



## MAPEAMENTO DO USO E COBERTURA DAS TERRAS E ESTOQUE DE CARBONO NO SOLO EM ÁREA DE FLORESTA NA BACIA HIDROGRÁFICA DE APUÍ/AM

Ana Carolina dos **Santos**<sup>1</sup>; Cristiani **Kano**<sup>2</sup>; Carlos Fernando **Quartaroli**<sup>3</sup>; Sérgio Gomes **Tôsto**<sup>4</sup>

Nº 19501

**RESUMO** – O objetivo deste trabalho foi mapear o uso e cobertura das terras e obter o estoque de carbono no solo em área de floresta na bacia hidrográfica localizada no município de Apuí, AM. Para isso, inicialmente foi feito o mapeamento que envolveu a delimitação e identificação do uso e cobertura das áreas. O mapeamento foi feito com o auxílio de ferramentas de edição vetorial do sistema de informação geográfica (SIG) Esri ArcGIS. As classes de uso e cobertura foram definidas a partir de padrões, seguindo classificação do Manual Técnico de Uso da Terra, do IBGE (2013). Após o mapeamento, foi feito o levantamento de literaturas focadas no estoque de carbono no solo no bioma Amazônia. Na bacia hidrográfica estudada observou-se maior ocorrência de floresta e pastagem, e o tipo de solo predominante encontrado foi o Latossolo, que estoca quantidade significativa de carbono.

**Palavras-chaves:** Amazônia, desmatamento, sistema de informação geográfica.

1 Autora, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Geografia, PUCC, Campinas-SP; carols2paiva@hotmail.com.

2 Orientadora: Pesquisadora da Embrapa Territorial, Campinas-SP; cristiaini.kano@embrapa.br.

3 Colaborador: Pesquisador da Embrapa Territorial, Campinas-SP.

4 Colaborador: Pesquisador de Embrapa Territorial, Campinas-SP.



**ABSTRACT** – *In this study we aimed to map land use and land cover and to calculate the amount of carbon stocked in the soil in a forest area of a watershed at Apuí, AM, Brazil. The first step of our mapping involved delimiting and identifying the area's land use and land cover. This was done using a vector editing tool available in Esri's ArcGIS, a geographic information system (GIS). The land use and land cover classes were defined based on IBGE's technical handbook on land use ("Manual Técnico de Uso da Terra", 2013). Once the mapping was done, we researched literature on carbon stocks in the soil at the Amazônia biome. Our results show that the watershed was covered mostly by forest and pastures, and the soil type was mostly Latossolo (Ferralsols or Oxisols), which stocks significant amounts of carbon.*

**Keywords:** Amazônia; deforestation, geographic information system.

## 1 INTRODUÇÃO

A Amazônia dispõe de grande biodiversidade genética de espécies e contribui com quase 20% do volume de água doce despejada nos oceanos. Diversos serviços ecossistêmicos são fornecidos por este bioma e são fundamentais para a manutenção climática, a conservação da biodiversidade, o estoque de carbono e a regulação dos ciclos hidrológicos e biogeoquímicos (Fearnside, 1997; Nepstad, 2007). A remoção de 40% da floresta poderá deflagrar um processo de savanização capaz de liquidar até as florestas que não tenham sido desmatadas (Nobre, 2014).

Segundo o Instituto de Conservação e Desenvolvimento Sustentável do Amazonas (Carrero, 2015), a expansão agropecuária é uma das principais causas do aumento do desmatamento da Amazônia: cerca de 80% das áreas desmatadas são ocupadas por pastagens. A rápida substituição das áreas de floresta por pastagens é a principal responsável pela mudança do estoque de carbono no solo. Os maiores índices de desmatamento na região são encontrados no chamado "Arco do Desmatamento", região onde a fronteira agrícola está avançando em direção à floresta, da qual faz parte o município de Apuí (AM).

Estudar o estoque de carbono no solo é de grande importância, isso porque o carbono tem relação direta com as condições climáticas da Terra. Entender essa relação contribui muito para a escolha de práticas de manejo mais eficientes, pois o carbono, quando presente no solo, faz com que ele tenha maior estabilidade e aumenta, assim, sua capacidade de reter água (Rawls et al., 2003). O carbono orgânico, componente da matéria orgânica, é o principal recurso para as atividades da comunidade microbiana do solo, que promove sua decomposição e a liberação de



nutrientes para as plantas e para a produção de biomassa microbiana (Zhang et al., 2007; Scholes et al., 2009).

Informações recentes sobre carbono estocado no solo possibilitam prever o potencial de emissão desse carbono para a atmosfera e também avaliar a qualidade ambiental dos ecossistemas florestais.

Os mapeamentos de uso e cobertura das terras são ferramentas importantes para a compreensão e o monitoramento do uso, da cobertura e da ocupação das terras. Esses mapeamentos são fundamentais para compreender e analisar a ocupação do bioma Amazônia em um momento no qual as pressões sofridas podem acarretar impactos nas populações locais e interferir nos diversos serviços ecossistêmicos que o bioma presta para o restante do País.

Este trabalho tem o objetivo de mapear o uso e cobertura das terras e identificar, a partir de imagens de satélite, as áreas de floresta, para estimar o estoque de carbono no solo em uma bacia hidrográfica situada no município de Apuí/AM, onde predominam propriedades agrícolas familiares. O trabalho é uma das atividades propostas no projeto intitulado “Construção do conhecimento e sistematização de experiências sobre valoração e pagamento por serviços ecossistêmicos e ambientais no contexto da agricultura familiar amazônica”, que está sendo desenvolvido na Embrapa.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está situada no Sul do estado do Amazonas, no município de Apuí, entre os paralelos 7°9'58"S e 7°20'11"S e entre os meridianos 59°50'14"W e 59°38'40"W. Corresponde à bacia hidrográfica do afluente da margem esquerda do Rio Acari, com foz próxima ao ponto de coordenadas 59°38'39' W e 7°11'6"S (Figura 1).

A área do município é de 54.244,92 km<sup>2</sup>, e sua população estimada, em 2018, é de 21.583 habitantes (IBGE, 2019). A principal atividade econômica é a pecuária de corte e leiteira (WWF, 2017).

Inicialmente foi feito o mapeamento do uso e cobertura das terras por meio da interpretação visual de imagem de 07/08/2015, obtida pelo satélite WorldView II, disponibilizada na base on-line ESRI World Imagery, em composição RGB simulando as cores naturais, com resolução espacial de 0,5 m e acurácia de 10,2 m. Em projeto criado no sistema de informação geográfica (SIG) ArcGIS, o arquivo vetorial georreferenciado com a delimitação da bacia foi sobreposto à imagem. Por meio de ferramentas de edição vetorial do ArcGIS, foram delimitadas digitalmente as áreas que se apresentavam homogêneas quanto a padrões de cor, tonalidade, textura e estrutura na imagem.





valores obtidos, foi possível estimar o estoque de carbono no solo em áreas cobertas por floresta em toda a área de estudo e para a área ocupada por cada tipo de solo.

**Tabela 1.** Quantidade média de carbono (C) no solo, em  $t\ ha^{-1}$ , na camada de 0 cm a 30 cm de profundidade para cada classe de solo no bioma Amazônia, conforme Fidalgo et al. (2007).

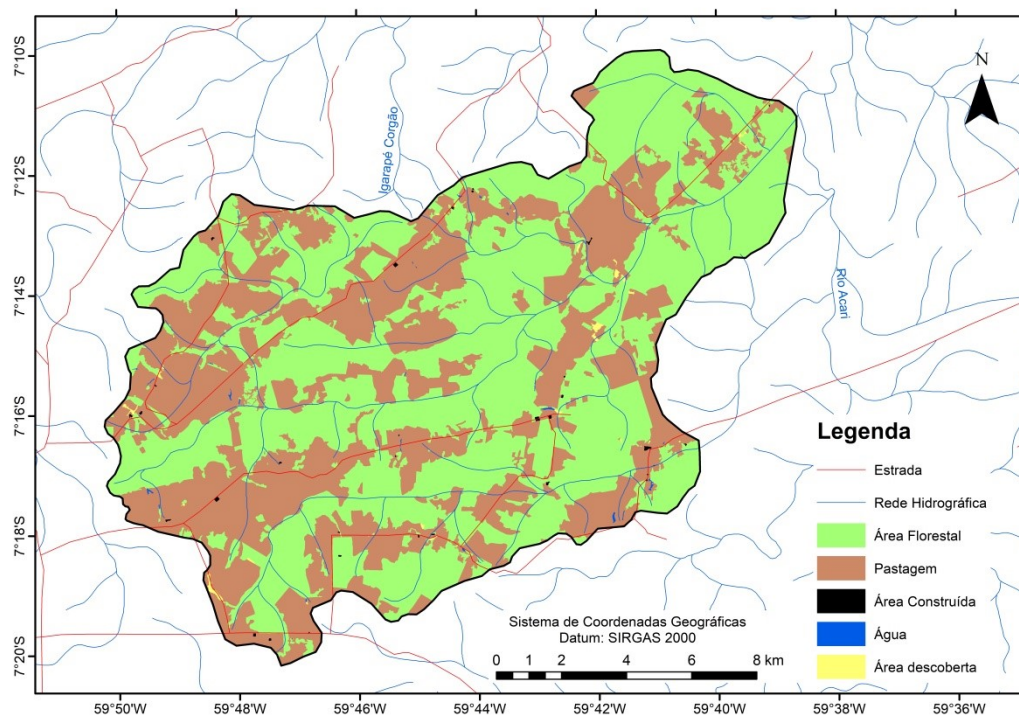
Classe de solo	Quantidade média de C ( $t\ ha^{-1}$ )
Gleissolo	55,6
Cambissolo	52,2
Latossolo	43,1
Argissolo	42,1
Neossolo Quartzarênico	40,4

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As classes de uso e cobertura das terras constatadas na área de estudo por meio da interpretação de imagem de satélite foram: áreas antrópicas não agrícolas (áreas construídas), áreas antrópicas agrícolas (pastagens e agricultura), áreas de vegetação natural (área florestal), água (águas continentais) e outras áreas (áreas descobertas). Áreas de agricultura foram incorporadas à classificação de pastagem, por sua baixa expressão na bacia hidrográfica (menor que 1%). Essas áreas estão representadas na Tabela 2 e Figura 2.

**Tabela 2.** Classes de uso e cobertura das terras observadas na área de estudo.

Padrão	Área (hectares)	%
Áreas de vegetação natural (área florestal)	13.020,55	58,50
Áreas antrópicas agrícolas (pastagem e agricultura)	9.156,29	41,13
Outras áreas (área descoberta)	47,05	0,21
Áreas antrópicas não agrícolas (área construída)	19,37	0,09
Água (águas continentais)	15,97	0,07
<b>Total</b>	<b>22.259,24</b>	<b>100</b>



**Figura 2.** Classes de uso e cobertura das terras na bacia hidrográfica em Apuí/AM.

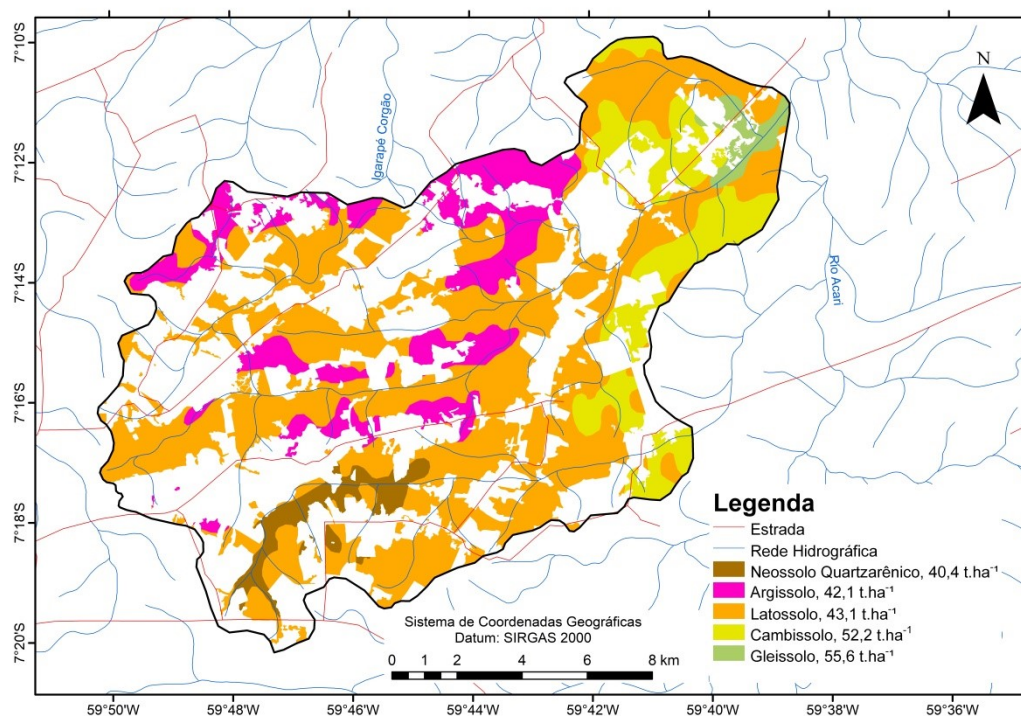
Observa-se a predominância de áreas com presença de floresta (58,50%) e de pastagem e agricultura (41,13%), sendo que as outras áreas foram pouco expressivas na bacia hidrográfica. As áreas de pastagem vêm crescendo, o que pode ser um reflexo de a região estar localizada no Arco do Desmatamento, onde a expansão agropecuária vem ganhando força. Boa parte dessa bacia já foi desmatada e as áreas com pastagem provavelmente destinam-se à criação de gado para corte e leite, coincidindo com a informação do WWF (2017) que cita essa atividade como a principal do município.

A bacia hidrográfica estudada apresentou cinco tipos de solo em área de floresta: Latossolo (64,70%), Argissolo (15,76%), Cambissolo (13,52%), Neossolo Quartzarênico (3,96%) e Gleissolo (2,06%). Por ter maior representação na área de estudo, a estimativa do total de estoque de carbono foi feita somente para os tipos de solos encontrados na floresta. (Tabela 3 e Figura 3).

O mapeamento do uso e cobertura das terras identificou que as áreas de floresta (13.020,55 ha) e de pastagem e agricultura (9.156,29 ha) predominam na bacia hidrográfica estudada. Nas áreas de floresta, destaca-se a presença do Latossolo. Apesar de não ser o tipo de solo que mais estoca carbono, por causa de suas proporções (8.423,60 ha) ele acaba sendo o maior responsável por estocar carbono na bacia (363.057,16 t ha<sup>-1</sup>).

**Tabela 3.** Classes de solos e estimativa do estoque de carbono no solo em área de floresta na área de estudo.

Tipo de solo	Área (hectares)	%	Estoque de carbono no solo na área de floresta (toneladas) – camada de 0 cm a 30 cm
Latossolo	8.423,60	64,70	363.057,16
Cambissolo	1.760,42	13,52	91.893,92
Argissolo	2.052,34	15,76	86.403,51
Neossolo Quartzarênico	515,36	3,96	20.820,54
Gleissolo	268,67	2,06	14.938,05
<b>Total</b>	<b>13.020,39</b>	<b>100</b>	<b>577.113,18</b>



**Figura 3.** Tipos de solo e estoque de carbono em área de floresta na bacia hidrográfica em Apuí/AM.

A área de estudo estoca 577.113,18 t de carbono no solo na camada de 0 cm a 30 cm de profundidade, considerando apenas as áreas cobertas por florestas. Essa é uma informação importante, principalmente diante da mudança pela qual a área da bacia hidrográfica vem passando, com a rápida substituição das áreas de floresta por pastagem, a qual pode alterar as condições climáticas, a estrutura do solo e a biodiversidade da área de estudo.

Em estudo sobre o impacto da conversão floresta–pastagem nos estoques e na dinâmica do carbono e das substâncias húmicas do solo no bioma Amazônia, na região Leste do Acre, Araújo et al. (2011) analisaram, na localidade A (Rio Branco), uma floresta original e duas



pastagens implantadas há 3 anos e 10 anos, e, na localidade B (Senador Guimard), uma floresta original e uma pastagem implantada há 20 anos. Nessa análise foi observado que os estoques de carbono no solo variaram de  $4,77 \text{ t ha}^{-1}$  a  $22,86 \text{ t ha}^{-1}$  em até 40 cm, e os maiores estoques foram encontrados nas pastagens mais antigas. Houve também decréscimo no estoque de carbono de cerca de  $6,5 \text{ t ha}^{-1}$  na pastagem mais nova.

A conversão de floresta para pastagem altera a quantidade do estoque de carbono no solo. É possível que haja decréscimo nos primeiros anos e aumento nos anos posteriores, sendo assim é possível que, com o tempo, áreas de pastagem cheguem a valores próximos ou até superiores aos que tinham antes de acontecer a conversão, superando o estoque de carbono que havia na floresta (Araújo et al., 2011). Esse mesmo padrão foi observado em outro estudo sobre a dinâmica do carbono na conversão de floresta para pastagens em Argissolos da Formação Geológica Solimões, no Sudoeste da Amazônia (Salimon et al., 2007), porém, segundo Campos et al. (2016) há outros trabalhos que apresentam o padrão inverso, e essa variação é uma possível consequência de os estudos serem feitos em diferentes áreas da região amazônica.

Araújo et al. (2011) verificaram que os maiores estoques de carbono ocorreram nas pastagens mais antigas, devido ao maior acúmulo de matéria orgânica proveniente das gramíneas. O carbono presente nas pastagens costuma diminuir com a profundidade, concentrando-se nas camadas superiores, e, em áreas de floresta, a maior parte do carbono encontra-se na biomassa da vegetação.

#### 4 CONCLUSÃO

A bacia hidrográfica estudada, localizada em Apuí/AM, apresentou como principais usos e coberturas da terra a área florestal, representando 58,50% da cobertura, seguida da área com pastagem e agricultura, com 41,13%. O estudo do estoque de carbono nesses usos torna-se importante para a região, principalmente por ela estar localizada no Arco do Desmatamento, onde vem crescendo a conversão de áreas de floresta em pastagem.

O tipo de solo predominante em área de floresta, na bacia estudada, foi o Latossolo, que consequentemente foi o tipo que mais estocou carbono na área. Com isso, identificar as práticas de manejo mais eficientes para esse tipo de solo é essencial para que o carbono presente no solo tenha maior estabilidade, e para que ocorra aumento na capacidade de reter água e outros nutrientes essenciais para as plantas e para a produção de biomassa.

Os dados sobre a estimativa total de carbono no solo em área de floresta possibilitaram analisar a importância dessa cobertura quanto ao estoque de carbono total na bacia. No entanto,





analisar os possíveis impactos da substituição da floresta por outro uso torna-se difícil, devido à falta de estudos referentes ao estoque de carbono no solo nos demais usos para esta região.

## 5 AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa concedida; ao Fundo Amazônia, pelo financiamento do projeto; e à Embrapa Territorial, pela possibilidade de desenvolvimento deste trabalho.

## 6 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, E. A. de.; KER, J. C.; MENDONÇA, E. de S.; SILVA, I. R. da; OLIVEIRA, E. K. Impacto da conversão floresta - pastagem nos estoques e na dinâmica do carbono e substâncias húmicas do solo no bioma Amazônico. **Acta Amazonica**, v. 41, n. 1, p. 103-114, 2011.

CAMPOS, M. C. C.; SOARES, M. D. R.; NASCIMENTO, M. F.; SILVA, D. M. P. Estoque de carbono e agregados em Cambissolo sob diferentes manejos no sul do Amazonas. **Revista Ambiente e Água**, v. 11, n. 2, p. 339-349, abr. 2016.

CARRERO, G. C. **A cadeia produtiva da carne bovina no Amazonas**. Manaus: Idesam, 2015. 44 p.

FEARNSIDE, P. M. Environment services as a strategy for sustainable development in rural Amazonia. **Ecological Economics**, v. 20, n. 1, p. 53-70, 1997.

FIDALGO, E. C. C.; BENITES, V. de M.; MACHADO, P. L. O. de A.; MADARI, B. E.; COELHO, M. R.; MOURA, I. B. de; LIMA, C. X. de. **Estoque de carbono nos solos do Brasil**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007. 26 p. (Embrapa Solos. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 121).

IBGE. **IBGE cidades**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/apui/panorama>>. Acesso em: 07 fev. 2019.

IBGE. **Manual técnico de uso da terra**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>>. Acesso em: 28 jan. 2019.

MAPA de solos da área piloto de Apuí – Amazonas: folha: Vila Apuí. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 1 mapa color. Escala 1:100.000. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/108734/1/Solos-da-Folha-de-Vila-Apui-da-Area-Piloto-de-Apui.pdf>>. Acesso em: 01 mar. 2019.

NEPSTAD, D. **The Amazons vicious' cycle**: drought and fire in the greenhouse. Ecological and climatic tipping points of the worlds' largest tropical rainforest, and practical preventive measures. Gland Switzerland: WWF international, 2007. 24 p. (A report to the World Wide Fund for Nature). Disponível em: <[assets.panda.org/downloads/amazonas\\_eng\\_04\\_12b\\_web.pdf](https://assets.panda.org/downloads/amazonas_eng_04_12b_web.pdf)>. Acesso em: 01 mar. 2019.

NOBRE, A. D. **O futuro climático da Amazônia: relatório de avaliação científica**. São José dos Campos: ARA; CCST-INPE; INPA, 2014. 42 p.

RAWLS, W. J.; PACHEPSKY, Y. A.; RITCHIE, J. C.; SOBECKI, T. M.; BLOODWORT, H. Effect of soil carbon on soil water retention. **Geoderma**, Amsterdam, v. 116, n. 61-76, 2003.



SALIMON, C. I.; WADT, P. G. S.; MELO, A. W. F. Dinâmica do carbono na conversão de floresta para pastagens em Argissolos da Formação Geológica Solimões, no Sudoeste da Amazônia. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 7, n. 1, p. 29-38, 2007.

SCHOLES, R. J.; MONTEIRO, P. M. S.; SABINE, C. L.; CANADELL, J. G. Systematic long-term observations of the global carbon cycle **Trends in Ecology & Evolution**, Amsterdam, v. 24 , n. 8, p. 427-430, 2009.

WWF (Brasil). **Perfil socioeconômico e ambiental do sul do estado do Amazonas**: subsídios para análise da paisagem. Brasília, DF: WWF-Brasil, 2017. 56 p.

ZHANG, S. L.; SIMELTON, E.; LOVDAHL, L.; GRIP, H.; CHEN, D. L. Simulated long-term effects of different soil management regimes on the water balance in the Loess Plateau. China. **Field Crop Research**, v. 100, p. 311-319, 2007.