

MICHELE RIBEIRO RAMOS



**POTENCIAL DE ARMAZENAMENTO DE CARBONO NO SOLO
VISANDO PAGAMENTOS POR SERVIÇOS AMBIENTAIS**

Trabalho apresentado para obtenção parcial do título de MBA em Gestão Ambiental no curso de Pós-Graduação em MBA em Gestão Ambiental Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Wilson Loureiro
Co-orientadores: MSc. Marcos Fernando Rachwal
e MSc. Leticia Penno de Sousa

CURITIBA

2011

MICHELE RIBEIRO RAMOS

POTENCIAL DE ARMAZENAMENTO DE CARBONO NO SOLO
VISANDO PAGAMENTOS POR SERVIÇOS AMBIENTAIS

Trabalho apresentado para obtenção parcial do título de MBA em Gestão Ambiental no curso de Pós-Graduação em MBA em Gestão Ambiental Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Wilson Loureiro
Co-orientadores: MSc. Marcos Fernando Rachwal e MSc. Leticia Penno de Sousa

CURITIBA
2011

Ofereço a...

*... Todos aqueles que saem à procura de uma resposta,
e voltam com a mala cheia de perguntas.*

Dedico

As meus avós maternos e paternos
Maria Ester Ribeiro da Silva Arôncio
José Damasceno Arôncio
Ana Oliveira Ramos
Jonas Araújo Ramos (*In memoriam*)

AGRADECIMENTOS

A Deus que se fez presente em todos os dias da minha vida, me fazendo acreditar que eu poderia ir sempre mais longe.

A minha mãe Cléonice que com todo carinho e dedicação e ao meu pai Rui Eliseu que juntos, me tornaram a pessoa que eu sou hoje.

Aos meus irmãos, André, Júnior, Micheanne e Maryana, meu especial agradecimento.

Ao professor Valmiqui Costa Lima pelas horas de conversas e momentos de intensas reflexões.

Aos amigos Letícia Penno de Sousa e Marcos Fernando Rachwal por toda sua amizade, e por terem aceitado serem meus co-orientadores.

Ao Professor Wilson Loureiro pela orientação e amizade.

A todas as minhas amigas do curso, em especial a Nicole e Josiane, por todos os momentos que passamos juntas, todos, dos bons aos ruins.

Aos amigos que fiz no curso, todos, mas vou citar alguns nomes, Marli, Eli, Camila, Sofia, Débora, Vanessa, Priscila, Eduardo, Marcos, Milton, Oliver, Rhafael, enfim toda turma, pois o melhor do MBA foram os amigos que aqui eu fiz.

As minhas amigas, Ludmila, Emanuela, Mayara e Crismeire, por terem compartilhado comigo esses últimos momentos do TCC.

A Débora Galke, nossa monitora que teve paciência e dedicação para conduzir a turma durante todo o curso.

Ao professor Paulo de Tarso e a Luciana Salini Abrahão Pires por toda consideração e dedicação, e ainda a nossa tutora Yohana de Oliveira.

Não podia deixar de citar aqui também a Clarice (tia do café) que com todo cuidado organizava nossos cafés de sexta à noite e sábado de manhã.

À Universidade Federal do Paraná.

Enfim a todas as pessoas que de algum modo colaboraram de forma direta ou indireta para a realização deste trabalho.

A todos o meu muito obrigada!

*“Somente três pessoas têm a capacidade de me desmotivar, me fazer infeliz ou me
entristecer:*

*A primeira sou eu mesmo, a segunda também sou eu, e a terceira continua sendo
eu”.*

Valmiqui Costa Lima

RESUMO

Com advento da industrialização e o uso descontrolado dos recursos naturais, viu-se a necessidade de adaptar o consumo, e a adoção de medidas mitigadoras dos impactos gerados pelo homem no meio ambiente. Desta forma, propostas de consumo mínimo, uso equilibrado dos recursos naturais, alimentos orgânicos mercado de carbono, são assuntos cada vez mais frequente. A prática de pagamentos por serviços ambientais é algo novo na sociedade atual, contudo, apesar de recente, já existem alguns projetos visando esse padrão de recompensa para conservadores-recebedores. Nesse mercado, o carbono é tido como moeda de comercialização entre os pagadores e recebedores desses serviços. Contudo, os projetos existentes utilizam-se da fixação de carbono apenas na biomassa florestal. A nova proposta é usar o solo como estocador de carbono, considerando o que já se tem na literatura, sobre carbono, formas de armazenamento, e principalmente os fatores que influenciam a emissão e a estocagem dele no solo. De acordo com informações contidas na literatura nacional e internacional, o solo exerce mais essa função, e de forma mais eficiente que a floresta. Portanto, pode ser considerado como o grande estocador de carbono da natureza. Para isso, existem métodos de determinação e quantificação de carbono no solo. O mais utilizado, por ser fácil e apresentar baixo custo é o que está sendo apresentado neste trabalho, via dicromato de potássio, considerando a densidade do solo como fator de multiplicação, sendo posteriormente extrapolado para hectare. Contudo, mas do que apresentar o método, é mostrar através da revisão de literatura que o solo tem potencial para prestar serviços ambientais assim como a floresta, adaptando apenas a o manejo e/ou modificando o uso do solo.

Palavras-chave: matéria orgânica, manejo do solo, uso do solo, mercado de carbono

SUMÁRIO

1. Introdução	7
2. Revisão de Literatura	9
3. Material e Métodos	16
3.1 Das análises de solo.....	17
4. Cronograma	20
5. Recursos e Viabilidade Econômica	21
6. Resultados Esperados	22
7. Conclusão	22
8. Apêndices	23
8.1 Modelo de análise de solo.....	23
9. Anexos	24
9.1 Anexo 1- Projeto de Lei PSA.....	24
10. Referências Bibliográficas	32

1. INTRODUÇÃO

A qualidade de vida da população depende diretamente das condições da natureza, desde manutenção dos recursos genéticos, regulação do clima que envolve o ciclo das chuvas, o controle da erosão dos solos até o armazenamento de carbono, passando pela manutenção das belezas cênicas e proteção da biodiversidade. Todos esses fatores de alguma forma influenciam no bem estar da sociedade. Contudo, com o crescimento, ocupação acelerada e desordenada da população, as mudanças no padrão de consumo das pessoas, aliada as inovações tecnológicas e a geração de resíduos. Todos esses fatores tem sido um desafio à manutenção dos ecossistemas e da sua biodiversidade, que vem a cada dia sendo pressionado por esse novo modelo de vida, onde o consumo é o carro chefe. Por isso, tem se entrado em discussão o pagamento pelos serviços que a natureza nos presta. Mas a grande questão é como fazer isso?

De que forma vamos propor a preservação da natureza, se a grande maioria da população rural são de pequenos agricultores, e não tem condições de isolar uma área em prol a conservação, pois depende dela para viver. Neste momento é preciso ter cautela, e utilizar outra forma de exploração e manejo da área. Neste contexto entra em destaque o instrumento econômico de pagamento por serviços ambientais (PSA), apoiando a proteção dos recursos naturais, mostrando um novo modelo de exploração que não ameaça a biodiversidade e ainda melhora a qualidade de vida desses agricultores. Guedes e Seehusen, (2011), propõem reconhecer o valor econômico da proteção dos ecossistemas e do uso sustentável dos mesmos e ainda promove pagamento aos “provedores” de serviços ambientais. Seria algo semelhante aos conceitos de protetor-recebedor e usuário-pagador.

A questão é tão importante que existe um projeto de lei em discussão, que institui a política Nacional de Pagamentos por serviços ambientais, que visa criar um fundo para subsidiar os pagamentos (anexo 1).

Pagamento por serviços ambientais pode ser definido como, uma transação voluntária onde um serviço ambiental é comprado por pelo menos um comprador, de pelo menos um provedor, sob a condição de que o vendedor garanta o serviço combinado. No Brasil, já existem algumas experiências com projetos de PSA, com foco em armazenamento de carbono em biomassa florestal, reflorestamento, recuperação de áreas degradadas, evitar e reduzir o desmatamento, quantidade e qualidade de água. O armazenamento e/ou sequestro de carbono tem sido um tema muito debatido frente aos problemas com as mudanças climáticas, efeito estufa e aquecimento global. Desde a década de 90 essa discussão ganhou espaço na mídia, com realização de eventos, congressos, conferências internacionais, com o objetivo de discutir e gerar novas regras e principalmente impor limites de emissão de CO₂ na atmosfera, através de acordos e protocolos. Toda comunidade científica se propôs a estudar mecanismos de fixação, realizando pesquisas sobre os gases de efeito estufa, a fim de encontrar respostas, soluções e desenvolver medidas mitigadoras.

Diante disso, surgiu um mercado que negocia o CO₂ emitido e aquele que foi deixado de emitir por alguma mudança no processo, seja ele industrial, ou não. O primeiro e talvez o maior deles seja o CO₂ fixado pela biomassa florestal, porém estudos têm mostrado que o solo apresenta o maior estoque de carbono armazenado da forma estável já existente na natureza, e ainda tem o potencial de continuar armazenando dependendo apenas do manejo e das práticas conservacionistas realizadas nele. Desta forma, este trabalho propõe apresentar o solo como mais um componente armazenador de carbono, com potencial de estocagem de carbono, apto a entrar no mercado de carbono, por meio de projetos de PSA.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Nos ecossistemas ocorrem diversos processos naturais inerentes a cada sistema, que é resultado das interações complexas entre os organismos vivos e os componentes químicos e físicos. Estes processos garantem a sobrevivência das espécies, pois esses ecossistemas têm a capacidade de prover bens e serviços que atendem a necessidade humana. De acordo com Groot *et al.*, 2002, por apresentarem funções, podem ser identificados os benefícios e as contribuições desses para a sociedade, e assim definido como um serviço ambiental. Para Muradian *et al.*, (2010) o serviço ambiental pode ser uma decisão do proprietário na escolha em adotar uma prática agrícola sustentável em atividades potencialmente degradantes como, por exemplo, pecuária bem manejada, agricultura orgânica, e até mesmo adoção de sistemas agroecológicos, SAF's.

É preciso entender que esses benefícios podem ter âmbito local e/ou global, e que tanto a comunidade rural e urbana vão se beneficiar, pois todos precisam de matéria-prima, água pra beber, dos ciclos de chuva para irrigar as lavouras, do armazenamento de carbono para mitigar as mudanças climáticas.

Exemplos de serviços ambientais no Brasil e no mundo já são uma realidade. Diversos trabalhos vem sendo realizados com biodiversidade na Mata Atlântica, serviços hidrológicos, belezas cênicas, serviços culturais, armazenamento e seqüestro de carbono em florestas. As plantas absorvem carbono através da fotossíntese, e nas florestas em crescimento o montante de carbono é maior que no clímax.

De acordo com a MA, 2005 (Avaliação Ecosistêmica do Milênio) existem quatro categorias onde se encaixam os diferentes tipos de serviços ambientais: *Serviços de provisão*, que tratam da capacidade dos ecossistemas em prover bens, alimentos, matéria-prima, fibras, recursos genéticos, plantas, água, etc. *Serviços reguladores*, os quais, como o próprio nome sugere, regulam as condições ambientais que sustentam a vida na terra, como regulação do clima, purificação do ar, controle de pragas, doenças, tratamento de resíduos, conservação do solo para evitar erosão e deslizamentos. *Serviços culturais*, relacionados a atividades recreacionais, educacionais, enfim belezas

cênicas, e por último o grupo dos *serviços de suporte*, que tratam de processos naturais necessários para que outros serviços aconteçam, como ciclagem de nutrientes, formação de solo, dispersão de sementes, polinização. Neste caso, o solo entra nos benefícios locais no que tange a conservação, controle de erosão e fatores relacionados a gênese, e, sobretudo, no âmbito global como o grande seqüestrador de carbono, atuando como mais um componente além da floresta controlando os efeitos das mudanças climáticas, por deixar de emitir CO₂ e como grande estocador de carbono.

Além disso, dentro dos níveis de benefícios dos serviços ambientais o solo entra como o grande responsável pela qualidade de água, já que através dele por processos erosivos e/ou de lixiviação são carreados para rios, lagos e nascentes sedimentos e nutrientes adsorvidos ou não, causadores da eutrofização. Apesar, de todas as limitações e problemas encontradas no Código Florestal, o Brasil foi o pioneiro em estabelecer uma legislação que determina o limite mínimo de um ambiente saudável, forçando a conservação dos biomas e de áreas de risco. Essa atitude acaba gerando demanda por serviços ambientais.

De acordo com a FAO, 2007 estima-se que as florestas brasileiras armazenam 49.335 milhões de toneladas de carbono em sua biomassa, mais do que todas as florestas européias juntas. Um hectare de floresta tropical armazena cerca de 224,2 toneladas de biomassa, o que equivale a 110,3 toneladas de carbono. Contudo, apesar desses números expressivos, estudos tem mostrado que o solo é o maior armazenador de carbono da natureza (LUO e ZHOU, 2006).

No entanto, projetos de pagamento por serviços ambientais PSA, devem ter o serviço muito bem definido para ser comercializado. De acordo com Wunder, (2007), é complicado determinar o produto que será negociado. Porém, os produtos mais comercializados são carbono florestal, água, biodiversidade e beleza cênica. Para entender melhor esses exemplos, negociam-se tonelada de CO₂ não emitido para atmosfera ou CO₂ armazenado na biomassa florestal, quantidade e qualidade de água, espécie ou habitat protegido, e ambientes que possuem belezas raras, ideais para

prática de turismo, etc... (LACERDA *et al.*, 2009; ANA, 2009; produtores de água ES; PERU, 2010).

Contudo, no que se refere a solos e, sobretudo, a projetos de armazenamento de carbono em solos, não se tem registro na literatura, cabendo, portanto, a necessidade de estudos que comprovem que o uso e o manejo do solo podem vir a ser mais um aliado na busca da sustentabilidade, e ainda ser promissor em projetos que visam o pagamento por serviço ambiental devido, o potencial armazenador de carbono e função filtro que ele exerce purificando a água que percola no perfil.

Desta forma, vale lembrar que é grande a diversidade de solos, cabendo a cada classe um potencial diferente, assim como também uma fragilidade distinta. Sendo necessário conhecer o tipo de solo para analisar o serviço ou serviços ambientais prestados por eles.

De acordo com Jobbagy e Jackson, (2000) estima-se que existam no mundo aproximadamente 1500 Gt de carbono estocado nos primeiros 100 cm de profundidade dos solos, e que parte dele, cerca de 44% estão em solos de países tropicais. Contudo, o solo é considerado o maior e mais estável armazenador de carbono da natureza, (LUO e ZHOU, 2006), sobretudo naqueles que se desenvolvem em maiores altitudes e ainda os presentes nas planícies, onde estão as classes de solos hidromórficos, (STRECK *et al.*, 2002; STEVENSON, 1994), nos quais os maiores teores podem ser justificados, pelas baixas temperaturas e maior altitude e segundo, pela presença constante do lençol freático próximo à superfície, minimizando o processo de lixiviação da matéria orgânica (Curcio *et al.*, 2012 prelo).

De um modo geral os solos armazenam carbono em grandes proporções e de forma mais estável que a biomassa florestal (SÁ e LAL, 2008; PAIXÃO *et al.*, 2006), esse fato se explica pela forma que o carbono é armazenado. De acordo com Oliveira, 2008, o solo é um corpo tridimensional da paisagem, resultante da ação combinada de vários processos pedogenéticos (adição, perdas, transformações...), (LIMA e LIMA, 2007), que dependendo da intensidade das manifestações dos fatores de formação (clima, relevo e organismos) sobre o material de origem durante certo período de tempo,

podem culminar na formação de diferentes tipos solos, com potencialidades e fragilidades distintas.

De acordo com SiBCS, 2006, trata-se de um corpo natural, constituído por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensional, dinâmico formado por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, originado a partir da decomposição de rochas, podendo conter matéria viva e morta.

A parte sólida citada acima é composta por materiais minerais (areia, silte e argila) e ainda a matéria orgânica, a grande colaboradora, tanto no que se refere à parte ambiental como também na parte de produção agrícola. A matéria orgânica é responsável por fornecer principalmente, nitrogênio e fósforo, que são macronutrientes importantes para o desenvolvimento das culturas, além de complexar o alumínio, que é um mineral tóxico a maioria das plantas, ela mantém umidade no solo e ainda melhora as condições físico-hídricas. Todos esses fatores são fatores impeditivos também ao desenvolvimento das raízes e por isso, a mesma é considerada como um dos principais indicadores de sustentabilidade e qualidade do solo (OADES, 1984, CASTRO FILHO *et al.*, 2002; STEVENSON, 1994; GREGORICH *et al.*, 1994; CHENG, 1997; BRONICK *et al.*, 2005).

Ela é definida como toda fração orgânica presente no solo em forma de resíduo fresco ou em diversos estágios de decomposição, compostos humificados e materiais carbonizados, associados ou não à fração mineral (ROSCO e MACHADO, 2002). Em sistemas naturais, os próprios fatores de formação do solo são determinantes no processo de ciclagem e armazenamento e ainda as saídas de carbono do solo (STEVENSON, 1994).

De acordo com Caldeira, 2002, o carbono orgânico do solo pode ser dividido em três formas: as formas condensadas, que conferem os carvões vegetais, minerais e grafite; os resíduos de plantas, animais e microorganismos totalmente alterados, bastante resistentes à decomposição, conhecidos como húmus e finalmente os resíduos orgânicos pouco alterados que sofrem decomposição orgânica rápida no solo. Os dois primeiros ainda podem ser subdivididos em frações não-húmicas e húmicas,

respectivamente. Na verdade, o que as diferencia é que a primeira apresenta natureza definida, como proteínas, carboidratos, e a segunda apresenta estrutura química complexa compondo um grupo de compostos heterogêneos que são subdivididos em três frações, que de acordo com STEVENSON (1991) são os ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e a huminas. Essas podem ser separadas via fracionamento químico, apenas utilizando soluções ácidas e básicas, para mais detalhes da metodologia de determinação das frações consultar Hayes, (1998).

A MOS pode estar presente no solo de diversas formas, como partículas orgânicas livres ou ligadas aos minerais, a agregados ou com outras substâncias, podendo essas formas ser determinadas por métodos físicos, ou por tamanho de partícula ou ainda por densidade (PILLON 2000). Todas essas especificidades garantem ao solo diferentes tipos de armazenamento de carbono, formas estáveis, pouco estáveis, muito estáveis e até mesmo não estáveis. Associando, essas informações aos tipos distintos de carbono fixado, as características do solo têm-se então carbono armazenado em diferentes níveis de estabilidade. De acordo com Silva e Pasqual (1999), essa estabilidade é resultante de três conjuntos de características: recalcitrância, interações e acessibilidade. Os mesmos autores mostram que a entrada anual de carbono no solo em ecossistemas tropicais está em torno de 110×10^{15} g C ano⁻¹.

A relação ácido húmico e ácido fúlvico é a relação entre os teores de carbono na forma de ácidos húmicos e ácidos fúlvicos que por sua vez indicam a mobilidade do carbono no solo. Em solos mais arenosos essa relação é baixa indicando a perda seletiva da fração mais solúvel da matéria orgânica. Em contrapartida, a estabilidade da MOS está ligada a sua associação com a fração argila, onde juntos formam ligações mais estáveis diminuindo, portanto a saída de carbono no sistema solo. Por isso, sabe-se que em solos mais argilosos, os teores de matéria orgânica são maiores do que em solos arenosos. Deve-se considerar outros fatores, como uso e manejo do solo principalmente, pois estes interferem no ciclo e armazenamento de carbono, expondo o material em contato com microorganismos decompositores, água, sol e ar (RESCK, 2008).

Para entendermos esse processo Tognon *et al.*, 2002, avaliaram os teores de MOS, em solos no bioma Amazônia e Cerrado, e observaram que a quantidade de carbono armazenado em solos amazônicos é concentrado nos horizontes mais superficiais, e que à medida que aumenta os teores de argila, há um aumento proporcional de matéria orgânica, e que os mesmos apresentam maiores teores de nitrogênio que os solos do bioma cerrado, sendo 31,9 g kg⁻¹ de solo no cerrado (precipitação de 1500 a 2000 mm) contra 36,3 g kg⁻¹ em solo amazônico onde a precipitação chega a 3000 mm.

A MOS é responsável pela entrada de aproximadamente 60% do carbono global terrestre, contudo ela é muito sensível principalmente ao uso e manejo do solo. Cerri e Cerri (2007) evidenciam que manejo inadequado do solo provoca a mineralização da matéria orgânica, e com isso transfere grandes quantidades de gases do efeito estufa para a atmosfera. Utilizando-se de práticas agrícolas conservacionistas o solo torna-se um sumidouro para o carbono atmosférico (WEST *et al.*, 2002; POST *et al.*, 2000; FOLLET, 2001).

Outro fator que pode estar influenciando os teores de carbono é o material rochoso que deu origem ao solo, pois o mesmo pode originar solos com diferenças nos teores de argila, e por isso explicar a variação na taxa de acúmulo do carbono orgânico e no seqüestro de carbono (MCLAUCHLAN, 2006), considerando que o conteúdo de carbono está intimamente relacionado aos teores de argila no solo (MONTERO, 2008). Castro, 2008 estudou o carbono orgânico em frações granulométricas em solos com diferentes texturas, e concluiu que o solo tem grande potencial de armazenar carbono nas frações mais finas, os quais retêm a MO, impedindo sua saída. Esse resultado corrobora com o que já existe na literatura, em que solos mais argilosos têm menores taxas de decomposição da matéria orgânica e conseqüentemente maior estabilidade química (BODDEY *et al.*, 2004).

Contudo, Jenny 1961 constatou que o teor de matéria orgânica aumenta logaritmicamente à medida que aumenta a umidade e diminui a temperatura. Desta forma podemos concluir que vários fatores sejam eles bióticos ou abióticos vão controlar a entrada, a saída e ainda a permanência do carbono no solo. Esse último

refere-se ao tempo de manutenção do carbono no solo sem que ele seja degradado. Conseqüentemente a textura, a estrutura, a fauna também vão ser co-responsáveis por essa estabilização. Essa é definida como o decréscimo do potencial de perda da MOS por respiração microbiana, erosão e ainda lixiviação. Assim, ela pode ser determinada pela recalcitrância química dos compostos orgânicos, assim como pela interação com os minerais e a sua acessibilidade aos microorganismos, embora na prática essas frações se confundam, pois os mecanismos de estabilização atuam simultaneamente e afetam os substratos e os produtos em todos os estágios de decomposição (CHRISTENSEN, 1996).

O processo de estabilização da matéria orgânica só é possível se as taxas de decomposição forem baixas, e os fatores que interferem nessa dinâmica são o clima, a qualidade orgânica e nutricional do substrato que vai determinar sua degradabilidade, a natureza dos organismos decompositores. Além disso, o tipo de vegetação, altitude, latitude, precipitação temperatura, regime de luminosidade, deciduidade da vegetação, estágio sucessional, disponibilidade hídrica e algumas características do próprio solo também interferem (D'ANDREA *et al.*, 2004; PINTO, 2005).

No entanto, o uso e manejo do solo, talvez sejam mais decisivos nesse processo, pois o estoque de carbono sofre rápido decréscimo quando é submetido a sistemas de preparo com intenso revolvimento (SILVIA *et al.*, 1999), ou quando há mudanças no uso do solo a degradação física, química e biológica se dão de diversas formas e com intensidades diferentes de acordo com a região, ou bioma.

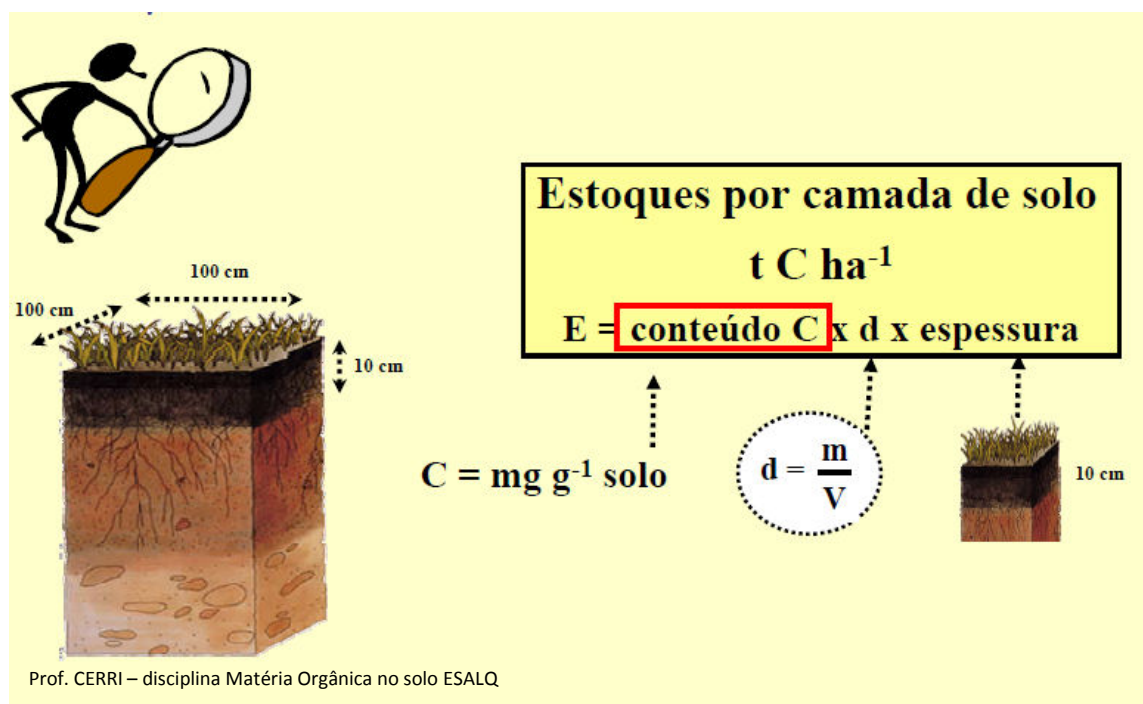
No ano de 2010, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), instituiu o programa de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (ABC). Tal programa pretende aliar a produção com a menor liberação de gases do efeito estufa. A idéia é justamente incentivar o manejo, o uso do solo para produção de alimentos e de bioenergia com baixo impacto ambiental. Plantio direto na palha, recuperação de pastagens degradadas, cultivos agrosilvopastoris, plantio de florestas comerciais, fixação de nitrogênio, tratamento de resíduos de animais, são apenas alguns exemplos do que pode ser feito. O projeto de lei da câmara nº030/2011, que está em discussão no senado, visando mudanças no atual código florestal brasileiro criado pela Lei nº

4.771, de 15 de setembro de 1965. Contempla em seu capítulo X um programa de apoio e incentivo à preservação e recuperação do meio ambiente. Incluindo boas práticas agropecuárias, recuperação de áreas, redução de impacto ambiental e, sobretudo, conservação e melhoramento do solo, visando pagamento por esses serviços. Essas e outras atitudes servem para incentivar a produção mais limpa no país. A sociedade está começando a entender que é preciso pagar o agricultor pelo serviço ambiental prestado.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A proposta presume monitorar a quantidade de carbono deixada de emitir e o incremento após a mudança do uso e/ou manejo do solo. Para isso é preciso determinar o estoque de carbono imobilizado no solo até a profundidade de um metro. Coletam-se amostras de solo por horizontes, para análise química de rotina que entre outros parâmetros, determina a quantidade de carbono orgânico (ver anexo modelo da análise de solo). Podendo, portanto quantificar apenas o carbono orgânico.

Para o cálculo é necessário além dos teores de carbono em g.Kg, ainda a densidade do solo e a espessura dos respectivos horizontes, de acordo com o esquema a seguir:



Posteriormente é feito o somatório de todas as camadas até um metro: $COT = \sum(Ds \cdot Co \cdot E)$; donde $COT =$ carbono orgânico total ($ton. ha^{-1}$); $Ds =$ densidade do solo ($ton. m^{-3}$); $Co =$ carbono orgânico ($kg.ton.^{-3} = g kg^{-1}$) e $E =$

espessura do horizonte (m). A idéia é fazer a estimativa antes da adoção da prática conservacionista ou mudança no uso e depois de algum tempo após a mudança ter sido adotada. Recomendam-se pelo menos cinco anos para obter incrementos mais significativos de carbono no solo.

3.1 Das Análises de solo

O carbono orgânico geralmente é determinado por oxidação via úmida com dicromato de potássio em meio ácido, tendo como energia o calor desprendido do ácido sulfúrico. O excesso de dicromato após a oxidação é titulado em solução de sulfato ferroso amoniacal (metodologia de rotina em laboratórios de análises de solo).

A densidade de solo pode ser obtida, a partir de amostras indeformadas coletada em anéis volumétricos de 67cm^3 (Figura 1), seguindo protocolo indicado no manual da Embrapa (1997).



Figura 1 – Procedimento de coleta de amostras de solo indeformada para obtenção dos valores de densidade por horizonte.

Para a determinação do estoque de C orgânico total (Mg ha^{-1}), é considerado a massa do solo referente aos horizontes em coerência às

respectivas densidades. Vale citar que, no intuito de minimizar erros nos cálculos dos conteúdos de C, em áreas com pastagem, advindos da compactação do solo sob pisoteio do gado, ou mesmo mecanização, alguns autores estimam a densidade para a massa de solo em condições naturais (TARRÉ *et al.*, 2001; COSTA *et al.*, 2009), ou seja, é considerado uma área próxima ao local, sob vegetação natural para a coleta dos anéis que determinaram a densidade do solo.

É importante lembrar que para cada classe de solo os teores de carbono tendem a variar, e com isso, o uso e manejo utilizado na área é definitivo para a estocagem de carbono. Esse método para a avaliação de estoque de carbono é o mais simples e que oferece menos custo ao produtor. Podendo estar associado ao tipo, manejo do solo e principalmente ao nível tecnológico do agricultor.

Outros métodos mais específicos identificam os diferentes tipos de matéria orgânica, e demais formas de carbono na forma de gás. Tratam-se de coletores de gases que são instalados nas áreas. Esse método é sensível a pequenas mudanças, contudo relativamente caro e trabalhoso, quando comparado ao apresentado neste trabalho. Muitas pesquisas de mestrado, doutorado tem usado as câmaras de gás para identificar a emissão de carbono do solo, obtendo resultados satisfatórios (ZANATTA, 2009; PIVA, 2010; RACHWAL, andamento).

Linha de base: Os teores atuais de carbono, antes da mudança do uso e/ou manejo do solo.

Meta: O carbono que deixará de ser emitido para atmosfera, e ainda o carbono adicionado ao solo com a mudança do uso e/ou manejo do solo (Ex: atividades menos impactantes, utilização de técnicas conservacionistas).

Benefícios: Armazenamento de carbono, visando pagamento por serviço ambiental. E, ainda proporcionar, a melhoria dos atributos químicos, físico-hídricos e biológicos do solo, com maior disponibilidade de nutrientes, menor densidade, maior macroporosidade, maior disponibilidade e armazenamento de água e como consequência dessas melhorias, maiores produtividades.

Contudo, para solos hidromórficos e essencialmente orgânicos essas premissas não se adequam, pois tratam-se de solos com fragilidades e funcionalidades específicas, e por isso devem ser destinados à preservação. No

entanto, o potencial de armazenamento de carbono, sobretudo aqueles que estão localizados em ambientes de altitudes são muito maiores que as demais classes de solos não hidromórficos e minerais. Contudo, esses valores variam de acordo com muitos fatores (Tabela 1).

A captação de recursos para financiar o projeto, poderá ser feita de diversas formas. Desde parceiros como, redes de supermercados interessados em agregar imagem de sustentabilidade, apoio a causas ambientais, responsabilidade social, etc... Até arranjos internos com empresas interessadas, bancos, (Banco do Brasil – programa BB-ABC agricultura de baixo carbono), enfim, todos os órgãos que estariam interessados em comercializar o carbono.

Tabela 1. Estoque de carbono em função do uso, teor de argila, altitude e classe de solo em diferentes regiões do Brasil.

Classe de solo	Local	Profundidade (cm)	Uso	Altitude (m)	Carbono	Argila g kg ⁻¹
SILVA, 2008					g.kg ⁻¹	
Neossolos Litólico				923	630	420
Gleissolo Melânico				1014	2330	560
Gleissolo Háptico				986	510	320
Neossolos Litólico	Rio Grande do Sul	0-10		1215	1290	570
Cambissolo Hístico				1108	840	500
Cambissolo Húmico				980	410	600
Cambissolo Húmico				939	460	540
Latossolo Bruno				909	450	610
OLSZEWSKI <i>et al.</i> , 2007					ton.ha ⁻¹	
Cambissolo Húmico		0-50			216	
		0-100			306	
Cambissolo		0-50			77	
		0-100			180	
Latossolo Vermelho Amarelo		0-50			65	
		0-100	Pastagem e		101	
Argissolo Vermelho	Minas Gerais e Rio de Janeiro	0-100	vegetação		68	
Argissolo Vermelho Amarelo		0-100	secundária		50	
Neossolo Litólico Húmico		0-10			43	
		0-15			65	
Neossolo Litólico		0-10			11	
		0-15			17	
MOREIRA <i>et al.</i> , 2006					g.kg ⁻¹	
	Amazônia Ocidental	0-20	Citrus		34,85	
			Floresta Primária		39,14	
			Pastagem		69,94	
Curcio <i>et al.</i> , 2012 (prelo)					ton.ha ⁻¹	
Gleissolo					52	
Antropossolo					53	
Cambissolo Humilúvico	Rio de Janeiro	0-100			79	
Espodossolo Humilúvico					84	
Gleissolo Háptico fragipânico					108	
Curcio <i>et al.</i> , 2012 (prelo)					ton.ha ⁻¹	
Latossolo Amarelo			Floresta em		88	
Latossolo Vermelho-Amarelo		0-100	regeneração		98	
Latossolo Amarelo			Pastagem		108	
Latossolo Vermelho-Amarelo					99	

4. CRONOGRAMA

Atividades	Ano /Mês																									
	2011												2012												2017	
	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV				
Revisão de literatura	x	x																								
Metodologia		x																								
Coleta de amostras de solo (deformadas e indeformadas)			x																							
Análises químicas, físico-hídrica				x																						
Mudança do uso e/ou manejo do solo			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Coleta de amostras pós mudança de uso e/ou manejo do solo																							x			
Análises químicas, físico-hídrica																								x		
Cálculos para estimativa de estoque de carbono no solo																								x		

5. RECURSOS E VIABILIDADE ECONÔMICA – custo estimado

Atividades de custo	Anos de execução e liberação de recursos		
	1º	2º	3º
Serviços - Pessoas Físicas			
mão de obra para abrir trincheiras/dia	40,00		40,00
Sub-total	40,00		40,00
Serviços - Pessoas Jurídicas			
Laboratório análise química	150,00		150,00
Laboratório análise física	203,00		203,00
Sub-total	353		353,00
Material de Consumo			
27 Anéis volumétricos/3 perfis de solo	270,00		
Sacolas plásticas	20,00		
Fita crepe	6,00		
	-		
Sub-total	296,00		
Total para cada ano	689,00	-	393,00
Total geral			1.082,00

6. RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se que o teor de carbono estocado no solo aumente à medida que o sistema se estabilize, com a mudança no uso e/ou manejo do solo.

Com o passar dos anos, haja um aumento gradativo no teor de carbono orgânico armazenado.

Melhorias na formação de agregados, nos atributos físicos e químicos, físicos e biológicos do solo e conseqüentemente, maiores produtividades quando se tratando de sistemas agrícolas.

Que este método apresentado, por se simples e de baixo custo, sirva como exemplo para motivar o uso do solo não apenas para sustentação de vegetais e animais, mas como um grande armazenador de carbono, de forma eficiente e estável.

7. CONCLUSÃO

Que o solo é o grande estocador de carbono da natureza, desde que a ele esteja aliado, práticas conservacionistas ou mesmo mudança no uso do solo. Sobretudo, para pagamento por serviços ambientais, e desta forma, incentivar uma agricultura de baixo carbono.


O solo com a vegetação juntos, apresentam grande potencial de armazenamento de carbono, podendo serem utilizados no mercado de carbono, visando pagamentos por serviços ambientais.

8. APÊNDICE


Modelo da análise química – rotina de laboratórios de solos.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA AGRÍCOLA		Solicitante: GUSTAVO RIBAS CURCIO(PETROBRÁS) Teli:																		
UFPR UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ		Endereço:																		
		Cidade: ITABORA Estado: RJ Cep:																		
CERTIFICADO N 12339		Data: 10/12/2009																		
LAUDO DE ANÁLISE DE SOLO - ROTINA + ANÁLISE GRANULOMÉTRICA COMPLETA																				
Nº Lab.	Identificação da Amostra	cmol/Lm³										mgdm³				gkg				
		pH	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	SB	T	P	S	C	V	m	CaMg	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	
	CaCl ₂ SMP										gdm ⁻³	%	%	%	%	%	%	%	%	
54766	P32 Ap 0-16CM	3,60	5,10	2,40	9,70	0,30	0,30	0,08	0,68	10,38	2,40	-	18,2	7	78	1,0	406,5	139,5	129,0	325,0
54767	P32 BA 16-38CM	3,40	5,10	2,80	8,70	0,10	0,10	0,02	0,22	9,92	1,70	-	6,5	2	93	1,0	279,0	114,5	106,5	500,0
54768	P32 BW1 39-80CM	3,30	5,00	3,40	10,80	0,10	0,10	0,02	0,22	10,72	1,40	-	5,1	2	94	1,0	297,0	144,5	108,5	450,0
54769	P32 BW2 80-120CM	3,20	5,00	3,40	10,80	0,10	0,10	0,02	0,22	10,72	1,70	-	6,5	2	94	1,0	296,5	139,0	114,5	450,0
54760	P33 Ap 0-20CM	3,40	5,20	2,70	9,00	0,10	0,10	0,07	0,27	9,27	3,20	-	18,2	3	91	1,0	369,5	96,5	184,0	350,0
54781	P33 BA 20-43CM	3,60	5,50	2,90	7,20	0,10	0,10	0,02	0,22	7,42	1,00	-	5,1	3	92	1,0	317,0	116,0	117,0	450,0
54782	P33 BW1 43-79CM	3,60	5,30	2,40	8,40	0,20	0,10	0,01	0,31	8,71	0,70	-	3,3	4	89	2,0	260,0	113,5	126,5	500,0
54783	P33 BW2 79-115CM	3,70	5,40	2,20	7,80	0,20	0,10	0,01	0,31	8,11	0,70	-	7,1	4	88	2,0	250,0	102,0	145,0	500,0
54784	P34 Ap 0-24CM	3,30	5,00	2,60	10,50	0,10	0,10	0,03	0,23	10,73	2,70	-	12,3	2	92	1,0	454,0	113,5	82,5	350,0
54785	P34 BA 24-50CM	3,50	5,40	2,60	7,80	0,10	0,10	0,02	0,22	8,02	1,00	-	5,1	3	92	1,0	353,5	112,0	84,5	450,0
54786	P34 BW1 50-80CM	3,60	5,30	2,60	8,40	0,20	0,10	0,01	0,31	8,71	0,70	-	3,3	4	89	2,0	310,5	135,0	101,5	450,0


Resultados restituídos às amostras recebidas. Neste laudo não constam recomendações.



Prof. Fabiano Machado Vazzani, CREA-RS 083747
Coord. Lab. de Física do Solo



Prof. Fabiano Machado Vazzani, CREA-RS 083747
Coord. Lab. de Física do Solo



Prof. Antonio C.V. Mendes, PhD., CREA/PR 18724-B
Coord. Lab. de Fertilidade B-646

Rua dos Funcionários, 1540 - Curitiba, PR - CEP 80035-050 - Fone (041) 350 3973 - E-mail: depposol@ufpr.br

16

9. ANEXOS

Anexo 1 – Projeto de lei:

CÂMARA DOS DEPUTADOS
COMISSÃO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

PROJETO DE LEI Nº 792, DE 2007

(Do Sr. Anselmo de Jesus)

Dispõe sobre a definição de serviços ambientais e dá outras providências.

Autor: Deputado Anselmo de Jesus

Relator: Deputado Jorge Khoury

COMPLEMENTAÇÃO DE VOTO

I – RELATÓRIO

Relatório de nossa autoria foi submetido à discussão pelo Plenário da Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável em reunião realizada em 1º de dezembro de 2010. Na ocasião, o Deputado Paulo Teixeira apresentou emenda com vistas a criar um § 3º no art. 9º do substitutivo, com vistas a garantir prioridade aos agricultores e empreendedores rurais familiares na destinação dos recursos para pagamento por serviços ambientais rurais no âmbito do Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais (ProPSA). Duas outras contribuições foram dadas pelo Deputado Moreira Mendes, para quem seria oportuno clarificar a participação do setor produtivo no órgão colegiado coordenador da Política Nacional do PSA, prevendo-a, pois, textualmente, no § 1º do art. 8º do substitutivo. A segunda sugestão referiu-se a definir, no art. 11, § 2º, que os recursos auferidos pela cobrança do uso de recursos hídricos, e destinados a pagamentos por serviços ambientais, sejam aplicados prioritariamente nas bacias que deram origem à receita. Por fim, por nossa iniciativa, foram defendidas duas revisões redacionais, sem qualquer implicação de mérito. A primeira, alterando a alusão de art. 5º para art. 8º no § 2º do art. 9º do substitutivo, quando este prevê avaliação do ProPSA pelo órgão colegiado coordenador da Política Nacional de PSA. A segunda, para substituir “prestação” por “provimento” no *caput* do art. 7º.

II – VOTO

O novo dispositivo proposto pelo ilustre Deputado Paulo Teixeira não é excludente, e não impede que o ProPSA envolva médias e grandes propriedades. Apenas indica prioridade em favor dos pequenos proprietários e posseiros rurais, de fato em situação socioeconômica mais sensível, o que projeta melhor possibilidade de retorno da política ambiental conservatória em detrimento da

exploração depredatória dos recursos naturais. A subsistência poderia ensejar escolhas ambientalmente menos favoráveis. De qualquer forma, o substitutivo não arrola taxativamente as previsões para o ProPSA, o que será objeto de regulamentação infralegal à vista das situações fáticas. A primeira sugestão do Deputado Moreira Mendes tende a aclarar uma previsão que entendíamos contemplada no nosso relatório. Ao prevermos a participação paritária da sociedade civil, entendíamos que as organizações representativas do setor produtivo teriam assento no órgão colegiado. Contudo, grafá-lo explicitamente não prejudica a redação e garante eficácia à prerrogativa de o setor produtivo de se fazer representar formalmente no fórum, objeto da preocupação manifestada pelo nobre parlamentar.

O segundo aperfeiçoamento objetiva priorizar a aplicação dos recursos arrecadados pelo uso dos recursos hídricos nas próprias bacias hidrográficas onde se deu a cobrança. Entendemos que a medida é meritória até por premiar os esforços de constituição e funcionamento dos comitês de bacias hidrográficas, e naturalmente por constituir em justiça com os atores que operam no espaço geopolítico lócus das outorgas. Ainda que se pudesse pressupor a aplicação prioritária, a medida reforça princípio consagrado no art. 22 da Lei nº 9.433, de 1997, ao não vedar a cooperação entre comitês de bacias distintas, mas reforçar a premissa de fortalecimento da gestão local, com reversão dos recursos em seu proveito. As duas retificações que instruímos são necessárias para garantir consistência interna ao texto. Em virtude do acolhimento de contribuições diversas, dispositivos de minuta anterior ao relatório foram deslocados. Nessa toada, a criação do órgão colegiado que coordenará a Política Nacional do PSA está prevista no art. 8º, e não ao art. 5º, conforme consta em referência no art. 9º, § 2º, que lhe atribui competência para avaliar o ProPSA e propor melhorias cabíveis. A outra diz respeito à harmonização da redação do *caput* do art. 7º com o disposto no art. 2º, VI, que alude a “provedor”, e não a “prestador” de serviços ambientais.

Apesar de semanticamente não alterar a redação, a retificação visa a evitar equívocos na interpretação da lei. Por tanto, em virtude de considerarmos procedentes as ponderações apresentadas em relação a todos os aperfeiçoamentos propostos durante a discussão do projeto na reunião da Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, apresentamos esta Complementação de Voto, favorável ao Projeto de Lei nº 792, de 2007, nos termos do substitutivo em apenso, mantido o parecer anterior nos demais termos.

Sala da Comissão, em 1º de dezembro de 2010.
Deputado **JORGE KHORY**
Relator

**CÂMARA DOS DEPUTADOS
COMISSÃO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

SUBSTITUTIVO AO PROJETO DE LEI Nº 792, de 2007

(E Apensos: Projetos de Lei nºs 1.190, 1.667, 1.920, 1.999 e 2.364, de 2007; Projetos de Lei nºs 5.528, 5.487, 6.005 e 6.204, de 2009, e Projeto de Lei nº 7.061, de 2010)

Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais, o Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais, o Fundo Federal de Pagamento por Serviços Ambientais e o Cadastro Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais, dispõe sobre os contratos de pagamento por serviços ambientais, e dá outras providências.

O Congresso Nacional decreta:

Art. 1º Esta Lei estabelece conceitos, objetivos e diretrizes da Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA), cria o Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais (ProPSA), o Fundo Federal de Pagamento por Serviços Ambientais (FunPSA) e o Cadastro Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais, dispõe sobre os contratos de pagamento por serviços ambientais, altera as Leis nº 8.666, de 21 de junho de 1993, e nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, e dá outras providências.

Art. 2º Para os fins desta Lei, consideram-se:

I – ecossistemas: unidades espacialmente delimitadas, caracterizadas pela especificidade das inter-relações entre os fatores bióticos e abióticos;

II – serviços ecossistêmicos: benefícios relevantes para a sociedade gerados pelos ecossistemas, em termos de manutenção, recuperação ou melhoramento das condições ambientais, nas seguintes modalidades:

a) serviços de provisão: os que fornecem diretamente bens ou produtos ambientais utilizados pelo ser humano para consumo ou comercialização, tais como água, alimentos, madeira, fibras e extratos, entre outros;

b) serviços de suporte: os que mantêm a perenidade da vida na terra, tais como a ciclagem de nutrientes, a decomposição de resíduos, a produção, a manutenção ou a renovação da fertilidade do solo, a polinização, a dispersão de sementes, o controle de populações de potenciais pragas e de vetores potenciais de doenças humanas, a proteção contra a radiação solar ultravioleta e a manutenção da biodiversidade e do patrimônio genético;

c) serviços de regulação: os que concorrem para a manutenção da estabilidade dos processos ecossistêmicos, tais como o seqüestro de carbono, a purificação do ar, a moderação de eventos climáticos extremos, a manutenção do equilíbrio do

ciclo hidrológico, a minimização de enchentes e secas, e o controle dos processos críticos de erosão e de deslizamentos de encostas;

d) serviços culturais: os que provêm benefícios recreacionais, estéticos, espirituais e outros benefícios não materiais à sociedade humana;

III – serviços ambientais: iniciativas individuais ou coletivas que podem favorecer a manutenção, a recuperação ou o melhoramento dos serviços ecossistêmicos;

IV – pagamento por serviços ambientais: transação contratual mediante a qual um pagador, beneficiário ou usuário de serviços ambientais, transfere a um provedor desses serviços recursos financeiros ou outra forma de remuneração, nas condições acertadas, respeitadas as disposições legais e regulamentares pertinentes;

V – pagador de serviços ambientais: Poder Público ou agente privado situado na condição de beneficiário ou usuário de serviços ambientais, em nome próprio ou de uma coletividade;

VI – provedor de serviços ambientais: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, grupo familiar ou comunitário que, preenchidos os critérios de elegibilidade, mantém, recupera ou melhora as condições ambientais de ecossistemas que prestam serviços ambientais.

Art. 3º Fica instituída a Política Nacional de Pagamentos por Serviços Ambientais, cujos objetivos são:

I – disciplinar a atuação do Poder Público em relação aos serviços ambientais, de forma a manter, recuperar ou melhorar esses serviços em todo o território nacional;

II – estimular a conservação dos ecossistemas, dos recursos hídricos, do solo, da biodiversidade, do patrimônio genético e do conhecimento tradicional associado;

III – valorizar econômica, social e culturalmente os serviços prestados pelos ecossistemas;

IV – reconhecer as iniciativas individuais ou coletivas que favoreçam a manutenção, a recuperação ou o melhoramento dos serviços ecossistêmicos, por meio de remuneração financeira ou outra forma de recompensa;

V – fomentar o desenvolvimento sustentável;

VI – promover alternativas de geração de trabalho e renda para populações em situação de vulnerabilidade socioeconômica.

Art. 4º São diretrizes da Política Nacional de Pagamentos por Serviços Ambientais:

I – o atendimento aos princípios do provedor-recebedor, do poluidor-pagador e do usuário-pagador;

II – o reconhecimento de que a manutenção, recuperação ou melhoria dos serviços ecossistêmicos contribuem para a manutenção da qualidade de vida da população brasileira;

III – a utilização do pagamento por serviços ambientais como instrumento de promoção do desenvolvimento social, ambiental, econômico e cultural das populações tradicionais, dos povos indígenas e dos agricultores familiares;

IV – a integração e coordenação das políticas setoriais de meio ambiente, agricultura, energia, pesca, aquicultura e desenvolvimento urbano voltadas para a

manutenção, recuperação ou melhoramento dos serviços prestados pelos ecossistemas;

V – a busca de complementaridade entre programas e projetos de pagamentos por serviços ambientais implementados pelos setores públicos federal, estaduais, municipais, do Distrito Federal, dos Comitês de Bacia Hidrográfica e pela iniciativa privada, considerando-se as especificidades ambientais e socioeconômicas dos diferentes biomas, regiões, bacias hidrográficas, Estados e Municípios, observados os princípios estabelecidos nesta Lei;

VI – o reconhecimento da importância dos serviços ecossistêmicos gerados em áreas legalmente protegidas, públicas ou privadas, incluindo unidades de conservação, terras indígenas, áreas de proteção e recarga de aquíferos, áreas de preservação permanente, reservas legais e corredores ecológicos;

VII – a priorização do pagamento pelos serviços ambientais prestados em ecossistemas sob maior risco socioambiental;

VIII – o controle social, a publicidade e a transparência nas relações entre o pagador e o provedor dos serviços ambientais prestados;

IX – a adequação do imóvel rural e urbano à legislação ambiental e florestal vigente;

X – o aprimoramento dos métodos de monitoramento, verificação, avaliação e certificação dos serviços ambientais remunerados; XI – o resguardo da proporcionalidade no pagamento à provisão dos serviços ambientais.

Art. 5º Na contratação de pagamento por serviços ambientais, serão cláusulas essenciais as relativas:

I – às partes (pagador e provedor) envolvidas no pagamento por serviços ambientais;

II – ao objeto, com a descrição dos serviços ambientais a serem pagos ao provedor;

III – à delimitação territorial da área do ecossistema responsável pelos serviços ambientais prestados e à sua inequívoca vinculação ao provedor;

IV – aos direitos e obrigações do provedor, incluindo as ações de manutenção, recuperação e melhoramento ambiental do ecossistema por ele assumidas e os critérios e indicadores da qualidade dos serviços ambientais prestados;

V – aos direitos e obrigações do pagador, incluindo o modo, condições e prazos de realização da fiscalização e monitoramento;

VI – à obrigatoriedade, forma e periodicidade da prestação de contas do provedor ao pagador;

VII – a eventuais critérios de bonificação para o provedor que atingir indicadores de desempenho socioambiental superiores aos previstos em contrato;

VIII – aos prazos do contrato, incluindo a possibilidade ou não de sua renovação;

IX – aos preços ou outras formas de pagamento, bem como aos critérios e procedimentos para seu reajuste e revisão;

X – às penalidades contratuais e administrativas a que estará sujeito o provedor, sendo que as ações de manutenção, recuperação e melhoramento ambiental do ecossistema por ele assumidas são consideradas de relevante interesse ambiental, para os efeitos do art. 68 da Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998;

XI – aos casos de revogação e de extinção do contrato;

XII – ao foro e às formas não litigiosas de solução de eventuais divergências contratuais.

Art. 6º No exercício da fiscalização e monitoramento deverá ser assegurado ao pagador pleno acesso à área objeto do contrato e aos dados relativos às ações de manutenção, recuperação e melhoramento ambiental do ecossistema assumidas pelo provedor, respeitando-se os limites do sigilo legal ou constitucionalmente previsto.

§ 1º No caso de propriedades rurais, o contrato poderá ser vinculado ao imóvel por meio da instituição de servidão ambiental.

§ 2º Os serviços ambientais prestados poderão ser submetidos a validação ou certificação por entidade técnico-científica independente, na forma do regulamento.

Art. 7º. Os valores monetários percebidos pelo provimento de serviços ambientais:
I – ficam isentos do Imposto sobre a Renda e Proventos de Qualquer Natureza e da Contribuição Social sobre o Lucro Líquido;

II – não integram a base de cálculo da Contribuição para o PIS/PASEP ou da Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS).

Art. 8º A Política Nacional de Pagamentos por Serviços Ambientais contará com um órgão colegiado com atribuição de estabelecer suas metas, acompanhar seus resultados e propor os aperfeiçoamentos cabíveis, na forma do regulamento.

§ 1º O órgão colegiado previsto no *caput* será composto, de forma paritária, por representantes do Poder Público, do setor produtivo e da sociedade civil, e presidido pelo titular do órgão central do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA).

§ 2º A participação do órgão colegiado previsto no *caput* é considerada de relevante interesse público e não será remunerada.

Art. 9º Fica criado o Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais – ProPSA, com o objetivo de efetivar a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais no âmbito federal, em especial no que tange ao pagamento desses serviços pela União, orientado para as seguintes prioridades:

I – conservação e melhoramento da quantidade e da qualidade dos recursos hídricos, prioritariamente em bacias hidrográficas de baixa disponibilidade hídrica e com importância para o abastecimento humano e para a dessedentação de animais;

II – conservação e preservação da vegetação nativa, da vida silvestre e do ambiente natural em áreas de elevada diversidade biológica, notadamente nas reconhecidas como prioritárias para a conservação da biodiversidade, assim definidas pelo Ministério do Meio Ambiente, ou naquelas de importância para a formação de corredores ecológicos entre essas áreas prioritárias;

III – conservação, recuperação ou preservação do ambiente natural nas áreas de unidades de conservação e em suas respectivas zonas de amortecimento e nas terras indígenas;

IV – recuperação e conservação dos solos e recomposição da cobertura vegetal de áreas degradadas, por meio do plantio exclusivo de espécies nativas arbóreas ou arbustivas ou em sistema agroflorestal;

V – conservação de remanescentes vegetais em áreas urbanas e periurbanas, de importância para a manutenção e o melhoramento da qualidade do ar, dos recursos hídricos e do bem-estar da população;

VI – triagem e coleta individual ou cooperativa de resíduos sólidos recicláveis, visando à redução da sua disposição final em volume e peso, ao aumento da vida útil dos aterros sanitários, à manutenção de recursos naturais e ao melhoramento da qualidade do ar, dos recursos hídricos e do bem-estar da população;

VII – captura e retenção de carbono nos solos, por meio da adoção de práticas sustentáveis de manejo de sistemas agrícolas, agroflorestais e silvopastoris.

§ 1º As prioridades para pagamento por serviços ambientais previstas neste artigo não impedem a identificação de outras, com novos potenciais provedores.

§ 2º Quatro anos após sua efetiva implementação, o ProPSA deverá ser avaliado pelo órgão colegiado mencionado no art. 8º, que poderá propor alterações a serem implementadas por medidas legais ou infra-legais.

§ 3º A contratação do pagamento por serviços ambientais rurais terá como prioridade os providos por agricultores familiares e por empreendedores familiares rurais, definidos nos termos da Lei nº 11.326/2006.

Art. 10. São requisitos gerais para participação no ProPSA:

I – enquadramento em uma das prioridades definidas para o ProPSA;

II – comprovação do uso ou ocupação regular do imóvel, onde couber;

III – formalização de termo de adesão específico;

IV – outros a serem estabelecidos em regulamento.

Art. 11. Fica criado o Fundo Federal de Pagamento por Serviços Ambientais (FunPSA), de natureza contábil, com a finalidade de financiar as ações do Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais, segundo os critérios estabelecidos nesta Lei e em seu regulamento, com as seguintes fontes de recursos:

I – até 40% (quarenta por cento) dos recursos de que trata o inciso II do § 2º do art. 50 da Lei nº 9.478, de 06 de agosto de 1997 (“Lei do Petróleo”);

II – dotações consignadas na Lei Orçamentária Anual da União e em seus créditos adicionais;

III – recursos decorrentes de acordos, ajustes, contratos e convênios celebrados com órgãos e entidades da administração pública federal, estadual, do Distrito Federal ou municipal;

IV – doações realizadas por pessoas físicas ou por entidades nacionais e internacionais, públicas ou privadas;

V – empréstimos de instituições financeiras nacionais ou internacionais;

VI – reversão dos saldos anuais não aplicados;

VII – rendimentos que venha a auferir como remuneração decorrente de aplicação do seu patrimônio.

§ 1º Parte dos recursos do FunPSA poderá ser utilizada no custeio das ações de fiscalização, monitoramento, validação e certificação dos serviços ambientais prestados, bem como no estabelecimento e administração dos respectivos contratos.

§ 2º As receitas oriundas da cobrança pelo uso dos recursos hídricos, de que trata a Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, poderão ser destinadas ao pagamento

por serviços ambientais que promovam a conservação e o melhoramento da quantidade e da qualidade dos recursos hídricos, devendo ser aplicadas prioritariamente na bacia hidrográfica de origem, respeitado o previsto no plano da bacia.

Art. 12. Instituição bancária pública federal será o agente financeiro do Fundo Federal de Pagamento por Serviços Ambientais.

§ 1º O agente financeiro manterá atualizado o órgão colegiado previsto no art. 8º desta lei, sobre as operações realizadas com recursos do FunPSA, na forma do regulamento.

Art. 13. Para a efetivação do disposto nesta Lei, a União poderá assinar convênios com Estados, Distrito Federal, Municípios e entidades de direito público, bem como firmar parcerias com entidades qualificadas como organizações da sociedade civil de interesse público (OSCIPs), nos termos da Lei nº 9.790, de 23 de março de 1999.

Art. 14 O Poder Executivo Federal disciplinará o Cadastro Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais, cujas informações integrarão o Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente (SINIMA).

§ 1º O Cadastro a que se refere o *caput* conterá, no mínimo, os dados de todas as áreas contempladas, os respectivos serviços ambientais prestados e as informações sobre os planos, programas e projetos que integram a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais.

§ 2º Os órgãos federais, estaduais e municipais competentes deverão encaminhar os dados a que se refere o § 1º ao órgão gestor do Cadastro, conforme disposto em regulamento.

Art. 15. O inciso II do § 2º do art. 50 da Lei nº 9.478, de 06 de agosto de 1997, passa a vigorar com a seguinte redação:

“Art. 50.....

.....

§2º.....

II –

.....

j) pagamento por serviços ambientais” (NR) Art. 16. A Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993 (“Lei de Licitações”), passa a vigorar acrescida do seguinte art. 5º-A: “Art. 5º-A. Não se aplicam as disposições desta Lei na seleção e contratação de provedores ou recebedores de serviços ambientais, assegurada a observância das exigências da legislação específica. Parágrafo único. A critério do Poder Público que atuar como pagador, poderá haver aplicação das disposições desta Lei nos casos em que é viável a competição entre provedores ou recebedores de serviços ambientais.”

Art. 17. Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação oficial.

Sala da Comissão, em 1º de dezembro de 2010.

Deputado JORGE KHOURY

Relator

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. Programa Produtor de Água: Manual Operativo. Brasília: Agência Nacional das Águas, 2009.

BODDEY, R.M.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.S. Seqüestro de carbono em solos sob sistemas agropecuários produtivos. Seropédica: EMBRAPA Agrobiologia, boletim técnico 3p. 2004.

BRONICK, C.J. e LAL, R. Soil struture and management: a review. **Geoderma**, n, 124 p.3-22, 2005.

CALDEIRA, M.V.W. et al Carbono orgânico em solos florestais. In: SANQUETA, C.R. (ed) As florestas e o carbono. Curitiba: Ecoplan, p.191-213, 2002.

CASTRO, G. C. Carbono orgânico nas frações granulométricas e húmicas em solos de diferentes texturas sob floresta da região noroeste matogrossense. **Dissertação de mestrado**. Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá MT, 2008.

CASTRO FILHO, C.; LOURENÇO, A.; GUIMARÃES, M.F.; FONSECA, I.C.B. Aggregate stability under different soil management systems in a red latosol in the state of Paraná, Brazil. **Soil an Tillage Reserch**, v.64, p. 45-51, 2002.

CHENG, B.T. Soil organic matter as a plant nutrient. In: Symposium on soil organic matter studies, 1997, Vienna. **Soil organic matter studies**. Austria: IEA, p.31-39, 1997.

CHRISTENSEN, B.T. Carbon in primary and secondary organomineral complexes. In: CATER, M.R.; STEWART, B.A. (Ed). Structure and organic matter in agricultural soils. **Boca Raton**. CRC Lewis, p.97-165, 1996.

CERRI, C.C.; CERRI, C.E.P. **Agricultura e o aquecimento global**. Piracicaba: ESALQ, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, 9 p. 2007.

COSTA, O.V.; CANTARUTTI, R.B.; FONTES, L.E.F.; COSTA, L.M.da; NACIF, P.G.S.; FARIA, J.C. Estoque de carbono do solo sob pastagem em área de tabuleiro costeiro no sul da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 33:1137-1145, 2009.

CURCIO, G.R.; RAMOS, M.R.; DEDECEK, R. A.; GOMES, J.B.V. Imobilização de carbono em solos de encosta e de planície, sob diferentes coberturas vegetacionais. In: Prado, R. B.; Fidalgo, E. ; Bonnet, A. Monitoramento da revegetação do Comperj: etapa inicial. (No prelo, 2012).

D'ANDREA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; GUILHERME, L.R.G. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.39, n.2, p179-186, 2004.

DE GROOT, R.; WILSON, M.A.. BOUMANS, R.M.J. A typology for the classification, description and valuations of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, v.41, p. 393-408, 2002.

FAO. Global Forest Resource Assessment: Main Report. Rome, Italy: **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, 2005.

FOLLET, R.F. Soil management concepts and carbon sequestration in cropland soils. **Soil and Tillage Research**. V. 61, p.77-92, 2001.

GUEDE, B.F; SEEHUSEN, S.E. **Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios**. Brasília: MMA, 2011. 276p. (Série Biodiversidade).

GREGORICH, E.G.; CARTER, M.R.; ANGERS, D.A.; MONREAL, C.M. e ELLERT, B.H. Towards minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. **Canadian Journal of Soil Science**, v.74, p. 367-385, 1994.

HAYES, M.H.B. Humic substances: progress toward more realistic concepts of structures In: DAVIES, G. e GHABBOUR, E.A. (Ed). Humic substances: estructures, properties and uses. Cornwall: MPG Books, p. 259.1998.

JENNY, H., Factores of soil formation: **Missouri Agricultura Experimental Station Reserch Bulletin**, n.765, p.5-31, 1961.

JOBAGY, E.G.; JACKSON, R.B. The vertical distribution of soil organic and its relation to climate and vegetation. **Ecologic Applications**, Washington, v. 10, p.423-436, 2000.

LACERDA, J.S. DE; COUTO, HILTON, T.D.Z.; HIROTA, M.M.;PASISHNYK, N.; POLIZEL, J.L. **Estimativa da biomassa e carbono em áreas restauradas com plantio de essências nativas**. METRVM, n5, USP-Esalq, p.1-23, Nov.2009.

LIMA, V.C. e LIMA, M.R. Formação do solo. **In: O solo no meio ambiente: Abordagem para professores de ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio**. Universidade Federal do Paraná: Departamento de solos e engenharia agrícola. p.130, 2007.

LUO, Y.; ZHOU. X. **Soil respiration and the environment**, Amsterdam:Elsevier. 316 p. 2006.

MA. Millenium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Washington DC. Disponível em português em <http://www.maweb.org/documents/document.446.aspx.pdf>: Island Press, 2005.

MCLAUCHLAN, K.K.; HOBBI, S.E. POST, W.M. Conversion from agriculture to grassland builds soil organic matter on decadal timescales. **Ecological Applications**. v.16, p.143-153. 2006.

MONTERO, L.L. Carbono em solos de cerrado: vegetação nativa de cerrado versus plantios de *Eucalyptus* e *Pinus*. **Tese** (Doutorado em Ecologia), Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 130p. 2008.

MURADIAN, R.; CORBERA, E.; PASCUAL, U.;KOSOY, N.; MAY, P.H. Reconciling theory and practice: An: alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services. **Ecological Economics**, n.69, p. 1202-1208, 2010.

OADES, J.M. Soil organic matter and structural stability: Mechanisms and implications for management. **Plant and Soil**. v. 76, p, 319-337, 1984.

OLIVEIRA, J.B.de. **Pedologia aplicada**, 3 ed. Piracicaba, FEALQ, 592p. 2008.

OLIVEIRA, O.C.; BODDEY, R.M.; WHITMORE, A.P.; OLIVEIRA, I.P.; URQUIAGAS, S.; ALVES, B.J.R.; CADISCH, G. 2008. Fractionation of orgânica matter in soil from under a chronosequence of Brachiaria pastures of advancing age and decreasing productivity. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. (artigo submetido).

PAIXÃO, F.A.; SOARES, C.P.B.; JACOVINE, A.G.; SILVA, M.L.; LEITE, H.G.; SILVA, G.F da. 2006. Quantificação do estoque de carbono e avaliação econômica de diferentes alternativas de manejo em um plantio de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.3, p.411-420.

PERU. MINAM. Compensación por servicios ecosistémicos: Lecciones aprendidas de uma experiência demonstrativa. Lãs microcuencas Mishiquiyacu, Rumiacu y Almendra de San Martín, Peru. Lima: Ministerio del Ambiente, 2010.

PILLON, C.N. Alterações no conteúdo e qualidade da matéria orgânica do solo induzidas por sistemas de cultura em plantio direto. 2000. 232p. **Tese** (doutorado em Ciências do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre RS.

PINTO, S.I.C. Florística, estrutura e ciclagem de nutrientes em dois trechos de floresta estacional semidecidual na reserva florestal mata do paraíso, Viçosa-MG. **Dissertação de Mestrado** em Ciências Florestais, 110p. 2005.

PIVA, J.T. Emissão de óxido nitroso e metano em um Latossolo-bruno submetido a sistemas de preparo e integração lavoura pecuária. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Ciência do solo, 2010.

POST, W.M.; KWON, K.C. Soil carbon sequestration and land-use change processes and potential. **Global Change Biology**. v. 6. p.317-327, 2000.

RACHWAL, M.F. Fluxo de CO₂, CH₄ e N₂O em Organosolo Háplico natural e drenado sob vegetação de campo de altitude em uma nascente do rio Tibagi/PR. **Parte da tese de doutorado em Engenharia Florestal**. Universidade Federal do Paraná, (em andamento).

RESCK, D.V.S. Dinâmica da matéria orgânica no cerrado. In: SANTOS, G. A. (Ed). Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais. 2.ed. Porto Alegre: Metrópole, cap.12, p.359-418, 2008.

ROSCOE, R.; MACHADO, P.L.O. **Fracionamento físico do solo em estudos da matéria orgânica**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste. 86p. 2002.

SÁ, J.C.M., LAL, R. 2008. Stratification ratio of soil organic matter pools as an indicator of C sequestration in a Tillage chronosequence on a Brazilian Oxisol. **Soil Tillage & Research**, v.103, issue 1.

SILVA, J.E.; PASQUAL, A. Dinâmica e modelagem da matéria orgânica do solo com ênfase ao ecossistema tropical. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v.14, n.3, p.13-24, 1999.

SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS. Ed. SANTOS, H.G. 2 ed. p.306, Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2006.

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C.; SCHENEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul**. 1ª ed. UFRGS, Porto Alegre, 2002.

STEVENSON, F.J. 1994. **Humus chemistry: Genesis, composition, reactions**. New York. John Wiley & Sons, Inc. 2 ed. 496p.

TARRÉ, R.; MACEDO, R.; CANTARUTTI, R. B.; REZENDE, C. D.; PEREIRA, J. M.; FERREIRA, E.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. 2001. The effect of the presence of a forage legume on nitrogen and carbon levels in soils under Brachiaria pastures in the Atlantic forest region of the South of Bahia, Brazil. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 234, n .1, p. 15-26.

TONGNON, A.A.; DEMATTÊ, J.L.I.; DEMATTÊ, J.A.M. Teor e distribuição da matéria orgânica em Latossolos das regiões da floresta Amazônica e dos Cerrados do Brasil central. Piracicaba, SP. **Scientia Agrícola**, 20002.

WEST, T.O.; POST, W.M. Soil organic carbon sequestration rates by tillage and crop rotation: **A global datas analysis**. v.66, p.1930-1946, 2002.

WUNDER, S. The Efficiency of Payments for Environmental Services in Tropical Conservation. **Conservation Biology**, v.21, p.47-58, 2007.

WUNDER, S.; WERTZ-KANOUNNIKOFF, S. Payment for Ecosystems Services: A new Way of Conserving Biodiversity in Forests. **Journal of Sustainable Forestry**, 2009.

YOUNG, C.E.F. Mecanismos de financiamento para a conservação no Brasil. http://www.conservation.org.br/publicacoes/files/27_Carlos_Eduardo.pdf., 2005. Acessado em 28.04.2011.

ZANATTA, J. A.; Emissão de óxido nitroso afetada por sistemas de manejo do solo e fontes de nitrogênio. **Tese de doutorado**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo. 2009.