

CARLOS MOREIRA MIQUELINO ELETO TORRES

**ANÁLISES TÉCNICA E ECONÔMICA DA GERAÇÃO DE
CRÉDITOS DE CARBONO EM PROJETOS FLORESTAIS NA
REGIÃO DE VIÇOSA, MG**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de
Viçosa, como parte das
exigências do Programa de
Pós-Graduação em Ciência
Florestal, para obtenção do
título de *Magister Scientiae*.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2011**

RESUMO

TORRES, Carlos Moreira Miquelino Eleto, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Julho de 2011. **Análises técnica e econômica da geração de créditos de carbono em projetos florestais na região de Viçosa, MG.** Orientador: Laércio Antônio Gonçalves Jacovine. Coorientadores: Carlos Pedro Boechat Soares e Sílvio Nolasco de Oliveira Neto.

O objetivo geral do trabalho foi fazer análises técnica e econômica da geração de créditos de carbono em projetos florestais na região de Viçosa, MG. O estudo foi desenvolvido no Parque Tecnológico de Viçosa, que tem em sua área um Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Montana, com 44,11 ha, plantios florestais de restauração florestal e Sistemas Silvopastoris com eucalipto, cedro australiano e espécies nativas (*Anadenanthera peregrina*, *Piptadenia gonoacantha*, *Apuleia leiocarpa*, *Plathymenia foliolosa*, *Copaifera langsdorffii*, *Hymenaea courbaril*). O trabalho foi dividido em quatro capítulos. No primeiro capítulo, analisou-se a estrutura florística e fitossociológica da floresta nativa existente na área de estudo. Para essas avaliações, foram lançadas 22 parcelas com 500 m² (10 x 50m), em que todos os indivíduos com DAP ≥ 5 cm tiveram sua circunferência na altura do peito (1,30 m) e sua altura total mensuradas. A composição florística constou de 40 famílias, 95 gêneros e 135 espécies. O índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') para a área estudada foi de 3,94. As espécies que se destacaram no índice de valor de importância volumétrica foram *Piptadenia gonoacantha*, *Mabea fistulifera*, *Anadenanthera peregrina*, *Apuleia leiocarpa*, *Siparuna guianensis*, *Eucalyptus* sp., *Matayba elaeagnoides*, *Bathysa nicholsonii*, *Annona* sp., contribuindo com 39,36% para este índice. No segundo capítulo, foram quantificadas a biomassa e a estocagem de carbono nessa mesma área. Para isso, foram utilizadas duas metodologias distintas, uma com equações regionais e outra sugerida

pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças do Clima (IPCC). A biomassa média para as espécies com $DAP \geq 5$ cm foi de 98,46 t ha⁻¹, utilizando equações regionais e 89,41 t ha⁻¹, com a sugerida pelo IPCC. Essa metodologia subestima em 9,11% a biomassa, em relação às equações regionais. A estocagem média de carbono foi de 46,76 e de 42,03 para a metodologia, utilizando equações regionais e pelo IPCC, respectivamente. A metodologia do IPCC subestima em 10,04% o carbono em relação às equações regionais. A biomassa média do sub-bosque, indivíduos vivos com $DAP < 5$ cm, foi de 6,96 e 5,10 t ha⁻¹, e a estocagem de carbono foi de 3,73 e 2,40 t ha⁻¹ para a metodologia utilizando equações regionais e pelo IPCC, respectivamente. A biomassa média para a serapilheira foi de 11,57 e 11,54 t ha⁻¹, para a metodologia utilizando equações regionais e para a do IPCC, respectivamente. A estocagem média de carbono foi de 5,82 e 4,27 t ha⁻¹, utilizando equações regionais e para a do IPCC. A metodologia do IPCC tem como característica subestimar a biomassa e o carbono em relação às equações regionais. No terceiro capítulo, foram avaliados a sobrevivência e o crescimento inicial das espécies plantadas em uma área no Parque Tecnológico de Viçosa. O plantio foi realizado utilizando um Delineamento em Blocos Casualizados (DBC), em que foram estabelecidos quatro blocos. Em cada bloco, foram aplicados quatro diferentes espaçamentos (2x2m, 3x3m, 3x4m, e 3x5m), sendo que as espécies plantadas pertencem a diferentes categorias sucessionais (pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e sem caracterização). Nas parcelas, foram avaliados a sobrevivência, o diâmetro ao nível do solo e a altura total das espécies. A sobrevivência foi de 82,97%, 82,98%, 77,69% e 77,74% para os espaçamentos 2x2, 3x3 3x4 e 3x5, respectivamente, não havendo diferença estatística entre eles pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. O diâmetro ao nível do solo médio das espécies foi de 25,48mm, 23,78mm, 24,03mm e 23,66 para os espaçamento 2x2, 3x3 3x4 e 3x5, respectivamente, não existindo diferença estatística entre eles. A altura total média para as plantas foi de 120,73 cm, 120,42; 112,83 e 112,99 cm, para os espaçamentos 2x2, 3x3 3x4 e 3x5, respectivamente, não existindo, também, diferença estatística entre eles. As espécies pioneiras e secundárias iniciais foram as que obtiveram maiores valores de diâmetro ao nível do solo e altura total, respectivamente. As espécies *Plathymenia foliolosa* e *Platypodium elegans* se destacaram tanto em relação ao diâmetro ao nível do solo, quanto

na altura. No quarto capítulo, avaliou-se a viabilidade econômica de projetos florestais com a inclusão de créditos de carbono. Para isso, foram analisados separadamente a floresta nativa (REDD), as áreas de restauração florestal e os Sistemas Silvopastoris com eucalipto, com cedro australiano e com espécies nativas. Para cada projeto, foram calculados a estocagem de carbono, os custos e as receitas para um horizonte de planejamento de 30 anos. Os critérios econômicos utilizados foram Valor Presente Líquido (VPL), Valor Anual Equivalente (VAE) e Taxa Interna de Retorno (TIR). Em todos os cenários estudados, a inclusão dos créditos de carbono proporcionou um aumento no VPL, VAE e TIR. Em termos percentuais, os créditos elevaram o VPL e VAE em 10,26%, 13,81%, 12,65%; 6,96% e 5,20%, no REDD, restauração florestal, Sistema Silvopastoril com espécies nativas, eucalipto e cedro australiano, respectivamente. Em relação à TIR, o Sistema Silvopastoril com espécies nativas obteve um aumento de 1,35%, com eucalipto de 3,53% e com cedro australiano de 1,58%. Pode-se concluir pelo trabalho que, em função de a metodologia do IPCC subestimar o carbono estocado nas florestas, é necessário ajustar equações para cada fitofisionomia a fim de obter estimativas mais precisas. Estudos sobre sobrevivência e crescimento das espécies podem servir para diminuir as incertezas relacionadas aos projetos florestais e, com isso, incrementar sua inserção no mercado de carbono. Para que pequenas propriedades sejam inseridas em projetos de créditos de carbono, é necessário que sejam organizadas em cooperativas e/ou associações.

ABSTRACT

TORRES, Carlos Moreira Miquelino Eleto, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2011. **Technical and economic analysis of the carbon credits generation for forestry projects in the region of Viçosa, MG.** Adviser: Laércio Antônio Gonçalves Jacovine. Co-advisors Carlos Pedro Boechat Soares and Sílvio Nolasco de Oliveira Neto.

The overall objective of this study was to perform a technical and economic analysis of the carbon credits generation for forestry projects in the region of Viçosa, Minas Gerais State, Brazil. The study was carried out in Parque Tecnológico de Viçosa (Technology Park of Viçosa) that has a Semideciduous Montane Stational Forest Fragment with 44.11 ha of forest plantations, forest restoration, and Silvopastoral Systems with eucalyptus, Australian cedar and native species (*Anadenanthera peregrina*, *Piptadenia gonoacantha*, *Apuleia leiocarpa*, *Plathymenia foliolosa*, *Copaifera langsdorffii*, *Hymenaea courbaril*). The work was divided into four chapters. The first chapter analyzes the floristic and phytosociological structure of existing native forest in the study area. For these evaluations, we released 22 plots with 500 m² (10 x 50m), in which all individuals with DBD ≥ 5 cm (diameter at breast height) had their circumference at breast height (1.30 m) and their total height measured. The floristic composition consisted of 40 families, 95 genera, and 135 species. Shannon-Weaver (H') diversity index for the study area was 3.94. The species that stood out in value index of volumetric importance were *Piptadenia gonoacantha*, *Mabea fistulifera*, *Anadenanthera peregrina*, *Apuleia leiocarpa*, *Siparuna guianensis*, *Eucalyptus* sp., *Matayba elaeagnoides*, *Bathysa nicholsonii*, *Annona* sp., contributing with 39.36% for this index. The second chapter quantifies the biomass and carbon storage in the same area. For this, we used two different methodologies, one with a regional equations and another

suggested by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). The average biomass for species with $DBH \geq 5$ cm was 98.46 t ha^{-1} , using regional equations and 89.41 t ha^{-1} , as suggested by IPCC. This methodology underestimates in 9.11% the biomass in relation to regional equations. The average carbon storage was 46.76 and 42.03 for the methodology, using regional equations and by IPCC, respectively. The IPCC methodology underestimates in 10.04% the carbon in relation to regional equations. The average biomass of the understory, alive individuals with $DBH < 5$ cm, was 6.96 and 5.10 t ha^{-1} , and carbon storage was 3.73 and 2.40 t ha^{-1} for methodology using regional equations and by IPCC, respectively. The average litter biomass was 11.57 and 11.54 t ha^{-1} , for methodology using regional equations and for IPCC methodology, respectively. The average carbon storage was 5.82 and 4.27 t ha^{-1} , using regional equations and for IPCC equations. The IPCC methodology is characterized by underestimating the biomass and carbon in relation to regional equations. The third chapter evaluates the survival and early growth of species planted in an area in the Technological Park of Viçosa. The planting was carried out using a randomized block design (RBD), in which four blocks were established. In each block, we applied four different spacing (2x2m, 3x3m, 3x4m, and 3x5m), and the planted species belonging to different successional categories (pioneer, early secondary, late secondary, and not characterized). In plots, survival, diameter at ground level, and total height of species were evaluated. The survival rate was 82.97%, 82.98%, 77.69%, for 77.74% for 2x2, 3x3, 3x4, and 3x5 spacing, respectively, with no statistical difference among them by F test at 5% probability. The diameter at the medium soil level of species was 25.48 mm, 23.78 mm, 24.03 mm, for 23.66 for 2x2, 3x3, 3x4, and 3x5 spacing, respectively, with no statistical difference among them. The total average height for plants was 120.73 cm, 120.42, 112.83, for 112.99 cm for 2x2, 3x3, 3x4, and 3x5 spacing, respectively, and there is not also statistical difference among them. The pioneer and initial secondary species were those that had higher values of diameter at ground level and total height, respectively. *Plathymenia foliolosa* and *Platypodium elegansse* species were highlighted in relation to the diameter at ground level and height. The fourth chapter evaluates the economic viability of forestry projects with carbon credits inclusion. For this, we analyzed separately the native forest (REDD - Reduced Emissions from Deforestation and Degradation), areas of forest

restoration, and Silvopastoral Systems with eucalyptus, Australian cedar, and native species. For each project, we calculated the carbon storage, the costs, and revenue for a planning horizon of 30 years. Used economic criteria were Net Present Value (NPV), Equivalent Annual Value (EAV), and Internal Rate of Return (IRR). In all studied scenarios, carbon credits inclusion provided an increase in NPV, IRR and EAV. In percentage terms, credits raised the NPV and EAV at 10.26%, 13.81%, 12.65%, 6.96%, and 5.20% in REDD, forest restoration, silvopastoral system with native species, eucalyptus, and Australian cedar, respectively. Regarding the IRR, the Silvopastoral System with native species obtained an increase of 1.35%, with eucalyptus of 3.53% and Australian cedar of 1.58%. With this work, because the IPCC methodology underestimated the carbon stored in forests, the conclusion is that it is necessary to adjust equations for each vegetation type, in order to obtain more precise estimates. Studies about species survival and growth can serve to reduce uncertainties related to forestry projects and thereby increase their inclusion in the carbon market. Small properties to be inserted in projects for carbon credits must be organized into cooperatives and/or associations.