



## **DINÂMICA DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DAS ÁREAS DESFLORESTADAS NO ESTADO DO PARÁ**

### **RELATÓRIO DE PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA (PIBIC/INPE/CNPq)**

Gabriel Maximo da Silva (UFRA, Bolsista PIBIC/CNPq)  
E-mail: gabrielmaximo04@gmail.com

Marcos Adami (CRA/INPE, Orientador)  
E-mail: marcos.adami@inpe.br

#### **COLABORADORES**

Luiz Ferreira Neto (CRA/INPE)

Julho de 2017



## **DINÂMICA DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA DAS ÁREAS DESFLORESTADAS NO ESTADO DO PARÁ**

Relatório de projeto de iniciação científica (PIBIC/CNPq/INPE), referente ao período da bolsa vigente como requisito obrigatório para a conclusão da bolsa.

INPE  
Belém – Pará  
Julho de 2017

## RESUMO

As mudanças no uso do solo têm despertado atenção eminente em todo o mundo. O risco às mudanças não se deve apenas pelo clima, mas também às interações sinérgicas com as ameaças existentes não relacionadas às mudanças climáticas, tais como a mudanças do uso e cobertura da terra, fragmentação da floresta e fogo. Objetiva analisar a dinâmica de mudança de uso da terra em Paragominas por meio de matrizes de transição, assim como obter mapas de uso e cobertura da região em uma série histórica para inter-relacionar os diferentes anos para identificar as classes mais vulneráveis às mudanças e as que possuem maior permanência na área estudada. Além de analisar o uso da terra em Paragominas em 2014, associado aos dados de relevo e caracterização dos solos da região, assim como obter mapas de uso e cobertura para inter-relacionar os dados a fim de identificar as classes e o comportamento do relevo em relação ao uso do solo. O mapa de uso e cobertura da terra foi gerado com base nos dados obtidos através do Projeto TerraClass, e utilizadas ferramentas de sensoriamento remoto e geoprocessamento para extrair dados dos mapas e dar prosseguimento ao estudo. Observou-se que em 2014, 4,62% do total da área de Paragominas era composta por áreas de Agricultura, 19,60% por pastagem e 13,44% por Vegetação Secundária. O relevo médio na classe de Agricultura não apresenta uma grande amplitude no intervalo de variação, quando comparado à classe de Vegetação Secundária. Em todas as classes de uso do solo, o Latossolo Amarelo é presente em maior área.



## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>3</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>5</b>
1.1 ÁREA DE ESTUDO .....	6
<b>2 OBJETIVO DO TRABALHO.....</b>	<b>7</b>
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TERÓRICA.....</b>	<b>7</b>
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>9</b>
4.1 MATRIZ DE TRANSIÇÃO DETALHADA.....	10
<b>5 ANÁLISE E RESULTADOS.....</b>	<b>11</b>
<b>6 CONCLUSÕES .....</b>	<b>18</b>
<b>7 TRABALHOS PUBLICADOS RELACIONADOS COM O PIBIC.....</b>	<b>19</b>
<b>8 BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>20</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As mudanças no uso do solo têm despertado atenção eminente em todo o mundo. Segundo Pimentel (2014) isso se deve ao acelerado processo de mudanças das últimas décadas, assim como aos possíveis impactos ambientais e socioeconômicos que estas mudanças podem acarretar, que causam preocupações desde o nível local até o global do meio ambiente e da sociedade.

A Amazônia pode ser categorizada como uma região sob grande risco devido à variabilidade e mudança do clima. O risco não se deve apenas à mudança prevista para o clima, mas também às interações sinérgicas com as ameaças existentes não relacionadas às mudanças climáticas, tais como a mudanças do uso e cobertura da terra, fragmentação da floresta e fogo (MARENGO, 2009).

A importância da região nas mais diversas áreas de pesquisa demonstra o quanto a Amazônia afeta o equilíbrio da América do Sul e, dependendo da escala utilizada, do planeta. A biodiversidade, a riqueza mineral, os recursos hídricos, o sequestro de carbono e o transporte de energia na atmosfera são recursos e processos importantes da região (NÓBREGA, 2014).

Algumas projeções têm mostrado que ao longo das próximas décadas há risco de que uma mudança abrupta e irreversível ocorra em parte ou talvez em toda a Amazônia, com a substituição das florestas por vegetação do tipo savana, com perda de biodiversidade em grande escala e dos meios de subsistência dos povos da região, além de impactos no clima das regiões adjacentes.

Entretanto, há ainda grandes incertezas sobre esses possíveis cenários futuros (MARENGO, 2009). Dessa forma, segundo Fearnside (2006), os impactos que possam vir a ocorrer, dentre os que já são perceptíveis, incluem a perda de oportunidades para o uso sustentável da floresta, incluindo a produção de mercadorias tradicionais tanto por manejo florestal para madeira como por extração de produtos não-madeireiros. O desmatamento, também, sacrifica a oportunidade de capturar o valor dos serviços ambientais da floresta.

A área de estudo possui histórico de ocupação agropecuária marcada por uma grande quantidade de áreas degradadas, fazendo com que o plantio de espécies florestais

surja como uma alternativa à recuperação do potencial produtivo dessas áreas e uma atividade econômica de base florestal (PINTO et al., 2009).

## 1.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de Paragominas está localizado na mesorregião do Sudeste Paraense, mantendo limites com os municípios de Ipixuna do Pará e Nova Esperança do Piriá ao Norte, o estado do Maranhão ao Leste, os municípios de Dom Eliseu, Ulianópolis e Goianésia do Pará ao Sul, e por fim, ao oeste, apenas o município de Ipixuna do Pará. A sede municipal possui as seguintes coordenadas 03° 00' 00" S e 47° 21' 30" W gr. Possui uma área de 19.342,254 km<sup>2</sup> (IBGE, 2016), sendo um dos municípios com maiores focos principalmente na questão do desflorestamento e reflorestamento na região amazônica. O clima é classificado como Aw, conforme Köppen, considerado como quente e úmido, com média anual da temperatura máxima de 33° C apresentando flutuação mensal entre 30 e 34° C e a mínima anual de 22° C com flutuação mensal entre 21 e 23° C (BASTOS, 2006).

O processo de ocupação deu-se início na década de 1960, por meio de diversas atividades econômicas como a pecuária extensiva, exploração de madeira, e a mineração de bauxita. Estes fatores influenciaram fortemente pelo crescente desmatamento de 44% de seu território (8.600 km<sup>2</sup>) até 2010 (MARTINS et al., 2013). Além disso, com a alarmante taxa de desflorestamento em 2008, Paragominas foi incluído na lista do Ministério do Meio Ambiente (MMA) como um dos municípios que mais desmatam na Amazônia (Brasil, 2008). Em vista disso, o município passou a sofrer algumas ações do Ministério do Meio Ambiente para intensificar o controle do desmatamento.

Entretanto, Paragominas adotou medidas como o Cadastro Ambiental Rural, que facilitou a fiscalização das áreas desmatadas, e conseqüentemente, os órgãos ambientais de fiscalização pressionaram para que o município se recompusesse do passivo ambiental gerado pelo desmatamento. Com isso, o município lançou seu projeto denominado "Paragominas: Município Verde" (JAYNE et al., 2011), em parcerias com diversas instituições

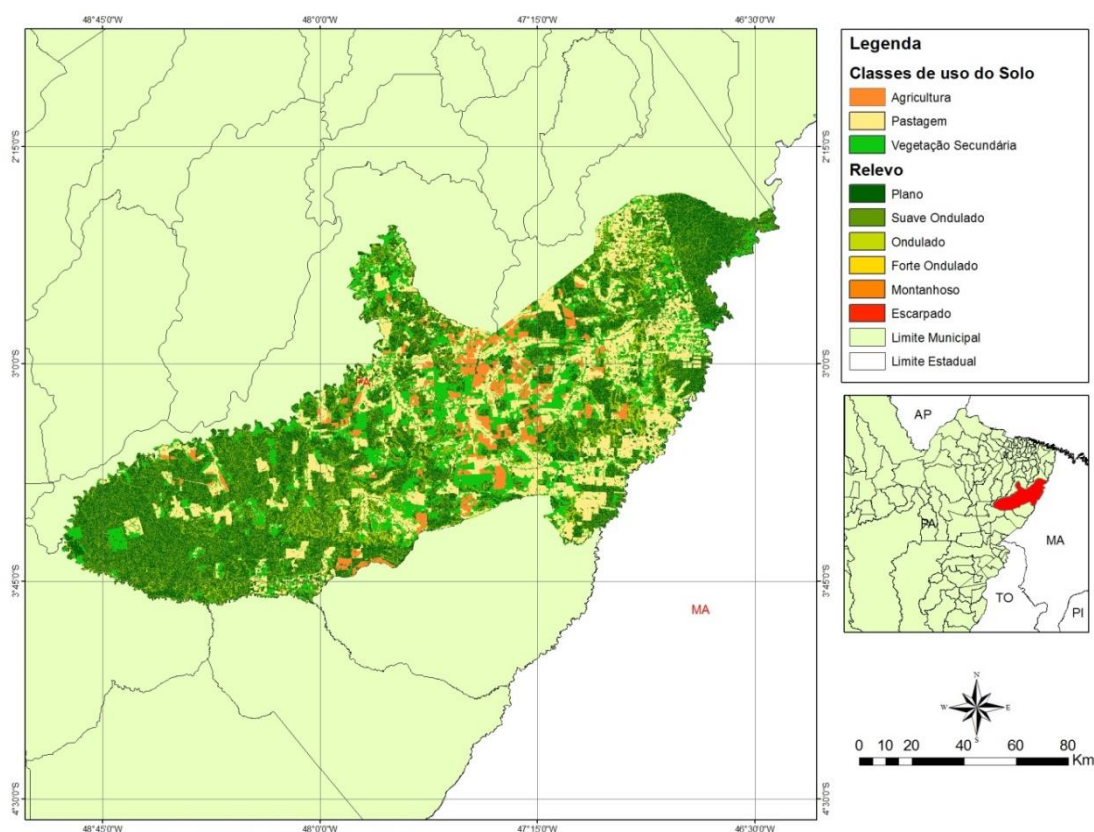


Figura 1. Localização da Área de Estudo

## 2 OBJETIVO DO TRABALHO

O presente trabalho objetiva analisar a dinâmica de mudança de uso da terra em Paragominas por meio de matrizes de transição, assim como obter mapas de uso e cobertura da região em uma série histórica para inter-relacionar os diferentes anos para identificar as classes mais vulneráveis às mudanças e as que possuem maior permanência na área estudada. Também objetiva-se analisar o uso da terra em Paragominas em 2014 associadas aos dados de relevo e caracterização dos solos da região, assim como obter mapas de uso e cobertura da região para inter-relacionar os dados a fim de identificar as classes mais vulneráveis o comportamento do relevo em relação ao uso do solo.

## 3 FUNDAMENTAÇÃO TERÓRICA

O desflorestamento na Amazônia tem sido um dos principais problemas ambientais sofrido pela sociedade. Até o ano de 2014, as áreas desflorestadas na Amazônia corresponderam a 762.464 km<sup>2</sup>, cujas áreas de pastagens são as de maior abrangência, totalizando aproximadamente 458.000 km<sup>2</sup>, distribuídos em 337.000 km<sup>2</sup> de

pasto limpo, 60.000 km<sup>2</sup> de pasto sujo, 42.000 km<sup>2</sup> de regeneração com pasto e 63 km<sup>2</sup> de pasto com solo exposto. As áreas de agricultura anual totalizaram aproximadamente 45.000 km<sup>2</sup> (TERRACLASS, 2014).

O desflorestamento pode ser parcialmente justificado pelo modelo histórico antigo de ocupação desordenada da Amazônia através da abertura de estradas e políticas de integração (CUNHA et al., 2002). Devido a esta importância histórica, para entender o desflorestamento na região é importante analisar a conjuntura do desmatamento, verificando por meio de imagens de satélite classificadas em classes de uso e ocupação do solo para entender a dinâmica de uso da terra após o desflorestamento.

As florestas tropicais têm sido submetidas à perda de boa parte de sua composição biótica pela alta taxa de desflorestamento e degradação de seus ambientes, acelerados pelo progresso da civilização, seja através da obtenção de matérias primas diversas, ou seja, pela substituição por sistema de produção ou, ainda, devido ao desenvolvimento de áreas urbanas (BIANCHI, 2009). O processo de conversão das áreas florestais em agropecuárias caracteriza-se pelo elevado prejuízo econômico, pela perda de biodiversidade, pelos danos ao solo e pela emissão de carbono (PASSOS; BRAZ, 2004).

O Projeto TerraClass permite por meio do mapeamento, entender a dinâmica de uso e cobertura do solo da Amazônia legal Brasileira e com estes resultados é possível fazer uma avaliação da dinâmica do uso e ocupação das áreas desflorestadas de 2004 a 2014 (INPE, 2016), o projeto gera dados “especialmente explícitos” que qualificam os desflorestamentos na região em 15 categorias distintas (ALMEIDA et al., 2016). Dessa forma, os métodos de classificação de imagens multitemporais utilizam toda a informação contida numa sequência de imagens, e procuram explorar a correlação temporal entre elas, sendo imprescindível para o monitoramento constante de áreas com diferentes formas de uso do solo. Segundo Graça (2008), o processo de monitoramento do território aliado às técnicas de sensoriamento remoto, permite detectar mudanças de uso do solo podendo ser uma ferramenta no combate ao desmatamento.

Segundo Barbieri (2010) a utilização dos sistemas complexos é reconhecida pela interdisciplinaridade que permeia os campos da antropologia à física. Esses sistemas são denominados complexos devido sua composição permitir a interação entre seus elementos e meio ambiente. Não é suficiente compreender esse sistema apenas pelo



comportamento individual dos elementos, é imprescindível entender essa dinâmica de influência mútua para gerar o comportamento do sistema em nível integral.

A Teoria dos grafos é frequentemente utilizada para simular mudanças no uso e cobertura da terra, permitindo analisar essa dinâmica, tornando-se possível verificar a tendência e a persistência dessas coberturas (MONDAL et al., 2016). É perceptível que as taxas de transição não são constantes ao longo do tempo, demonstrando que o sistema não é estático e isso ocorre devido a variáveis climatológicas, socioeconômicas e políticas que interferem na dinâmica de uso e cobertura do solo (WALKER, 2004).

Barbieri (2010) em sua análise, definiu que a teoria das redes complexas difere da teoria dos grafos em três básicos aspectos: i) modelagem de redes reais, através da inserção de dados empíricos no sistema; ii) a estrutura da rede é modificada, permitindo que seu sistema não seja estático, evoluindo no tempo; iii) constituem estruturas onde processos dinâmicos podem ser simulados.

É importante ressaltar que a Cadeia de Markov permite a análise da probabilidade de transição entre classes de cobertura da terra, dependendo apenas do estado atual do sistema (ROBINSON, 1978), essa cadeia pode ser descrita como uma sequência temporal de variáveis aleatórias que correspondem ao estado de um determinado sistema, aqui referindo-se a um tipo específico de uso e cobertura do solo. Assim, o estado da cadeia em um determinado tempo depende apenas do estado no tempo anterior (CHING e NG, 2006). Já a rede complexa considera todos os anos num intervalo de tempo maior, não dependendo apenas da variação de tempo, apenas a do período anterior. Caracterizam também as estruturas das ligações das redes, que são importantes na análise dos processos dinâmicos do sistema.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Para este estudo, utilizou-se dados oriundos do projeto TerraClass para os anos de 2004, 2008, 2010, 2012, 2014. Através dos dados obtidos, foram gerados mapas de uso da terra para todos os anos, utilizando as próprias classes do Projeto. Os dados são derivados de imagens de alta resolução Landsat-5 TM, e MODIS através de classificação supervisionada (Almeida *et al.*, 2016; Coutinho *et al.*, 2013)

## 4.1 MATRIZ DE TRANSIÇÃO DETALHADA

A matriz de transição detalhada, ou tabulação cruzada, é um método utilizado para identificar as transições de classes entre diferentes anos, ou seja, persistências, perdas e ganhos entre cada classe em transição de um ano  $T_1$  para um ano  $T_2$ , auxiliando a interpretação da dinâmica de mudanças ocorridas em determinado período estudado (PONTIUS JR. et al., 2004).

A representação da mudança de uso do solo é feita por  $C_{ji}$  dada, em  $\text{km}^2$ , da classe  $i$ , sendo que as classes  $j$ , nas linhas, representam o momento 1, e as classe  $i$ , nas colunas o momento 2. Os valores  $C_{ii}$  correspondem à persistência da classe, verificados na diagonal principal da matriz, de forma descendente. Portanto, os valores fora da diagonal principal indicam uma transição da classe no tempo  $j$  para o tempo  $i$ . A notação da coluna  $\sum_{i=1}^n C_{1+}$  ‘Total momento 1’ corresponde ao total da classe 1 no momento 1, em outras palavras, à soma de todos valores  $C_{ji}$  ao longo de  $j$ , totalizando a classe 1, o mesmo funcionando para a linha total momento 2.

Figura 1. Matriz de transição para dois tempos distintos

		Tempo 1						
Tempo 2	CLASSES	Floresta	Não Floresta	Agricultura	Não Observado	Desflorestamento	Total tempo 2	Ganho
	Floresta	$C_{11}$	$C_{12}$	$C_{13}$	$C_{14}$	$C_{15}$	$\sum_{i=1}^n C_{1+}$	$\sum_{i=1}^n C_{1+} - C_{11}$
	Não Floresta	$C_{21}$	$C_{22}$	$C_{23}$	$C_{24}$	$C_{25}$	$\sum_{i=1}^n C_{2+}$	$\sum_{i=1}^n C_{2+} - C_{22}$
	Agricultura	$C_{31}$	$C_{32}$	$C_{33}$	$C_{34}$	$C_{35}$	$\sum_{i=1}^n C_{3+}$	$\sum_{i=1}^n C_{3+} - C_{33}$
	Não observado	$C_{41}$	$C_{42}$	$C_{43}$	$C_{44}$	$C_{45}$	$\sum_{i=1}^n C_{4+}$	$\sum_{i=1}^n C_{4+} - C_{44}$
	Desflorestamento	$C_{51}$	$C_{52}$	$C_{53}$	$C_{54}$	$C_{55}$	$\sum_{i=1}^n C_{5+}$	$\sum_{i=1}^n C_{5+} - C_{55}$
	Total tempo 1	$\sum_{j=1}^n C_{+1}$	$\sum_{j=1}^n C_{+2}$	$\sum_{j=1}^n C_{+3}$	$\sum_{j=1}^n C_{+4}$	$\sum_{j=1}^n C_{+5}$		
Perda	$\sum_{j=1}^n C_{+1} - C_{11}$	$\sum_{j=1}^n C_{+2} - C_{21}$	$\sum_{j=1}^n C_{+3} - C_{31}$	$\sum_{j=1}^n C_{+4} - C_{41}$	$\sum_{j=1}^n C_{+5} - C_{51}$			

Fonte: Adaptado de Pontius Jr. et al. (2004).

## 5 ANÁLISE E RESULTADOS

Como resultados foram obtidos tabelas com matrizes de transição (Tabelas 1, 2, 3 e 4) durante o período em estudo. As matrizes de transição demonstram parte da dinâmica da área através da persistência que ocorre entre as classes de uso e cobertura da terra entre um intervalo de tempo, conforme recomendado por Pontius, *et al.*, (2004).

Tabela 1. Matriz de Transição dos anos 2004 a 2008 (Km<sup>2</sup>)

		2004															
	CLASSES	Floresta	Não Floresta	Agricultura	Não Observado	Desflorestamento	Outros	Mineração	Reg. Com Pasto	Pasto Sujo	Pasto Limpo	Área Urbana	Hidrografia	Vegetação Secundária	Mosaico de Ocupações	SOMA	
2008	Floresta	10763,3358	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10763,336
	Não Floresta	0	6,948	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,948
	Agricultura	27,7056	0	123,1497	52,3467	21,771	1,0251	0	16,2567	15,8679	154,6173	0	0	37,2645	0,0018	450,0045	
	Não observado	273,7359	0	29,2932	577,3338	48,7548	10,2789	0	230,4117	111,5694	649,404	0	0	439,1622	14,2911	2369,9439	
	Desflorestamento	55,2735	0	0	0	55,2735	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110,547
	Outros	0,8388	0	0	0,0261	0,0522	0,5049	0	0,4275	0,0342	0,27	0	0	2,6856	0,1107	4,8393	
	Mineração	0,0441	0	0	0	0	0	0	0,4842	0,0072	2,25	0	0	3,8646	0	6,6501	
	Reg. Com Pasto	19,8117	0	0	26,8362	7,3836	1,2258	0	26,6193	31,2021	61,0884	0	0	48,8349	0,9747	223,002	
	Pasto Sujo	61,7787	0	1,8405	136,8153	24,3333	4,3128	0	81,8685	58,2462	279,6885	0	0	63,5382	2,7144	712,422	
	Pasto Limpo	205,461	0	14,0859	371,7459	109,0638	13,3461	0	123,5943	144,4923	1659,6819	0	0	129,5307	8,1693	2771,0019	
	Área Urbana	0	0	0	4,8357	0	0	0	0,0999	1,8405	2,5839	13,5153	0	0,1215	0	22,9968	
	Hidrografia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48,7431	0	0	48,7431	
	Vegetação Secundária	80,9568	0	1,2186	271,917	25,9362	5,0265	0	199,0539	42,6816	104,3433	0	0	1269,7713	3,6414	2000,9052	
	Mosaico de Ocupações	11,0241	0	0	0,0072	0,99	0,1809	0	5,4846	0,315	0,009	0	0	2,034	2,2662	20,0448	
<b>TOTAL</b>	<b>11499,966</b>	<b>6,948</b>	<b>169,5879</b>	<b>1441,8639</b>	<b>293,5584</b>	<b>35,901</b>	<b>0</b>	<b>684,3006</b>	<b>406,2564</b>	<b>2913,9363</b>	<b>13,5153</b>	<b>48,7431</b>	<b>1996,8075</b>	<b>32,1696</b>	<b>19511,384</b>		

Tabela 2. Matriz de Transição dos anos 2008 a 2010 (Km<sup>2</sup>)

		2008														
	CLASSES	Floresta	Não Floresta	Agricultura	Não Observado	Desflorestamento	Outros	Mineração	Reg. Com Pasto	Pasto Sujo	Pasto Limpo	Área Urbana	Hidrografia	Vegetação Secundária	Mosaico de Ocupações	SOMA
2010	Floresta	10651,8555	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10651,8555
	Não Floresta	0	6,948	0	71,7723	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78,7203
	Agricultura	0,9333	0	425,4273	0	1,7964	0,1629	0	3,7593	29,5641	141,8364	0	0	8,4717	0	611,9514
	Não observado	0	0	0	2384,2494	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2384,2494
	Desflorestamento	64,2987	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64,2987
	Outros	0	0	0	5,4369	0,1656	3,7503	0	0,0513	0,972	23,1696	0	0	0,1431	0	33,6888
	Mineração	2,4894	0	0,3573	3,8277	0	0	6,642	0	0,2331	2,6496	0	0	1,8891	0	18,0882
	Reg. Com Pasto	15,7014	0	3,2985	234,855	26,6328	0,1854	0	29,7882	122,6322	566,0424	0	0	6,9147	1,9899	1008,0405
	Pasto sujo	2,1789	0	0	63,2862	4,7151	0	0	6,0606	10,9332	328,329	0	0	2,0466	0,9765	418,5261
	Pasto Limpo	19,0458	0	2,4057	788,4621	14,1381	0,5967	0	27,2628	276,21	1508,67	0	0	45,1764	0,8316	2682,7992
	Área Urbana	0	0	0	3,2724	0	0	0	0,3636	0,3132	2,1303	22,9968	0	0,0702	0	29,1465
	Hidrografia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48,7431	0	0	48,7431
	Vegetação Secundária	1,7748	0	0	1103,3235	1,5084	0,2367	0	130,4793	239,7663	54,5724	0	0	1882,2195	16,8147	3430,6956
	Mosaico de Ocupações	2,8791	0	0,1656	2,007	3,5982	0	0	0,0126	0,0729	2,3706	0	0	0,0855	1,3941	12,5856
<b>TOTAL</b>	<b>10761,1569</b>	<b>6,948</b>	<b>431,6544</b>	<b>4660,4925</b>	<b>52,5546</b>	<b>4,932</b>	<b>6,642</b>	<b>197,7777</b>	<b>680,697</b>	<b>2629,7703</b>	<b>22,9968</b>	<b>48,7431</b>	<b>1947,0168</b>	<b>22,0068</b>	<b>21473,3889</b>	



Tabela 3. Matriz de Transição dos anos 2010 a 2012 (Km<sup>2</sup>)

		2010																
	CLASSES	Floresta	Não Floresta	Agricultura	Não Observado	Desflorestamento	Outros	Mineração	Reg. Com Pasto	Pasto Sujo	Pasto Limpo	Área Urbana	Hidrografia	Vegetação Secundária	Mosaico de Ocupações	Reflorestamento	SOMA	
2012	Floresta	10608,7221	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10608,7221
	Não Floresta	0	6,948	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,948
	Agricultura	0,0855	0	630,2853	25,6266	1,1772	0,0765	0,0558	16,3548	6,3135	87,4089	0	0	0	67,6755	0,1881	1,1025	836,3502
	Não observado	0	6,948	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,948
	Desflorestamento	15,8949	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15,8949
	Outros	0,0018	0	0,1512	0,387	0,0027	1,9143	0,0216	1,2465	0,7074	1,7082	0	0	0	2,0349	0,0387	0,198	8,4123
	Mineração	2,7153	0	0	0,0504	0,6597	0,0369	17,0082	2,295	0,0027	3,3336	0	0	0	4,6134	0	0	30,7152
	Reg. Com Pasto	2,6037	0	0	9,4194	8,1378	1,6938	0,0081	81,144	16,1685	84,2166	0	0	0	75,942	2,4993	0,0999	281,9331
	Pasto Sujo	0,8802	0	0	10,4184	5,1615	0,3906	0	99,6867	34,8282	104,2659	0	0	0	77,8275	1,179	0,0207	334,6587
	Pasto Limpo	5,0706	0	0	89,2908	6,7572	16,0947	0,1332	349,8552	206,9244	1588,5711	0	0	0	306,4041	4,4685	0,2538	2573,8236
	Área Urbana	0	0	0,1539	0	0	0	0	0,0189	0	1,3716	29,1465	0	0	0,0423	0	0	30,7332
	Hidrografia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48,7431	0	0	0	0	48,7431
	Vegetação Secundária	7,5609	0	0	33,7419	30,9141	4,6368	0,009	178,2441	34,0083	166,8186	0	0	0	2288,133	2,916	2,0655	2749,0482
	Mosaico de Ocupações	0,7146	0	0	0,0369	1,809	0,054	0	0,648	0,1602	0,1062	0	0	0	2,88	0,3114	0	6,7203
	Reflorestamento	0	0	23,5602	1,4013	0,0612	0	0	25,2648	2,3598	54,027	0	0	0	17,9541	0	127,4346	252,063
		<b>TOTAL</b>	<b>10644,2496</b>	<b>13,896</b>	<b>654,1506</b>	<b>170,3727</b>	<b>54,6804</b>	<b>24,8976</b>	<b>17,2359</b>	<b>754,758</b>	<b>301,473</b>	<b>2091,8277</b>	<b>29,1465</b>	<b>48,7431</b>	<b>2843,5068</b>	<b>11,601</b>	<b>131,175</b>	<b>17791,7139</b>

Tabela 4. Matriz de Transição dos anos 2012 a 2014 (Km<sup>2</sup>)

		2012															
	CLASSES	Floresta	Não Floresta	Agricultura	Não Observado	Desflorestamento	Outros	Mineração	Reg. Com Pasto	Pasto Sujo	Pasto Limpo	Área Urbana	Hidrografia	Vegetação Secundária	Mosaico de Ocupações	Reflorestamento	SOMA
2014	Floresta	10565,424	0	0,0792	0	0	0	0	0,0009	0	0,3312	0	0	0,8406	0	0,0585	10566,7344
	Não Floresta	0	6,948	0	6,948	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,896
	Agricultura	0,6669	0	602,3268	0	1,4283	0,1161	0	8,145	20,475	145,458	0	0	45,6768	0	2,3832	826,6761
	Não observado	1,5354	0	45,0684	0	6,0201	1,7001	29,5758	41,319	61,2441	285,5277	0	0	307,7442	0,0801	18,1467	797,9616
	Desflorestamento	10,8846	0	0,0063	0	0	0	0	0,0072	0,0495	0,2367	0	0	1,8144	0	0,0126	13,0113
	Outros	0,0324	0	0,0324	0	0	1,6668	0	0,2394	0,3645	2,3499	0	0	1,7064	0,0108	0,252	6,6546
	Mineração	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0117	0	0,0765	0,0882
	Reg. com pasto	0,6003	0	8,8236	0	0,6642	0,1719	0	42,4116	28,4634	61,3764	0	0	197,5662	1,2717	9,8946	351,2439
	Pasto Sujo	0,711	0	14,0832	0	0,6435	0,1926	0	48,8952	38,9628	149,6079	0	0	135,4482	0,3474	15,6474	404,5392
	Pasto Limpo	25,0848	0	140,2137	0	5,1471	3,7863	1,1304	86,8077	155,3337	1836,6984	0	0	350,2296	0,8856	21,2013	2626,5186
	Área Urbana	0,0027	0	4,1076	0	0,0117	0	0	0,0054	0,0009	4,1526	30,7332	0	0	0	0,3015	39,3156
	Hidrografia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48,7431	0	0	0	48,7431
	Vegetação Secundária	3,5559	0	0	0	1,2519	0,6858	0,009	48,3489	25,7391	67,4478	0	0	1664,1171	2,2923	15,849	1829,2968
	Mosaico de Ocupações	0,1584	0	0,7749	0	0,7398	0,0459	0	5,0724	3,0699	12,8853	0	0	18,9027	1,8324	1,3338	44,8155
	Reflorestamento	0,0657	0	0,5229	0	0	0,0351	0	0,6804	0,9558	7,7517	0	0	24,5601	0	166,9059	201,4776
		<b>TOTAL</b>	<b>10608,7221</b>	<b>6,948</b>	<b>816,039</b>	<b>6,948</b>	<b>15,8949</b>	<b>8,4123</b>	<b>30,7152</b>	<b>281,9331</b>	<b>334,6587</b>	<b>2573,8236</b>	<b>30,7332</b>	<b>48,7431</b>	<b>2748,618</b>	<b>6,7203</b>	<b>252,063</b>

Nas figuras 2, 3,4 e 5 é possível observar o comportamento da dinâmica do uso da terra, demonstrando o ganho e perda entre as classes de uso em diferentes anos. Em classes onde não há perda nem ganho de área, é então expressa pela permanência, devido a classe não sofrer qualquer tipo de transição durante o período analisado. É também possível observar que a classe de Floresta apenas possui perda em todos os períodos, isso pode ser justificado devido as área terem a capacidade de retornar a classificação de floresta novamente após sua transição para outra classe, tornando-a mais suscetível a perda de integridade. Significativas mudanças que podem gerar grandes impactos no meio ambiente podem ser observadas nas figuras 3 e 4, como a elevada perda de vegetação secundária e o considerável aumento na área de pasto limpo.

Figura 2 – Dinâmica do uso da terra em relação aos anos de 2004 e 2008. Dados do projeto TerraClass.

## Dinâmica do uso da terra em 2008

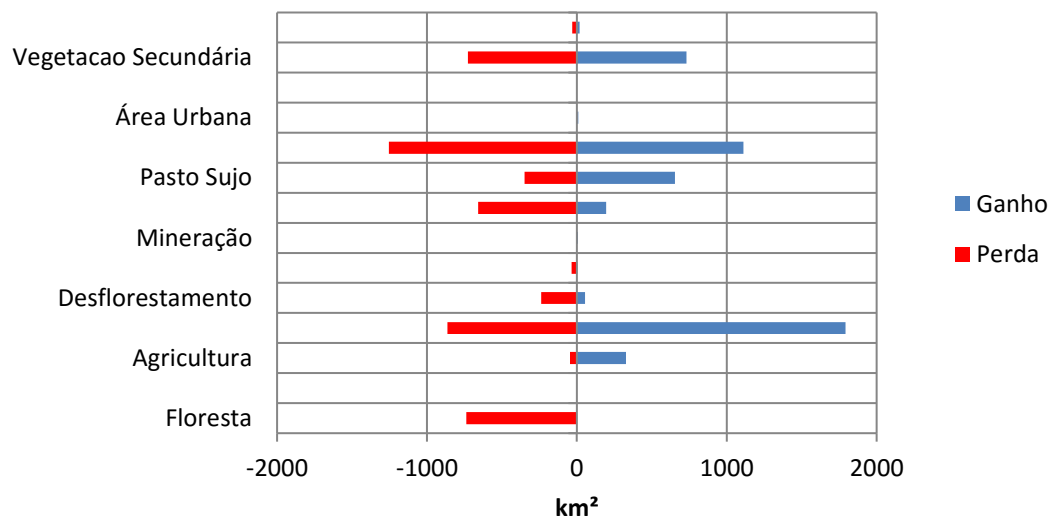


Figura 3 - Dinâmica do uso da terra em relação aos anos de 2008 e 2010. Dados do projeto TerraClass.

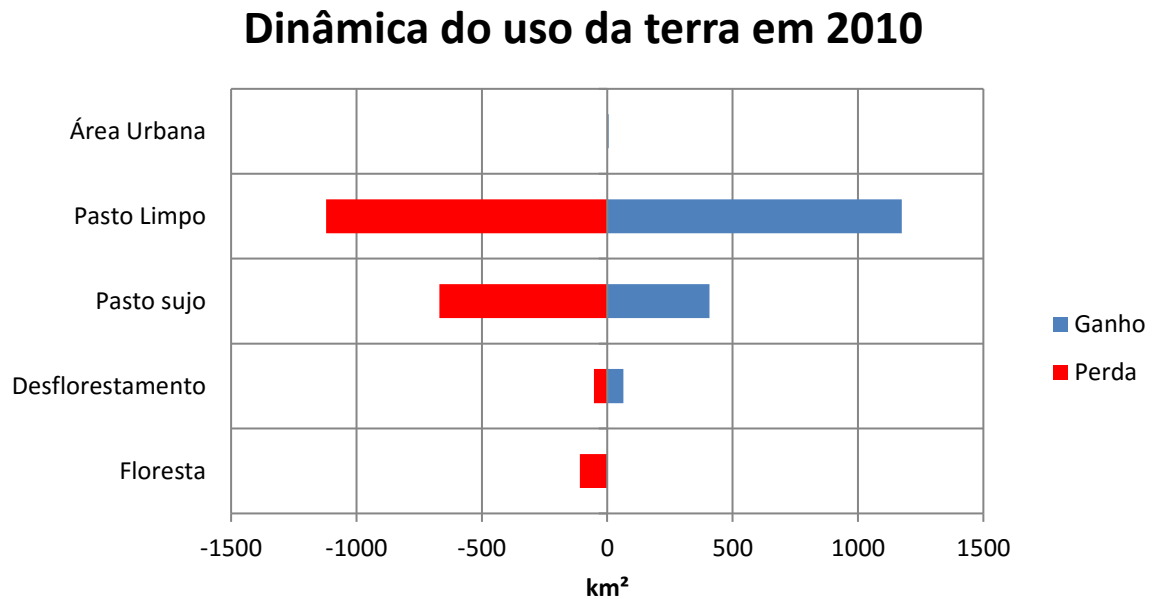


Figura 4 - Dinâmica do uso da terra em relação aos anos de 2010 e 2012. Dados do projeto TerraClass.

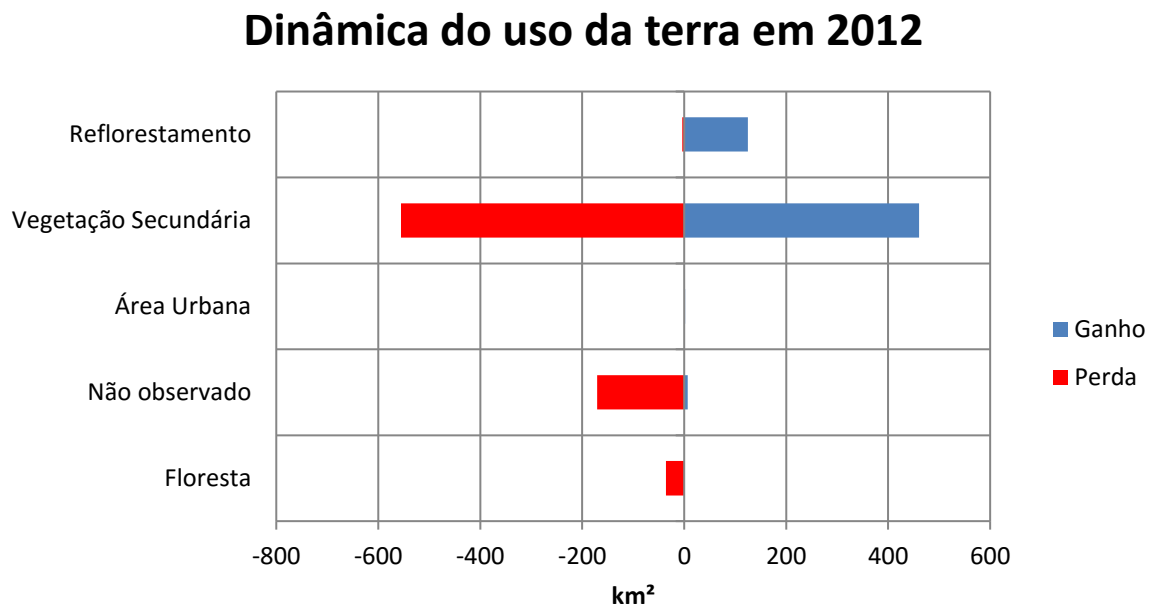
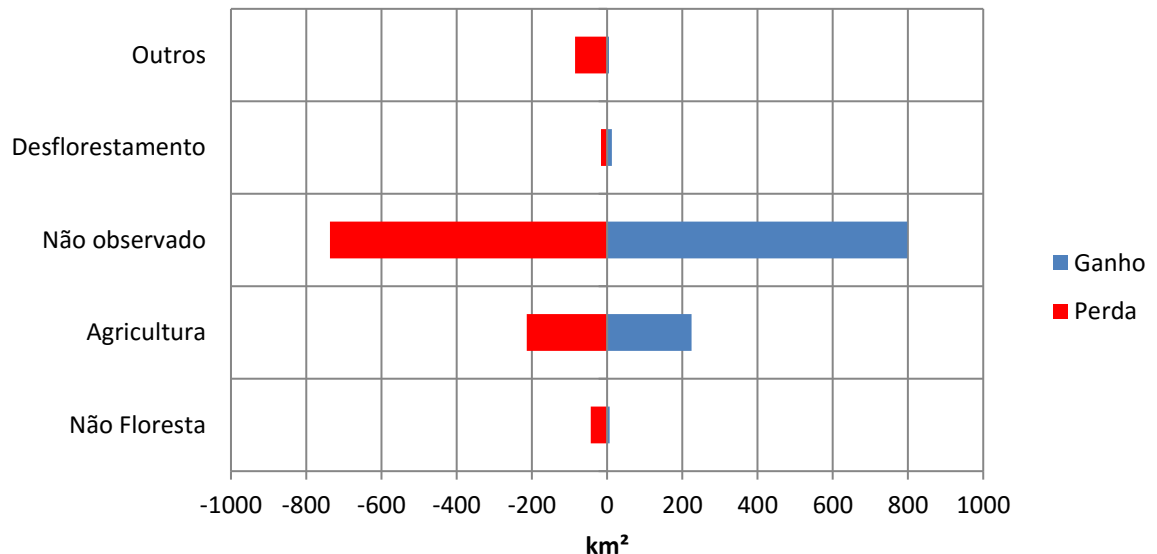


Figura 5 - Dinâmica do uso da terra em relação aos anos de 2012 e 2014. Dados do projeto TerraClass.

## Dinâmica do uso da terra em 2014



A cobertura do solo de Paragominas apresenta uma área de 7.284,42 Km<sup>2</sup> correspondente à agricultura, vegetação secundária e pastagem, representando 37,66% da área de uso e cobertura do solo do município.

A agricultura ocupa uma área de 892,71 Km<sup>2</sup> (4,62%), há a predominância do solo Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (682,769 Km<sup>2</sup>), principalmente em relevos plano e suave ondulado, a media de declive apresentada para essa tipologia de solo foi de 3,51%, Latossolo Amarelo Distrófico típico (127,083 Km<sup>2</sup>), predominando relevos plano, suave ondulado e ondulado (4,03%), Latossolo Amarelo Distrófico típico e concrecionário (62,911 Km<sup>2</sup>), predominando relevos suave ondulado e ondulado (6,6%), Argissolo Amarelo Distrófico típico (10,754 Km<sup>2</sup>), com o predomínio de relevo suave ondulado (2,96%) e Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico (9,200 Km<sup>2</sup>), predominando relevos suave ondulado, ondulado e fortemente ondulado (3,7%).

A pastagem ocupa uma área de 3.791,55 Km<sup>2</sup> (19,6%), há a predominância do solo Latossolo Amarelo Distrófico típico (2.176,003 Km<sup>2</sup>), predominando relevos

plano, suave ondulado e ondulado (4,18%), Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (761,957 Km<sup>2</sup>), principalmente em relevos plano e suave ondulado (3,97%), Plintossolo Pétrico Concrecionário Latossólico (480,467 Km<sup>2</sup>), predominando relevos Plano, Suave Ondulado, Ondulado, Fortemente Ondulado (4,48%), Latossolo Amarelo Distrófico típico e concrecionário (232,858 Km<sup>2</sup>), predominando relevos suave ondulado e ondulado (4,43%), Argissolo Amarelo Distrófico típico (86,045 Km<sup>2</sup>), com a presença de relevo suave ondulado (3,69%), Gleissolo Háplico Tb Distrófico típico (26,404 Km<sup>2</sup>), Plintossolo Argilúvico Distrófico típico (17,880 Km<sup>2</sup>), Neossolo Flúvico Tb Distrófico típico (5,181 Km<sup>2</sup>), há a predominância de relevos Plano e Suave Ondulado (4,03%; 4,25%; 3,81%), e Argissolo Amarelo Eutrófico típico (4,753 Km<sup>2</sup>) com relevo Suave Ondulado e Ondulado (3,56%).

A vegetação secundária possui uma área de 2.600,16 km<sup>2</sup> (13%), a maior área de ocorrência é da tipologia Latossolo Amarelo Distrocoeso típico (1.045,472 km<sup>2</sup>), sendo encontrado relevo do tipo plano e suave ondulado (4,57%), Latossolo Amarelo Distrófico típico (971,0267 km<sup>2</sup>), com a presença de relevo plano, suave ondulado e ondulado (4,43%), Plintossolo Pétrico Concrecionário latossólico (320,909 km<sup>2</sup>), com relevo suave ondulado, ondulado e fortemente ondulado (5,73%), Latossolo Amarelo Distrófico típico e concrecionário (140,500 km<sup>2</sup>), predominando relevos suaves ondulados e ondulados (5,17%), Argissolo Amarelo Distrófico típico (71,476 km<sup>2</sup>), com a presença de relevo suave ondulado (3,85%), Gleissolo Háplico Tb Distrófico típico (25,778 km<sup>2</sup>), com relevo plano e suave ondulado (4,13%), Argissolo Amarelo Eutrófico típico (9,709 km<sup>2</sup>), com relevo ondulado e suave ondulado (4,48%), Plintossolo Argilúvico Distrófico típico (9,153 km<sup>2</sup>) e Neossolo Flúvico Tb Distrófico típico (6,136 km<sup>2</sup>), predominando o relevo plano e suave ondulado nessas tipologias (5,09% e 3,23%).

No que se refere às características de classe e a área de cobertura de acordo com a reclassificação adotada, é importante destacar que as principais classes identificadas foram: Latossolo Amarelo (6.200,580 km<sup>2</sup>), Plintossolo Pétrico (810,577 km<sup>2</sup>), Argissolo Amarelo (182,738 km<sup>2</sup>) e Gleissolo Háplico (52,183 km<sup>2</sup>).



Assim, é possível verificar que o solo Latossolo Amarelo está entre as principais classes de solos, identificado por Silva (1997) na região.

Em relação aos 37,66% da área de uso e cobertura do solo analisado, 32,06% é de solo Latossolo Amarelo, sendo o tipo de solo predominante no município de acordo com o Pinto *et al.*,(2009), além disso, esse tipo de solo cobre 95% do território municipal.

De acordo com a metodologia de classificação da EMBRAPA (1979), é possível verificar a ocorrência de relevo plano acima de 3%, bem como relevo ondulado abaixo de 8%, suave ondulado abaixo de 3% e fortemente ondulado abaixo de 20%, no entanto, isso ocorre devido o calculo do relevo médio (%), pois se buscou obter o relevo médio para a tipologia indicada e conseqüentemente podemos identificar os relevos presentes.

É possível verificar que o solo Latossolo Amarelo está entre as principais classes de solos, identificado por Silva (1997) na região. Corroborando com o estudo de Pinto *et al.*, (2009), que aponta 95% dos solos de Paragominas classificados como Latossolo Amarelo.

O agrupamento dos dados permitiu identificar a variação dos dados de relevo em relação às diferentes classes. Como pode ser observado na figura 6, a classe de agricultura apresentou menor intervalo de variação em relação ao relevo, com mediana de 3,20%. Seguidas por pastagem, com mediana de 3,80% e Vegetação Secundária, com 4,1% de relevo.

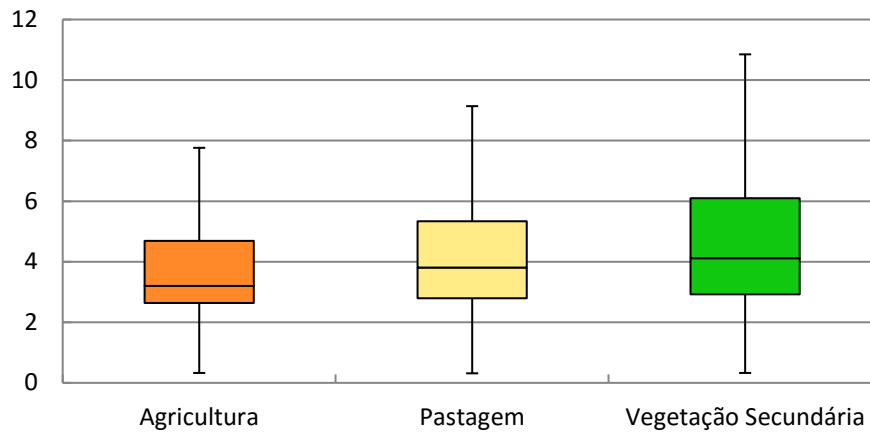


GRÁFICO 6. Variação dos dados de relevo agrupados em classes.

## 6 CONCLUSÕES

A classe de floresta apresenta perda em todos os anos. Dentre as classes de uso do solo estudadas, a classe de Pastagem apresenta maior área ocupada no Município, com 19,60% do território, seguidas por Vegetação Secundária com 13,44%, e Agricultura com 4,62%.

O relevo médio na classe de Agricultura não apresenta uma grande amplitude no intervalo de variação, quando comparado à classe de Vegetação Secundária.

Entre as classes analisadas, o Latossolo Amarelo foi o solo predominante com 32,06% da área total das classes estudadas.

O estudo mostrou que não houve a ocorrência de relevo montanhoso e escarpado.



## 7 TRABALHOS PUBLICADOS RELACIONADOS COM O PIBIC

**SILVA, G. M.;** ADAMI, M. Dinâmica do uso e ocupação da terra das áreas desflorestadas no estado do Pará in: SiciNPE, 2017, São José dos Campos. SiciNPE-2017 seminário de iniciação científica e iniciação em desenvolvimento tecnológico e inovação. , 2017. Referências adicionais : Brasil/português. Meio de divulgação: meio digital. Home page: [http://www.inpe.br/bolsas/sicinpe/arquivos/livro\_de\_resumos\_2017.pdf]

**SILVA, G. M.;** LIMA, M. O.; BAHIA, P. T. F.; FERREIRA, M. C.; ADAMI, M. USO E COBERTURA DA TERRA ASSOCIADO ÀS UNIDADES DE RELEVO E TIPOLOGIA DO SOLO NO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS, SUDESTE DO PARÁ In: IX Encontro Amazônico de Agrárias, 2017, Belém. IX Encontro Amazônico de Agrárias : extensão rural: perspectiva para o desenvolvimento da Amazônia. Belém: UFPA, 2017.



## 8 BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, C. A.; et al. High spatial resolution land use and land cover mapping of the Brazilian Legal Amazon in 2008 using Landsat-5/TM and MODIS data. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 46, n. 3, p.291-302, set. 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392201505504>. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/aa/v46n3/1809-4392-aa-46-03-00291.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

BARBIERI, A. L. **Análise de robustez em redes complexas**. 2011. Dissertação (Mestrado em Física Aplicada) - Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011. doi:10.11606/D.76.2011.tde-19042011-091118. Acesso em: 2017-03-20.

BIANCHI, M. de O, **Avaliação da funcionalidade do solo em sistemas florestais enriquecidos com leguminosas**. Dissertação de mestrado. UFRRJ. 2009.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2008. Portaria MMA N°. 28/2008. Dispõe sobre os municípios situados no bioma amazônia onde incidirão ações prioritárias de prevenção, monitoramento e controle do desmatamento ilegal. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr/\\_arquivos/portaria\\_mma\\_n\\_28\\_de\\_24012008\\_munic\\_prioritrios\\_para\\_o\\_controle\\_do\\_desmatamento\\_na\\_amaznia\\_138.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr/_arquivos/portaria_mma_n_28_de_24012008_munic_prioritrios_para_o_controle_do_desmatamento_na_amaznia_138.pdf)>. Acesso em: 28 mar. 2017.

CUNHA, M. C. ALMEIDA, M. B. **Enciclopédia da floresta – O Alto Juruá: práticas e conhecimentos das populações**. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.

FEARNSIDE, P. M.. **Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle**. **Acta Amaz.**, Manaus, v. 36, n. 3, p. 395-400, 2006.

GRAÇA P. M. L. A., et al. **Deteção de corte seletivo de madeira por técnica de rotação radiométrica na floresta amazônica**. **Ambiência** - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais Vol. 4 - Edição Especial 2008.

IBGE. Estimativa Populacional 2016. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 1 de julho de 2016. Acesso em: 21 dez. 2016.

JAYNE, G.; et al.. **Municípios verdes: CAMINHOS PARA A SUSTENTABILIDADE**. BELÉM, PA: IMAZON, 2011. 154P.

MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A.; BETTS,R,A.; COX, P, M.; SAMPAIO, G.; SALAZAR, L.; **Aquecimento Global e Mudança Climática na Amazônia: Retroalimentação Clima-Vegetação e Impactos nos Recursos Hídricos**. Amazonia and Global Change Geophysical Monograph Series 186. 2009.

Martins, H. D. et al. Mapeamento da cobertura do solo de Paragominas-PA com imagens de satélite de alta resolução: aplicações para o Cadastro Ambiental Rural (CAR). In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2013, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2013. p. 1099-1106. 1 DVD. <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/capa.html>>. Acesso em: 13 abr. 2013.

MONDAL, Md. Surabuddin et al. Statistical independence test and validation of CA Markov land use land cover (LULC) prediction results. **The Egyptian Journal Of Remote Sensing And Space Science**, [s.l.], v. 19, n. 2, p.259-272, dez. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrs.2016.08.001>.

NÓBREGA, R. S. Impactos do desmatamento e de mudanças climáticas nos recursos hídricos na Amazônia ocidental utilizando o modelo SLURP. **Revista Brasileira de Meteorologia**, [s.l.], v. 29, n. , p.111-120, dez. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0102-778620130024>.

OLIVEIRA, A. H.; et al. **Dinâmica do Uso e Ocupação da Terra das Áreas Desflorestadas no Estado do Pará**. INPE. Belém, PA. Jul. 2016

PASSOS, C. A. M.; BRAZ, E. M. Sistemas silviculturais e agroflorestais na fronteira agrícola da Amazônia. **Agrossilvicultura**, v. 1, n. 1, p. 91-98. 2004.

PIMENTEL, T. R. G.; **Classificação de padrões temporais de uso do solo e cobertura da terra em séries temporais de índice de vegetação utilizando um sistema neuro-difuso**. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2014.

PONTIUS, R.G.; Shusas, E.; McEachern, M. Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2004, 101, 251–268.

TERRACLASS. **Levantamento de Informações de uso e cobertura da terra na Amazônia**. Sumario Executivo. Embrapa. INPE. Maio, 2016.