

DINÂMICA DO ESTOQUE DE CARBONO EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO PARANÁ UTILIZANDO SOFTWARE CO₂FIX E SIMULAÇÃO DE CENÁRIO DE PROJETO REDD

DYNAMICS OF CARBON STOCK IN ARAUCARIA FOREST IN PARANÁ WITH THE AID OF CO₂FIX SOFTWARE AND SIMULATION SCENARIO REDD PROJECT.

Ana Beatriz Schikowski¹; Ana Paula Dalla Corte²; Carlos Roberto Sanquetta³

Universidade Federal do Paraná, Departamento de Ciências Florestais, Av. Prefeito Lothário Meissner, 3400 - Jardim Botânico, Curitiba - PR, 80210-170. E-mail:

¹anabeatrizschik@gmail.com; ²anapaulacorte@gmail.com;

³carlos_sanquetta@hotmail.com

RESUMO

A Floresta Ombrófila Mista é uma tipologia florestal típica do sul do Brasil, amplamente devastada e atualmente com área muito inferior a sua extensão original. Assim, projetos REDD (Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal) podem ser uma alternativa para sua conservação. O presente estudo teve por objetivo avaliar o estoque de carbono na tipologia e simular um cenário de REDD. O incremento da floresta foi obtido utilizando dados de inventário florestal contínuo em General Carneiro, Paraná, Brasil, do período de 1999 a 2013. As espécies foram divididas em três grupos: araucárias, brancas e canelas. O carbono estimado na área variou de 81,53 Mg.ha⁻¹ em 1999 a 88,44 Mg.ha⁻¹ em 2013, sendo o grupo das brancas com maior participação em carbono fixado no período. A simulação do cenário em REDD resultou em 198.850,03 Mg CO₂ eq. que deixaram de ser emitidos, pois segundo a linha de base adotada acredita-se que cerca de 600 hectares de floresta tendem a ser desmatados na ausência do projeto. Pelo método estimativo utilizado no presente trabalho, conclui-se que a floresta apresenta incremento no estoque de carbono e que projetos REDD podem ser uma alternativa interessante a fim de obtenção de renda com florestas nativas.

Palavras-chave: Créditos de carbono. Floresta com Araucária. Mudanças climáticas.

ABSTRACT

The Araucaria Forest is a typical forest type in southern Brazil, and currently widely devastated much less than its original extension area. Thus, REDD (Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation) projects can be an alternative for its conservation. The present study aimed to evaluate the carbon stock in the typology and simulate a scenario of REDD. The increment of the forest was obtained using continuous forest inventory data in General Carneiro, Paraná, Brazil, from

1999 to 2013. The species were divided into three groups: araucaria, white wood and canellas. The estimated carbon in the area ranged from 81.53 Mg.ha⁻¹ in 1999 to 88.44 Mg.ha⁻¹ in 2013, being the group with the largest share of white carbon fixed in the period. The simulation scenario resulted in REDD 198,850.03 Mg CO₂ eq. no longer issued because the second base line adopted is believed that about 600 hectares of forest tend to be deforested in the absence of the project. The estimation method used in this study, it is concluded that the forest has increased in carbon and REDD projects may be interesting to obtain alternative income with native forests.

Keywords: Carbon credit. Araucaria forest. Climate change.

1. INTRODUÇÃO

As florestas têm importante papel no balanço de carbono perante o cenário de mudanças climáticas, pois podem assumir o importante papel de fixadoras, agindo como sumidouros de carbono, ou também como grandes fontes de emissão. Sendo assim, é de suma importância quantificar o carbono nos ecossistemas florestais e sua dinâmica, visando melhorar a representatividade das florestas nas políticas referentes as mudanças climáticas.

Há opções aplicáveis do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL nas florestas brasileiras, como manejo sustentável, sistemas agroflorestais, plantações, supressão de incêndios e conservação das florestas (MOUTINHO et al., 2001). Nesse contexto pode ser inserido o desmatamento evitado, conceituado no REDD – Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal, segundo o qual algum projeto que reduzisse o desmatamento e suas emissões associadas estaria apto a receber os créditos. A ideia consiste em cada tonelada de CO₂ que deixar de ser emitida ou retirada da atmosfera pode ser negociada no mercado mundial, incentivando assim a redução das emissões globais, constituindo os Certificados de Redução de Emissões (CRE) ou popularmente conhecidos como crédito de carbono (ROCHA, 2002).

A aprovação de projetos de crédito de carbono, contudo, depende da precisão e confiabilidade das informações, por isso a metodologia empregada no trabalho se faz tão importante. O auxílio de ferramentas computacionais pode ser muito interessante decorrente da relativa facilidade de lidar com os dados e a forma como inseri-los, podendo facilmente simular diversos cenários. Porém para usufruir dessa facilidade se faz necessário calibrar os programas para determinadas condições, para conforme foi dito anteriormente, o resultado ter a confiabilidade esperada de um projeto científico.

O programa CO₂FIX foi desenvolvido por Carbon Sequestration and Sustainable Forest Management (CASFOR) e é em todas suas versões um programa de livre acesso. O *software* foi desenvolvido para calcular os estoques de biomassa e carbono nos ecossistemas florestais. Além disso, o modelo permite obter a dinâmica do carbono no solo e nos produtos florestais e os efeitos da substituição de fontes de energia pela biomassa, sendo aplicável em diversas condições e sistemas, desde floresta tropical até sistema agroflorestal (SCHELHAAS et al., 2004).

A Floresta Ombrófila Mista, também conhecida por Floresta com Araucária, é a formação florestal característica da região sul do Brasil, com porções na região sudeste e em países vizinhos como o Paraguai e Argentina (RODERJAN et al., 2002). Esta é considerada parte do Bioma Mata Atlântica (BRASIL, 2006) e por ser historicamente muito devastado por ações antrópicas, possui severas restrições quanto ao seu manejo e supressão. Segundo FUPEF (2001), estima-se que apenas 0,8% da área original da Floresta Ombrófila Mista se encontra em estágio primário ou avançado, sendo que ainda que distribuição espacial desses remanescentes se apresente dispersa e em fragmentos pequenos e médios, não superior a 5.000 hectares.

Dada a importância da Floresta Ombrófila Mista e o cenário de mudanças climáticas, a presente pesquisa teve por objetivo avaliar a dinâmica do carbono estocado na biomassa arbórea

utilizando o software CO₂FIX, considerando os resultados como linha de base para simulação de um projeto REDD na área de estudo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados são oriundos do inventário florestal contínuo do Projeto PELD – Projeto Ecológico de Longa Duração, em General Carneiro, Paraná, do período de 1999 a 2013, dos quais foram tomadas informações de estoque inicial e incremento das árvores. As espécies foram divididas em três grupos: araucárias, brancas e canelas, conforme citado por Mognon (2011). Teores de carbono dos grupos de espécies utilizados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Teores de carbono por compartimento por grupos de espécie na Floresta Ombrófila Mista.

Grupo	Fuste	Galhos	Folhagem	Teor Médio Ponderado
Araucárias	44,1	42,3	41,6	42,6
Branças	41,6	41,2	42,1	41,1
Canelas	42,3	40,6	44,4	40,7

*Adaptado de Watzlawick et al. (2004).

Conforme Figura 1, o *software* CO₂FIX foi alimentado com dados de estoque inicial de carbono, densidade da madeira e teor de carbono para estimativa do carbono armazenado no fuste. Para folhagem e galhos foram necessários estoque inicial e teor de carbono, sendo as estimativas de incremento obtidas com auxílio do Fator de Expansão de Biomassa – FEB (JOHNSON e SHARPE, 1983; IPCC, 2006; SANQUETTA et al., 2011). No presente estudo foi utilizado o valor *default* de 1,30, conforme IPCC (2006). Não foi estimado o carbono armazenado nas raízes e solo da floresta.

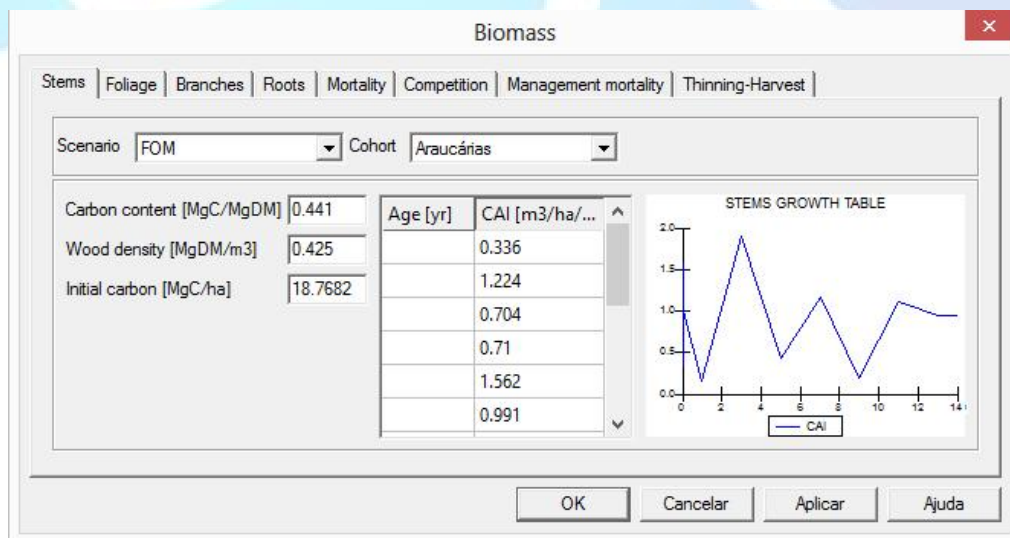


Figura 1. Inserção de dados de inventário no *software* CO₂FIX.

A simulação do projeto REDD considerou a área de todo o projeto PELD, 4.000 ha, a uma taxa de desmatamento histórica de 0,55% (FAO, 2010), com horizonte de planejamento de 30 anos.

Foi adotado o valor de crédito de Carbono a US\$ 5,00/Mg CO₂ eq. a uma cotação de US\$ 1,00 equivalente a R\$ 2,20.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta a dinâmica do carbono estocado na biomassa arbórea, estimado pelo CO₂FIX. Inicialmente o estoque de carbono era de 81,53 Mg.ha⁻¹ em 1999, finalizando o período analisado com 88,98 Mg.ha⁻¹ em 2013, com média de 85,25 Mg.ha⁻¹. O incremento periódico anual foi em média 0,53 Mg.ha⁻¹.ano⁻¹. Em termos de carbono equivalente, que representa uma medida métrica para comparar as emissões de vários Gases de Efeito Estufa (IPAM, 2013), houve variação de 298,94 Mg CO₂ eq.ha⁻¹ em 1999 a 326 Mg CO₂ eq.ha⁻¹ em 2013, significando que no período cerca de 27 Mg CO₂ eq.ha⁻¹ foram fixadas.

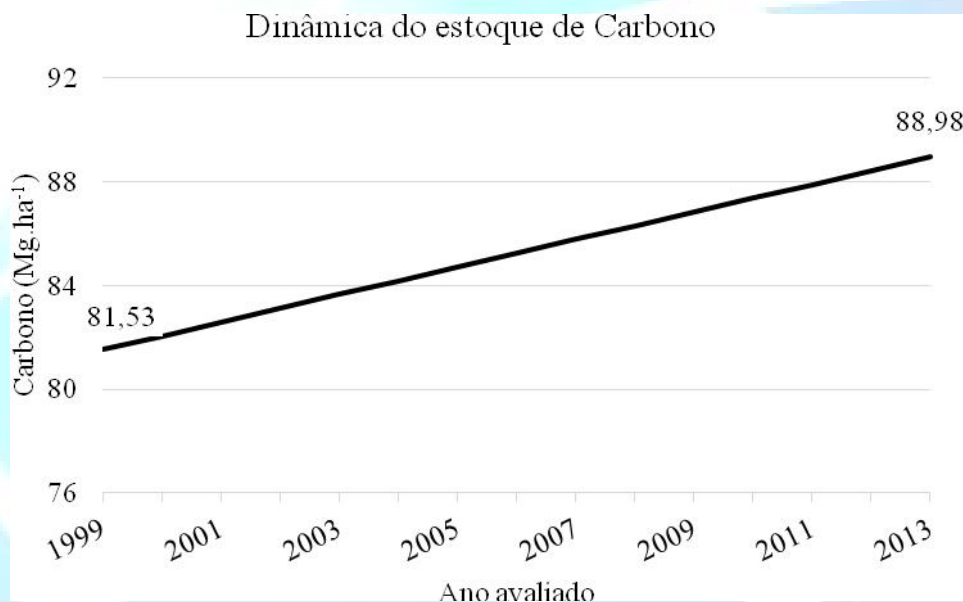


Figura 2. Dinâmica da fixação de Carbono no período de 1999 a 2013.

Watzlawick et al. (2002), em estudos sobre o carbono estocado na biomassa arbórea para Floresta Ombrófila Mista, encontraram o valor de 70,23 Mg.ha⁻¹ para o estágio médio de sucessão, o mesmo do local de estudo conforme analisado por Mognon (2011). Ainda conforme esse autor, a floresta analisada apresenta 74,07 Mg.ha⁻¹ de carbono para o estoque arbóreo, contudo, com metodologia distinta daquela aqui utilizada. Watzlawick et al. (2012) citaram que a Floresta Ombrófila Mista Montana concentra mais de 85 % de seu carbono orgânico na biomassa acima do solo, tanto a presente pesquisa quanto em Mognon (2011), só foi considerada o carbono estocado na biomassa arbórea. Para o carbono total, incluindo o contido no solo e serapilheira, Watzlawick et al. (2012) afirmaram que o valor médio para a tipologia em estudo é de 104,17 Mg.ha⁻¹, valor muito próximo ao relatado por Weber et al. (2005), de 104,32 Mg.ha⁻¹.

O presente estudo ainda precisa ser aprimorado com dados de solo, permitindo assim maior desempenho do programa e robustez no resultado, fornecendo um real panorama do potencial de fixação de carbono. Porém estudos quanto à dinâmica da Floresta Ombrófila Mista são escassos, faltando ainda dados como taxa de deposição por compartimento e dinâmica da produção da serapilheira. Sendo assim, os valores expostos são apenas iniciais, sem considerar o carbono fixado

no solo. Em posse de dados necessários correspondentes ao solo, é evidente que as estimativas de carbono total fixado na área sejam maiores.

Em relação às taxas de carbono por grupo de espécie, o grupo das brancas foi o com maior participação em carbono fixado em média no período, com cerca 40%, seguido pelo grupo das canelas com 33% e araucárias com 27%, conforme pode ser observado na Figura 3.

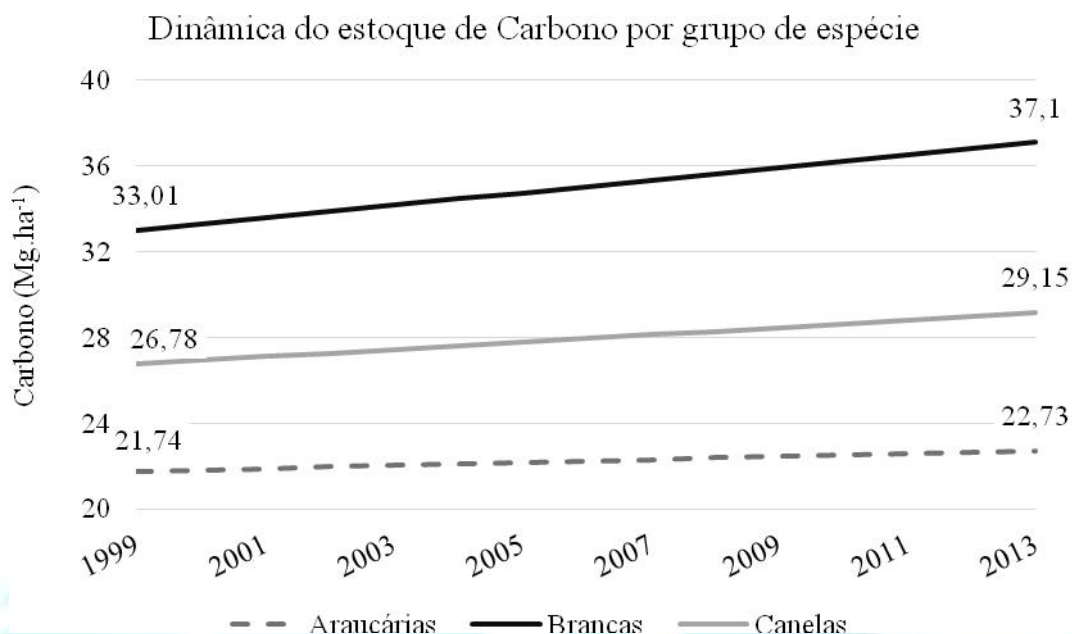


Figura 3. Dinâmica da fixação de carbono por espécie no período de 1999 a 2013.

Segundo Watzlawick et al. (2012), as espécies com maior contribuição na biomassa florestal e consequente estoque de carbono são *Ocotea porosa* (Nees & Mart.) Barroso e *Araucaria angustifolia* (Bert.) Kuntze, resultado conflitante com o encontrado no presente trabalho, em que as espécies denominadas brancas foram as de maior relevância porcentual em carbono. Cabe ressaltar que *Ocotea porosa* é a espécie com maior representatividade no grupo das Canelas.

Baseado no estoque de carbono estimado foi simulado um cenário de projeto REDD na área, que possui 4.000 ha. Esse cenário utilizou o estoque do final do período, com 326 Mg CO₂ eq.ha⁻¹.

A simulação adotou um cenário de 30 anos de projeto, resultando em 198.850,03 Mg CO₂ eq. evitadas pelo projeto REDD, pois segundo a taxa histórica local adotada, admite-se que cerca de 600 ha seriam desmatados na ausência do projeto. A Figura 4 representa graficamente a adicionalidade do projeto REDD, pois parte do princípio da remuneração pelo desmatamento e degradação florestal foram evitados durante a vigência do projeto. Adotando-se o valor de crédito de carbono a US\$ 5,00 / Mg CO₂ eq. a uma cotação de US\$ 1,00 equivalente a R\$ 2,20, obtém-se uma receita bruta de R\$ 2.187.350,36, representando uma renda de R\$ 72.911,68 por ano e R\$ 6.075,97 por mês.

Levando em consideração as atuais restrições de supressão ou manejo de áreas de Floresta Ombrófila Mista, o projeto REDD remunerando o desmatamento evitado pode ser uma alternativa atrativa visando renda de uma área nativa.



Figura 4. Estimativa da adicionalidade do Projeto REDD em emissões evitadas.

4. CONCLUSÕES

Com base no presente estudo conclui-se que a floresta estudada está em crescimento em relação a fixação de carbono, ainda que com baixa intensidade e incremento discreto. Dado o cenário atual de mudanças climáticas, a inserção no mercado internacional de carbono é interessante tanto do ponto de vista econômico, como também do ambiental, considerando que o REDD remunera projetos que visam manter a floresta como sumidouro de carbono. A Floresta de Araucárias é uma tipologia altamente degradada, sendo assim, seu estudo pode contribuir para criação de modelos que simulem fidedignamente o seu comportamento. O programa CO₂FIX, devidamente alimentado com dados de campo, se torna uma ferramenta simplificada e rápida na simulação de diversos cenários, sendo uma boa alternativa para a elaboração de projetos e pesquisas de proteção e recuperação da floresta.

5. REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lei nº 11.428**, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica (Lei da Mata Atlântica). Diário Oficial da União, Brasília, DF. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2006/lei/111428.htm > Acesso em 10 de setembro de 2014.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Global Forest Resources Assessment 2010: Country Report, Brazil**. Roma, 2010. 111p.

FUPEF - FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANÁ. **Conservação do bioma floresta com araucária: relatório final** – Diagnóstico dos remanescentes florestais. Curitiba: FUPEF, 2001. 2v. 236p.

IPAM - INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL NA AMAZÔNIA. **Glossário CO₂ equivalente**. 2013. Disponível em < <http://www.ipam.org.br/saiba-mais/glossariotermino/CO2-equivalente-CO2e-/15> >. Acesso em 10 de agosto de 2013.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Em CD ou no site: <http://www.ipcc.ch> Guia de Boas Práticas. 2006.

JOHNSON, W.C.; SHARPE, D.M. The ratio of total to merchantable forest biomass and its application to the global carbon budget. **Canadian Journal of Forest research**, Ottawa, v. 13, p. 372-383, 1983.

MOGNON, F. **Dinâmica do estoque de carbono como serviço ambiental prestado por um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montada, localizada no Sul do estado do Paraná**. 2011. 125 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2011.

MOUTINHO, P.; NEPSTAD, D.; SANTILLI, M.; CARVALHO, G.; BATISTA, Y. **As oportunidades para a Amazônia com a redução das emissões de gases do efeito estufa**. Belém: IPAM, 2001. 8p.

ROCHA, M.T.O. Aquecimento global e os instrumentos de mercado para a solução do problema. In: SANQUETTA, C.R., WATZLAWICK, L.F. BALBINOT, R. ZILIOOTTO, M.A., GOMES, F.S. (Org.) **As florestas e o carbono**. Curitiba: UFPR. p. 1-34. 2002.

RODERJAN, C.V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y.S.; HATSCHBACH, G.G. As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, n. 24, p. 75-92, 2002.

SANQUETTA, C.R.; CORTE, A.P.D.; SILVA, F. da. Biomass expansion factor and root-to-shoot ratio for Pinus in Brazil. **Carbon Balance and Management**, London, v. 6 n. 6, 2011.

SCHELHAAS, M.J.; VAN ESCH, P.W.; GROEN, T.A.; JONG, B.H.J. de; KANNINEN, M.; LISKI, J.; MASERA, O.; MOHREN, G.M.J.; NABUURS, G.J.; PALOSUO, T.; PEDRONI, L.; VALLEJO, A.; VILÉN, T. **CO₂FIX V 3.1 – A modelling framework for quantifying carbon sequestration in forest ecosystems**. Wageningen (Holanda): Alterra, 2004. 122p.

WATZLAWICK, L.F.; KIRCHNER, F.F.; SANQUETTA, C.A.; SCHUMACHER, M.V. Fixação de carbono em floresta ombrófila mista em diferentes estágios de regeneração. In: SANQUETTA, C.R.; WATZLAWICK, L.F.; BALBINOT, R.; ZILIOOTTO, M.A.; GOMES, F.S. (Org.) **As florestas e o carbono**. Curitiba: UFPR. p. 153-173, 2002.

WATZLAWICK, L.F.; BALBINOT, R.; SANQUETTA, C.R.; CALDEIRA, M.V.W. Teores de carbono em espécies da Floresta Ombrófila Mista. In: SANQUETTA, C.R.; BALBINOT, R.; ZILIOOTTO, M.A.B. **Fixação de carbono: atualidades, projetos e pesquisas**. Curitiba: AM Impresses, p. 95-109, 2004.

WATZLAWICK, L.F.; CALDEIRA, M.V.W.; VIERA, M.; SCHUMACHER, M.V.; GODINHO, T.O.; BALBINOT, R. Estoque de biomassa e carbono na Floresta Ombrófila Mista Montana Paraná. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 95, p. 353-362, set. 2012.

WEBER, K.S.; SANQUETTA, C.R.; EISFELD, R.L. Variação volumétrica e distribuição espacial do estoque de carbono em Floresta Ombrófila Mista. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**. Curitiba, v.3, n.2, p. 77-85, abr./jun. 2005.

Manuscrito recebido em: 16/12/2014
Revisado e Aceito em: 15/09/2015

