

Utilização de imagens Landsat5 (TM) para o mapeamento e monitoramento de pastagens em 33 municípios no Sudeste do Pará

Miriam Rodrigues da Silva¹
Divino Cristino Figueiredo²
Giovana Maranhão Bettiol³

¹ Instituto Nacional de Meteorologia – INMET
Laboratório de Análise e Tratamento de Imagens de Satélites (LATIS)
Eixo Monumental, Via S1, Campus do INMET – 70630-900, Brasília, DF, Brasil
miriam.silva@inmet.gov.br

² Companhia Nacional de Abastecimento – Conab
Laboratório de Análise e Tratamento de Imagens de Satélites (LATIS)
Eixo Monumental, Via S1, Campus do INMET – 70630-900, Brasília, DF, Brasil
divino.figueiredo@inmet.gov.br

³ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA
EMBRAPA Pecuária Sudeste (CPPSE)
Rodovia Washington Luiz, km 234 - CEP 13560-970, São Carlos, SP, Brasil
giovana@cnpse.embrapa.br

Abstract: The Brazilian livestock has been suffering pressure from national and international entities regarding the occupation of land with pasture. Thus, the government has created a program to map and monitor the advance of livestock in the state of Pará through geoprocessing and remote sensing techniques. The aim is to portray the occupation and monitor the increase of pasture areas annually, through satellite imagery, providing better orientation on audits performed by governmental agencies in the areas of pasture expansion. Mapping and monitoring have been done by the use of Landsat5 (TM) satellite images in 33 municipalities of the southeast of Pará state. The analysis consisted of image interpretation to determine polygons of pasture areas, using software for image processing and cartographic edition. It was found that 30.5% of the mapped area was occupied by livestock in 2011. The monitoring of 2011 showed an increase of 2.4% of deforestation compared to the year 2010. This result showed that satellite imagery mapping is a tool that supports the analysis of the Brazilian livestock scenario and monitoring is a tool that safely quantifies the areas that are being deforested for this activity. This paper contributes to the defining of policies to reduce deforestation such as an appropriate use of pastures and management of animals with effective techniques. The adoption of such policies result in the increase of beef cattle productivity and the decrease of environmental problems such as erosion and desertification, consequently avoiding the opening of new areas of pasture on forested areas.

Palavras-chave: remote sensing, image processing, monitoring, pasture, sensoriamento remoto, processamento de imagens, monitoramento, pastagem.

1. Introdução

A pecuária brasileira tem sofrido pressões de entidades nacionais e principalmente internacionais quanto à ocupação de terras para pastagens. Para dar total transparência a esta questão o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) determinou a criação de um programa para avaliação atual e acompanhamentos periódicos da ocupação da pecuária no Estado do Pará. Deste modo, foi iniciado no 2º semestre de 2009 o Programa de Monitoramento de Pastagem (Figueiredo et al, 2011).

Uma ferramenta importante que permite analisar e mensurar as alterações provocadas pela ação do homem é o mapeamento e monitoramento do uso e ocupação do solo, através de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. Neste sentido, o INPE, desde 2002, desenvolve metodologias que monitoram o desmatamento na Amazônia Legal. O PRODES

permite estimar as taxas anuais de desmatamento com o uso de classificação digital de imagens e sua principal vantagem está na precisão do georeferenciamento dos polígonos de desflorestamento produzindo um banco de dados geográfico multitemporal. O DETER permite um levantamento rápido mensalmente e foi desenvolvido como um sistema de alerta para suporte à fiscalização e controle do desmatamento. O DEGRAD é um novo sistema destinado a mapear áreas em processo de desmatamento onde a cobertura florestal ainda não foi totalmente removida. Já o TerraClass realiza a quantificação, a partir de imagens orbitais, das áreas já desflorestadas na Amazônia Legal (INPE, 2012a, b, c e d).

O objetivo principal do Programa é retratar a ocupação e monitorar anualmente, por meio de imagens do satélite Landsat, os avanços de áreas de pastagens no estado do Pará, propiciando um melhor direcionamento nas auditorias realizadas pelos órgãos competentes nas áreas críticas em termos de expansão de pecuária.

2. Localização da Área Mapeada e Monitorada

Os 33 municípios que compõem a área mapeada e monitorada até o ano de 2011 (Figura 1) abrangem 28.257.464 hectares sendo que o rebanho na região atinge, aproximadamente, 10.866.236 milhões de cabeças (IBGE, 2010). Os municípios foram definidos em razão de estarem dentro da região livre da febre aftosa, conforme orientações do MAPA e da ADEPARA (Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará).

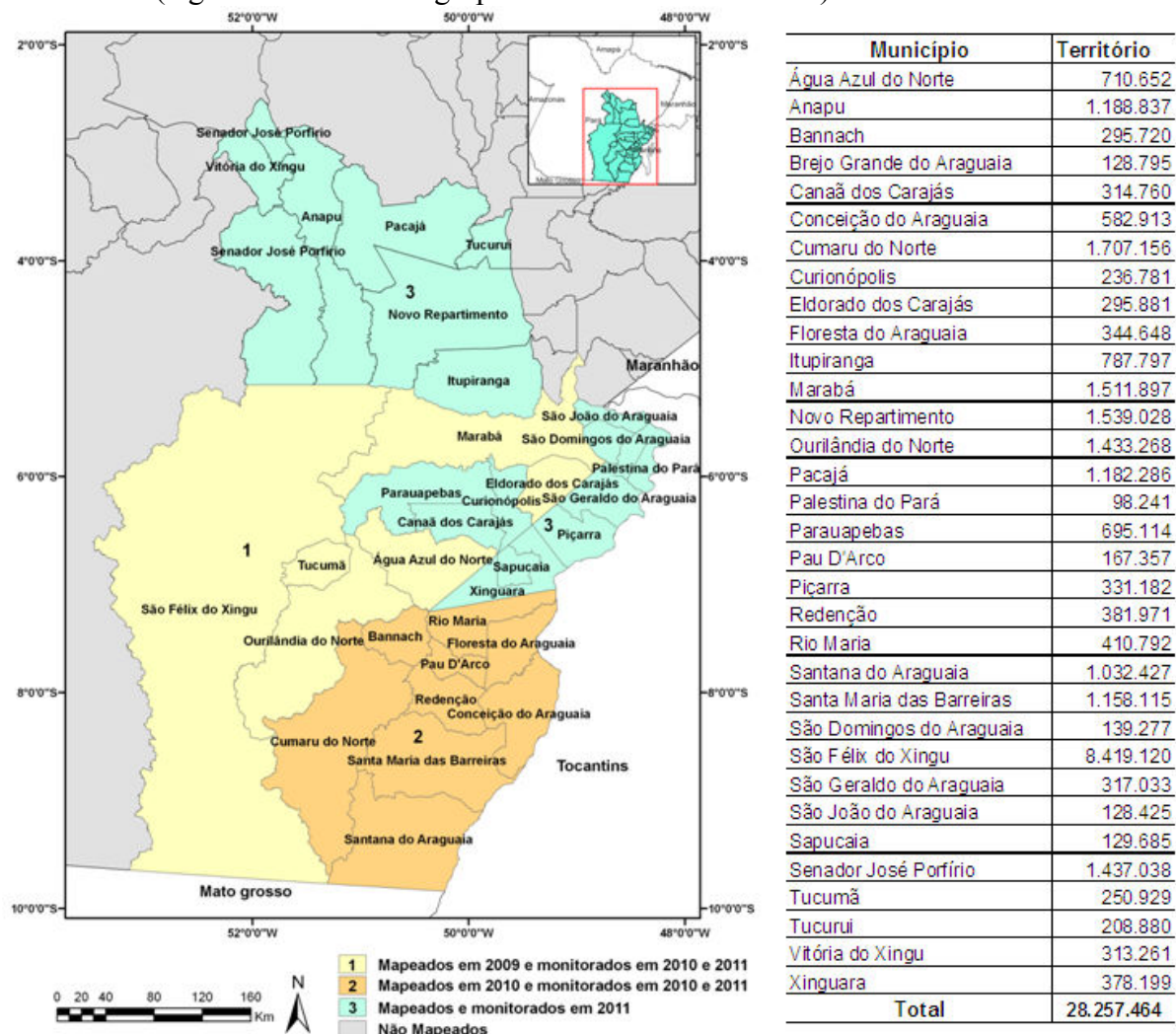


Figura 1 – Localização da área mapeada e monitorada até o ano de 2011.

3. Metodologia

Foram utilizadas imagens do satélite Landsat5 (TM). Para o mapeamento da área 1 e 2 (Figura 1) foram coletadas imagens do período de maio a setembro de 2009. Para o monitoramento da expansão de pastagens nestas áreas, imagens de julho a setembro de 2010 e 2011. Para o mapeamento da área 3 (Figura 1), foram selecionadas imagens de maio a setembro de 2010 e para o monitoramento de julho a setembro de 2011. Estes períodos foram escolhidos por possuírem imagens de boa qualidade sem cobertura de nuvens. As cenas utilizadas foram: (223/63, /64, /65, /66, /67; 224/62, /63, /64, /65, /66, /67; 225/62, /63, /64, /65, /66, /67; 226/62, /63, /64, / e 65). Após a montagem do acervo das imagens as mesmas foram processadas ajustando-as de modo a serem corretamente posicionadas em relação aos municípios. Foi adotada como base territorial a malha municipal do IBGE de 2007.

Foram tomados como referência para o mapeamento os dados vetoriais do “Mapeamento da Cobertura e do Uso da Terra da Calha Norte e Zona Leste do Estado do Pará (2008)”, cedidos pela Embrapa Amazônia Oriental – CPATU.

A etapa de mapeamento das pastagens foi realizada através da análise e interpretação das imagens na tela do computador. Nelas foram identificadas com base nos padrões de cores, textura e formas geométricas, as áreas ocupadas. Estas áreas foram delimitadas por polígonos, os quais permitem calcular a área em qualquer unidade territorial: por estado, município e mesmo para regiões de menor extensão.

Na etapa seguinte foi realizado o monitoramento a fim de identificar áreas de expansão onde tenha ocorrido a ocupação da pastagem em 2010 e 2011. Em agosto de 2010 foi realizado um trabalho de campo para dar suporte às tarefas de mapeamento e monitoramento. Todo o trabalho de vetorização foi feito manualmente na tela do computador utilizando-se recursos do *software* Arcgis 9.3. O trabalho foi executado na escala de 1:50.000. Os mapas e imagens foram manipulados e gerados no Sistema de Coordenadas Geográficas e Datum WGS84.

4. Resultados e Discussão

A análise dos resultados do mapeamento e monitoramento de pastagens finalizadas no ano 2011, realizado nos 33 municípios confirma que a pecuária é uma atividade consolidada e em expansão na região (Figura 2). A Tabela 1 apresenta a síntese dos resultados obtidos a partir do mapeamento e monitoramento das pastagens e destaca que houve um avanço da agropecuária de 198.407 ha, que representa 2,4% em relação à área de 2010.

Dos 33 municípios mapeados, 15 apresentaram mais de 50% de suas áreas territoriais ocupadas com agropecuária (Tabela 1), mostrando que 45% dos municípios da região mapeada já perderam mais da metade da sua cobertura vegetal.

Um total de 8.628.281 hectares está ocupado com agropecuária, representando 30,5% da região compreendida pelos 33 municípios (Tabela 1). De acordo com os dados do IBGE (2010) apenas 0,8% da área é destinado para cultivos agrícolas e, conforme os dados mapeados, 29,7% são empregados com pecuária (Tabela 2). Esse dado confirma que região vem sofrendo uma pressão antrópica muito grande, principalmente, pela atividade de criação de gado.

Foram utilizados dados do IBGE com referência ao ano de 2010 visto que estes são publicados após o fechamento dos números das safras agrícolas, que normalmente ocorre no ano seguinte. Vale ressaltar também que, na região monitorada, as alterações de áreas de cultivos no período de um ano são relativamente pequenas.

Os dados indicam que a produção agrícola na região é insignificante (Tabela 2), com alguns municípios apresentando uma taxa acima da média de uso agrícola para a região, como por exemplo, Floresta do Araguaia, que é um dos principais produtores de abacaxi do país.

Este fato explica porque nesse município a área de cultura agrícola é maior do que em outros municípios mapeados (IBGE, 2007).

Analisando a Tabela 1, observa-se que os municípios Bannach, Eldorados dos Carajás, Marabá e Pau D'Arco apresentaram um aumento na taxa de desmatamento comparando os dados de 2010 para 2011. Os municípios de Água Azul do Norte, Conceição do Araguaia, Cumaru do Norte, Floresta do Araguaia, Ourilândia do Norte, Redenção, Rio Maria, Santa Maria das Barreiras, Santana do Araguaia, São Félix do Xingu e Tucumã apresentaram uma queda na taxa de desmatamento no ano de 2010 para 2011.

Ainda analisando a Tabela 1, percebe-se que os municípios que apresentaram o maior percentual de desmatamento na região foram Anapu (16,3%), Senador José Porfírio (14,3%), Novo Repartimento (8,7%), Pacajá (7,2%), Floresta do Araguaia (4,7%), Tucuruí (3,5%) e Itupiranga (3,2%). É necessário esclarecer que nos 4 primeiros municípios citados, o mapeamento foi realizado com imagens do ano de 2008 pelo fato de não existirem imagens sem cobertura de nuvens nos anos de 2009 e 2010 e o atual monitoramento com imagens de 2011. Assim, os elevados números das áreas de avanço da agropecuária decorrem do espaço de tempo de 3 anos e não apenas de 1 ano do período monitorado como nos outros municípios.

São Félix do Xingu é o segundo maior município do Brasil em área territorial. O mapeamento apresentou que este tem a maior área de agropecuária com 1.453.317 hectares, apresentando também o maior rebanho bovino da região com 2.022.366 de cabeças. Em seguida vem Marabá, com 657.926 hectares de agropecuária e com 600.000 de cabeças de gado. Cumaru do Norte apresenta a terceira maior área de agropecuária da região, com 567.760 hectares e com rebanho de 638.983 cabeças. O quarto maior município em agropecuária é Santana do Araguaia com 522.606 hectares e o rebanho de 545.523 cabeças. Novo Repartimento é o quinto maior, com área de agropecuária com 497.995 hectares e um rebanho de 631.504 cabeças de gado. O sexto maior município em agropecuária é Água Azul do Norte, com uma área de 359.012 hectares e rebanho de 564.356 cabeças (Tabela 2).

Conforme Tabela 2, os municípios que apresentaram a maior densidade de bovinos por hectare na região mapeada foram Tucuruí (3,0), Pau D'Arco (2,3), Parauapebas (2,1), Curionópolis (1,9), Xinguara (1,8) e São Domingos (1,7). Na região dos 33 municípios a densidade média de bovinos é de 1,3 cabeça/hectare.

Os resultados foram enviados ao MAPA e ao Governo do Pará para verificação *in loco*, com a finalidade de identificar eventuais infrações e tomar medidas com base nas determinações legais do estado.

O resultado do trabalho de campo realizado em agosto de 2010 em 20 municípios da região mapeada, destacou que os pontos coletados 93,20% eram áreas de pastagens, 3,62% agricultura, 1,57% áreas aradas para agropecuária, 1,04% de reflorestamento e 0,57% áreas de mineração. O resultado mostrou ainda que os pontos identificados com pecuária, 45,42% eram pastos de boa qualidade, 2,50% de pastos de média qualidade e 52,08% de pastos degradados.

A baixa taxa de densidade de bovinos na região (1,3 cabeça/hectare) deve ocorrer pelo alto percentual de pastagens degradadas verificados no trabalho de campo. Com a melhoria da qualidade das pastagens atuais é possível aumentar o rebanho sem necessidade de ocupação de novas áreas, evitando, assim, o desmatamento na região.

Tabela 1 - Área territorial e de pecuária na área mapeada e monitorada (em hectares).

Município	Território	Agropecu. 2009	Avanço 2010	% Aumento 2010	Total Agropecu. 2010	Avanço 2011	% Aumento 2011	Total Agropecu. 2011	% Ocupação Total no Município
Água Azul do Norte	710.652	345.823	9.357	2,7	355.180	3.832	1,1	359.012	50,5
Anapu	1.188.837	nm			147.161	23.976	16,3	171.137	14,4
Bannach	295.720	166.997	1.729	1,0	168.726	2.360	1,4	171.085	57,9
Brejo Grande do Araguaia	128.795	nm			77.942	2.260	2,9	80.202	62,3
Canaã dos Carajás	314.760	nm			111.602	952	0,9	112.554	35,8
Conceição do Araguaia	582.913	220.114	4.849	2,2	224.963	3.784	1,7	228.747	39,2
Cumaru do Norte	1.707.156	543.774	17.363	3,2	561.138	6.622	1,2	567.760	33,3
Curionópolis	236.781	nm			149.066	2.573	1,7	151.639	64,0
Eldorado dos Carajás	295.881	221.519	1.323	0,6	222.842	2.336	1,0	225.178	76,1
Floresta do Araguaia	344.648	126.447	8.620	6,8	135.067	6.306	4,7	141.373	41,0
Itupiranga	787.797	nm			313.812	9.996	3,2	323.808	41,1
Marabá	1.511.897	641.747	6.213	1,0	647.960	9.966	1,5	657.926	43,5
Novo Repartimento	1.539.028	nm			458.309	39.686	8,7	497.995	32,4
Ourilândia do Norte	1.433.268	141.952	448	0,3	142.400	245	0,2	142.646	10,0
Pacajá	1.182.286	nm			341.222	24.503	7,2	365.725	30,9
Palestina do Pará	98.241	nm			60.052	583	1,0	60.635	61,7
Parauapebas	695.114	nm			86.514	1.163	1,3	87.677	12,6
Pau D'Arco	167.357	56.675	1.222	2,2	57.897	1.379	2,4	59.276	35,4
Picarra	331.182	nm			238.531	2.282	1,0	240.813	72,7
Redenção	381.971	195.841	4.202	2,1	200.043	1.239	0,6	201.282	52,7
Rio Maria	410.792	227.767	7.458	3,3	235.225	3.132	1,3	238.357	58,0
Santa Maria das Barreiras	1.158.115	396.793	12.765	3,2	409.558	4.559	1,1	414.118	35,8
Santana do Araguaia	1.032.427	501.124	15.681	3,1	516.805	5.801	1,1	522.606	50,6
São Domingos do Araguaia	139.277	nm			90.002	980	1,1	90.982	65,3
São Félix do Xingu	8.419.120	1.381.441	53.819	3,9	1.435.260	18.057	1,3	1.453.317	17,3
São Geraldo do Araguaia	317.033	nm			212.358	1.071	0,5	213.430	67,3
São João do Araguaia	128.425	nm			52.506	1.430	2,7	53.937	42,0
Sapucaia	129.685	nm			95.520	912	1,0	96.432	74,4
Senador José Porfírio	1.437.038	nm			55.552	7.957	14,3	63.509	4,4
Tucumã	250.929	183.117	3.437	1,9	186.554	2.136	1,1	188.690	75,2
Tucuruí	208.880	nm			34.287	1.199	3,5	35.486	17,0
Vitória do Xingu	313.261	nm			140.340	3.131	2,2	143.471	45,8
Xinguara	378.199	nm			265.479	1.996	0,8	267.475	70,7
Total	28.257.464	5.351.132	148.486	2,8	8.429.874	198.407	2,4	8.628.281	30,5

nm - não mapeado naquele ano

Tabela 2 - Área territorial, culturas, bovinos e de pecuária na área mapeada / monitorada.

Município	Dados IBGE 2010				LATIS 2011		% a	% b
	Território (ha)	Total Culturas (ha)	Bovinos (cabeças)	Densidade de bovinos (cabeça/ha)	Pecuária (ha)	Agropecuária (ha)		
Água Azul do Norte	710.652	2.190	564.356	1,6	356.822	359.012	0,3	50,2
Anapu	1.188.837	7.425	171.721	1,0	163.712	171.137	0,6	13,8
Bannach	295.720	491	192.965	1,1	170.594	171.085	0,2	57,7
Brejo Grande do Araguaia	128.795	1.625	79.245	1,0	78.577	80.202	1,3	61,0
Canaã dos Carajás	314.760	2.534	181.000	1,6	110.020	112.554	0,8	35,0
Conceição do Araguaia	582.913	4.880	258.843	1,2	223.867	228.747	0,8	38,4
Cumaru do Norte	1.707.156	9.145	638.983	1,1	558.615	567.760	0,5	32,7
Curionópolis	236.781	2.284	280.000	1,9	149.355	151.639	1,0	63,1
Eldorado dos Carajás	295.881	2.373	230.000	1,0	222.805	225.178	0,8	75,3
Floresta do Araguaia	344.648	12.480	152.702	1,2	128.893	141.373	3,6	37,4
Itupiranga	787.797	18.720	390.000	1,3	305.088	323.808	2,4	38,7
Marabá	1.511.897	10.100	600.000	0,9	647.826	657.926	0,7	42,8
Novo Repartimento	1.539.028	25.685	631.504	1,3	472.310	497.995	1,7	30,7
Ouriândia do Norte	1.433.268	3.501	181.515	1,3	139.145	142.646	0,2	9,7
Pacajá	1.182.286	13.365	400.216	1,1	352.360	365.725	1,1	29,8
Palestina do Pará	98.241	1.235	58.770	1,0	59.400	60.635	1,3	60,5
Parauapebas	695.114	11.360	158.000	2,1	76.317	87.677	1,6	11,0
Pau D'Arco	167.357	1.515	134.906	2,3	57.761	59.276	0,9	34,5
Piçarra	331.182	3.336	307.985	1,3	237.477	240.813	1,0	71,7
Redenção	381.971	4.005	204.296	1,0	197.277	201.282	1,0	51,6
Rio Maria	410.792	1.359	299.016	1,3	236.998	238.357	0,3	57,7
Santana do Araguaia	1.032.427	9.522	545.523	1,1	513.084	522.606	0,9	49,7
Santa Maria das Barreiras	1.158.115	11.205	475.231	1,2	402.913	414.118	1,0	34,8
São Domingos do Araguaia	139.277	6.775	140.000	1,7	84.207	90.982	4,9	60,5
São Félix do Xingu	8.419.120	19.052	2.022.366	1,4	1.434.265	1.453.317	0,2	17,0
São Geraldo do Araguaia	317.033	11.418	330.000	1,6	202.012	213.430	3,6	63,7
São João do Araguaia	128.425	4.360	59.500	1,2	49.577	53.937	3,4	38,6
Sapucaia	129.685	568	136.323	1,4	95.864	96.432	0,4	73,9
Senador José Porfírio	1.437.038	3.913	44.467	0,7	59.596	63.509	0,3	4,1
Tucumã	250.929	4.228	268.172	1,5	184.462	188.690	1,7	73,5
Tucuruí	208.880	9.980	76.149	3,0	25.506	35.486	4,8	12,2
Vitória do Xingu	313.261	5.664	169.964	1,2	137.807	143.471	1,8	44,0
Xinguara	378.199	3.481	482.518	1,8	263.994	267.475	0,9	69,8
Total	28.257.464	229.774	10.866.236	1,3	8.398.507	8.628.281	0,8	29,7

%a = % do território ocupado com culturas

%b = % do território ocupado com pecuária

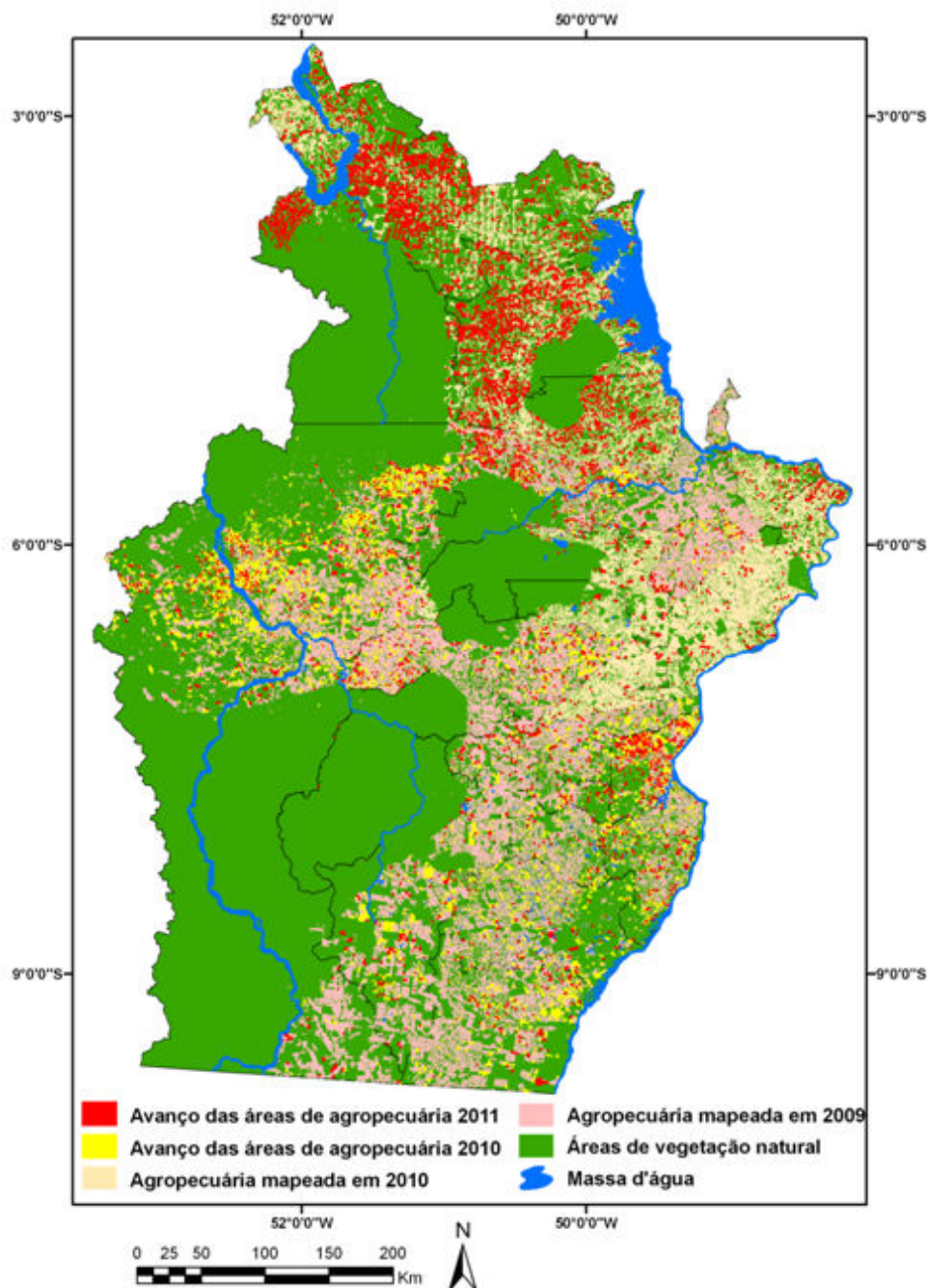


Figura 2. Áreas de agropecuária monitoradas em 2010 e 2011

5. Conclusões

O monitoramento por imagens de satélites é uma ferramenta indispensável na contenção do desmatamento para proteger a biodiversidade, além de gerar as informações necessárias à implantação de políticas voltadas ao desenvolvimento sustentável. Os dados sobre desmatamento na Amazônia têm fornecido subsídios às políticas públicas direcionadas para a fiscalização e para o desenvolvimento sustentável da região.

O mapeamento realizado na área dos 33 municípios com imagens Landsat5 (TM) demonstrou ser um instrumento de apoio a análise do cenário da pecuária brasileira. Adicionalmente, o trabalho de monitoramento apresentou uma quantificação segura das áreas que estão sendo desmatadas para atividade de pecuária na região e serve de suporte para elaboração de ações governamentais que visam conter a expansão dos possíveis impactos causados por esta atividade.

Desse modo, o monitoramento poderá contribuir na definição de políticas voltadas a redução do desmatamento na região, como por exemplo, a utilização adequada das pastagens e manejo dos animais com técnicas eficazes que resultem na alta produtividade de carne bovina e diminua os problemas ambientais como a erosão do solo e a desertificação, evitando, assim, a abertura de novas áreas de pastagens sobre as áreas desflorestadas.

O trabalho de mapeamento e monitoramento de pastagens no Pará foi encerrado no final de 2011 por falta de envolvimento dos órgãos governamentais competentes tomadores de decisões. Com isso, o mapeamento e monitoramento do restante do estado ficaram pendentes. Porém, este trabalho, que é de suma importância para conter o desmatamento no Bioma Amazônico, poderá ser retornado a qualquer momento, desde que haja interesse e maior envolvimento desses órgãos.

Referências Bibliográficas

Figueiredo, D. C.; Silva, M. R.; Bettiol, G. M. **Mapeamento e Monitoramento de pastagens no Sudeste do Pará**. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2011, Curitiba. XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. São José dos Campos: INPE, 2011. p. 169-175.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Produção da Pecuária Municipal 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009a. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 20 de nov. 2011.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Produção Agrícola Municipal 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009b. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 20 de nov. 2011.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **DETER**. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/deter/>. Acesso em 19 jul. 2012b.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **PRODES**. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/>. Acesso em 19 jul. 2012a.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **DEGRED**. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/degrad/>. Acesso em 19 jul. 2012c.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **TerraClass**. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/terraclass/>. Acesso em 19 jul. 2012d.