

Desmatamento e perda de carbono até 2013 em assentamentos rurais na Amazônia Legal

Aurora Miho Yanai¹
Euler Melo Nogueira¹
Philip Martin Fearnside¹
Paulo Maurício Lima de Alencastro Graça¹

¹ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA
Av. André Araújo nº 2936 - 69067-375 - Manaus - AM, Brasil
{yanai, euler, pmfearn, pmlag}@inpa.gov.br

Abstract. Agrarian reform policies directly impact Amazonian forest. In this study we estimate deforestation through 2013 in 2738 (82%) of the 3325 settlement projects in Legal Amazonia, and we estimate carbon stocks in these areas in two different periods: pre-modern (prior to 1970) and recent (2013). To estimate deforestation we used deforestation data in forested areas from the Amazon Deforestation Monitoring Project (PRODES) updated through 2013 and in *Cerrado* (savanna) biome areas from the Deforestation Monitoring in Brazilian Biomes Project (PMDBBS) updated through 2010. In order to obtain the pre-modern and 2013 carbon stocks in the settlements, an overlap between vector maps of settlements and a biomass map recently developed for the whole of Legal Amazonia was made. The results indicated that the rural settlements analyzed in this study contributed 21% (161,833 km²) of the deforestation in Legal Amazonia (758,638 km²) through 2013. We estimated that 41% of the forest in rural settlements in Legal Amazonia was cleared through 2013. Out of this total, 72% (117,028 km²) was in the “Federal Settlement Project” category (or PA = *Projeto de Assentamento Federal*). We estimated that settlement areas held 6.40 Pg C in the pre-modern period, which was substantially reduced to 3.81 Pg C in 2013. This reduction can be attributed to smallholder activity and to other external actors such as loggers. The implementation of new settlements should consider potential carbon-stock losses, especially in areas with high carbon stocks in the forests of Legal Amazonia.

Palavras-chave: agrarian reform, settlement project, Amazon forest, reforma agrária, projeto de assentamento, floresta amazônica.

1. Introdução

A cobertura florestal nas áreas destinadas a assentamentos¹ rurais na Amazônia brasileira tem sido intensamente desmatada ou afetada pela degradação florestal (Brandão Jr., 2013). Os assentamentos rurais foram criados com o propósito de prover moradia e produção sustentável às famílias que não possuem condições econômicas para adquirir uma propriedade. Assim, cada família beneficiada recebe um lote e se compromete a usá-lo para o seu sustento (INCRA, 2014a). Entretanto, observa-se que o foco da reforma agrária como política que envolve estratégias territoriais, sociais e econômicas tem sido desviado (Greenpeace, 2007; Le Tourneau e Bursztyn, 2010). Isso resulta numa aceleração do desmatamento dentro dos assentamentos rurais e coloca em risco importantes serviços ambientais fornecidos pela floresta, principalmente devido à redução do estoque de carbono da floresta e a perda da biodiversidade (Fearnside, 2005).

Além disso, as novas políticas de crédito do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) que incentivam os produtores rurais (assentados) a aumentar a produção poderão contribuir para a intensificação dessas mudanças. Um exemplo é a concessão de subsídios que abrange desde a instalação das famílias beneficiadas até a estruturação produtiva dos assentados que desejam expandir suas atividades produtivas (INCRA, 2014b).

¹ Assentamento é definido como uma unidade territorial obtida pelo programa de Reforma Agrária do Governo Federal, ou em parceria com Estados ou Municípios, por desapropriação; arrecadação de terras públicas; aquisição direta; doação; reversão ao patrimônio público ou por financiamento de créditos fundiários para receber em suas várias etapas, indivíduos selecionados pelos programas de acesso a terra (Portaria MDA n. 80 de 24/04/2002 – Publicação no D.O.U. n.79 Seção 1 p.127 em 25/04/2002).

Esta nova fase da reforma agrária no país poderá contribuir para a redução do estoque de carbono existente na vegetação remanescente nos assentamentos.

Com a proibição da criação de assentamentos rurais tradicionais em áreas de floresta primária (Portaria/MEPF/nº 88 de 06 de outubro de 1999), houve um aumento na criação de assentamentos ambientalmente diferenciados, tais como, Projeto de Desenvolvimento Sustentável (PDS), Projeto de Assentamento Agroextrativista Federal (PAE) e Projeto de Assentamento Florestal (PAF) (INCRA, 2012). Nestes assentamentos há uma forte pressão por parte das empresas madeireiras que realizam extração seletiva ilegal de espécies arbóreas de valor comercial e posteriormente, procuram “legalizar” a suas atividades (Greenpeace, 2007). Portanto, um dos desafios da reforma agrária no Brasil é assegurar o acesso a terra para os pequenos produtores rurais e ao mesmo tempo, conservar a cobertura florestal remanescente na Amazônia (Brandão Jr. e Souza Jr., 2006).

O objetivo deste trabalho foi estimar o desmatamento acumulado até 2013 e a correspondente perda de carbono em relação ao estoque de carbono existente na vegetação antes de 1970, quando a degradação intensiva ainda não havia afetado a floresta (chamado aqui como período “pré-moderno”²) (Nogueira et al., 2015).

2. Metodologia

2.1 Área de Estudo

Neste estudo foram analisados os assentamentos situados na Amazônia Legal Brasileira (definida de acordo com o Art. 3º inciso I da Lei 12.651/2012), região que inclui os estados do Acre, Amazonas, Amapá, Mato Grosso, Pará, Roraima, Rondônia, parte do Tocantins (porção norte do paralelo 13º S) e parte do Maranhão (oeste do meridiano 44º O) (Figura 1).

Neste estudo analisamos 2.738 projetos de assentamentos, classificados em 13 modalidades (Tabela 1). A área total dos assentamentos analisados foi de 403.673 km², o que corresponde a 8% da área total da Amazônia Legal.

Tabela 1. Modalidades de projetos de assentamentos analisados neste estudo em relação ao número total de assentamentos implantados pelo INCRA até 2014.

Modalidades	Total de assentamentos (INCRA, 2014)*	Assentamentos analisados (%)
PA	2.385	2.117 (89%)
PAC	16	16 (100%)
PAD	08	07 (88%)
PAE	393	375 (95%)
PAF	07	07 (100%)
PAM	01	01 (100%)
PAR	03	02 (67%)
PCA	68	10 (15%)
PDS	104	99 (95%)
PE	313	89 (28%)
PEAEX	06	06 (100%)
PEAS	02	01 (50%)
PIC	11	08 (73%)
Total	3.325	2.738 (82%)

*Criados no período de 01/01/1900 a 29/04/2014.

² Pré-moderno refere-se ao período anterior a 1970, quando foram realizados os inventários do Projeto RadamBrasil (1957 a 1974) e antes de distúrbios maiores terem ocorrido na floresta, tal como, a construção da rodovia BR-230 (1970 - 1974) (Nogueira et al., 2015).

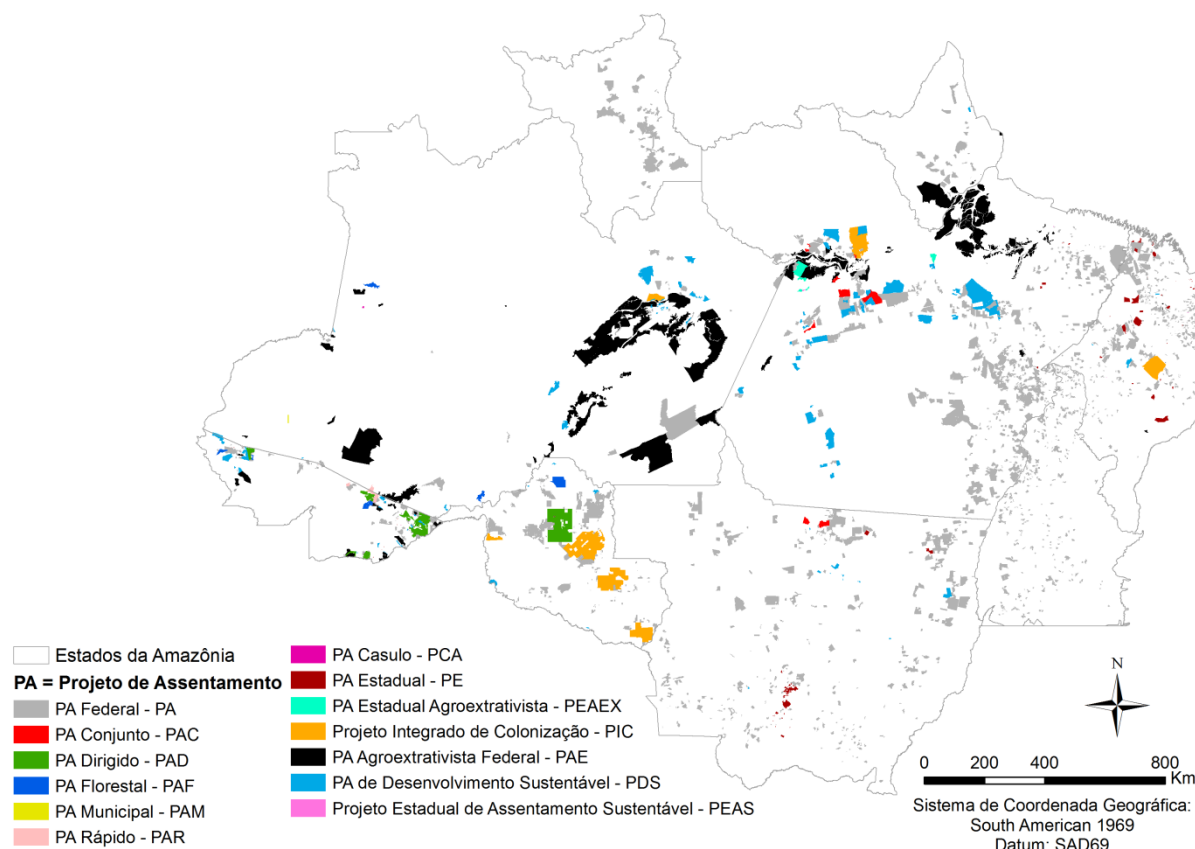


Figura 1. Área de estudo e a distribuição dos assentamentos rurais na Amazônia Legal em 2014, classificados em 13 diferentes modalidades.

As Tabelas 1 e 2 indicam o número total de assentamentos implantados pelo INCRA e o quanto deste total foi analisado no presente estudo. A Tabela 1 demonstra esses valores por modalidade de assentamento e a Tabela 2 por estado da Amazônia Legal.

Tabela 2. Quantidade de assentamentos analisados neste estudo por estado na Amazônia Legal.

Estados	Total de assentamentos (INCRA, 2014)*	Assentamentos analisados neste estudo (%)
Acre	144	131 (91%)
Amapá	44	36 (82%)
Amazonas	110	109 (99%)
Maranhão	786	510 (65%)
Mato Grosso	544	395 (73%)
Pará	1.080	1.003 (93%)
Rondônia	194	169 (87%)
Roraima	67	48 (72%)
Tocantins	361	337 (93%)

*Criados no período de 01/01/1900 a 29/04/2014.

2.2 Mapa de assentamentos rurais da Amazônia Legal

O mapa vetorial dos assentamentos rurais do Brasil foi obtido no acervo fundiário do INCRA (INCRA, 2014c). O sistema de coordenadas utilizado foi o *South American 1969* com o *Datum SAD 69*. Para excluir os assentamentos que não fazem parte da Amazônia Legal foi

utilizado a ferramenta *Clip* do aplicativo ArcGIS e o mapa com os limites da Amazônia Legal (IBGE) em formato vetorial. Além disso, também foram excluídos os assentamentos que tiveram parte de sua área suprimida (Maranhão e Goiás) no procedimento de *Clip*, a fim de analisar somente os assentamentos cujos limites estavam 100% dentro da Amazônia Legal. A partir deste procedimento e com base na relação dos projetos de Reforma Agrária atualizada no site do INCRA até 29 de abril de 2014 (INCRA, 2014d) foi possível contabilizar 3.325 projetos de assentamentos distribuídos na Amazônia Legal. Deste total, o mapa vetorial utilizado no presente estudo contemplou 2.738 (82%) polígonos de assentamentos (Tabela 1 e 2).

A tabela de atributos de alguns assentamentos necessitou ser atualizada devido à falta de informações referentes à modalidade do assentamento, nome do projeto, código identificador do assentamento e ano de criação; sendo que as três primeiras foram utilizadas neste estudo. Assentamentos cuja localização não correspondia ao município³ descrito na relação dos projetos de Reforma Agrária de 2014 do INCRA foram excluídos. Problemas de falta de dados e de sobreposições nos dados do INCRA também foram detectados por outros autores (Le Tourneau e Bursztyn, 2010).

2.3 Quantificação do desmatamento acumulado até 2013 e do estoque de carbono pré-moderno e remanescente em 2013 nos assentamentos da Amazônia Legal

Mosaicos estaduais de desmatamento do Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite, atualizados até 2013 (PRODES) (INPE, 2014), foram utilizados para estimar a área desmatada total nos projetos de assentamentos. Para quantificar o corte da vegetação em áreas do bioma cerrado (parte do Mato Grosso, Maranhão e Tocantins) foram utilizados dados do Projeto de Monitoramento do Desmatamento dos Biomas Brasileiros por Satélite (PMDBBS), atualizados até 2010.

Para cada estado da Amazônia Legal foi utilizada a ferramenta *Clip* do ArcGIS, a fim de recortar os mapas do PRODES conforme os limites dos assentamentos do respectivo estado (Figura 2). Para os dados do PMDBBS, antes de efetuar o procedimento de *Clip*, o desmatamento do bioma Cerrado foi recortado com base no limite da Amazônia Legal. Posteriormente, foi feita a união dos mapas vetoriais de desmatamento (PRODES e PMDBBS) com os assentamentos. Isso foi feito para que a tabela de atributos do mapa vetorial resultante incorporasse informações dos assentamentos e das classes de cobertura da terra. Assim, as áreas das classes de cobertura da terra foram calculadas usando a projeção Cônica Equivalente de Albers.

Para estimar o estoque de carbono foram utilizadas estimativas de carbono pré-moderno (antes de 1970) e remanescente (2013), recentemente mapeadas para a Amazônia Legal (Nogueira et al., 2015). Dois procedimentos de intersecção foram feitos no ArcGIS: (1) entre os mapas de assentamentos e de carbono pré-moderno e (2) entre os assentamentos e o de carbono remanescente em 2013.

Após estes procedimentos foi calculada a área ocupada por cada tipo de vegetação existente nos assentamentos e o estoque de carbono correspondente por hectare. A Figura 2 exemplifica os resultados de cada etapa realizada para um dos assentamentos analisados neste estudo.

³ Dois polígonos do mesmo assentamento, sendo que um dos polígonos não estava localizado no município correto. Este polígono foi excluído, para auxiliar esta etapa, mapas vetoriais dos limites municipais do IBGE foram utilizados.

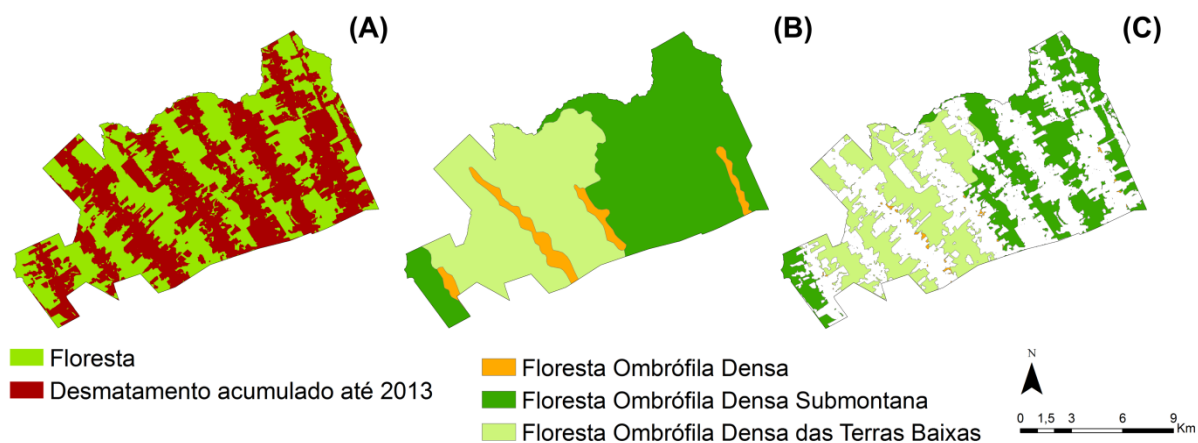


Figura 2. Exemplificação do procedimento realizado para estimar o desmatamento e o estoque de carbono no Projeto de Assentamento do Matupi, localizado em Manicoré, sul do Amazonas: (A) desmatamento acumulado até 2013, (B) vegetação pré-moderna para a estimativa do estoque de carbono antes de 1970, e (C) vegetação remanescente em 2013 para a estimativa do estoque de carbono atual.

3. Resultados e Discussão

3.1 Desmatamento até 2013 nos assentamentos da Amazônia Legal

Do total do desmatamento ocorrido na Amazônia Legal até 2013 (758.638 km²) (INPE, 2014) 21% (161.833 km²) ocorreram dentro dos assentamentos rurais analisados no presente estudo.

Até 2013 houve uma redução de 41% (161.833 km²) da área total ocupada por vegetação original nos assentamentos (396.689 km²). Deste total, 72% (117.028 km²) ocorreram em Projetos de Assentamento Federais (PA) (Tabela 3). Esta modalidade foi a mais representativa, com 2.117 assentamentos (Tabela 1), abrangendo uma área de 203.152 km².

Substantial redução da vegetação original ocorreu também em Projetos Integrados de Colonização (PIC), identificada como a segunda categoria com a maior área desmatada (20.126 km²): 79% da área total desta modalidade. Já nos Projetos de Assentamento Dirigido (PAD) houve uma redução de 70% (9.382 km²) da cobertura florestal em relação a sua área total, apesar da extensão do desmatamento nesta categoria ter sido 2,1 vezes menor que na modalidade PIC (Tabela 3).

Os Projetos de Assentamento Agroextrativista Federal (PAE), segunda modalidade com maior número de projetos analisados (375 assentamentos), abrangeram uma área de 115.624 km². Deste total, foram desmatados apenas 5% (5.634 km²) até 2013. Em relação aos Projetos de Desenvolvimento Sustentável (PDS), terceira com maior número de projetos (99 assentamentos, com área total de 30.912 km²), foram desmatados 13% (3.982 km²) da área até 2013 (Tabela 3).

É importante ressaltar que nem todo desmatamento ocorrido nos assentamentos rurais da Amazônia Legal pode ser atribuído somente às atividades produtivas dos assentados. Uma parte deste desmatamento pode ter ocorrido antes da criação dos projetos de assentamento (Pacheco, 2009). Além disso, a ação de outros tipos de atores (madeireiros e fazendeiros) pode contribuir para o incremento do desmatamento dentro dos assentamentos rurais, principalmente, em regiões sob forte pressão por desmatamento.

Tabela 3. Classes de cobertura da terra em 2013 com base nos dados do PRODES e PMDBBS (somente desmatamento) para cada modalidade de assentamento.

Modalidades	Desmatamento até 2013 (km ²)	Floresta em 2013 (km ²)	Hidrografia (km ²)	Não Floresta (km ²)	Nuvem em 2013 (km ²)	Área Total (km ²)
PA	117.028	55.615	557	17.470	12.482	203.152
PAC	1.641	1.864	25	23	489	4.041
PAD	9.382	3.748	10	120	144	13.404
PAE	5.634	74.471	5.853	7.903	21.763	115.624
PAF	273	2.740	3	8	158	3.181
PAM	0	87	0	0	0	87
PAR	351	498	2	0	0	851
PCA	28	18	1	1	5	54
PDS	3.982	19.848	172	834	6.076	30.912
PE	2.892	335	3	1.499	116	4.846
PEAEX	493	818	48	50	685	2.094
PEAS	2	23	0	0	8	34
PIC	20.126	3.090	310	1.121	746	25.393
Total	161.833	163.157	6.984	29.028	42.672	403.673

3.2 Estimativas do estoque de carbono pré-moderno e remanescente (2013) nos assentamentos da Amazônia Legal

Até 2013 houve redução de 2,59 Pg (41%) de carbono em áreas de assentamento. As modalidades com as maiores perdas brutas de carbono foram: PA (redução de 1,88 Pg C ou 59%), seguida da modalidade PIC (redução de 0,31 Pg C ou 81%), PAD (redução de 0,16 Pg C ou 70%), PAE (redução de 0,09 Pg C ou 5%) e PDS (redução de 0,07 Pg C ou 13%) (Tabela 4). As áreas cobertas por nuvens em 2013 foram incluídas na quantificação do estoque de carbono (2013), já que em anos anteriores tais áreas pertenciam à classe floresta. A área total com cobertura de nuvens corresponde a 20% (0,76 Pg C) do estoque de carbono em 2013 (3,81Pg C).

Apesar da criação e implantação de determinados assentamentos ocorrerem após o período pré-moderno (1970), é importante observar as estimativas de carbono nessas áreas. Os maiores estoques de carbono no período pré-moderno estavam armazenados nas áreas de PA (3,17 Pg C), PAE (1,85 Pg C), PDS (0,54 Pg C) e PIC (0,38 Pg C). Em comparação com o período atual (2013), o assentamento PAE foi o que manteve o maior estoque de carbono até 2013, com 1,76 Pg C (95%), seguido do PA com 1,29 Pg C (41%) e PDS com 0,48 Pg C (87%) (Tabela 4). Observa-se a partir destes resultados que a redução do estoque de carbono em assentamentos do tipo PA está sendo mais rápida do que em assentamentos da modalidade PAE.

Tabela 4. Estimativa de carbono no período pré-moderno (antes de 1970) e remanescente (2013) nos projetos de assentamentos na Amazônia Legal.

Modalidades	Estimativa de carbono (Pg C)	
	Estoque no período pré-moderno	Estoque em 2013*
PA	3,17	1,29
PAC	0,07	0,04
PAD	0,23	0,07
PAE	1,85	1,76

PAF	0,055	0,050
PAM	0,0015	0,0015
PAR	0,012	0,007
PCA	0,00090	0,00044
PDS	0,54	0,48
PE	0,056	0,014
PEAEX	0,035	0,027
PEAS	0,00063	0,00059
PIC	0,38	0,07
Total	6,40	3,81

*Inclui áreas de floresta (2013), não-floresta e cobertas por nuvens (2013).

Observa-se que a maior parte dos projetos de assentamento dos tipos PA, PIC e PAD na Amazônia brasileira estão situados na área de influência do arco do desmatamento, principalmente, nas regiões norte de Rondônia, Mato Grosso, sudeste do Acre e leste do Pará (Figura 1). Em contraste com essas modalidades, PAE e PDS estão distribuídos principalmente no leste do Amazonas, norte do Pará e sul do Amapá.

O estoque de carbono contido nas regiões em que PAE e PDS estão localizados é maior em comparação a região de influência do arco do desmatamento (PA, PIC e PAD) (Nogueira et al. 2015). Isso indica que o impacto do desmatamento em assentamentos do tipo PAE e PDS implicará em um aumento das emissões de carbono por unidade de área desmatada (Nogueira et al., 2015). Apesar de PAE e PDS serem projetos de assentamentos ambientalmente diferenciados, de interesse social e ecológico, destinados às populações tradicionais com o intuito de realizar atividades agroextrativistas ou outras de baixo impacto (INCRA, 2012), há riscos de o desmatamento aumentar nesses assentamentos.

Além disso, devido a recente revisão do Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012), há uma expectativa de aumento nas taxas de desmatamento nos assentamentos rurais na Amazônia. Isso se deve principalmente devido à alteração na referência da cota dos rios para o estabelecimento das Áreas de Proteção Permanente (APPs) e da regra de recomposição florestal que reduz as exigências para as pequenas propriedades. No município de Apuí (sul do Amazonas), por exemplo, o Projeto de Assentamento Federal (PA) do Juma concentrou grande parte do desmatamento acumulado até 2012. Este assentamento é constituído principalmente por pequenas propriedades que poderão se aproveitar das novas regras do Código Florestal para expandir sua área desmatada (Fonseca et al., 2014).

4. Conclusões

As estimativas de desmatamento e redução do estoque de carbono em áreas de assentamentos rurais na Amazônia permitem avaliar a contribuição das políticas de reforma agrária na mudança de uso e cobertura da terra na Amazônia. Estimativas de perda de carbono nas áreas de assentamentos rurais podem ser usadas como indicador da viabilidade ambiental das políticas de reforma agrária implementadas na Amazônia.

Ressalta-se a importância de estimar o carbono da vegetação remanescente nos estudos que precedem a implantação de novos assentamentos, a fim de considerar a potencial perda deste estoque em consequência das atividades produtivas dos assentados e de atores externos, que contribuem para a redução da cobertura florestal nos assentamentos rurais da Amazônia.

5. Agradecimentos

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia dos Serviços Ambientais da Amazônia (INCT SERVAMB) (CNPq. Proc. 573810/2008-7, 610042/2009-2; FAPEAM Proc. 708565) pelo apoio logístico e

financeiro e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pela bolsa de pesquisa.

6. Referências

Brandão Jr., A.; Souza Jr., C. Desmatamento nos assentamentos de reforma agrária na Amazônia. **O Estado da Amazônia**, Imazon, n.7, p. 1-4, 2006.

Brandão Jr., A. **Situação do desmatamento nos assentamentos de reforma agrária no Estado do Pará**. Belém: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia, 2013. 32p.

Fearnside, P.M. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências. **Megadiversidade**, v. 1, n.1, p. 113-123, 2005.

Fonseca, F. O. R.; Graça, P. M. L. A.; Fearnside, P. M. Estado de conservação das áreas de preservação permanente às margens dos rios em Apuí-AM. In: Seminário de Atualização de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Floresta (SENGEF), 2014, Curitiba. **Anais...**Curitiba: IEP, 2014. Artigos, p. 357-363.

Greenpeace. **Assentamentos de Papel, Madeira de Lei**. Campanha Amazônia: Relatório de Denúncia, 2007. Disponível em:

<http://www.greenpeace.org/brasil/pt/Documentos/greenpeacebr_070821_amazonia_relatorio_assentamentos_in_cra_port_v2/>. Acesso em: 05.nov.2014.

INCRA. **Assentamentos Verdes. Boletim de análise sobre o desmatamento em assentamentos na Amazônia**, n. 1, v. 18, 2012. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/sites/default/files/uploads/reforma-agraria/analise-balanco-e-diagnosticos/boletins-assentamentos-verdes/boletim_assentamentos_verdes_n_1_incra_v18_03_2013.pdf>. Acesso em: 05.nov.2014.

INCRA. **Assentamentos**. Disponível em: <<http://www.incra.gov.br/assentamento>>. Acesso em: 05.nov.2014a.

INCRA. **Notícia: MDA e Incra iniciam entrega de cartões do Novo Crédito Instalação com recurso de R\$ 168,8 milhões**. Disponível em: <<http://www.incra.gov.br/noticias/mda-e-incra-iniciam-entrega-de-cartoes-do-novo-credito-instalacao-com-recurso-de-r-1688>>. Acesso em: 05.nov.2014b.

INCRA. **Acervo fundiário**. Disponível em: <<http://acervofundiario.incra.gov.br>>. Acesso em: 22.set.2014c.

INCRA. **Relação de Projetos de Reforma Agrária Conforme Fases de Implementação**, 2014d. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/sites/default/files/uploads/reforma-agraria/questao-agraria/reforma-agraria/relacao_de_projetos_de_reforma_agraria.pdf>. Acesso em: 30.set.2014.

INPE. **Projeto PRODES - Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite**, 2014. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>>. Acesso em: 22.set.2014.

Le Tourneau, F. M.; Bursztyn, M. Assentamentos rurais na Amazônia: contradições entre a política agrária e a política ambiental. **Ambiente & Sociedade**, v. 13, n. 1, p. 111-130, 2010.

Nogueira, E.M.; Yanai, A.M.; Fonseca, F.O.; Fearnside, P.M. Carbon stock loss from deforestation through 2013 in Brazilian Amazonia. **Global Change Biology**, doi: 10.1111/gcb.12798, 2015.

Pacheco, P. Agrarian reform in the Brazilian Amazon: Its implications for land distribution and deforestation. **World Development**, v. 37, n. 8, p.1337-1347, 2009.