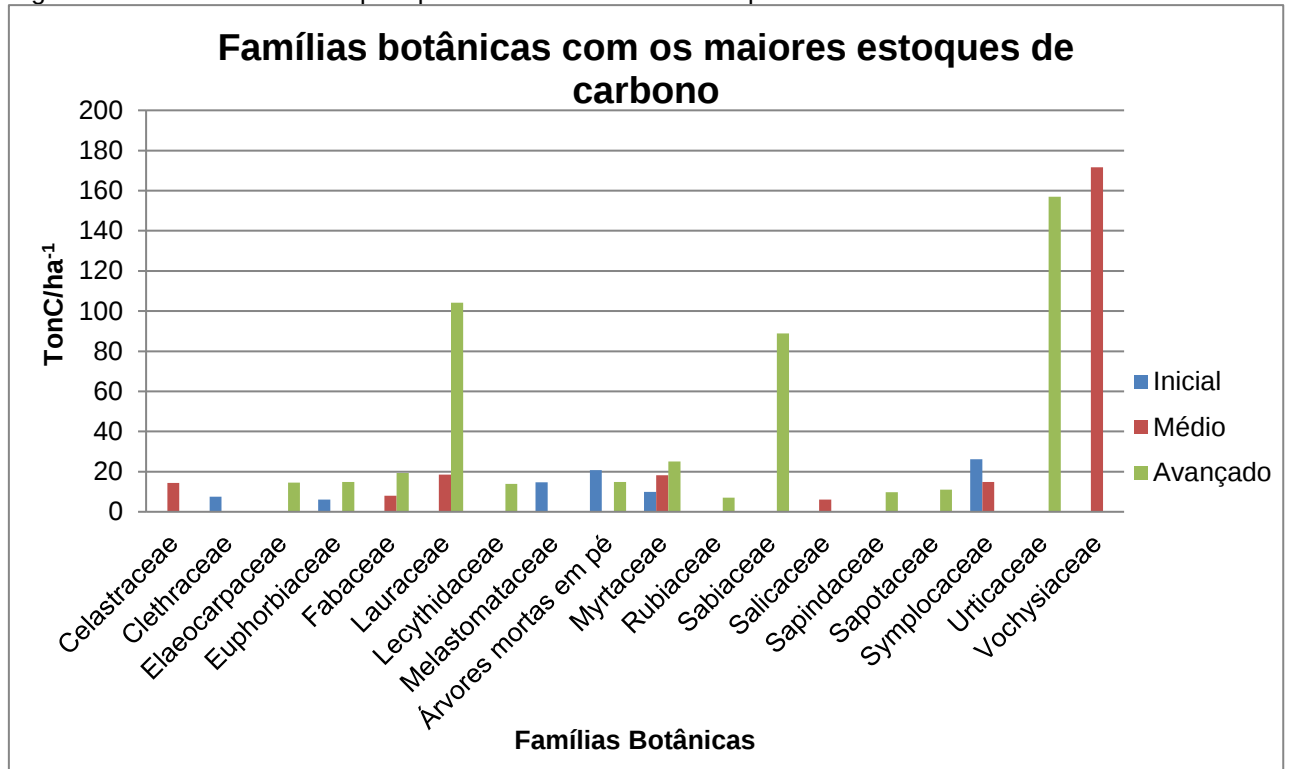
Os dados apresentados corroboram com a consideração de Rosario (2010) de que os estágios iniciais eram na realidade áreas de estágios médios. Além disso, em vista da significativa discrepância entre as somas das parcelas do estágio avançado, pode-se supor que essas diferenças são decorrentes da sucessão ser um processo gradual. Dessa forma, há a possibilidade da existência de níveis dentro dos estágios, ou seja, uma das áreas seria um estágio avançado menos desenvolvido.

Aqui também é importante ressaltar que o estoque de carbono pode ser um critério objetivo para a diferenciação dos estágios sucessionais, permitindo assim que seja elaborada uma legislação mais precisa, e principalmente baseada em estudo científicos como sugerido por Siminski e Fantini (2004), Rosario (2010; 2015).

Ainda, os resultados apresentados na Tabela 1 e na Figura 1 mostram a variação do estoque de carbono entre os estágios de sucessão, estando em conformidade com a afirmação de Stephenson et al. (2014) de que a taxa da biomassa aérea, assim como o carbono aumentam conforme o aumento no tamanho da árvore. Esse aumento é perceptível ao analisar as diferenças nos DAPs em cada estágio. Os DAPs do estágio inicial e médio não foram elevados, variando de 5 a 30cm, com exceção de alguns que foram superiores a esse valor. No estágio avançado também houve DAP de 5cm, porém foi mais recorrente valores acima de 30cm, chegando até a 56cm em um indivíduo.

A proporção entre o aumento do tamanho e do estoque de carbono é observado ao analisar o estágio avançado em relação às demais áreas, porém famílias características de um grupo sucessional foram encontradas em um estágio diferente do esperado, como a Urticaceae. Dessa forma, ao considerar os estágios e as respectivas famílias com os maiores estoques de carbono, obteve-se 17 famílias botânicas, assim como as árvores mortas em pé também foram significativas como mostra a Figura 2. É válido ressaltar que o número de indivíduos amostrados não foi considerado.

Figura 2: Famílias botânicas que apresentam os maiores estoques de carbono



Fonte: Elaborado pelos autores.

Embora essas sejam as famílias com as maiores somas de estoque de carbono, observa-se que Urticaceae e Vochysiaceae são as famílias com estoques mais expressivos, sendo do estágio avançado e médio, respectivamente. A Urticaceae apareceu no estágio avançado, sendo que é uma família caracteristicamente pioneira. No caso da Lauraceae, Sapiaceae e Vochysiaceae que foram famílias com um representativo estoque, elas foram encontradas em estágios característicos da família.

Além disso, houve famílias bastante expressivas em relação ao carbono em mais de um estágio como é o caso da Euphorbiaceae e das árvores mortas em pé, tendo sido ambas encontradas nos estágios inicial e avançado. Além dessas, houve famílias presentes no estágio médio e avançado, sendo a Fabaceae e a Lauraceae, além da Symplocaceae ter sido encontrada nos estágios inicial e médio. A única família que apareceu em todos os estágios foi a Myrtaceae com grande número de indivíduos amostrados, um total de 279, porém o estoque não foi muito expressivo como em outras famílias.

Dentre as famílias citadas anteriormente, a variação de árvores amostradas foi de dois até aproximadamente 280 indivíduos. Dessa forma, as famílias mais importantes com base no número de espécie, podem não apresentar o mesmo grau de significância quando analisado segundo o estoque de carbono, como é o caso de Urticaceae e Vochysiaceae, com quatro e dois indivíduos amostrados, respectivamente. Essa diferença na importância das famílias é acentuada no Quadro 1 que compara de forma decrescente as famílias com os maiores números de indivíduos amostrados por Catharino et al. (2006) e Rosario (2010), ambos na RFMG.

Quadro 1: Comparação entre as famílias com os maiores números de indivíduos.

Catharino et al. (2006)	Rosario (2010)
Rubiaceae	Myrtaceae
Myrtaceae	Rubiaceae
Nyctaginaceae	Árvores mortas
Lauraceae	Symplocaceae
Sapindaceae	Lauraceae
Arecaceae	Celastraceae
Symplocaceae	Nyctaginaceae
Cyatheaceae	Anacardiaceae
Aquifoliaceae	Euphorbiaceae e Fabaceae

Fonte: Elaborado pelos autores.

Algumas famílias da Figura 2 são as mesmas mostradas no quadro acima. No entanto, dentre as famílias em relação ao estoque de carbono, a Lauraceae é a única família com grande estoque e comum em ambos os estudos citados anteriormente. Por essa razão, as famílias mais numerosas podem não ser as com as maiores quantidades de carbono estocado, de forma que a importância das famílias varia de acordo com o parâmetro escolhido, no caso, de acordo com o número de espécie ou estoque de carbono. Portanto, algumas famílias realmente estocam mais carbono que outras, corroborando com Arevalo, Alegre e Vilcachuaman (2002) de que o sequestro e estoque de carbono variam de acordo com a espécie, taxa de crescimento, longevidade, sítio, clima, entre outros fatores. Além disso, Stephenson et al. (2014) sugere que o aumento da biomassa é proporcional ao tamanho da árvore de forma que as árvores mais antigas seriam um reservatório de carbono, estocando uma grande quantidade, como no caso da Urticaceae. Dessa forma, evidencia-se que não apenas a família, mas diferentes fatores ambientais também influenciam no estoque, de modo que se pode supor que um aumento na temperatura pode afetar a fixação de carbono pelas árvores como enunciado por Nobre, Reid e Veiga (2012).

Segundo esses autores, um aumento expressivo na temperatura, poderia ultrapassar o ponto ótimo de assimilação fotossintética, diminuindo ou até mesmo cessando a

fotossíntese. Como consequência, não haveria o sequestro e estoque de carbono que desempenham um importante papel na mitigação dos impactos do aumento de gás carbônico na atmosfera (NOBRE; REID; VEIGA, 2012). Desse modo, pode-se inferir que os estoques de carbono apresentados podem auxiliar na diminuição da concentração desse gás. A partir disso, pode-se considerar a RFMG como uma importante área de conservação, reforçando a necessidade de enquadramento dessa área no Sistema Nacional de Unidades de Conservação como apontado por Metzger et al. (2006).

Por outro lado, Metzker (2007), Chave et al. (2008) e West (2012) apontam que o aumento de gás carbônico também influencia no estoque de carbono, uma vez que as plantas da floresta tropical são sensíveis às alterações ambientais, assim como a mudança climática afeta todo o ciclo do carbono e a interferência antrópica pode alterar a concentração desse gás na atmosfera. Portanto, o estoque de carbono pode auxiliar na mudança climática, já que diminuiria a concentração de gás carbônico, condizendo com Arevalo, Alegre e Vilcachuaman (2002) que afirmam o estabelecimento de serviços de sequestro de carbono por meio do uso de sistemas agroflorestais (SAF's), práticas de conservação de florestas e projetos de reflorestamento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As somas dos estoques de carbono foram muito similares entre os estágios inicial e médio, concluindo que essas áreas são na verdade de estágio médio, enquanto a somatória nas parcelas de estágio avançado foi distinta, inferindo a possibilidade de níveis dentro de um estágio de sucessão. Como consequência, há a necessidade de mais estudos comparativos de estoque de carbono em diferentes estágios de sucessão. O aprofundamento do estudo sobre o estoque em cada estágio possibilitaria a delimitação de uma faixa de estoque, sendo um critério objetivo para a definição dos estágios, podendo principalmente ser utilizados pela legislação e em processo de licenciamento ambiental.

Em relação às famílias botânicas, houve a observação de que algumas estocam mais carbono, já que não houve comparação com base no número de indivíduos amostrados. No entanto, as famílias importantes em questão do número de indivíduos, podem não ter a mesma importância em relação à quantidade de carbono estocado, como foi o caso da Urticaceae e Vochysiaceae com poucos indivíduos amostrados, sendo o contrário da Myrtaceae com muitos indivíduos, mas menos expressiva em relação ao carbono estocado.

Os valores obtidos referentes ao estoque de carbono podem ser relevantes para a mudança climática, já que os estágios avançados tiveram valores elevados. Embora os estágios médios, em geral, não tenham sido altos, foram significativos ao analisar as famílias,

como o caso da Vochysiaceae. Ressalta-se que também há a necessidade de mais estudos sobre o estoque de carbono e a mudança climática, para a quantificação da mitigação realizada pelas florestas.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, A. B. Redução de Emissões Oriundas do Desmatamento e Degradação Florestal (REDD): Desafios e Oportunidades. *Mudanças Climáticas*. Andi, 2009. Disponível em: <<http://www.mudancasclimaticas.andi.org.br>> Acesso em: 20 set 2015.

AREVALO, L. A.; ALEGRE, J. C.; VILCACHUAMAN, L. R. M. Metodologia para estimar o estoque de carbono em diferentes sistemas de uso da terra. Documento 73, *EMBRAPA Florestas*. Paraná. 2002. p. 40. Disponível em: <http://www.reciclecarbono.com.br/biblio/metod_embrapa.pdf>. Acesso em: 09 ago 2015.

BRASIL. Resolução CONAMA nº1, de 31 de janeiro de 1994. Biomas-Estágios sucessionais da vegetação da Mata Atlântica. *DOU*, n. 24, seção 1, p. 1684-1685, 1994. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1994_001.pdf>. Acesso em: 21 jul 2016.

BRASIL. Resolução CONAMA nº392, 25 de junho de 2007. Biomas-Estágios sucessionais da vegetação da Mata Atlântica. *DOU*, n. 121, seção 1, p. 41-42, 2007. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_2007_392.pdf>. Acesso em: 20 jul 2016.

BUDOWSKI, G. Distribution of tropical American rainforest species in the light of successional processes. *Turrialba*, Costa Rica, v. 15, n. 1, p. 40-42, 1965. Disponível em: <<http://cro.ots.ac.cr/rdmcnfs/datasets/biblioteca/pdfs/nbina-9029.pdf>>. Acesso em: 18 dez 2015.

CATHARINO, E. L. M. *Estudos fisionômico-florístico e fitossociológicos em matas residuais secundárias no município de Piracicaba, SP*. 1989. Tese (Mestrado em Ciências Biológicas)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1989. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000036035>>. Acesso em: 18 jul 2016.

CATHARINO, E. L. M. et al. Aspectos da composição e diversidade do componente arbóreo das florestas da Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia, SP. *Biota Neotropica*, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 1-28, 2006. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/fullpaper?bn00306022006+pt>> Acesso em: 18 dez 2015.

CHAVE, J. et al. Assessing evidence for a pervasive alteration in Tropical Tree Communities. *PLoS Biology*, São Francisco, v. 6, n. 3, p. 455-462, 2008. Disponível em: <<http://europepmc.org/articles/PMC2270308>>. Acesso em: 09 dez 2015.

GÓMES-POMPA, A.; VÁZQUEZ-YANES, C.; GUEVARA, S. The Tropical Rain Forest: A Nonrenewable Resource. *Science*, Washington, v. 177, n. 4051, p. 762-765. 1972. Disponível em: <http://people.uncw.edu/rotenbergj/Class%20Documents/430/Tropical%20Rain%20Forest_A%20Nonrenewable%20Resource_Gomez-Pompa%20etal_1972.pdf>. Acesso em: 18 dez 2015.

GUARIGUATA, M.R.; OSTERAG, R. Neotropical secondary succession: changes in structural and functional characteristics. *Forest Ecology and Management*. v. 148, p. 185-206, 2001. Disponível em: <<http://www.ib.usp.br/~lfsilveira/pdf/neotropalsecondary.pdf.pdf>> Acesso em: 18 dez 2015.

METZGER, J.P. et al. Uma área de relevante interesse biológico, porém pouco conhecida: a Reserva Florestal do Morro Grande. *Biota Neotropica*, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 1-33, 2006. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/fullpaper?bn00206022006+pt>>. Acesso em: 18 dez 2015.

METZKER, T. I. F. *Estudos sobre a dinâmica e os estoques de carbono da Mata Atlântica do Parque Estadual do Rio Doce – Minas Gerais, Brasil*. 2007. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre)-Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2007.

MITCHELL, A. W. et al. *Forest Now in the Fight Against Climate Change: Forest Foresight Report* 1. GCP. n. 4, novembro, 2008. Disponível em: <http://theredddesk.org/sites/default/files/resources/pdf/2009/Forests_Now_version_4.pdf> Acesso em: 19 set 2015.

NOBRE, C. A.; REID, J.; VEIGA, A. P. S. *Fundamentos científicos das mudanças climáticas*. São José dos Campos: Rede Clima/INPE, 2012. Disponível em: <http://www.inpe.br/noticias/arquivos/pdf/fundamentos_cientificos_mc_web.pdf>. Acesso em: 25 jul 2016.

ROSARIO, R. P. G. *Estágios sucessionais e o enquadramento jurídico das florestas montanas secundárias na Reserva Florestal do Morro Grande (Cotia, SP) e entorno*. 2010. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente)-Instituto de Botânica da Secretaria do Estado do Meio Ambiente, São Paulo, 2010.

ROSARIO, R.P.G. *Parâmetros e descritores biológicos para o estabelecimento de classes de estágios sucessionais iniciais para a Floresta Ombrófila Densa Montana, como contribuição à conservação da Mata Atlântica*. 2015. Tese (Doutorado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente)-Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 2015.

SCHORN, L. A.; GALVÃO, F. Dinâmica da regeneração natural em três estágios sucessionais de uma Floresta Ombrófila Densa em Blumenau, SC. *Floresta*, Curitiba, v. 36, n. 1, p. 59-74, 2006.

SIMINSKI, A ;. FANTINI, A. C. A classificação da Mata Atlântica do litoral catarinense em estádios sucessionais: ajustando a lei ao ecossistema. *Floresta e Ambiente*, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, p. 20-25, 2004.

STEPHENSON, N. L. et al.. Rate of tree carbon accumulation increases continuously with tree size. *Nature*. v. 507, n. 7490, p. 90-93, 2014. Disponível em: <<https://repository.si.edu/handle/10088/22047>>. Acesso em: 18 dez 2015.

VIEIRA, S. A. et al. Estimation of biomass and carbon stocks: the case of the Atlantic Forest. *Biota Neotrop*, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 21-29, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/bn/v8n2/a01v8n2>>. Acesso em: 18 set 2015.

WEST, T. A. P. *Metodologia para projetos florestais de crédito de carbono envolvendo a conversão da exploração madeireira convencional para o manejo florestal com exploração de*

impacto reduzido. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – ESALQ – USP, Piracicaba, 2012.

Contatos: fernandakeikokiataqui@gmail.com e ricardo.rosario@mackenzie.br