


Ainda, sobre os paradigmas associados ao cultivo do eucalipto no cerrado

Recebido em: 09/05/2022

Aceito em: 18/05/2022

 10.46420/9786581460419cap4

Ana Carolina Pereira Ruas¹ 

Stanley Schettino^{1*} 

INTRODUÇÃO

A área de florestas plantadas no Brasil totalizou 9,55 milhões de hectares em 2020, um crescimento de 6,22% em relação ao ano de 2018. Esse aumento se deve exclusivamente ao aumento das áreas com eucalipto, cujos plantios, em 2020, ocupavam 7,47 milhões de hectares no Brasil localizados, principalmente, nos Estados de Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso do Sul (IBÁ, 2021), predominantemente implantados no bioma cerrado.

De acordo com Calixto et al. (2009), a introdução do eucalipto no Brasil veio com a promessa de frear o desmatamento de florestas nativas e também de prover carvão para as indústrias siderúrgicas e centros urbanos e, posteriormente, para suprimento de madeira para as indústrias de celulose. A modernização produtiva da indústria de bens de produção e consumo duráveis foi possível devido aos subsídios e incentivos fiscais que eram oferecidos pelo governo. Esses incentivos fiscais tinham como foco incentivar a ocupação de áreas consideradas inproveitadas como, por exemplo, o cerrado, que era visto como uma promessa de adaptação às novas técnicas de mecanização intensivas, e também devido a sua grande disponibilidade de mão de obra e por possuir áreas planas. Por sua vez, o avanço da fronteira agrícola propiciou o surgimento e o fortalecimento da silvicultura no Cerrado já que, com o passar dos anos, essas terras começaram a ser consideradas improdutivas para a produção agrícola e com isso passaram a ser reflorestadas.

Juntamente com os incentivos governamentais, os estudos sobre o gênero *Eucalyptus* continuavam. Muitas pesquisas eram incentivadas pelas empresas florestais, já que o benefício econômico que a espécie trazia era o foco principal da produção e, com isso, foi surgindo uma visão social em relação aos benefícios dessa espécie. Paradigmas foram criados acerca dos benefícios dos plantios dos quais, destacam-se: a redução da pressão do desmatamento em áreas nativas, alta adaptabilidade às adversas condições climáticas e por sua madeira poder ser utilizada para diversos fins (Mora; Garcia, 2000).

¹ Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Montes Claros - MG.

* Autor correspondente: schettino@ufmg.br

Entretanto, com o passar dos anos, outros paradigmas foram surgindo a partir da implantação da monocultura do eucalipto, dando base para a construção de uma nova linha de pensamento, contrário às ideias propagadas por empresas, bancadas ruralistas e alguns pesquisadores. Com isso, algumas convicções negativas foram criadas, dentre elas: o eucalipto resseca e empobrece o solo, consome ou esgota os recursos hídricos, reduz a biodiversidade da flora local, o eucalipto gera um "deserto verde" e gera poucos benefícios sociais e econômicos no interior. Diversas instituições públicas e civis foram responsáveis por construir e legitimar os diferentes paradigmas que envolvem o tripé: eucalipto, solo e água.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivos: trazer à tona a discussão sobre esses paradigmas; demonstrar a existência de benefícios sociais, econômicos e ambientais; contrapor os prejuízos supostamente apresentados, que em equilíbrio, são capazes de garantir a sustentabilidade da atividade florestal e responder ao questionamento de que o eucalipto seca o solo do cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

A revisão bibliográfica, ou revisão de literatura, é a análise crítica, meticulosa e ampla das publicações correntes em uma determinada área do conhecimento (Gil, 2007). Martins e Pinto (2001) afirmam que a pesquisa bibliográfica procura explicar e discutir um tema com base em referências teóricas publicadas em livros, revistas, periódicos e outros. Busca também, conhecer e analisar conteúdos científicos sobre determinado tema.

Pode-se acrescentar a este acervo as consultas à base de dados, periódicos e artigos indexados com o objetivo de enriquecer a pesquisa. De acordo com Marconi e Lakatos (2007), a revisão bibliográfica é uma forma de pesquisa que possui a finalidade de colocar o pesquisador em contato direto com tudo que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto.

Dessa forma, é possível observar que a pesquisa bibliográfica proporciona o exame de um tema sob novo foco de abordagem, fazendo com que se obtenha conclusões inovadoras.

A metodologia adotada pelo presente estudo consistiu na busca por artigos científicos nas plataformas; Google Acadêmico, Unimontes Científica, Plataforma Scupira, Revista Floresta, Scielo, Teses USP, Periódicos CAPES, e alguns sites do setor florestal e agropecuário, por exemplo, Instituto de Pesquisas Florestais - IPEF, Indústria Brasileira de Árvores - IBÁ, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, dentre outros. Também se utilizou livros em plataformas online. As palavras chaves adotadas nas buscas foram: eucalipto, cerrado, desmatamento, fronteira agrícola, consumo hídrico do eucalipto, eucalipto e a seca do solo, impactos da cultura.

Os autores utilizados na presente pesquisa, foram divididos de acordo com os paradigmas levantados por eles, sendo assim, os autores que endossam os paradigmas negativos acerca da cultura estudada são: Shiva e Bandyopadhyay (1985); Jayal (1985); Barros e Campos (2011); Van Dijk et al. (2007);

Brown et al. (2007); Andréassian (2004); Bruijnzeel (2004); Lima (2006); Keenan et al. (1997); Poore e Fries (1985); Vechi e Magalhães Junior (2018); Araújo et al. (2010); Schneider (2003); e Viana (2011).

Os paradigmas positivos acerca da cultura do eucalipto foram defendidos por: Vital (2007); Lima (1987); Lima e Zakia, (1996); Scolforo (2008); Valverde (2009); Mora e Garcia (2000); Almeida et al. (2013); Bertola (2014); Araújo et al. (2012); Cavalcanti (1995); e Longue e Colodette (2013).

DESENVOLVIMENTO

O bioma cerrado

As savanas são formações vegetais que se estendem por todos os continentes ligados à faixa tropical, sendo conhecidas como cerrado no Brasil. Segundo maior bioma do país, o cerrado ocupa uma área de 2,04 milhões de quilômetros quadrados (Oliveira; Marquis, 2002). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, as áreas de transição ou de tensão ecológica representam aquelas regiões onde há uma mistura de elementos florísticos entre duas regiões adjacentes. O Ministério do Meio Ambiente - MMA, juntamente com o IBGE, elaborou uma classificação de biomas reconfigurando o domínio cerrado, totalizando uma área de 2.045.064 km² (IBGE, 1991).

Nessa configuração, as áreas de transição foram incluídas, totalizando em torno de 24% do território nacional. A distribuição do cerrado brasileiro se dá pelos Estados de Goiás, Distrito Federal e parte dos Estados de Minas Gerais, Mato Grosso, Rondônia, Mato Grosso do Sul, Bahia, Tocantins, Maranhão, Piauí e Pará.

Segundo Mittermeier et al. (1997), o Brasil é considerado um dos países de maior biodiversidade no mundo, estimando-se que, aproximadamente, 10% de toda a biota terrestre encontram-se no país. No domínio cerrado, encontra-se um terço da biodiversidade do país e também 5% da fauna e flora mundiais sendo, por isso, considerada a savana mais biologicamente diversificada do mundo. Estima-se que possua mais de 6 mil espécies de árvores e 800 espécies de aves (ICMBIO, 2021).

Acredita-se que mais de 40% das espécies de plantas lenhosas e 50% das abelhas sejam endêmicas. Ao lado da Mata Atlântica, é considerado um dos hotspots mundiais, ou seja, um dos biomas mais ricos e ameaçados do mundo (ICMBIO, 2021). A grande complexidade de habitats e paisagens no cerrado propiciam a existência de uma fauna diversa e abundante, distribuída de acordo com os recursos ecológicos disponíveis, topografia, solo e microclima. Estimativas apontaram aproximadamente 320.000 espécies da fauna para o Cerrado, distribuídas por 35 filas e 89 classes, sendo 67.000 de invertebrados, correspondendo a 20% da biota desse bioma (Klink; Machado, 2005).

O termo cerrado é comumente utilizado para designar o conjunto de ecossistemas (savanas, matas, campos e matas de galeria) que ocorrem no Brasil Central. Apresenta um clima estacional, com estações bem definidas em período chuvoso (outubro a março) e período seco (abril a setembro), apresentando uma precipitação média anual em torno de 1.500 mm. As temperaturas são geralmente amenas ao longo do ano, entre 22°C e 27°C em média (Oliveira; Marquis, 2002).

Souza et al. (2018) classificam os cerrados, de acordo com a sua vegetação, em: cerradão, cerrado propriamente dito, campo sujo e campo limpo, sendo o cerradão uma fisionomia de transição entre o cerrado e a floresta; o cerrado propriamente dito é formado por árvores e arbustos tortuosos, de cascas grossas e gretadas, folhas grandes e grossas; o campo sujo é a denominação dada à vegetação de arbustos baixos e espaçada entremeadada por gramíneas e o campo limpo é uma formação vegetal caracterizada por campos revestidos por gramíneas, apresentando, às vezes, arvoretas muito afastadas entre si.

Os latossolos predominam no Cerrado Brasileiro, estando presentes em 46% da área do bioma. Estes tipos de solo se caracterizam, principalmente, pela baixa fertilidade e alta acidez. Por outro lado, tratam-se de solos antigos, profundos, com ótima drenagem e que se assenta em relevos planos ou levemente ondulados (Santos et al., 2010).

O relevo é marcado por intercalações e planaltos, depressões e planícies. Os planaltos são dominados por áreas planas, denominadas chapadas, que se intercalam com áreas onduladas. As depressões compreendem os compartimentos formados pelos processos erosivos, que levaram à formação das linhas de drenagem e das bacias hidrográficas, e nelas estão os solos mais jovens e férteis do bioma. As planícies de maior extensão estão embutidas nas depressões e correspondem aos terraços aluviais, regiões antigas e raramente alcançadas pelas enchentes (Ab'Sáber, 1981).

O cerrado possui vegetação xeromorfa (adaptada à baixa disponibilidade hídrica), oligotrófica (que sobrevive com pequena quantidade de nutrientes) e com fisionomias que variam do arbóreo denso ao gramíneo-lenhoso. A variabilidade estrutural acentuada é característica marcante desta formação vegetal. O cerradão é a subformação clímax e o campo limpo, a menos desenvolvida. Essa variação estrutural é ocasionada pelas amplas variações de condições do solo e de disponibilidade hídrica local (Pivello; Coutinho, 1996; Rizzini, 1997).

Solo, água e eucalipto

Uma das principais críticas dentre as que frequentemente são destinadas ao eucalipto é em relação ao empobrecimento do solo das regiões onde o monocultivo é instalado. De acordo com Palmberg-Lerche (2002), a remoção de nutrientes do solo em plantações de eucalipto irá depender: (1) das técnicas de manejo das plantações; e (2) dos métodos de colheita. Segundo o mesmo, o consumo de nutrientes por árvores de eucalipto, não é maior do que o consumo de outras culturas agrícolas.

A retirada de nutrientes do ecossistema (que estão contidos em diversas partes das plantas) ocorre nos momentos de colheita, quando parte da biomassa que produzida pela cultura é retirada da floresta. Porém, podem-se minimizar esses efeitos deixando raízes, cascas e galhos sobre o solo. Essa deposição de materiais é denominada serrapilheira, e sua principal função é devolver parte dos nutrientes contidos nesses resíduos ao solo. Da área retira-se apenas a madeira, que é formada principalmente por uma reação química entre dióxido de carbono, presente no ar, e água, reação esta catalisada pela luz solar, através da fotossíntese (Gorniski, 2009).

Vital (2007) estima que, para cada tonelada de madeira gerada, é produzido como resíduo entre 0,30 e 0,35 toneladas de serrapilheira. Desta forma, em um plantio de eucalipto, grande parte dos nutrientes retirados do solo retornam ao mesmo, primeiro na ciclagem das folhas, durante o crescimento da árvore, e depois com o corte e reincorporação deste material no solo. De toda forma, retornando ao assunto solo, pode-se inferir que o eucalipto acaba por melhorar suas condições físico-químicas. Em primeiro lugar porque o solo ficará no mínimo sete anos sem revolvimento, o que reduz drasticamente a erosão. Segundo porque as raízes promoverão a aeração do solo, e terceiro porque a camada de folhas mortas que cobrirá o solo e será incorporada se tornará matéria orgânica, aproveitável para futuros plantios agrícolas ou florestais (Gorniski, 2009).

Basicamente, o eucalipto necessita captar CO_2 e O_2 do ar para realizar, respectivamente, duas importantes atividades metabólicas: a fotossíntese e a respiração, sendo que a fotossíntese necessita, ainda, da água retirada do solo. Nos vegetais, a água tem três funções principais: participar na reação da fotossíntese, ser transpirada pelas aberturas dos estômatos no processo de respiração e ser veículo para transporte (como seiva). Em conjunto, essas atividades metabólicas alimentam um ciclo completo da água que, após precipitar-se sobre o solo, é sugada pelas raízes, evaporada de volta para a atmosfera, precipitando-se novamente sobre o solo (Vital, 2007).

O gênero *Eucalyptus* possui características como propriedades das folhas, índice de área foliar e a arquitetura das copas que possibilitam a redução do consumo de água e que lhe dão elevada capacidade de adaptação às variações climáticas. Suas folhas são espessas, resistentes e duráveis. A oferta adicional de água e nutrientes, quando feita no plantio, permite a obtenção de maiores índices de área foliar e, conseqüentemente, maior produtividade (Fitzsons e Parron, [s.d]). A arquitetura das copas é bastante diferenciada das coníferas e essa estratégia reduz a carga térmica quando há alta irradiação, especialmente em torno do meio-dia, devido à elevação da radiação solar (Whitehead; Beadle, 2004)

Poore e Fries (1985) afirmam que quanto mais rápido o crescimento de uma árvore, maior seu consumo de água. Estima-se que a faixa de evapotranspiração de uma plantação de eucalipto seja equivalente a precipitações pluviométricas ao redor de 800 a 1.200 mm/ano. Entretanto, esse consumo de água utilizado pela espécie não significa, necessariamente, que haverá um ressecamento ou impacto negativo nos lençóis freáticos, pois, esses impactos não dependem somente do consumo de água pelas plantas, mas também da precipitação pluviométrica da região de cultivo.

Taxas de transpiração diária para diferentes idades e espécies de eucalipto, em diversas regiões do mundo, mostram variações estacionais desde 0,2 a 7,7 mm.dia⁻¹ o que corresponderia, para plantios com área de 6 m²/planta, a valores diários oscilando entre 1,2 e 46,2 l de água/árvore (Whitehead; Beadle, 2004). Essa grande amplitude é decorrente da variabilidade das condições edáficas, do manejo e das características genéticas e idade das espécies, das variações climáticas sazonais e do potencial de crescimento do local (Albaugh et al., 2013). Contudo, independente da espécie de eucalipto, da idade da plantação e do manejo, em locais de clima seco e de solo com baixa retenção hídrica, é de se esperar um

baixo consumo diário de água do solo, principalmente na estação seca. Isto ocorre devido as plantas de *Eucalyptus* exercem eficiente controle estomático sob condições de baixa disponibilidade de água (Almeida; Soares, 2003). Em contrapartida, em sítios com precipitações pluviométricas altas e solos com boa retenção hídrica, esse consumo pode atingir valores mais altos, principalmente, na estação chuvosa.

Somente em áreas de precipitação pluviométrica inferior a 400 mm/ano, o eucalipto pode acarretar ressecamento do solo ao utilizar as reservas de água nele contidas (podendo, nesse caso, prejudicar também o crescimento de outras espécies). Em regiões de maior volume pluviométrico, portanto, as plantações de eucalipto, por receberem mais água do que aquilo que consomem, não levaria ao ressecamento do solo (Davidson, 1993).

Mello et al. (1997) realizaram um estudo comparativo a respeito do comportamento das raízes de eucalipto plantado via semente e via estacas (material vegetativo), concluindo que, na área de estudo, as raízes não ultrapassaram a profundidade de 1,4 metros, independente da origem do material. Conforme citado por Lima e Zakia (2006), uma floresta de eucalipto estimula a maior infiltração d'água no solo em detrimento do escoamento superficial, o que tende a elevar o lençol freático. Dificilmente o eucalipto irá alcançar o lençol freático, pois os únicos locais onde o mesmo se mostra tão superficial é nas proximidades de algum curso d'água, áreas estas protegidas por lei e destinadas à manutenção das chamadas Áreas de Preservação Permanente, onde não é legalmente possível o desenvolvimento de qualquer cultura, eucalipto inclusive.

Há que se considerar que o consumo dependerá da localização das plantações em relação à bacia hidrográfica. Se as plantações estão situadas em locais de maior altitude, as raízes dos eucaliptos, por não ultrapassarem 1,4 m, não alcançariam os lençóis subterrâneos. Se, entretanto, as florestas forem plantadas perto das bacias hidrográficas, os eucaliptos passam a consumir mais água, crescem mais rapidamente e podem gerar impactos sobre os lençóis freáticos tanto localmente como a jusante. Cabe ressaltar que a profundidade dos lençóis freáticos varia em função das características do solo, bem como das características hídricas de cada região, de tal sorte que o impacto das plantações de eucalipto sobre os lençóis d'água deve ser analisado caso a caso (Silva et al., 2016).

Os desertos verdes são as grandes áreas cobertas por um tipo de vegetação que foi introduzido de maneira artificial pelo ser humano, seja por meio de reflorestamento com espécies consideradas não nativas ou mesmo por meio de plantações agrícolas em larga escala. Os exemplos mais característicos de desertos verdes são as florestas plantadas por indústrias de celulose e papel, como *Pinus* e *Eucalyptus*, assim como as extensas lavouras de soja e de cana de açúcar (Oleriano; Dias, 2007).

Alguns segmentos da sociedade criticam a cultura de eucalipto afirmando que essa possui grande demanda por água em seu ciclo de cultura. Entretanto, de acordo com Scolforo (2008) e os dados apresentados na Tabela 1, é possível verificar a não existência de grandes diferenças entre a cultura de eucalipto e as demais apresentadas, em relação ao consumo de água.

Tabela 1. Quantidade de água necessária durante um ano ou ciclo da cultura. Fonte: Scolforo (2008).

Cultura	Consumo de água (mm)
Cana de açúcar	100-2000
Café	800-1200
Citrus	600-1200
Milho	400-800
Feijão	300-600
Eucalipto	800-1200

Obs: 1 mm (milímetro) corresponde a 1 litro de água por metro quadrado.

Tabela 2. Comparação entre o consumo de água do eucalipto e outras culturas. Fonte: Scolforo (2008)

Cultura/Cobertura	Eficiência de uso da água
Batata	1 kg de batata / 2.000 l de água
Milho	1 kg de milho / 1.000 l de água
Cana de Açúcar	1 kg de açúcar / 500 l de água
Cerrado	1 kg de madeira / 2.500 l de água
Eucalipto	1 kg de madeira / 350 l de água

Ainda assim, as bacias hidrográficas florestais, quando comparadas com as de pastagens ou outro tipo de vegetação não florestal, possuem uma vazão hipoteticamente menor. Isto se dá porque para o rápido desenvolvimento das plantas (Lima, 1987), principalmente nos estágios iniciais, é necessária uma maior quantidade de água e, por tal razão e por curto períodos de tempo, as bacias não florestais apresentam maior vazão se comparadas com a outra (Oleriano e Dias, 2007). A Tabela 2 apresenta uma comparação entre a eficiência do consumo de água do eucalipto e outras culturas agrícolas, destacando-se que o eucalipto é um dos mais eficientes produtores de biomassa (toda e qualquer matéria orgânica formada pela planta).

De acordo com Rezende et al. (2011), o fato de o eucalipto e outras atividades agrícolas e pecuárias consumirem água o quanto necessitarem não significa que estas sejam os grandes vilões no que diz respeito ao impacto ambiental sobre o solo, a água e a biodiversidade em geral. No tocante a parte hídrica, afirmam os autores, é preciso comparar as condições climáticas atuais com as de alguns anos atrás, visto que o aquecimento global em decorrência das emissões atmosféricas, principalmente de CO₂, interferem diretamente nas variáveis climáticas, as quais estão em constante mudança em relação as séries históricas.

Além destas informações, os autores ressaltam que 1 hectare de eucalipto consome 10 toneladas de carbono da atmosfera por ano, contribuindo para a diminuição da poluição, do aquecimento global e combatendo o efeito estufa. Em resumo, mais do que ser um negócio rentável e produtivo, as plantações

de eucalipto têm cumprido seu papel fundamental de reduzir a pressão sobre as matas nativas, ainda muito usadas no consumo de carvão vegetal, móveis e madeira sólida (Rezende et al., 2011).

Em outro estudo, Gorniski (2009) aponta que plantios de eucaliptos podem servir como corredores ecológicos em pequenas distâncias, pois fornece cobertura e proteção a pequenos animais, que em um cultivo agrícola ficariam expostos à predadores. O autor ainda apresenta vários experimentos de agrossilvicultura bem-sucedidos espalhados pelo país, que contrapõe a informação de que o eucalipto impede o crescimento de outras plantas ao seu redor. Ocorre que o eucalipto é uma planta que exige sol pleno, não tolerando sombreamento, o que força o produtor a lançar mão de técnicas que evitem o surgimento de plantas concorrentes.

A questão dos efeitos ambientais das plantações de eucalipto parece, hoje, tão indefinida quanto a própria origem dessas especulações. Todavia, as dúvidas ainda persistem em diversos países, e a controvérsia do eucalipto está longe de ser resolvida. Como citado na introdução deste estudo, os impactos aqui explorados serão apresentados a partir dos paradigmas positivos e negativos estabelecidos em torno da cultura do eucalipto.

Paradigmas negativos sobre a cultura do eucalipto

Os paradigmas negativos acerca do plantio de eucalipto são: o eucalipto resseca e empobrece o solo, consome ou esgota os recursos hídricos, reduz a biodiversidade da flora local, o eucalipto gera um "deserto verde" e gera poucos benefícios sociais e econômicos no interior.

Um dos problemas debatidos é o impacto causado no solo e um possível ressecamento. Alguns pesquisadores afirmam com veemência que o seu plantio é um problema que deve ser revisto para evitar danos maiores. O texto indiano denominado "*Inventário Ecológico sobre o Cultivo do Eucalipto*" (Shiva; Bandyopadhyay, 1985) assume uma posição crítica em relação aos plantios extensivos e homogêneos de eucalipto, relacionando os aspectos naturais e sociais dos impactos ambientais. A principal crítica feita à realização de projetos de plantações homogêneas de eucalipto diz respeito aos danos causados sobre os ciclos hidrológicos. O desempenho positivo ou negativo da planta em relação aos recursos hídricos dependerá, diretamente, da quantidade de água disponível, mas também, da quantidade requerida pela árvore para a manutenção de sua vida. De acordo com esses autores, devido a competição criada pela umidade do solo, o eucalipto impede o crescimento de outras plantas, como também bloqueia o abastecimento do lençol freático. Ainda, afirmam, a estrutura biológica e morfológica do eucalipto permite que, mesmo sobre tensão por escassez de água, a planta continue sua retirada. Sendo assim, em nenhuma hipótese a planta apresenta mecanismos de conservação de água.

Jayal (1985), sobre essa perspectiva, afirma que o eucalipto causa desertificação, pois demanda grande quantidade de água, retira nutrientes do solo e não os repõe e deposita substâncias químicas que prejudicam a reorganização do ecossistema. Endossando essa afirmação, Barros e Campos (2011) pontuam que os impactos ambientais deixados pela espécie exótica ficam mais evidentes quando seu

plantio é realizado em grande escala, pois acelera o processo de desequilíbrio ambiental, tendo vista que esta espécie é dominante e não permite crescimento de outras espécies, evitando a ocorrência de biodiversidade, fator fundamental para manter o meio ambiente em harmonia.

Em seu estudo, Van Dijk et al., (2007), demonstram evidências que sugerem que as plantações florestais reduzem a disponibilidade de água, bem como baixam os níveis dos fluxos superficiais em microbacias pequenas, mas não são esperadas influências em microbacias maiores. Brown et al. (2007), estimando os impactos das plantações sobre a água em uma microbacia na Austrália, concluem que numa base média anual na escala da bacia total, os impactos de diferentes cenários de vegetação no fluxo superficial são mínimos. Entretanto, quando se consideram respostas locais, em anos críticos e consecutivos, alguns impactos potencialmente maiores são identificados.

Para Andréassian (2004), sem dúvida as plantações possuem um impacto sobre o balanço hídrico na escala de bacias hidrográficas, sendo o consumo de água nas plantações geralmente maior que em outros tipos de vegetação. O corte das árvores resulta num aumento da produção de água e o estabelecimento de plantios diminui. No entanto, afirma o autor, não se sabe completamente as consequências com a idade do povoamento, ou com o aumento da porcentagem de cobertura florestal na escala da bacia hidrográfica.

Também, de acordo Bruijnzeel (2004), maior atenção deveria ser dada à base geológica que controla o comportamento hidrológico da microbacia quando se analisam os efeitos das mudanças do uso do solo sobre os fluxos superficiais ou a produção de sedimentos. Finalmente, Lima (2006) descreve que um aspecto importante para o entendimento das relações entre a água e as plantações com espécie arbóreas é a escala do uso da terra e, no contexto de melhores práticas de manejo florestal, a microbacia hidrográfica deve estar incorporada como unidade sistêmica da paisagem e monitoramento, a fim de integrar todos os processos envolvidos no balanço hídrico. Desta forma, com uma escolha apropriada da microbacia a ser florestada e com plantios planejados e manejados, as plantações podem ser uma parte viável e positiva da economia rural com impactos mínimos sobre os fluxos dos rios (Keenan et al., 1997).

Os efeitos alelopáticos do eucalipto são descritos em uma obra clássica de Poor e Fries (1985), que apresentam indicações de que algumas espécies de eucalipto podem produzir químicos que inibem a germinação e o crescimento de outras plantas. Outro paradigma descrito por Vechi e Magalhães Junior (2018), é que o eucalipto contém algumas substâncias nocivas ao meio ambiente, o qual pode sofrer algumas consequências nada confortáveis e quase imperceptíveis.

Por sua vez, Araújo et al. (2010) indicam que a grande quantidade de serapilheira produzida por *Eucalyptus urograndis* representa um potencial impacto para ambientes aquáticos naturais. Este estudo também aponta que a utilização dessa espécie em plantio florestal extensivo no estado de Minas Gerais vem aumentando e com isso amplia-se o risco eco toxicológico. Os autores afirmam que é necessária uma atenção para a serapilheira, material gerado pelo cultivo em grande escala do eucalipto, a fim de

evitar maiores consequências ao meio ambiente, em especial aos ecossistemas aquáticos, por conter grande quantidade de óleos nesse material.

Schneider (2003) aponta que um aspecto desfavorável do cultivo do eucalipto é a falta de decompositores e animais que se alimentem de suas folhas. Os óleos essenciais, presentes nas folhas impossibilitam o consumo das mesmas por animais, ficando assim acumuladas sobre o solo. Devido esses fatores, o autor avalia a folha do eucalipto com sendo dura e pouco atrativas para o consumo da maioria dos animais, devido à concentração usualmente elevada de taninos, resultando em condições inóspitas para os insetos e todos os demais animais da cadeia trófica.

Outro paradigma levantando é a ausência ou pouca diversidade de espécies animais em reflorestamentos de eucalipto. Entretanto, é indubitável que uma monocultura, quer de eucalipto ou de qualquer outra espécie, é reconhecidamente menos capaz de suportar uma alta diversidade de fauna, dada a indisponibilidade de nichos apropriados (Viana, 2011). Contudo os impactos ambientais do eucalipto sobre a água, o solo e a biodiversidade dependem fundamentalmente das condições de plantio e manejo empregadas e a forma na qual ocorre sua colheita.

Paradigmas positivos sobre a cultura do eucalipto

Os paradigmas positivos acerca do plantio de eucalipto são: a redução da pressão do desmatamento em áreas nativas, alta adaptabilidade às adversas condições climáticas e por sua madeira poder ser utilizada para diversos fins. A seguir, serão ressaltados os principais trabalhos acerca desse tema.

Segundo Vital (2007), evidências acerca do consumo absoluto de água pelo eucalipto apontam para valores entre 800 a 1.200 mm ano⁻¹. Uma vez que grande parte das plantações brasileiras de eucalipto situa-se em regiões de volume pluviométrico superior a 1.200 mm ano⁻¹, em tese, as florestas não tenderiam a acarretar déficit hídrico nessas regiões. Já os impactos sobre lençóis freáticos devem ser analisados caso a caso, pois dependem da localização da floresta em relação à bacia hidrográfica. Do ponto de vista da eficiência na produção de biomassa, Vechi e Magalhães Junior (2018) afirmam existir diversos estudos que apontam o eucalipto como uma das mais eficientes espécies, ou seja, o eucalipto produz mais biomassa por litro de água consumido do que a grande maioria de outras culturas.

Lima (1987) afirma que não existe nenhuma ressalva em relação ao consumo de água pelo eucalipto. Pelo contrário, defende que a maior parte das espécies possuem importantes mecanismos de adaptação a situações de déficits hídricos, concorrendo, assim, para a “economia” do consumo de água. Em relação as raízes, o autor salienta que, como nas demais espécies florestais, a concentração de raízes do eucalipto é nas camadas superficiais, sendo o desenvolvimento radicular profuso e bem desenvolvido lateralmente.

Não existe grande diferença entre as raízes da maior parte das espécies de eucalipto e outras espécies florestais, não trazendo prejuízos às águas subterrâneas, pois na maioria das condições do relevo a situação normal do lençol freático está muito além do alcance do crescimento do sistema radicular, e

alimentação da transpiração ao longo do ano é feita pela água do solo na extensa zona de aeração (Lima; Zakia, 1996).

Scolforo (2008) assinala a eficiência do eucalipto em relação ao consumo de água, especialmente em ambientes úmidos, relativizando a força da sua capacidade de absorção da umidade quando comparada às outras espécies nativas e agrícolas. O autor apresenta experimentos que comprovaram que as florestas nativas e algumas culturas agrícolas (cana, milho, café, citrus e feijão) transpiram tanto ou mais que o eucalipto. Valverde (2009) corrobora essa informação, ressaltando a eficiência única do gênero em relação ao consumo de água e que a redução ou não da quantidade de água no solo, alterando a vazão dos cursos d'água, é inerente a qualquer cultura, dependendo exclusivamente do manejo adequado da microbacia.

De acordo com Mora e Garcia (2000), o gênero não apresenta grandes diferenças em relação às outras plantações arbóreas e vegetações no que concerne à redução da umidade do solo e de água subterrânea. O regime de água do solo e da água subterrânea sob plantações de eucalipto não difere substancialmente daquele observado sob plantações de outras espécies florestais, ou mesmo de outros tipos de vegetação. Em relação ao déficit anual de água do solo e à dinâmica da água subterrânea, o eucalipto comporta-se como qualquer outra espécie florestal, afirmam os autores.

Almeida et al. (2013) avaliaram os efeitos dos plantios comerciais de eucalipto e de pastagens sobre os principais componentes do balanço hídrico em microbacias e concluiu que apesar das maiores taxas de infiltração de água no solo, as microbacias com eucalipto demonstram uma redução na produção potencial de água em relação as microbacias com pastagens, no entanto elas apresentam maior conservação do solo nessas áreas.

No que diz respeito à biodiversidade, a monocultura extensiva do eucalipto, ou de qualquer outra cultura, pode restringir a variabilidade de recursos para o desenvolvimento de espécies vegetais e animais, mas deve-se levar em consideração que centenas de espécies de plantas, gramíneas, pássaros e mamíferos, ainda estão vivendo nessa monocultura florestal, incluindo planejamento técnico de utilização das áreas (seleção de solos aptos para plantio, preservação de mananciais e matas ciliares...), do estabelecimento de corredores de vegetação natural para a movimentação da fauna, do plantio de enriquecimento nas áreas de preservação e da adoção de manejos diferenciados (cortes em faixas) (Mora; Garcia, 2000).

Segundo Bertola (s.d.) com um mercado sempre crescente e cada vez mais exigente em qualidade, o eucalipto surge como opção para redução da pressão de desmatamento das florestas naturais. Informação corroborada por Araújo et al. (2012), que enfatizam o uso da madeira de eucalipto tratada na construção de cercas em propriedades rurais, importante para suprir uma necessidade de substituição de outras madeiras retiradas de florestas nativas, principalmente a aroeira. Nesse aspecto a maior vantagem é de ordem ambiental, pois evita que haja exploração predatória de madeira nativa.

Em comparação com outras modalidades de uso da terra, o reflorestamento ou plantio comercial de espécies arbóreas é a atividade agrícola que mais se recomenda para a conservação do solo, proteção

dos mananciais e a recuperação de áreas degradadas (Schettino; Cardoso, 2022). Precisamente, por este motivo, é que se considera a silvicultura e os cultivos perenes como os mais indicados sistemas de uso da terra para regimes de clima tropical, onde são mais graves os riscos de degradação do solo através da erosão e lixiviação. O reflorestamento desempenha um papel importante como fator de desenvolvimento socioeconômico a nível regional e nacional (Bertola, 2014).

O uso de técnicas de consorciação de cultivo, os chamados sistemas agroflorestais, agrossilviculturais ou agrossilvopastoris, que permitem um melhor aproveitamento de nutrientes e maior sustentabilidade se apresentam como uma opção capaz de minimizar os impactos ambientais. Como afirma Lima (1987), os sistemas agroflorestais são vistos como uma alternativa promissora para as propriedades rurais dos países tropicais em desenvolvimento. Pela integração da floresta com as culturas agrícolas e a pecuária, esses sistemas oferecem uma alternativa para enfrentar os problemas crônicos de baixa produtividade, de escassez de alimentos e de degradação ambiental generalizada.

Em relação aos locais de implantação, o reflorestamento de eucalipto deve ser direcionado para a recuperação de áreas alteradas pelo homem, e nunca em substituição à vegetação nativa. Assim, ao se incentivar o plantio homogêneo em áreas degradadas, automaticamente se estará afastando a possibilidade de que ele seja levado a efeito em áreas cobertas por vegetação nativa (Lima, 1987).

Outra forte crítica ao eucalipto está relacionada ao seu possível efeito alelopático, ou seja, que ele possa criar no solo condições desfavoráveis ao crescimento de outras plantas, o que poderia resultar, a longo prazo, no desaparecimento do ecossistema original. Bertola (2014) reconhece que há ainda muito espaço para o estudo das possíveis interações do eucalipto com o solo no que diz respeito à influência sobre o crescimento do sub-bosque, alguns dos efeitos supressivos que já foram registrados na literatura podem ser mais devido à forte competição por água e nutrientes que se estabelece durante a sua fase de crescimento rápido.

Ainda, há que se ressaltar o efeito do sombreamento que o dossel dos plantios de eucalipto proporciona, uma vez que a radiação solar incidente, tanto a fotossinteticamente ativa como a radiação solar global e o entendimento de seu efeito no funcionamento de vários processos fisiológicos, são fundamentais para estabelecer-se uma expectativa de produção vegetal, ou seja, o crescimento de outras plantas é diretamente afetado pela falta de radiação solar (Oliveira et al., 2007).

Quanto à pobreza faunística, Lima (1987) afirma que as plantações florestais não são totalmente destituídas de fauna tendo em vista as melhorias nas condições de hábitat que se pode conseguir com a aplicação de práticas de manejo florestal adequada, tais como a manutenção de um número razoável de árvores adultas nas plantações, o aumento no período de rotação, a retenção de reservas de florestas naturais sem perturbação, a manutenção de algumas clareiras, a distribuição de ninhos artificiais ao longo da plantação florestal, o entremeio de espécies frutíferas, a construção de pequenas represas ao longo da área, entre outros.

Do ponto de vista social, outro aspecto positivo do reflorestamento homogêneo é ressaltado por aqueles que lhe são favoráveis: a geração de empregos no meio rural. Uma vez que os empreendimentos estão localizados nessas áreas, é possível perceber o seu papel como mantenedor das populações rurais, diminuindo a migração para os grandes centros de pessoas em geral semianalfabetas e com poucas condições, portanto, de competir no mercado de trabalho (Bertola, 2014).

Há ainda que considerar o aspecto referente à fixação de CO₂ e ao mercado internacional de carbono. No primeiro caso, como afirma Cavalcanti (1995) as florestas de rápido crescimento para a produção de madeira serrada são fundamentais para a diminuição das concentrações de CO₂ na atmosfera e, em consequência, para a minimização do efeito estufa. Sob essa ótica, Chang (2011) afirma que as formas de sequestrar carbono florestal podem ser simplificarmente classificadas em três tipos, quais sejam: a preservação do estoque de carbono nas florestas já existentes através de ação protetora; o aumento do estoque de carbono florestal por meio de uma ação combinada de práticas de manejo florestal sustentável, regeneração florestal e reflorestamento em áreas degradadas, ou introdução de atividades agroflorestais em áreas de agricultura; e a substituição de combustíveis fósseis por produtos de biomassa vegetal sustentáveis.

Ao avaliar o balanço das emissões e imobilizações de carbono do processo produtivo das florestas plantadas norte do Estado de Minas Gerais, tendo sido os dados coletados em áreas de plantio de *Eucalyptus*, Souza et al. (2019) concluíram que os reflorestamentos nessa região do cerrado se apresentam como alternativa para o sequestro de carbono da atmosfera, contribuindo, de forma positiva, para atenuar os efeitos indesejáveis das emissões de CO₂.

Por fim, outro segmento da exploração do eucalipto que ocupa posição de destaque é a produção de bioprodutos que visam atender mercados variados. A busca pela utilização mais eficiente dos componentes da madeira de eucalipto tem despertado atenção, especialmente em relação a biocombustíveis e bioprodutos. O isolamento e a conversão da lignina e hemiceluloses da madeira em produtos de alto valor agregado como produtos químicos e biomateriais têm sido largamente estudados em associação com madeiras de eucalipto (Longue; Colodette, 2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora a espécie seja alvo de grandes e inúmeras críticas, o cultivo do eucalipto reduz a pressão sobre as florestas nativas, diminuindo comercialização ilegal de madeiras nobres retiradas de áreas de Reserva Legal ou de preservação permanente no cerrado. Além do mais, o eucalipto contribui para o sequestro e imobilização do carbono atmosférico.

A crítica mais acirrada sobre a cultura do eucalipto diz respeito ao consumo de água. Entretanto, o eucalipto, como qualquer outra árvore, consome mais água na fase inicial de crescimento, embora não seja maior do que o consumo de outras espécies agrícolas e apresente uma elevada eficiência na produção de biomassa nas condições edafoclimáticas do cerrado.

Ainda, que os plantios de eucalipto contribuem para a recuperação de áreas degradadas, para a geração de emprego e renda e, de forma indireta, para a conservação de áreas com florestas naturais.

O eucalipto não deve ser plantado em regiões onde o volume pluviométrico é inferior a 400 mm/ano pois poderia, de fato, levar ao ressecamento do solo, efeito que não depende somente do consumo de água pelas plantas, mas também da precipitação pluviométrica da região de cultivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ab'Sáber AN (1981). Domínios morfológicos atuais e quaternários na região dos Cerrados. *Craton & Intracraton*, 14(1): 1-33.
- Albaugh JM et al. (2013). Eucalyptus and water use in South Africa. *International Journal of Forestry Research*, Article ID 852540: 1-11.
- Almeida AC, Soares JV (2003). Comparação entre uso de água em plantações de *Eucalyptus grandis* e Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica) na Costa Leste do Brasil. *Revista Árvore*, 27(2): 159-170.
- Almeida AQ et al. (2013). Modelagem do balanço hídrico em microbacia cultivada com plantio comercial de *Eucalyptus grandis* x *urophylla* no leste de Minas Gerais, Brasil. *Revista Árvore*, 37(3): 547-556.
- Andréassian V (2004). Waters and forests: from historical controversy to scientific debate. *Journal of Hydrology*, 291(1-2): 1-27.
- Araújo FOL et al. (2010). Constituintes químicos e efeito eco toxicológico do óleo volátil de folhas de *Eucalyptus urograndis* (Mirtaceae). *Química Nova*, 33(7): 1510-1513.
- Araújo HJB et al. (2012). Durabilidade de madeira de eucalipto citriodora (*Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson) tratada com CCA em ambiente amazônico. *Acta Amazonica*, 42(1): 49-58.
- Barros CJ, Campos A (2011). *Deserto verde: os impactos do cultivo de eucalipto e pinus no Brasil*. Florianópolis: Superintendência Regional do Trabalho e Emprego de Santa Catarina, 14p.
- Bertola A (2014). “Eucalipto: Verdades e Mentiras” [*“Eucalyptus: Truths and Lies”*]. Disponível em: <<https://tinyurl.com/5d4cc276>>. Acesso em: 26/08/2021.
- Bertola A (s.d.). Eucalipto - 100 anos de Brasil: “Falem mal, mas continuem falando de mim”. Disponível em: <<https://tinyurl.com/bdhydwtj3>>. Acesso em: 02/05/2022.
- Brown AE et al. (2005). A review of paired catchment studies for determining changes in water yield resulting from alteration in vegetation. *Journal of Hydrology*, 310(1-4): 28-61.
- Bruijnzeel LA (2004). Hydrological functions of tropical forests: not seeing the soil for the trees? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 104: 185-228.
- Calixto J et al. (2009). Trabalho, terra e geração de renda em três décadas de reflorestamentos no alto Jequitinhonha. *Revista e Economia e Sociologia Rural*, 47(2): 519-538.
- Cavalcanti I (1995). O vilão eucalipto derruba tabus. *Revista Ciência Hoje*, 19(112): 5-10.

- Chang M (2011). Sequestro de carbono florestal: oportunidades e riscos para o Brasil. *Revista Paranaense de Desenvolvimento*, 102: 85-101.
- Davidson J (1985). Setting aside the idea that eucalyptus are always bad. UNDP/FAO Project Bangladesh BGD/79/017. Rome: FAO.
- Fitzsons E, Parron LM (s.d.). Plantações florestais comerciais e água. Disponível em: <<https://tinyurl.com/bdf9usd7>>. Acesso em: 26/07/2021.
- Gil A (2007). Como elaborar projetos de pesquisa. 4 ed. São Paulo: Atlas, 176p.
- Gorniski D (2009). Impactos ambientais do eucalipto. Disponível em: <<https://tinyurl.com/etxasxnu>>. Acesso em: 28/08/2021.
- IBÁ (2021). Relatório Anual 2021. São Paulo: Instituto Brasileiro de Economia (IBRE), da Fundação Getúlio Vargas (FGV), 93p.
- IBGE (1991). Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 92p.
- ICMBIO (2021). Biodiversidade do Cerrado. Disponível em: <<https://tinyurl.com/bdhxpvks>>. Acesso em: 30/07/2021.
- Jayal ND (1985). Destruction of water resources - the most critical ecological crisis of east Asia. *Ambio*, 15(2): 95-98.
- Keenan R et al. (1997). Restoration of plant biodiversity beneath tropical tree plantations in Northern Australia. *Forest Ecology and Management*, 99: 117-131.
- Klink CA, Machado RB (2005). A conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade*, 1(1): 147-155.
- Lima WP (2006). Efeitos hidrológicos do manejo de plantações florestais. In: Lima WP, Zakia MJB (Org.). *As plantações florestais e a água - implementando o conceito da microbacia hidrográfica como unidade e planejamento*. São Carlos: RIMA. p. 9-28.
- Lima WP (1987). *Impacto Ambiental do Eucalipto*. Piracicaba: EDUSP, 302p.
- Lima WP, Zakia MJB (2006). *As florestas plantadas e a água: implementando o conceito da microbacia hidrográfica como unidade de planejamento*. São Carlos: RIMA. 218p.
- Lima WP, Zakia MJB (1996). Monitoramento de bacias hidrográficas em áreas florestadas. In: *I Workshop sobre monitoramento ambiental em áreas florestadas, 1996*, Piracicaba: Anais... Piracicaba: IPEF.
- Longue DJ, Colodette JL (2013). Importância e versatilidade da madeira de eucalipto para a indústria de base florestal. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 33(76): 429-438.
- Marconi MA, Lakatos EM. (2007). *Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas. Amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados*. 6 ed. São Paulo: Atlas, 277p.
- Martins GA, Pinto RL (2001). *Manual para elaboração de trabalhos acadêmicos*. São Paulo: Atlas, 87p.

- Mello SL et al. (1997). Características do sistema radicular em povoamentos de eucaliptos propagados por sementes e estacas. In: Conferencia IUFRO sobre Silvicultura e Melhoramento de Eucaliptos, 1997, Colombo-PR: Anais... Colombo-PR: EMBRAPA.
- Mittermeier R et al. (1997). Megadiversity: Earth's biologically wealthiest nations. Mexico: CEMEX, 1997.
- Mora AL, Garcia CH (2000). A cultura do eucalipto no Brasil. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 112p
- Oliveira PS, Marquis RJ (2002). Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savana. New York: Columbia University Press, 368p.
- Oliveira TK et al. (2007). Radiação solar no sub-bosque de sistema agrossilvipastoril com eucalipto em diferentes arranjos estruturais. *Cerne*, 13(1): 40-50.
- Oleriano ES, Dias HCT (2007). A dinâmica da água em microbacias hidrográficas reflorestadas com eucalipto. In: I Seminário de recursos hídricos da bacia hidrográfica do Paraíba do Sul: o eucalipto e o ciclo hidrológico, 2007, Taubaté: Anais... Taubaté: UNITAU.
- Palmberg-Lerche C (2002). Annotated bibliography on environmental, social and economic impacts of Eucalypts. Compilation from English, French and Spanish Literature, 1995 to 1999. Planted Forests and Trees Working Papers FP/17E. Rome: FAO.
- Pivello VR, Coutinho LM (1996). A qualitative successional model to assist in the management of brazilian cerrados. *Forest Ecology and Management*, 87: 127-138.
- Poore MED, Fries C (1985). The ecological effects of eucalyptus. FAO Forestry Paper Series 59. Rome: FAO, 294p.
- Rezende LVB et al. (2011). O eucalipto resseca o solo? Mito ou verdade? Disponível em: <<https://tinyurl.com/2tbwyfrh>>. Acesso em: 28/08/2021.
- Rizzini CT (1997). Tratado de fitogeografia do Brasil. 2 ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Edições Ltda, 747p.
- Santos MA et al. (2010). O cerrado brasileiro: notas para estudo. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 15p.
- Scolforo JR (2008). O mundo do eucalipto: os fatos e mitos de sua cultura. Rio de Janeiro: Mar de Ideias, 69p.
- Schettino S, Cardoso PC (2022). A certificação como uma ferramenta na conservação de florestas naturais. In: Zuffo AM (Org.). Avanços nas Ciências Florestais. Nova Xavantina: Ed. Pantanal, p. 23-34.
- Schneider M (2003). Consequências da acumulação de folhas secas na plantação de eucalipto em Zitundo, Distrito de Matutuine. *Boletim de Investigação Florestal*, 75: 37-42.
- Shiva V, Bandyopadhyay J (1985). Ecological audit of Eucalyptus cultivation. India: n. p.. Web.
- Silva BPC et al. (2016). Soil and water losses in eucalyptus plantation and natural forest and determination of the USLE factors at a pilot sub-basin in Rio Grande do Sul, Brazil. *Ciência e Agrotecnologia*, 40(4): 432-442.

- Souza CL et al. (2019). Balanço de Carbono do processo de produção de madeira de reflorestamento no Norte de Minas Gerais. *Caderno de Ciências Agrárias*, 11: 01-08.
- Souza VC et al. (2018). *Guia das plantas do Cerrado*. São Paulo: Taxon Brasil, 584p.
- Valverde SR (2009). Esclarecimentos sobre as plantações de eucalipto no Brasil. Viçosa: CIFlorestas, 9p.
- Van Dijk et al. (2007). Reforestation, water availability and stream salinity: a multi-scale analysis in the Murray-Darling Basin, Australia. *Forest Ecology and Management*, 251: 94-109.
- Vechi A, Magalhães Júnior CA (2018). Aspectos positivos e negativos da cultura do eucalipto e os efeitos ambientais do seu cultivo. *Revista Valore*, 3(1): 495-507.
- Viana MB (2011). *O eucalipto e os efeitos ambientais do seu plantio em escala*. Brasília: Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados, 56p.
- Vital MHF (2007). Impacto ambiental de florestas de eucalipto. *Revista do BNDES*, 14(28): 235-276.
- Whitehead D, Beadle CL (2004). Physiological regulation of productivity and water use in *Eucalyptus*: a review. *Forest Ecology and Management*, 193(1/2): 113-140.