

CAFÉ ARBORIZADO NO ESTADO DO PARANÁ, BRASIL: INDICADORES FINANCEIROS E INTERFERÊNCIAS AMBIENTAIS, 2012-2014

Robusti, Eliane Araujo¹
Zapparoli, Irene Domenes²
Santoro, Patrícia Helena³

Recibido: 14-09-2015 Revisado: 21-01-2016 Aceptado: 28-07-2016

RESUMO

O objetivo do artigo foi analisar o café arborizado, visando resultados financeiros e benefícios com o uso de biomassa gerada de podas e desbastes das arbóreas e sequestro de carbono. A metodologia utilizada consiste no acompanhamento e coleta de dados do experimento de café arborizado com sete espécies arbóreas comparado ao monocultivo de café, sediado no Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Londrina-PR, em consórcio com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), no período de 2012 à 2014. Também foram calculados indicadores financeiros para os sistemas de cultivo, além de cálculos de biomassa, mortalidade do cafezal e sequestro de carbono das arbóreas. O estudo revelou que o café arborizado mostrou-se favorável em relação ao monocultivo de café. Quanto às espécies pesquisadas, a que apresentou melhor resultado foi a *Heliocarpus popayanensis*, eficaz na proteção e produção do café (101,99 kg/ha), com maior sequestro de carbono (25,30 t/ha) e geração de biomassa (56,22 t/ha), podendo ser destinada à geração de bioenergia. Conclui-se que o sistema de cultivo é favorável para a região, respeitadas as condições da pesquisa, porém, ainda são necessários mais estudos e acompanhamento do experimento nos próximos anos.

Palavras-chave: biomassa, Brasil, café arborizado, Coffea arabica, Heliocarpus popayanensis, monocultivo, sequestro de carbono

¹ Bacharel em Ciências Econômicas (Universidade Estadual de Londrina – UEL, Brasil); Pós-graduação em Economia do Meio Ambiente: Valoração, Licenciamento, Auditoria e Educação Ambiental (UEL, Brasil); Mestranda em Bioenergia (UEL, Brasil). **Endereço:** Rodovia Celso Garcia Cid, Pr 445 Km 380, Campus Universitário. Cx. Postal 10.011, CEP 86.057-970 – Londrina – PR, Brasil. **Telefone:** +55-4396732168; **e-mail:** eliane.robusti@uel.br

² Graduada em Econômicas (Universidade Estadual de Londrina – UEL, Brasil); Especialização «datu sensu» em Administração e Economia Rural (UEL, Brasil) e Administração Financeira e Economia de Empresa (FACCAR–Rolândia, Brasil); Mestrado em Economia Rural (Universidade Federal do Rio Grande do Sul–UFRGS, Brasil); Estudos de Doutorado (Institute of Education/London University, Inglaterra); Doutorado em Educação: História, Política, Sociedade e Ciências Sociais (Pontifícia Universidade Católica – PUC, Brasil). Professor Associado do Departamento de Economia, do Programa de Mestrado em Economia Regional e do Programa de Mestrado em Bioenergia; Coordenadora da Especialização de Economia Ambiental e Diretora do Núcleo de Pesquisas do Meio Ambiente. **Endereço:** Rua José Monteiro de Mello, 205. CEP 86050-430. Brasil. **Telefone:** +55-433327-4848; **e-mail:** zapparoli@uel.br

³ Agrônoma (Universidade Estadual de Londrina – UEL, Brasil); Mestrado e Doutorado em Agronomia, área de Fitossanidade (UEL, Brasil). Pesquisadora no Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR, Brasil); Docente no curso de Pós-Graduação Mestrado em Agricultura Conservacionista do IAPAR, Área de Concentração de Produção e Proteção de Plantas; Coordenadora da Área Técnica de pesquisa em Fitotecnia no IAPAR. **Endereço:** Rodovia Celso Garcia Cid, km 375, CEP 86047-902 - Londrina – PR, Brasil. **Telefone:** +55-4333762000; **e-mail:** patriciasantoro@iapar.br

RESUMEN

El objetivo del estudio fue analizar el café arborizado, buscando resultados financieros y beneficios tales como el uso de la biomasa generada, poda y raleo de árboles y secuestro de carbono. La metodología consistió en el seguimiento y la recopilación de datos a partir de experimentos de cultivo de café combinados con siete especies de árboles, en comparación con el monocultivo de café, con la participación del Instituto Agronómico de Paraná (IAPAR), Londrina y la colaboración de la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA), durante el período 2012-2014. También se calcularon algunos indicadores financieros de los sistemas de cultivo, la biomasa, la mortalidad de la plantación y el secuestro de carbono por parte de los árboles. El estudio reveló que el café *Woody* fue más favorable, en comparación con el monocultivo de café. Considerando las especies estudiadas, el mejor resultado obtenido fue para el *Heliocarpus popayanensis*, especie que resultó eficaz en la protección y la producción de café (101,99 kg/ha), con el secuestro de carbono más alto (25,30 t/ha) y la generación de biomasa (56,22 t/ha), destinada a la generación de bioenergía. Se concluye que el sistema de cultivo es favorable para la región, con sujeción a las condiciones de la investigación. Sin embargo, todavía se necesitan más estudios y monitoreo experimental en los próximos años.

Palabras clave: biomasa, Brasil, café bajo sombra, *Coffea arabica*, *Heliocarpus popayanensis*, monocultivo, secuestro de carbono

ABSTRACT

The objective of the study was to analyze the leafy coffee, seeking financial results and benefits such as use of biomass generated pruning and thinning of tree and carbon sequestration. The methodology consists of monitoring and collecting wooded coffee experiment data of seven tree species compared to coffee monoculture. The research was conducted by the Agronomic Institute of Paraná (IAPAR), Londrina, in consortium with the Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), 2012-2014. Financial indicators for farming systems, and biomass calculations, the plantation mortality and carbon sequestration of the trees were also calculated. The study revealed that woody coffee was favorable compared to coffee monoculture. As the surveyed species, presented the best result was the *Heliocarpus popayanensis*, effective in the protection and production of coffee (101.99 kg/ha), with higher carbon sequestration (25.30 t/ha) and generation of biomass (56.22 t/ha), being intended for generation of bioenergy. We conclude that the cultivation system is favorable for the region, subject to the conditions of the research; however, they still need more studies and experimental monitoring in the coming years.

Key words: Biomass, Brazil, carbon sequestration, *Coffea arabica*, *Heliocarpus popayanensis*, leafy coffee, monoculture

RÉSUMÉ

Le but de l'étude était d'analyser le café boisée, la recherche de résultats financiers et les avantages tels que la biomasse générée utilisation d'élagage et l'éclaircie des arbres et la séquestration du carbone. La méthodologie consiste en la surveillance et la collecte de données de l'expérience café boisées avec sept espèces d'arbres par rapport à la monoculture du café, basé à l'Institut Agronomique du Paraná (IAPAR), Londrina, en partenariat avec la Entreprise Brésilienne de Recherche Agricole (EMBRAPA) pour la période 2012-2014. Également on a calculé des indicateurs financiers pour les systèmes d'exploitation, de la biomasse, du taux de mortalité de la plantation et de la séquestration du carbone de l'arbre. L'étude a révélé que le café boisée était favorable par rapport à la monoculture du café. En ce qui concerne les espèces recensées, le meilleur résultat était l'*Heliocarpus popayanensis*, efficace dans la protection et de la production de café (101,99 kg/ha), qui comptait avec la séquestration du carbone la plus élevé (25,30 t/ha) et la production de la biomasse (56,22 t/ha), destinée à la production de bioénergie. Nous concluons que le système de culture est favorable pour la région, sous réserve des conditions de la recherche, cependant, ils ont encore besoin de plus d'études et suivi expérimental dans les années à venir.

Mots-clé : Biomasse, Brésil, *Coffea arabica*, café boisée, *Heliocarpus popayanensis*, monoculture, séquestration du carbone

1. INTRODUÇÃO

Londrina fez parte da história do café no Brasil e chegou a ser chamada de «capital do café» no passado. Mas depois da geada negra na década de 1970, houve uma migração produtiva diminuindo significativamente a produção cafeeira. Em 2013 a área destinada a colheita de café na cidade foi de 2.680 hectares, com rendimento médio em grãos de 1.350 quilogramas por hectare (IBGE, 2013).

Já no café arborizado, esses efeitos são atenuados pela presença das árvores, que protegem o cafezal e contribuem com matéria orgânica adicional. De acordo com Notaro, Medeiros, Duda, Oliveira Silva & Moura (2014), o sistema agroflorestal é uma opção na gestão da produção sustentável, pois contém árvores que absorvem nutrientes de camadas mais profundas do solo e as folhas ajudam a melhorar a qualidade do solo em áreas de grande altitude, extremamente suscetíveis à degradação ambiental.

A arborização ainda retarda e uniformiza a maturação dos grãos proporcionando eficiência na colheita. Nas pesquisas desenvolvidas por Petek, Sera & Fonseca (2009), concluiu-se que todos os estágios fenológicos do café, exceto o verde cana, são influenciados pela temperatura e contribuem para determinar a exigência térmica para atingir a maturação dos frutos.

Neste contexto, com vistas ao estímulo de café arborizado para a região, buscou-se uma análise financeira comparando esse sistema de cultivo comparado ao monocultivo de café. Mas, devido aos benefícios proporcionados por sistemas agroflorestais, também foram abordados temas como minimização de impactos provocados por variações climáticas extremas, associação da biomassa de podas e desbastes das arbóreas à geração de bioenergia e sequestro de carbono das arbóreas. Para isso, o Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) disponibilizou um experimento localizado em Londrina-Paraná, referente à café arborizado com sete espécies arbóreas.

Para Notaro *et al.* (2014), o café é uma das principais mercadorias produzidas pelo Brasil, onde a maior parte da safra é produzida no âmbito dos sistemas de monocultivo e pleno sol; no entanto, esta prática de gestão reduz a fertilidade, matéria orgânica e produtividade do solo. O uso intensivo do solo pode levar à perda da sua qualidade física com impactos negativos sobre os agregados do solo, a resistência à penetração das raízes, a porosidade e a densidade do solo e os sistemas orgânicos e agroflorestais podem representar uma alternativa sustentável de maior

equilíbrio no agro ecossistema, por promoverem maior aporte de matéria orgânica em relação ao sistema convencional (Guimarães, Mendonça, Passos & Andrade, 2014).

São necessários estudos complementares para os sistemas consorciados, que foquem aspectos importantes e promovam melhor aproveitamento do seu potencial. Entre esses está a incorporação das análises econômicas e financeiras, as quais avaliam os Sistemas Agroflorestais (SAFs) quanto à sua perspectiva econômica e rotação florestal e, assim, motivem sua implementação no setor florestal e nos sistemas de produção brasileiros (Magalhães, Lopes Silva, Salles & Rego, 2014).

Arco-Verde & Amaro (2011) afirmam que para a correta utilização de SAFs, objetivando a posterior análise da perspectiva financeira e econômica do projeto e tomada de decisão com relação ao investimento necessário, se têm como ferramentas coeficientes técnicos obtidos – basicamente – de três formas diferentes. Essas formas são crescentes em nível de complexidade e tempo sendo divididas em: i) através de revisão de literatura, buscando-se informações nas publicações disponíveis; ii) recorrendo a um técnico agrícola com experiência em SAFs e conhecimento dessas informações; e, iii) pela avaliação *in loco*, executando todas as medições, em tempo real, durante o desenvolvimento das atividades em um SAF.

O Fluxo Esperado de Benefícios Futuros (CF_f) é obtido por meio de estimativas de prováveis valores para prováveis cenários e não é uma tarefa trivial quando se está trabalhando com novos projetos e mercados dinâmicos, o que induz, para efeito prático, o uso de valores médios (Souza & Clemente, 2008). Esse é o caso do café arborizado, que empregaria a biomassa gerada de podas e desbastes das arbóreas para possíveis cálculos comparativos com o café convencional, necessariamente empregando o uso de estimativas e médias aproximadas.

No sistema agroflorestal pode se comercializar ou dar outros usos à madeira em um período de tempo estimado que não interfira nas outras culturas, assim se compensa o valor investido na formação florestal. Considerando-se como horizonte de planejamento apenas um corte da cultura arbórea, variações na receita da cultura agrícola não afetam a idade ótima de corte; entretanto, em horizonte de planejamento de vários cortes, variações na receita agrícola implicam em variações inversamente proporcionais na idade ótima de corte (Magalhães *et al.*, 2014).

A madeira é largamente utilizada para diversas finalidades, entre elas o uso para fins energéticos. Com o aumento da utilização de combustíveis fósseis, o uso da madeira para produção de energia diminuiu. Entretanto, atualmente, devido à pressão de órgãos ambientais e de organizações não governamentais para que ocorra diminuição na emissão de poluentes, existe maior busca por combustíveis provenientes de fontes renováveis, que poluam menos e a utilização da biomassa tem ganhado forças nesse cenário (Carneiro *et al.*, 2014).

Os componentes arbóreos presentes na lavoura cafeeira, além de favorecerem incremento na produtividade dos cafeeiros, mantém relação ecológica altamente positiva com esses ambientes, aumentando a biodiversidade e favorecendo a presença de espécies, que normalmente não ocorrem nos monocultivos cafeeiros (Salgado, Macedo, Alvarenga & Venturin, 2006).

Sobre a proteção contra as variações climáticas extremas que as arbóreas exercem sobre o cafezal, as pesquisas de Assad, Pinto, Zullo Junior & Avila (2004), argumentam que considerando um aumento de 1 °C, 3 °C e 5,8 °C na temperatura média anual do globo, o cultivo do café arábica nos estados de Goiás, Minas Gerais, São Paulo e Paraná será drasticamente reduzido nos próximos 100 anos, se mantidas as condições genéticas e fisiológicas das atuais variedades. Essa constatação foi obtida referente aos cenários atuais preconizados pelos modelos do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC).

Visando justificar o cultivo de café arborizado para a região de Londrina (Brasil), este artigo se propõe a responder a seguinte pergunta de pesquisa: Existe viabilidade econômica para o café arborizado na região de Londrina-PR e quais benefícios ambientais estão integrados nesse sistema de cultivo? O estudo teve como objetivo geral analisar a viabilidade financeira do café arborizado associado aos benefícios ambientais. Dentre os objetivos específicos estão: i) acompanhar o experimento realizado no IAPAR, de monocultivo de café e café arborizado compreendendo os resultados disponibilizados; ii) utilizar indicadores financeiros para avaliar o monocultivo cafeeiro e o café arborizado, destacando as características individuais de cada sistema; iii) quantificar a biomassa florestal gerada; e, iv) apontar interferências ambientais abordando nível de mortalidade do cafezal e sequestro de carbono das arbóreas.

2. METODOLOGIA APLICADA

2.1. CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO DE CAFÉ ARBORIZADO

Para o cumprimento dos objetivos propostos, o trabalho constituiu-se de pesquisa bibliográfica e

estudos de um experimento relacionado ao projeto sobre café arborizado, sediado no Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), Londrina. O cultivo de café foi adensado, espécie *Coffea arabica*, cultivar IPR 98, e estão divididos em monocultivo de café e café arborizado. As mudas de café foram plantadas em três a cinco de abril de 2012, já as arbóreas foram plantadas de 11 a 15 de maio do mesmo ano.

O espaçamento entre os pés de café foi de 2,50 m x 0,60 m, contendo 29 pés de café por linha, com 10 linhas. Já as arbóreas respeitam um espaçamento de 7,2 metros entre elas, com 11 pés de café para cada árvore, distribuídas na linha do café em forma de quincôncio. Por hectare, são 571 árvores e 6.095 pés de café, compreendendo 20 linhas de café no experimento, com 32 parcelas de 19,8m de comprimento e 22,5m de largura. Dentro das parcelas, a área útil para coleta dos dados é de 10m².

Foi abordado, após a coleta de dados baseados em amostras com quatro repetições e seis arbóreas por parcela, o índice de replantio, as medidas de diâmetro da copa, o diâmetro altura do peito (DAP) e altura em valores médios para arbóreas. Além disso, foram apresentados os resultados do cultivo de café no ano de 2014 seguindo a mesma metodologia de amostras e referente ao café beneficiado.

Conforme a Figura N° 1 é possível observar as quatro repetições, identificadas como A, B, C e D, sendo que os oito tratamentos são organizados por números, sendo: 1 - Testemunha, no monocultivo; 2 - *Moringa oleifera*; 3 - *Croton floribundus*; 4 - *Trema micrantha*; 5 - *Gliricidia sepium*; 6 - *Senna macranthera*; 7 - *Heliocarpus popayanensis*; 8 - *Mimosa Scabrella*. °

2.2. ASPECTOS ECONÔMICOS: MONOCULTIVO DE CAFÉ E CAFÉ ARBORIZADO

Os cálculos, para os dois sistemas foram realizados baseados em estimativas. No monocultivo foi empregado um fluxo de caixa com uma duração de 18 anos, que é a média de vida útil de um cafezal. Com base em Souza & Clemente (2008), considerouse a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) como rendimentos da caderneta de poupança, que em 2014 foi de 7,02% ao ano. Para receitas foi usado o preço da saca de café de R\$ 460,96 (média mensal para novembro de 2014), obtido junto ao Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (ESALQ/USP, 2015), por saca de 60 kg líquido, bica corrida, tipo 6, bebida dura para melhor; e produtividade de 18 sacas por hectare, conforme a

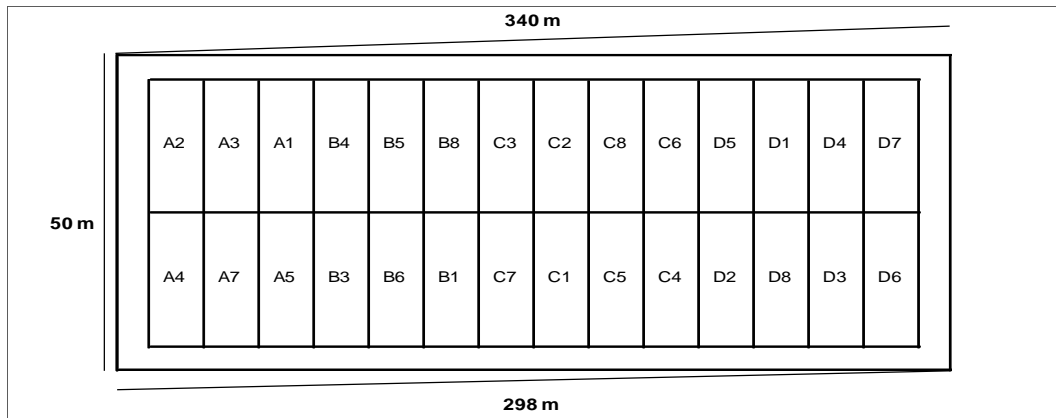


Figura 1. IAPAR – Londrina: mapa de localização dos blocos e tratamentos para o café com arbóreas, 2012

Fonte: dados obtidos referentes ao experimento (2014).

Secretaria da Agricultura e Abastecimento (SEAB/DERAL, 2015).

Para os cálculos de indicadores financeiros, as referências foram Assaf Neto & Lima (2011) e Souza & Clemente (2008). Assim se calculou o Valor Presente Líquido (VPL), Valor Presente Anualizado (VPLa), Índice Benefício/Custo (IBC) e o Retorno sobre Investimento Adicionado (ROIA), usando as seguintes fórmulas:

$$VPL = -CF_0 + \sum \frac{CF_j}{(1 + TMA)^j} > 0 \quad (1)$$

Sendo:

- CF₀ = custo fixo inicial;
- R_j = receitas no período;
- CF = Fluxo Esperado de Benefícios Futuros;
- TMA = taxa mínima de atratividade; e,
- j = período.

$$VPLa = VPL \left(\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right) \quad (2)$$

Sendo:

- i = (TMA);
- n = (Anos de Investimento).

$$IBC = \frac{\text{Valor presente do fluxo de benefícios}}{\text{Valor presente do fluxo de investimentos}} \quad (3)$$

Sendo:

Valor presente do fluxo dos benefícios = (VPL+CF₀);

Valor presente do fluxo de investimentos = (CF₀).

E por fim:

$$ROIA = \left[(1 + (IBC - 1)) \frac{nq}{nt} \right] - 1 \quad (4)$$

Sendo:

- nq: nª de períodos desejados; e,
- nt: nª de períodos disponíveis

Já para o café arborizado, além dos dados e fontes utilizadas anteriormente, algumas informações tiveram que ser inseridas, como a produtividade no segundo ano, obtida dos dados do experimento. Para o terceiro ano não foi possível coletar dados referentes a produção, devido à data em que foi realizada a pesquisa, mas os cálculos financeiros foram realizados com base nos cálculos anteriores e referências de Juazeiro Santos, Leal, Graça & Carmo (2000); Arco-Verde & Amaro (2011); Hosokawa, Moura & Cunha (2013).

2.3. BIOMASSA FLORESTAL PARA GERAÇÃO DE ENERGIA

O cálculo da biomassa arbórea viva (kg/árvore) para as sete espécies arbóreas foi realizado a partir do DAP, segundo publicação de Arevalo, Alegre & Vilcahuaman (2002), com metodologia do *International Centre for Research in Agroforestry* (ICRAF) e considerações da Embrapa Florestas.

Na obtenção dos valores, a metodologia foi adaptada conforme a necessidade, utilizando a média

de números obtidos. Os valores são médios e obtidos de quatro repetições avaliando-se seis plantas por repetição (amostras de 24 árvores) e, a partir desses valores, foi feito o cálculo utilizando o editor de planilhas Microsoft Office *Excel 2007*.

Para os cálculos seguiu-se a recomendação de Arevalo, Alegre e Vilcahuaman (2002), onde é representada toda a biomassa das árvores (tronco, ramos e folhas), com diâmetros maiores de 2,5 cm. Assim, calculou-se a biomassa de cada uma das árvores vivas e mortas em pé, sendo utilizada a seguinte equação:

$$BA = 0,1184 \left(DAP^{2,53} \right) \quad (5)$$

Onde:

BA = biomassa de árvores vivas (kg/árvore);

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

0,1184 e 2,53 = constantes.

Como as parcelas amostrais estão organizadas de forma diferente da publicada na Embrapa, optou-se por relacionar os dados de forma a obter a Biomassa Total de Árvores Vivas (BTAV) em t/ha.

O experimento apresentou um total de 571 árvores por hectare e com a BA calculada em kg/árvore, então foi multiplicado a BA pelo número de árvores por hectare para cada espécie. Assim chegou-se a Biomassa Total de Árvores Vivas (kg/ha), transformada de kg/ha em t/ha. Como o experimento não apresentou árvores mortas e nem caídas, a BTAV foi igual à Biomassa Vegetal Total (BVT).

No experimento, foram realizadas as primeiras podas das árvores em agosto de 2014. A biomassa gerada foi recolhida, separada em lenha, ramos finos e folhas e passou por um processo de secagem em estufa, a 65 °C até atingirem massa constante, obtendo-se resultados em kg/ha.

2.4. SEQUESTRO DE CARBONO

Com vistas à análise ambiental, foi calculado o sequestro de carbono pelas árvores por hectare. Para este fim, foi seguida a metodologia anterior e utilizaram-se os resultados da BVT, que aplicados na fórmula a seguir, resultou nos valores do Carbono na Biomassa Vegetal Total (CBV) (em t/ha).

$$CBV = BVT \cdot 0,45 \quad (6)$$

Onde:

CBV = carbono na biomassa vegetal (t/ha); e,

0,45 = constante.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. RENDIMENTO DO CAFÉ E DAS ESPÉCIES ARBÓREAS

Neste trabalho constatou-se que nos dois primeiros anos de pesquisa, em pleno desenvolvimento das plantas, o café arborizado apresentou resultados mais satisfatórios na produção em relação ao monocultivo de café, dentro das condições da pesquisa. Em 2014 é possível afirmar que para o tratamento testemunha de monocultivo de café, a produtividade do café foi igual à zero. Já para o cafezal associado as arbóreas, a produtividade oscilou de zero a 101,99 kg/ha, dependendo da espécie e do desenvolvimento das árvores.

Essa comparação de produtividade nos dois casos confirma a opção do café arborizado como benéfica para a região estudada dentro das perspectivas de se optar pelas espécies que melhor se adaptaram ao estudo como a *T. micrantha* e *H. popayanensis*. Essas espécies são nativas pioneiras da região sul e sudeste, tem crescimento rápido e despontam como eficientes barreiras às ações desfavoráveis do vento, ou seja, atuam como quebra-ventos vegetais.

Se comparar o monocultivo de café ao café cultivado associado a árvores, tem-se um maior número de pés de café plantado no sistema solteiro, visto que a área ocupada por uma árvore limita os pés de café. Por outro lado, pode-se observar que no segundo ano, já se apresenta produção no café arborizado, dadas as condições do microclima. Assim, a quantidade de pés de café do experimento no monocultivo é compensada pela produtividade dos cafeeiros arborizados.

Até o momento da coleta de dados, a árvore que apresentou a maior altura (5,87m) e diâmetro da copa (5,41m) foi a *T. micrantha*, a segunda melhor espécie se comparada à produção de café (94,06 kg/ha) e, a espécie que mais favoreceu a produção de café foi a *H. popayanensis* (101,99 kg/ha) com altura (5,74m) e diâmetro da copa (4,96m), apresentou valores próximos se comparados com a espécie anterior, conforme Quadro N° 1.

3.2. INDICADORES FINANCEIROS NO SISTEMA CAFEIEIRO

Para os cálculos de indicadores de desempenho financeiro para o monocultivo de café, foram adotados os custos envolvidos na produção de um cafezal, com valores em reais por hectare, para uma produção de 18 sacas de café, de 60 kg/ha, nos valores de novembro de 2014, com investimento inicial de R\$ 10.350,68, custo fixo

Quadro 1. Londrina: altura, diâmetro na altura do peito (DAP), diâmetro da copa e percentual de replantio das arbóreas e produtividade do café, segundo experimento de café arborizado, 2014

Espécie Arbórea	Altura (m)*	EP	DAP (cm)*	EP	Diâmetro copa (m)*	EP	Replanteio (%)*	EP	Prod. do Café (kg/ha)**
<i>Tratamento Testemunha</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	0,00
<i>Moringa oleifera</i>	4,83	0,28	9,71	0,48	3,35	0,27	45,83	14,2	56,26
<i>Croton floribundus</i>	4,2	0,19	8,95	0,35	3,9	0,18	25	10,8	32,07
<i>Trema micrantha</i>	5,87	0,34	11,69	0,75	5,41	0,21	33,33	20,4	94,06
<i>Gliricidia sepium</i>	3,31	0,23	4,28	0,37	2,42	0,34	41,67	21	0,00
<i>Senna macranthera</i>	4,48	0,31	8,45	0,71	3,7	0,3	29,17	14,2	12,58
<i>Heliocarpus popayanensis</i>	5,74	0,24	14,26	0,55	4,96	0,08	25	10,8	101,99
<i>Mimosa scabrella</i>	3,73	0,19	5,68	0,72	2,92	0,42	87,5	7,98	0,00

Notas:

(*) Valores médios obtidos de quatro repetições, avaliando-se seis plantas por repetição (amostra de 24 arbóreas)

(**) Média de quatro repetições da produtividade de café beneficiado

EP = erro padrão

Quantidade de arbóreas por hectare = 571

Quantidade de plantas de café por hectare = 6.095

Avaliação realizada 24 meses após o plantio

Fonte: dados obtidos referente ao experimento (2014)

de R\$ 2.778,67 e receitas de R\$ 8.297,28, de 2015 a 2030, dando uma visão geral dos valores envolvidos, conforme SEAB/DERAL (2015).

O preço da saca do café considerada foi de R\$ 460,96, que é a média mensal para novembro 2014, obtido no Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (ESALQ/USP, 2015), por saca de 60 kg líquido, bica corrida, tipo 6, bebida dura para melhor.

Souza & Clemente (2008) afirmam que um projeto será atrativo se a soma do Fluxo Esperado de Benefícios total for maior que o investimento. O tempo zero geralmente é determinado como data para concentrar os valores e a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) é que descapitaliza o fluxo de caixa, com a melhor taxa e baixo grau de risco. Desse modo, o investidor pode optar por investir no projeto ou na taxa de atratividade.

Como a TMA é calculada com base no mercado afetado por taxas de juros que se aproximam dos rendimentos da caderneta de poupança e conhecendo que no ano de 2014 a remuneração dos depósitos de poupança acumulado foi de 7,02% ao ano, esse foi o número da TMA considerada para os próximos cálculos como taxa de juros (i). Assim, com os dados de custos da SEAB/DERAL e TMA definidos pode-se calcular o Valor Presente Líquido (VPL) que expressa o resultado econômico atualizado.

O $VPL > zero$ indica que o projeto merece continuar sendo analisado dentro das condições estabelecidas. Para Assaf Neto e Lima (2011), um valor presente líquido maior que zero significa que o projeto cria valor econômico; ou seja, aumenta a riqueza. Neste caso o VPL é R\$ 30.083,98. Com o custo inicial de R\$ 10.350,68, tendo uma produção de 18 sacas por hectare, por 15 anos, com os três primeiros anos de investimentos sem retorno financeiro, para o desenvolvimento do cafezal.

No Valor Presente Anualizado (VPLa) todo o fluxo de caixa é transformado em uma série uniforme ao longo dos anos do investimento e conforme os cálculos ficou em R\$ 2.995,05. Já o Índice Benefício/Custo (IBC) é descrito por Souza & Clemente (2008), como a medida de quanto se espera ganhar por unidade de capital investido. Neste caso, é de 3,91 e tanto o VPLa quanto o IBC devem apresentar valores maiores que zero para resultados satisfatórios.

O Retorno sobre Investimento Adicionado (ROIA) é a melhor estimativa de rentabilidade para um projeto de investimento, conforme Souza & Clemente (2008). No monocultivo cafeeiro foi calculada a porcentagem de 7,87 para o ROIA, significando a porcentagem de riqueza gerada pelo projeto nesta análise.

Os cultivos de café arborizado podem ser inseridos em pequenas propriedades ou mesmo na agricultura familiar. Assim, o investimento é reduzido, simplificando os equipamentos usados e promovendo um maior número de empregos gerados. Contudo, este sistema se adapta a qualquer área, desde que se tenha um manejo adequado. Durante o plantio das arbóreas, se respeitou um espaçamento adequado com acompanhamento das linhas de plantas do café, de modo que a disposição das arbóreas favoreça o emprego de máquinas e equipamentos no processo produtivo.

Para se calcular os indicadores financeiros do café arborizado, foram consideradas características específicas desse sistema que interferem nos custos e receitas. Juazeiro Santos *et al.* (2000) indicam que no Sistema Agroflorestal (SAF), além dos custos considerados para a produção de monocultivo de café, são acrescidos custos com implantação (coveamento, compra, distribuição, plantio e replantio das mudas de arbóreas) e tratos culturais (capinas manuais e podas). Os autores ainda destacam que os custos de incorporação para o SAF com café representam 0,12% dos custos totais das atividades. Essa foi a porcentagem usada como acréscimo para reajustar os custos do café arborizado.

Para as receitas, considerando o experimento, a produtividade de café do segundo ano para o café arborizado com a espécie *H. popayanensis* foi de 101,99 kg/ha (aproximadamente 1,7 sacas de café), obtendo o valor de R\$ 783,63, enquanto o monocultivo cafeeiro não teve produção. Já nos próximos anos, devido à data da coleta de dados (2014), não se tem a produtividade do experimento. Assim, buscou-se na literatura uma referência sobre o sistema em questão em termos de produtividade. Nas pesquisas de Juazeiro Santos *et al.* (2000), sobre a região norte do Paraná com *Grevillea robusta* e café, a diferença em

receita entre o monocultivo de café e o café arborizado se dava em R\$ 35.775,00 e R\$ 36.645,00, respectivamente.

Com esses valores, foi considerada como receita para o segundo ano o valor de R\$ 783,63 e nos anos seguintes foi adotada uma variação de 2,43% maior para as receitas no café arborizado.

Após a estruturação do fluxo de caixa, foi possível calcular os indicadores financeiros para o café arborizado e seus resultados demonstraram diferenças quando comparados com o sistema tradicional. A diferença entre os sistemas fica em R\$ 2.298,53 de VPL e R\$ 228,83 de VPLa. O IBC resulta na diferença de 0,21 e o ROIA 0,31%, sendo que os valores foram sempre maiores para o café arborizado.

Os cálculos indicaram que mantendo-se as condições da pesquisa, o café arborizado foi mais vantajoso em termos financeiros, quando comparado ao monocultivo de café, conforme Quadro Nº 2. Esses resultados se devem a custos, receitas e características distintas, que interferem na produtividade cafeeira.

O café convencional tem como auge a produção a partir do terceiro ano e os dados do experimento foram obtidos em 2014, segundo ano após o plantio. Contudo, já no segundo ano, o café arborizado com a espécie *H. popayanensis* apresentou produtividade de 101,99 (kg/ha) e o monocultivo de café apresentou produtividade neste período. Assim pode-se afirmar que existem interferências positivas na produção do café arborizado, na região estudada.

É relevante também mencionar que no ano de 2013, ano seguinte ao plantio, ocorreu geada na região de Londrina, interferindo nos dados da pesquisa. No tratamento testemunha, sem sombreamento, o índice de mortalidade do cafezal foi de 46,77%, com o pior resultado. Já os melhores resultados foram verificados para a espécie *T. micrantha* com 8,47%, e

Quadro 2. Paraná: Indicadores financeiros para o café adensado, no monocultivo comparado ao café arborizado, 2014

Indicadores	Monocultivo	Café arborizado
Valor presente líquido	R\$ 30.083,98	R\$ 32.382,51
Valor presente anualizado	R\$ 2.995,05	R\$ 3.223,88
Índice Benefício/Custo	3,91	4,12
Retorno sobre investimento adicionado	7,87%	8,18%

Fonte: elaborado pelos autores, a partir de dados do SEAB/DERAL (2015) e Juazeiro dos Santos *et al.* (2000)

para a espécie *H. popayanensis* com 15,73%. Esses índices de mortalidade do cafezal interferem diretamente nos custos, pois quanto maior o índice de mortalidade, maior será o gasto com replantio.

Através desse índice, se afirma a efetividade da proteção oferecida pelo sombreamento dessas espécies ao cafezal e redução de custo com replantio para as plantas de café. Mas, além disso, a ocorrência da geada justifica também uma provável redução da produtividade e, conseqüentemente, redução na receita e interferência nos resultados dos indicadores calculados anteriormente.

Com o café arborizado, ainda existe a possibilidade de um aproveitamento produtivo no sentido de ampliar as categorias comercializadas dentro de uma mesma área. A produção de café é beneficiada pelas arbóreas e o produtor também pode contar com as podas e desbastes para gerar energia e auxiliá-lo no processo produtivo.

Para aproveitamento das podas em sistemas geradores de energia, mais custos tem que ser inseridos e analisados. Porém, como a proposta interfere na economia de energia adquirida, visto que o sistema seria usado como complemento, existe uma compensação financeira em razão de outras fontes de energia disponíveis atuarem encarecendo os processos produtivos de maneira geral, principalmente nos dias atuais.

Futuramente pode-se pensar na derrubada de algumas dessas arbóreas, dosando a iluminação pertinente às plantas de café e comercializar a madeira retirada. Para Juazeiro Santos *et al.* (2000), a venda da madeira dá-se ao final do ciclo de produção do café (17 anos), quando for realizada a reforma do cafezal.

3.3. DESTINAÇÃO DA BIOMASSA PARA BIOENERGIA

Existe uma tendência de aumento da biomassa usada para geração de energia nos próximos anos. Essa biomassa pode ser usada na diversificação da matriz energética do país e também pela corrida em busca de fontes renováveis de energia, com custos inferiores e emissões gasosas menores, podendo atender as necessidades internas sem comprometer a eficiência, nem causar maiores impactos ambientais (Goldemberg, 2009).

Como os valores se originam do DAP das arbóreas, quanto maior for o DAP, maior será a biomassa gerada. As espécies que apresentaram os maiores resultados para BA e BTAV são *T. micrantha* (59,56 kg/arbórea de BA e 34,01 t/ha de BTAV) e a

H. popayanensis (98,46 kg/arbórea de BA e 56,22 t/ha de BTAV), conforme Quadro Nº 3.

Quadro 3. IAPAR – Londrina: resultados dos cálculos de Biomassa Arbórea (BA) e Biomassa Total de Arbóreas Vivas (BTAV) por espécie, 2014

Espécies	BA (kg/arbore)	BTAV (t/ha)
<i>Moringa oleifera</i>	37,24	21,26
<i>Croton floribundus</i>	30,30	17,30
<i>Trema micrantha</i>	59,56	34,01
<i>Gliricidia sepium</i>	4,69	2,68
<i>Senna macranthera</i>	26,2	14,96
<i>Heliocarpus popayanensis</i>	98,46	56,22
<i>Mimosa scabrella</i>	9,59	5,48

Nota: (*) Os cálculos foram realizados com valores médios de quatro repetições

Fonte: elaborado pelos autores, a partir de dados do experimento (2014)

Já as espécies *G. sepium* (4,69 kg/arbórea de BA e 2,68 t/ha de BTAV) e *M. scabrella* (9,59 kg/arbórea de BA e 5,48 t/ha de BTAV) apresentaram os menores resultados, não sendo recomendadas no sistema florestal dessa região, pelo menos no período e sob as condições do estudo, pois o desenvolvimento foi abaixo do esperado e com índice de replantio acima da média. Outro dado importante é que não foi teve produtividade no cafezal onde essas arbóreas se associavam ao cafezal.

A Biomassa Total de Árvores Vivas (BTAV) é igual à Biomassa Vegetal Total (BVT) também medida em t/ha, pois não foi necessário o cálculo da biomassa de árvores mortas em pé, nem o cálculo da biomassa de árvores mortas caídas, pois todas as arbóreas permaneceram vivas e em pé.

Parte da BTAV pode ser retirada uma vez ao ano através de podas e desbastes. Ricci & Neves (2004), determinam a realização das podas nos meses de julho a setembro, época de floração do cafezal, facilitando a penetração de raios solares na época em que o cafeeiro mais precisa de iluminação natural.

Tendo como matéria prima copas, galhos e ramos das árvores, originária do processo de podas e desbastes, considera-se a porcentagem conforme as indicações de Ricci & Neves (2004), determinando que é recomendável entre 30 a 40% de sombreamento. Com um sombreamento de 40% e considerando que se deposite no solo uma

porcentagem aproximada de 10%, responsável pelo não esgotamento do solo, libera-se então 50% de biomassa total de uma árvore para geração de bioenergia.

Com os valores do experimento de 56,22 t/ha de biomassa gerada da espécie *H. popayanensis*, obtém-se então o valor de aproximadamente 28,11 t/ha de biomassa florestal disponível ao emprego da bioenergia.

No experimento foram praticadas as primeiras podas das arbóreas em agosto de 2014. Essa biomassa foi para um processo de secagem em estufa, a 65 °C até atingirem massa constante, ou seja, retirada de todo o líquido presente no material. Deste modo, conforme Quadro N° 4, obtiveram-se resultados para em kg/ha em matéria seca de lenha, de ramos finos, de folhas e matéria seca total.

Nesta análise a *T. micrantha* apresentou melhores resultados com 10.779 kg/ha de matéria seca, incluídos resíduos como lenha, ramos finos e folhas. Já a *H. popayanensis* atingiu o segundo melhor resultado com 8.205,6 kg/ha de matéria seca.

Existem várias possibilidades de conversão da biomassa em bioenergia. Contudo, o aproveitamento da biomassa no local gerador reduz custos com transportes, já que para essa categoria de matéria prima, a logística se configura uma problemática, devido ao alto volume e baixa densidade do material.

Assim a opção mais concreta e com menores investimentos é a incorporação da biomassa gerada no processo de beneficiamento do café, empregada

para a secagem de grãos. Sater, Souza, Oliveira, Elias & Tavares (2011) discorrem que atualmente quase toda a produção é secada de forma artificial. No Paraná, ocorrem chuvas no decorrer da colheita dos grãos de café e esse é mais um motivo para aplicação da biomassa gerada no processo de secagem.

Utilizar um recurso disponível e sem custo adicional para auxílio à secagem do café favorece a produção. Assim, além da casca de café – já utilizada em vários locais –, as podas e desbastes das arbóreas que integram o processo produtivo também são aproveitadas. Essa relação se torna favorável quando comparada a secagem de grãos de café com Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), pois esses resíduos se tornam coprodutos e reduzem custo, além dos benefícios ambientais envolvidos.

O destino da biomassa gerada na pesquisa atual, independente da rota energética adotada, tem que ser analisada levando em consideração variáveis importantíssimas como região, transporte, volumes, tecnologias e disposição para investimentos. Esses fatores podem interferir nos resultados, alterando as expectativas e, cabe dizer que, para desenvolvimento da dendroenergia nessa região são necessários mais estudos comprovando a viabilidade dos processos e a união dos agricultores interessados.

Porém, a utilização dos resíduos de podas e desbastes das arbóreas que sombreiam o café dentro da propriedade produtiva, com destino a secagem do café, pela disponibilidade, parece ser a opção mais próxima da realidade, principalmente visando a maior produtividade do café na região de Londrina.

Quadro 4. Londrina: resultados da secagem de biomassa gerada a partir de podas das arbóreas em estufa á 65 °C, segundo experimento, 2014

Tratamentos	Matéria seca de			Matéria seca Total (kg/ha)
	Matéria seca de lenha (kg/ha)	ramos finos (kg/ha)	Matéria seca de folhas (kg/ha)	
1. Testemunha	---	---	---	---
2. <i>Moringa oleifera</i>	2.147,00	244,30	411,30	2.802,60
3. <i>Croton floribundus</i>	2.756,00	1.197,80	1.179,30	5.133,10
4. <i>Trema micrantha</i>	6.683,00	3.006,50	1.089,50	10.779,00
5. <i>Gliricidia sepium</i>	1.329,00	118,30	352,30	1.799,60
6. <i>Senna macranthera</i>	1.420,00	466,00	1.080,00	2.966,00
7. <i>Heliocarpus popayanensis</i>	4.079,00	2.905,80	1.220,80	8.205,60
8. <i>Mimosa scabrella</i>	---	---	---	---

Nota: (*) Os cálculos foram realizados com valores médios de quatro repetições

Fonte: elaborado pelos autores, a partir de dados do experimento (2014)

Existe ainda, a dependência de incentivos governamentais no que consiste a sistemas auxiliares de energia e projetos ambientalmente responsáveis. Esses investimentos e projetos públicos tem que vislumbrar o futuro com políticas de longo prazo e como destacam Thomas & Callan (2012), os analistas de políticas públicas estão mais preocupados em como os custos ambientais serão distribuídos entre os setores públicos e privados da economia.

3.4. OUTRAS INTERFERÊNCIAS AMBIENTAIS

Alguns autores classificam os efeitos ambientais como benefícios primários e secundários. No café arborizado, os benefícios ambientais primários abordam a utilização de biomassa que seria descartada como fonte de energia renovável e o sequestro de carbono pelas arbóreas, ambos benefícios diretos. Já como benefícios ambientais secundários, que são os efeitos indiretos, se destacam a melhoria das condições do ar devido ao sequestro de carbono e fontes renováveis de energia, o bem estar dos trabalhadores e o aumento da produtividade agrícola proporcionado pelo sombreamento adequado, conforme demonstrado pela produtividade do monocultivo de café e do café arborizado neste experimento.

O plantio de árvores associado ao café tende a favorecer a regulação térmica da lavoura, intervindo na produção e contribuindo com maior conforto do trabalhador rural, além de se relacionar positivamente com as questões ecológicas. Elas atuam como quebra ventos vegetais e protegem os cafeeiros, como no caso de ocorrência de geadas de 2013, onde a variação na mortalidade de café avaliada em abril de 2014 apresentou diferenças entre as os cultivos e espécies.

Para o monocultivo de café, a média foi de 46,77% de mortalidade; já no café arborizado, as porcentagens foram menores, com 8,47 % para *T. micrantha* e 15,73 para *H. popayanensis*. Essas porcentagens também são favoráveis aos custos, pois um menor replantio reflete na diminuição dos custos de implantação. Já as espécies *G. sepium* e *M. scabrella* não efetuaram proteção satisfatória com 44,76% e 40,73%, respectivamente.

A informação sobre os níveis de mortalidade foram confirmadas por Fernandes, Hoshino, Menezes Junior, Aguiar Silva & Santoro (2013). Estes autores afirmam que a maioria dos arborizados proporcionou algum grau de proteção às plantas de café, resultando em menor percentual de parte aérea

queimada e citando que apenas a *G. sepium* mostrou-se suscetível à geada.

Outro ponto positivo é a capacidade de sequestro de carbono pelas árvores. No café arborizado, além da possibilidade de utilizar a biomassa gerada por podas e desbastes das árvores para gerar energia, ele ainda contribui com a qualidade do ar, como sumidouro de carbono do ambiente. Assim, um sistema como o da pesquisa pode inclusive ser orquestrado de maneira a atender as exigências de um Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), inserido pelo Protocolo de Kyoto, capturando carbono e obtendo as Reduções Certificadas de Carbono (RCEs), que podem ser negociadas no mercado aberto.

Devido a sua importância, foi calculado o sequestro de carbono pelas arbóreas, por espécie. Esses cálculos se justificam devido a diferenças na capacidade de absorção e fixação de carbono pelas árvores em função da espécie e do seu desenvolvimento.

Mantendo os critérios adotados para o cálculo de Biomassa Vegetal Total (BVT) de Arevalo, Alegre & Vilcahuaman (2002), e aplicando a fórmula mencionada na metodologia, foi possível obter o cálculo do Carbono na Biomassa Vegetal Total (CBV), em t/ha/ano. O Quadro Nº 5 mostra que a espécie *H. popayanensis* se destacou com o maior número referente ao resultado de sequestro de carbono com 25,30 t/ha/ano.

Quadro 5. IAPAR – Londrina: resultados do cálculo do Carbono na Biomassa Vegetal Total (CBV), por espécie, 2014

Espécies	CBV* (t/ha/ano)
<i>Moringa oleifera</i>	9,57
<i>Croton floribundus</i>	7,79
<i>Trema micrantha</i>	15,30
<i>Gliricidia sepium</i>	1,20
<i>Senna macranthera</i>	6,73
<i>Heliocarpus popayanensis</i>	25,30
<i>Mimosa scabrella</i>	2,46

Nota: (*) Os cálculos foram realizados com valores médios de quatro repetições

Fonte: dados referentes ao experimento (2014)

4. CONCLUSÃO

No período da pesquisa o café arborizado apresentou resultados produtivos satisfatórios em relação ao monocultivo de café, devido ao desenvolvimento de cada espécie arbórea e da prejudicial geada de 2013, que interferiu nos índices de replantio das arbóreas e índices de mortalidade do cafezal. O café arborizado também se mostrou superior quanto aos indicadores financeiros calculados como VPL, VPLa, IBC e ROIA considerando um ciclo produtivo de 18 anos, gerando maior lucratividade aos produtores.

Ainda existe a opção de aproveitar parte da biomassa gerada das podas de arbóreas para Geração de bioenergia, empregado no beneficiamento do café e venda da madeira no final do ciclo produtivo, minimizando custos e diversificando a renda. Além da bioenergia, o benefício ambiental é estabelecido na atuação das arbóreas como sumidouros de carbono da atmosfera, chegando a 25,30 t/ha/ano para a espécie *H. popayanensis*.

5. AGRADECIMENTOS

Este estudo foi possível graças a parceria entre a Universidade Estadual de Londrina (UEL, Brasil) e o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), que sediou o experimento originário de uma pesquisa em conjunto com plano de ação de P&D e Transferência de Tecnologia, realizado para o Programa de Pesquisa e Desenvolvimento do Café do Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa Café Brasília-BR.

REFERÊNCIAS

- Arco-Verde, M. F. & Amaro, G. (2011). *Cálculo de indicadores financeiros para sistemas agroflorestais*. Recuperado de <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/917097/1/DOC442011ID104.pdf>
- Arevalo, L. A., Alegre, J. C. & Vilcahuaman, L. J. M. (2002). *Metodologia para estimar o estoque de carbono em diferentes sistemas de uso da terra*. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Florestas.
- Assad, E. D., Pinto, H. S., Zullo Junior, J. & Avila, A. M. H. (2004). Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39(11), 1057-1064. Retirado de <http://www.scielo.br>
- Assaf Neto, A. & Lima, F. G. (2011). *Curso de administração financeira. (2a ed.)*. São Paulo-SP: Atlas.
- Carneiro, A. C. O., Castro, A.F.N.M., Castro, R. V. O., Cavalcante Santos, R., Ferreira, L. P., Damásio, R. A. P. & Vital, B. R. (2014). Potencial energético da madeira de Eucaliptus sp. em função da idade e de diferentes materiais genéticos. *Revista Arvore*, 38(2), 375-381.
- Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, ESALQ/USP. (2015). *Indicador Café Arábica*. Retirado de <http://www.cepea.esalq.usp.br/cafe/?page=386>
- Fernandes, T. A. P., Hoshino, A. T.; Menezes Junior, A. O., Aguiar Silva, M. A. & Santoro, P. H. (2013). Desempenho de diferentes arbóreas na redução dos efeitos adversos da geada em cafeeiro. *VIII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil*, Salvador – BA. Retirado de http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb_anais/simpósio8/257.pdf
- Guimarães, G. P., Mendonça, E. S., Passos, R. R. & Andrade, F. V. (2014). Soil aggregation and organic carbon of Oxisols under coffee in agroforestry systems. *Revista Brasileira Ciência Solo*, 38(1), 278-287.
- Goldemberg, J. (2009). Biomassa e energia. *Química Nova*, 32(3), 582-587.
- Hosokawa, R. T., Moura, J. B. & Cunha, U. S. (2013). *Introdução ao manejo e economia de florestas*. Curitiba: UFPR.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE. (2013). *Cidades*. Retirado de <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=411370>
- Juazeiro Santos, A., Leal, A. C., Graça, L. R. & Carmo, A. P. C. (2000). Viabilidade econômica do sistema agroflorestal grevilea x café na região norte do Paraná. *Revista Cerne*, 6(1), 89-100.
- Magalhães, J. G. S., Lopes Silva, M., Salles, T. T. & Rego, L. J. S. (2014). Análise econômica de sistemas agroflorestais via uso de equações diferenciais. *Revista Arvore*, 38(1), 73-79.

- Notaro, K. A., Medeiros, E. V., Duda, G. P., Oliveira Silva, A. & Moura, P. M. (2014). Agroforestry systems, nutrients in litter and microbial activity in soils cultivated with coffee at high altitude. *Scientia Agricola*, 71(2), 87-95.
- Petek, M. R., Sera, T. & Fonseca, I. C. B. (2009). Exigências climáticas para o desenvolvimento e maturação dos frutos de cultivares de *Coffea arabica*. *Bragantia*, 68(1), 169-181. Retirado de <http://www.scielo.br>
- Ricci, M. S. F. & Neves, M. C. P. (2004). *Cultivo do café orgânico*. Recuperado de https://docsagencia.cnptia.embrapa.br/agriculturaOrganica/SDP02_04.pdf
- Salgado, B. G., Macedo, R. L. G., Alvarenga, M. I. N., & Venturin, N. (2006). Avaliação da fertilidade dos solos de agroflorestais com cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em Lavras – MG. *Revista Arvore*, 30(3), 343-349.
- Sater, O., Souza, N. D., Oliveira, E. A. G., Elias, T. F. & Tavares, R. (2011). Estudo comparativo da carbonização de resíduos agrícolas e florestais visando à substituição da lenha no processo de secagem de grãos de café. *Revista Ceres*, 58(6), 717-722.
- Secretaria da Agricultura e Abastecimento, SEAB/DERAL. (2015). *Custos de Produção. Café Adensado, novembro de 2014*. Retirado de <http://www.agricultura.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=228>
- Souza, A. & Clemente, A. (2008). *Decisões financeiras e análise de investimentos: Fundamentos, técnicas e aplicações*. (6a ed.). São Paulo: Atlas.
- Thomas, J. M. & Callan, S. J. (2012). *Economia ambiental: Fundamentos, políticas e aplicações*. São Paulo: Cengage Learning.