

MUDANÇAS NA COBERTURA E USO DA TERRA

2000 - 2010 - 2012

Presidenta da República
Dilma Rousseff

Ministro do Planejamento, Orçamento e Gestão
Nelson Barbosa

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE

Presidenta
Wasmália Bivar

Diretor-Executivo
Fernando J. Abrantes

ÓRGÃOS ESPECÍFICOS SINGULARES

Diretoria de Pesquisas
Roberto Luis Olinto Ramos

Diretoria de Geociências
Wadih João Scandar Neto

Diretoria de Informática
Paulo César de Moraes Simões

Centro de Documentação e Disseminação de Informações
David Wu Tai

Escola Nacional de Ciências Estatísticas
Maysa Sacramento de Magalhães

UNIDADE RESPONSÁVEL

Diretoria de Geociências

Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais
Celso José Monteiro Filho

Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE
Diretoria de Geociências
Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais

MUDANÇAS NA COBERTURA E USO DA TERRA
2000 – 2010 – 2012

Rio de Janeiro
2015

Apresentação

O IBGE tem a satisfação de apresentar à sociedade os primeiros resultados do trabalho sobre as Mudanças na Cobertura e Uso da Terra no Brasil, estudo que representa importante instrumento de suporte e orientação às ações gerenciais e à tomada de decisão, especialmente no momento em que o país vem se empenhando na identificação de indicadores para a manutenção e o monitoramento da qualidade e da sustentabilidade ambientais da Terra, acompanhando os marcos conceituais internacionais.

Inserido no contexto das Conferências Mundiais sobre Meio Ambiente, da implementação do Sistema de Contas Econômicas Ambientais e dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, a Diretoria de Geociências, por intermédio da Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais e da Gerência de Recursos Naturais de Santa Catarina disponibiliza importante contribuição que subsidia os objetivos dessas questões.

O acesso a esses resultados permite a detecção de alterações na dinâmica das formas de ocupação e de organização do espaço, em termos de sua utilização a cada 2 anos. Do mesmo modo, esses resultados fornecem importantes subsídios aos estudos das contas dos ecossistemas, preconizadas pelas Nações Unidas, onde são estimados os estoques e os fluxos de utilização dos recursos naturais.

No momento em que disponibiliza esses resultados aos agentes públicos tomadores de decisão, aos órgãos de pesquisa, à comunidade técnica e acadêmica e à sociedade em geral, o IBGE agradece a todos que colaboraram para realização desta tarefa.

Wadih João Scandar Neto
Diretor de Geociências

SUMARIO

As Mudanças na Cobertura e Uso da Terra e o Meio Ambiente	7
Por que contabilizar as Mudanças na Cobertura e Uso da Terra?	9
O Cenário Mundial da Contabilidade Ambiental	9
O Cenário Brasileiro para Contabilidade Ambiental	11
Como são contabilizadas as Mudanças na Cobertura e Uso da Terra?	13
Definição das Classes	13
Etapas de Trabalho	19
Processamento digital	19
Edições	20
Validação das Informações	22
Detecção das mudanças	23
Análise dos Resultados	26
Ilustrações e Anexos	
Figura 1: Etapas de trabalho	20
Figura 2: Etapas de procedimento para extração das classes de mudanças	24
Gráfico 1: Comparação entre os períodos de 2000 e 2010	26
Gráfico 2: Comparação entre os períodos de 2010 e 2012	27
Gráfico 3: Principais processos em áreas florestais, 2000 e 2010	28
Gráfico 4: Principais processos em áreas de pastagem natural, 2000 e 2010	29
Gráfico 5: Principais processos em áreas florestais, 2010 e 2012	29
Gráfico 6: Principais processos em áreas de pastagem natural, 2010 e 2012	30
Quadro 1: Correspondência entre classificações SEEA-LC e IBGE-NÍVEL II	14
Quadro 2: Correspondência entre classificações SEEA-LU e IBGE-NÍVEL II e III	15
Quadro 3: Classes de Cobertura e Uso da Terra	16
Anexo I: Classes de Mudanças na Cobertura e Uso da Terra	35
Anexo II: Contas Físicas da Terra: 2000 - 2010 - 2012	41

As Mudanças na Cobertura e Uso da Terra e o Meio Ambiente

As alterações que ocorrem na cobertura e uso da terra estão intrinsecamente relacionadas às atividades humanas, que se apropriam de seus recursos transformando-os para seu benefício. Este processo, na maioria das vezes, gera algum tipo de impacto sobre esses recursos, impactos que podem influenciar de forma decisiva sobre o ambiente natural.

Desde a Revolução Industrial, o planeta tem sido palco de significativas transformações diretamente associadas ao crescimento populacional, ao desenvolvimento tecnológico e à necessidade de modernização da agricultura. Mais recentemente a concentração populacional em centros urbanos, o avanço das fronteiras agrícolas sobre as coberturas de vegetação e a crescente complexidade das redes de comunicação e transportes têm gerado expressivas mudanças na cobertura e uso da terra. Estas mudanças, por sua vez, geram diversos impactos ao meio ambiente.

Em nível mundial, grandes mudanças na cobertura e uso exercem influência, direta ou indireta, na dinâmica climática, na alteração do nível do mar, na camada de ozônio e na perda de biodiversidade. Regionalmente, os impactos estão relacionados à poluição do ar, da água, e dos solos, à erosão, à desertificação, à destruição de ecossistemas, entre outros. Todos estes eventos afetam de alguma forma a qualidade de vida das populações.

O avanço das áreas agrícolas e de pastagens pode, por um lado, aumentar a disponibilidade de alimentos e gerar ganhos econômicos, mas também pode reduzir a biodiversidade e destruir habitats, devido à retirada da vegetação nativa e à intensidade do uso de agroquímicos. Se esta retirada ocorre por meio de queimadas, a emissão de dióxido de carbono contribui ao aquecimento global, que pode provocar o derretimento de geleiras e o aumento do nível do mar. O uso de

técnicas agrícolas inadequadas, além de poluir a água, reduzindo sua disponibilidade, pode degradar os solos, e em casos extremos levar ao processo de desertificação.

A expansão urbana, associada ao desenvolvimento industrial e à oferta de serviços, pode eliminar totalmente alguns ecossistemas, caso não sejam adotadas medidas para redução dos impactos gerados. A poluição do ar e da água gerada, sobretudo, pelos principais centros urbanos e pelos grandes complexos industriais, contribui significativamente para o aquecimento global e para alterações na camada de ozônio.

Enfim, há uma estreita inter-relação entre aspectos socioeconômicos, mudanças na cobertura e uso da terra e questões ambientais globais e regionais. Uma das formas de avaliar esta inter-relação é contabilizar, de forma sistemática e periódica, as alterações ocorridas na cobertura e uso da terra, fornecendo subsídios ao ordenamento territorial e ao desenvolvimento sustentado das atividades humanas.

Por que contabilizar as Mudanças na Cobertura e Uso da Terra?

O Cenário Mundial da Contabilidade Ambiental

Os avanços tecnológicos, tanto no campo como nas cidades, favoreceram a expansão da produção de alimentos e a oferta de bens materiais, mas também geraram diversos impactos negativos ao ambiente. Estes impactos são denominados perdas de ativos ambientais, e são mais expressivos nos meios: água, floresta, energia, entre outros. Porém estas perdas não são contabilizadas no cálculo das riquezas produzidas pelos países (PIB) demonstradas nas Contas Nacionais. Tais contas contabilizam o total de bens e serviços gerados pelas unidades produtoras, mas ainda não incluem a utilização e, por vezes, a degradação dos recursos naturais. Nas últimas décadas, estas questões começam a ganhar cada vez mais espaço em fóruns de discussão internacionais, como a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD, 1992) e as Conferências subsequentes em Joanesburgo e no Rio de Janeiro (Rio +10 e Rio +20). Gradativamente percebe-se que as questões ambientais interferem nos orçamentos dos governos e das populações. Problemas de saúde decorrentes da poluição, redução de biodiversidade provocada pelo desmatamento e as incertezas geradas pelas mudanças climáticas são alguns dos exemplos desta nova problemática.

Mais recentemente, este assunto também recebeu destaque na elaboração dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS (UN, 2015), cuja proposta contém 17 objetivos e 169 metas, envolvendo temáticas diversas, como a erradicação da pobreza, segurança alimentar e agricultura, saúde, educação, igualdade de gênero, redução das desigualdades, energia, água e saneamento, padrões sustentáveis de produção e de consumo, mudança do clima, cidades sustentáveis, proteção e uso sustentável dos oceanos e dos ecossistemas terrestres, crescimento econômico inclusivo, infra-estrutura e industrialização,

governança, e meios de implementação, visando à construção da nova agenda de desenvolvimento a ser seguida pelas Nações Unidas.

Nesse contexto os estudos de cobertura e uso da terra representam importante instrumento de suporte e orientação às ações gerenciais e à tomada de decisão, pois seus resultados permitem o monitoramento das mudanças das formas de ocupação e de organização do espaço, possibilitando a detecção de alterações na dinâmica de uso da terra ao longo de determinado período e também fornecendo importantes subsídios aos estudos de contabilidade ambiental, nos quais são estimados os estoques e os fluxos de utilização dos recursos naturais.

Mudanças de cobertura e uso da terra significam alterações nas proporções de suas classes e, ao mensurar essas transformações no tempo e no espaço, é possível obter indicadores sintéticos, já que elas agregam diversos aspectos bióticos e abióticos. Turner II et al. (2007) afirmam que a mensuração destas alterações pode ser um meio para a análise dos ativos e passivos ambientais, pois ao alterar a paisagem, haverá mudanças em termos de impactos e de serviços ambientais. Essas alterações devem ser monitoradas e o conhecimento de tais efeitos pode ajudar não só a traçar um panorama da ação antrópica no ambiente, mas também a direcionar processos de desenvolvimento. Sua adequada mensuração, análise e gestão podem ajudar a entender e gerir questões relacionadas à sustentabilidade, sendo recomendável que a avaliação de alteração de cobertura e uso da terra seja espacialmente explícita (BRIASSOULIS, 2000).

O Cenário Brasileiro para Contabilidade Ambiental

As discussões sobre as estatísticas e os indicadores ambientais vêm, ao longo das últimas décadas, ganhando cada vez mais espaço perante a comunidade técnico-científica, sem que tenham se traduzido em resultados mais consistentes em termos de projetos que subsidiassem o governo com informações para o planejamento. Entretanto, a constatação da evolução da degradação ambiental, afetando as populações, e os debates internacionais mais recentes voltados para a necessidade de se contabilizar, não apenas os impactos, mas também os serviços que os ecossistemas oferecem, têm influenciado discussões acerca da contabilidade ambiental. Este novo patamar de discussões vem ganhando espaço dentro de algumas instituições públicas no Brasil, demonstrando a crescente necessidade de trabalhos em parceria e de organização de um sistema de informação capaz de fornecer dados ao gestor para a formulação de políticas e programas voltados à minimização de impactos, à adaptação (caso das mudanças climáticas) e ao monitoramento. Além desses avanços, hoje já se conta com uma estrutura conceitual fornecida pelas Nações Unidas que orienta estudos voltados para os temas ambientais, o *Central Framework do System of Environmental-Economic Accounting 2012* (SEEA, 2014).

Tendo como marco institucional o *International Seminar on Environment Statistic and Environmental-Economic Accounting*, realizado nos dias 21 e 22 de setembro de 2009 no Rio de Janeiro, o IBGE vem se alinhando aos preceitos das Nações Unidas para a contabilidade dos ecossistemas, tendo dado, desde então, importante passo para a produção de informações que possam subsidiar Contas Satélites de Meio Ambiente para o Sistema de Contas Nacionais. Este evento objetivou sensibilizar o Brasil e países da América Latina sobre a importância da integração das estatísticas nas áreas ambiental e econômica com a implementação de um quadro de referência comum: o Sistema de Contabilidade Econômico-Ambiental – SCEA (IBGE, Sala de imprensa).

A primeira ação foi o estabelecimento do estudo para Contas da Água, em parceria com a Agência Nacional de Águas e o Ministério do Meio Ambiente,

seguido das Contas da Terra, que inclui as Mudanças na Cobertura e Uso da Terra. A partir do seminário acima referido, que contou com a participação de representantes de instituições de vários países, o IBGE deu início a uma série de atividades voltadas para a implementação da contabilidade ambiental, dentre elas o projeto ***Mudanças na Cobertura e Uso da Terra***, desenvolvido pela Diretoria de Geociências. Baseado em um referencial metodológico internacional (GONG; WEBER, 2009), que permite identificar as transformações nos ecossistemas terrestres, esta atividade tem como objetivo monitorar as mudanças na cobertura e uso da terra de todo território nacional, em períodos regulares, a partir do mapeamento sistemático. A estas informações podem ser associados outros dados espaciais e estatísticos para produzir novas informações e subsidiar diferentes atividades. Entre estas atividades estão as Contas Físicas das Mudanças na Cobertura e Uso da Terra, que contabilizam as grandes transformações ocorridas no território brasileiro, podendo, inclusive, dar suporte à valoração das alterações ambientais em termos econômicos. Este trabalho também pode ser inserido, contextualmente, na tentativa da FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação) de estabelecer um sistema mundial de classificação de cobertura da terra, como suporte à contabilidade ambiental, conforme recomendado por JAFFRAIN, 2012.

Como são contabilizadas as Mudanças na Cobertura e Uso da Terra?

Definição das Classes

As classes de Cobertura e Uso da Terra, bem como as de Mudanças na Cobertura e Uso da Terra neste estudo, foram elaboradas a partir da compatibilização com o Sistema de Classificação da Cobertura e Uso da Terra do IBGE-SCUT, em seus níveis II e III (IBGE, 2013), por serem os níveis que mais se aproximam da proposta do Quadro Central do SEEA (2012, op. Cit). Esse sistema, em sua formulação, foi compatibilizado com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE/AGRO (IBGE, 2013).

Objetivando o estudo das Mudanças na Cobertura e Uso da Terra, a definição de suas classes, além de se balizar pelo sistema de classificação do IBGE, também foi compatibilizada com a nomenclatura do Sistema de Contabilidade Econômico Ambiental – SEEA-LC (cobertura) e SEEA-LU (uso) (SEEA, 2014), trazendo como benefício a possibilidade da utilização da codificação internacional destas classificações em futuros desdobramentos desse tipo de estudo. A compatibilização entre as classes do IBGE e as do SEEA levou em conta os objetivos e a escala de trabalho adotada (ver quadros 1 e 2). Importante frisar que ambas classificações foram concebidas para mapeamentos em escala regional e consideram a terminologia corrente em diversas pesquisas, nacionais e internacionais. Por tais razões deve-se ter o máximo de cuidado na interpretação dos resultados em razão destas condicionantes.

Como citado anteriormente, este trabalho pode ser inserido, contextualmente, na discussão coordenada pela FAO para estabelecer um sistema mundial de classificação de cobertura da terra, como suporte à contabilidade ambiental. Sendo assim, também foi realizado um ajuste entre as classes utilizadas neste trabalho de “Mudanças na Cobertura e Uso da Terra” e as classes propostas no *Land Cover Functional Unit - LCFU* (JAFFRAIN, 2012), levando em conta as

descrições contidas na obra *System of Environmental-Economic Accounting* (SEEA), editado pela Comissão Europeia e pela FAO (SEEA, 2014).

Quadro 1: Correspondência entre classificações SEEA-LC e IBGE-NÍVEL II

CLASSIFICAÇÃO SEEA-LC		CLASSIFICAÇÃO IBGE – Nível II	
CLASSE	DESCRIÇÃO	CLASSE	DESCRIÇÃO
LC01	Áreas construídas e associadas	1.1	Área urbanizada
		1.2	Área de mineração
LC02	Culturas anuais de sequeiro	2.1	Culturas temporárias
LC03	Agricultura Irrigada, campos arroz		
LC04	Culturas Permanentes, agricultura de <i>plantations</i>	2.2	Culturas permanentes
LC05	Mosaico de agricultura	2.2	Culturas temporárias/permanentes/diversificadas
LC06	Pastagem e Vegetação herbácea	2.3	Pastagem
LC07	Florestas	3.1	Florestal
LC08	Florestas transitórias	2.4	Silvicultura
LC09	Matagal (semi-deserto), charneca (arbusto anão)	3.2	Florestal e Campestre
LC10	Áreas de vegetação escassa	-	Campestre
LC11	Áreas Rochosas	-	Outras áreas
LC12	Neve permanente e glaciares	-	
LC13	Terras úmidas (pântano, brejo)	-	Outras áreas ou campestre
LC14	Corpos d'água interiores	4.1	Corpo d'água continental
LC15	Corpo d'água costeiro	4.1	Corpo d'água continental (quando
		4.2	Corpo d'água costeiro
LC16	Água do mar	4.2	Corpo d'água costeiro

Fonte: IBGE. Diretoria de Geociências. Levantamento e Classificação de Uso da Terra

Quadro 2: Correspondência entre classificações SEEA-LU e IBGE-NÍVEL II e III

CLASSIFICAÇÃO SEEA-LU		CLASSIFICAÇÃO IBGE – Nível II e III	
CLASSE	DESCRIÇÃO	CLASSE	DESCRIÇÃO
D	Terras utilizadas na indústria extrativista e na construção civil	1.2	Área de mineração
E	Terras utilizadas na indústria	1.1	Áreas urbano-industriais ou Complexos industriais ou Outras áreas urbanizadas
F	Terras utilizadas para infraestrutura		Idem
G	Terras utilizadas para o transporte e armazenamento		Idem
H	Terras utilizadas no serviço, comércio, sistema financeiro e áreas públicas		Vila ou Cidade
I	Terrenos urbanizados para fins recreativos		----
J	Áreas residenciais		Vila ou Cidade
A1	Terras com cultivo temporário	2.1	Culturas temporárias
A4	Terras com cultivo permanente	2.2	Culturas permanentes
A	Terras Agrícolas	2.1	Culturas temporárias
		2.2	Culturas permanentes
A2	Pradarias e pastos temporários	2.3	Pastagem
A3	Terras em repouso	2.1	Culturas temporárias
A5	Pradarias e pastos permanentes	2.3	Pastagem
A6	Solo exposto	5.1	Áreas descobertas
K2	Vegetação herbácea	3.2	Campestre
B1	Terras com florestas regeneradas naturalmente	3.1	Floresta
B2	Florestas plantadas	2.4	Silvicultura
K1	Arbustos	3.2	Campestre
L1	Terras áridas e solo arenoso	5.1	Áreas descobertas
L2	Geleiras	5.1	Áreas descobertas
M	Terreno aberto	5.1	Áreas descobertas
C	Terras com aquicultura	-	Não disponível nessas escalas
N	Outras terras	-	Depende de qual categoria
-	-	4.1	Corpo d'água continental
		4.2	Corpo d'água costeiro

Fonte: IBGE. Diretoria de Geociências. Levantamento e Classificação de Uso da Terra

Dessa forma foi possível o ajuste das classificações referenciadas, conforme demonstrado nos quadros 1 e 2, definindo-se, então, 14 grandes classes, classes estas bastante agregadas, mas, que por sua forma de composição, permitem, no futuro, avaliações mais desagregadas para escalas maiores, inclusive com a possibilidade de retroalimentação do Sistema de Classificação de Uso da Terra do IBGE-SCUT. O quadro 3 descreve estas classes, orientando o intérprete do mapeamento na forma de sua identificação.

Quadro 3: Classes de Cobertura e Uso da Terra

CLASSES DE COBERTURA E USO DA TERRA	
1 - Área Artificial	Mais de 75% do polígono ocupado com uso urbano, estruturado por edificações e sistema viário, onde predominam superfícies artificiais não-agrícolas. Estão incluídas nesta categoria as metrópoles, cidades, vilas, áreas de rodovias, serviços e transportes, redes de energia, comunicações e terrenos associados, áreas ocupadas por indústrias, complexos industriais e comerciais e edificações que podem, em alguns casos, estar situadas em áreas peri-urbanas. Também pertencem a essa classe, aldeias indígenas e áreas de lavra de mineração. As áreas urbanizadas podem ser contínuas, onde as áreas não-lineares de vegetação são excepcionais, ou descontínuas, onde as áreas vegetadas ocupam superfícies mais significativas.
2 - Área Agrícola	Mais de 75% do polígono é ocupado com lavouras temporárias e lavouras permanentes, irrigadas ou não. Pode ser definida como terra utilizada para a produção de alimentos, fibras e commodities do agronegócio. Inclui todas as terras cultivadas, caracterizadas pelo delineamento de áreas cultivadas ou em descanso, podendo também compreender áreas alagadas cultivadas. Pode se constituir em zonas agrícolas heterogêneas ou representar extensas áreas de "plantations".
3 - Pastagem Plantada	Área predominantemente ocupada por vegetação herbácea cultivada. São locais destinados ao pastoreio do gado e outros animais, formados mediante plantio de forragens perenes, sujeitos a interferências antrópicas de alta intensidade, como limpeza da terra (destocamento e despedramento).

continua

CLASSES DE COBERTURA E USO DA TERRA	
4 - Mosaico de área agrícola com remanescentes florestais	Considera-se como Mosaico de área agrícola com remanescentes florestais a área que contenha mais de 50% e menos de 75% do polígono ocupado com área agrícola e o restante do polígono com remanescentes, regeneração florestal e pastagens. Podem ocorrer, em menor proporção, outras formações vegetais (herbáceas e arbustivas).
5 - Silvicultura	Considera-se como área de silvicultura aquela com atividade de cultivo de florestas plantadas com espécies exóticas. A área desta classe deverá conter mais de 75% do polígono ocupado como silvicultura.
6 - Vegetação Florestal	Mais de 75% do polígono ocupado com florestas. Considera-se como florestais as formações arbóreas, com porte superior a 5 metros de altura, incluindo-se aí as áreas de Floresta Densa (estrutura florestal com cobertura superior contínua), de Floresta Aberta (estrutura florestal com diferentes graus de descontinuidade da cobertura superior, conforme seu tipo com cipó, bambu, palmeira ou sororoca), de Floresta Estacional (estrutura florestal com perda das folhas dos estratos superiores durante a estação desfavorável – seca e frio) além da Floresta Ombrófila Mista (estrutura florestal que compreende a área de distribuição natural da Araucária angustifolia, elemento marcante nos estratos superiores, que geralmente forma cobertura contínua, e inclui outras feições em razão de seu porte ser acima de 5 m de altura, como a Savana florestada, Campinarana florestada e a arborizada e Manguezais).
7 - Mosaico de Vegetação Florestal com Atividade Agrícola	Considera-se como Mosaico de vegetação florestal com atividade agrícola a área que contenha mais de 50% e menos de 75% do polígono ocupado com vegetação florestal e o restante do polígono com mosaicos de lavouras temporárias irrigadas ou não, lavouras permanentes, pastagem e/ou silvicultura.
8 - Vegetação Campestre	Considera-se como campestre a área em que mais de 75% do polígono for ocupado com formações não-arbóreas. Entende-se como áreas campestres as diferentes categorias de vegetação fisionomicamente bem diversa da florestal, ou seja, aquelas que se caracterizam por um estrato predominantemente arbustivo, esparsamente distribuído sobre um tapete gramíneo-lenhoso. Inclui-se nessa categoria as Savanas, as Estepes, Savanas Estépicas, Formações Pioneiras e Refúgios Ecológicos. Encontram-se disseminadas por diferentes regiões fitogeográficas, compreendendo diferentes tipologias primárias: estepes planaltinas, campos rupestres das serras costeiras e campos hidroarenosos litorâneos (restinga), conforme o Manual Técnico de Uso da Terra (2013).

CLASSES DE COBERTURA E USO DA TERRA	
9 - Vegetação Campestre Alagada	Área ocupada por vegetação natural herbácea (cobertura de 10% ou mais), permanentemente ou periodicamente inundada por água doce ou salobra (estuários, pântanos, etc). Inclui as áreas de charcos, pântanos, campos úmidos, etc. O período de inundação deve ser no mínimo 2 meses por ano. Nestas áreas pode haver vegetação arbustiva ou arbórea, desde que estas ocupem área inferior a 10% do total.
10 - Pastagem natural	Área ocupada por vegetação campestre (natural) sujeita a pastoreio e outras interferências antrópicas de baixa intensidade.
11 - Mosaicos de Vegetação Campestre com Atividade Agrícola	Considera-se como Mosaico de vegetação campestre com atividade agrícola o polígono que contenha mais de 50% e menos de 75% ocupado com vegetação campestre e o restante do polígono com mosaicos de lavouras temporárias irrigadas ou não, lavouras permanentes, pastagem e/ou silvicultura.
12 - Corpo d'água Continental	Inclui todas as águas interiores como cursos d'água e canais (rios, riachos, canais e outros corpos d'água lineares), corpos d'água naturalmente fechados, sem movimento (lagos naturais regulados) e reservatórios artificiais (represamentos artificiais d'água construídos para irrigação, controle de enchentes, fornecimento de água e geração de energia elétrica).
13 - Corpo d'água Costeiro	Inclui todas as águas costeiras ou lagoas, estuários e baías que ocupam as Planícies Costeiras e as águas incluídas nas 12 milhas náuticas, conforme Lei nº 8.617, de 4 de janeiro de 1993.
14 - Áreas Descobertas	Esta rubrica inclui as áreas de afloramentos rochosos, penhascos, recifes e áreas com processos de erosão ativos. Inclui locais de extração abandonados e sem vegetação, áreas onde 75% da superfície terrestre são cobertos por rochas, blocos e detritos. Também inclui as áreas de formação de dunas, litorâneas e interiores, dunas móveis sem vegetação, dunas estabilizadas, campo de dunas continental e acúmulo de cascalhos ao longo dos rios.

Fonte: IBGE. Diretoria de Geociências. Levantamento e Classificação de Uso da Terra

Para elaboração das Classes de Mudanças, foram levadas em conta todas as possíveis combinações entre as 13 classes de cobertura e uso da terra; a classe *Corpo d'água costeiro* não foi utilizada, pois é inserida ao mapeamento final como

elemento oriundo da base cartográfica. A metodologia é descrita no item Detecção de mudanças e estão detalhadas no anexo I.

Etapas de Trabalho

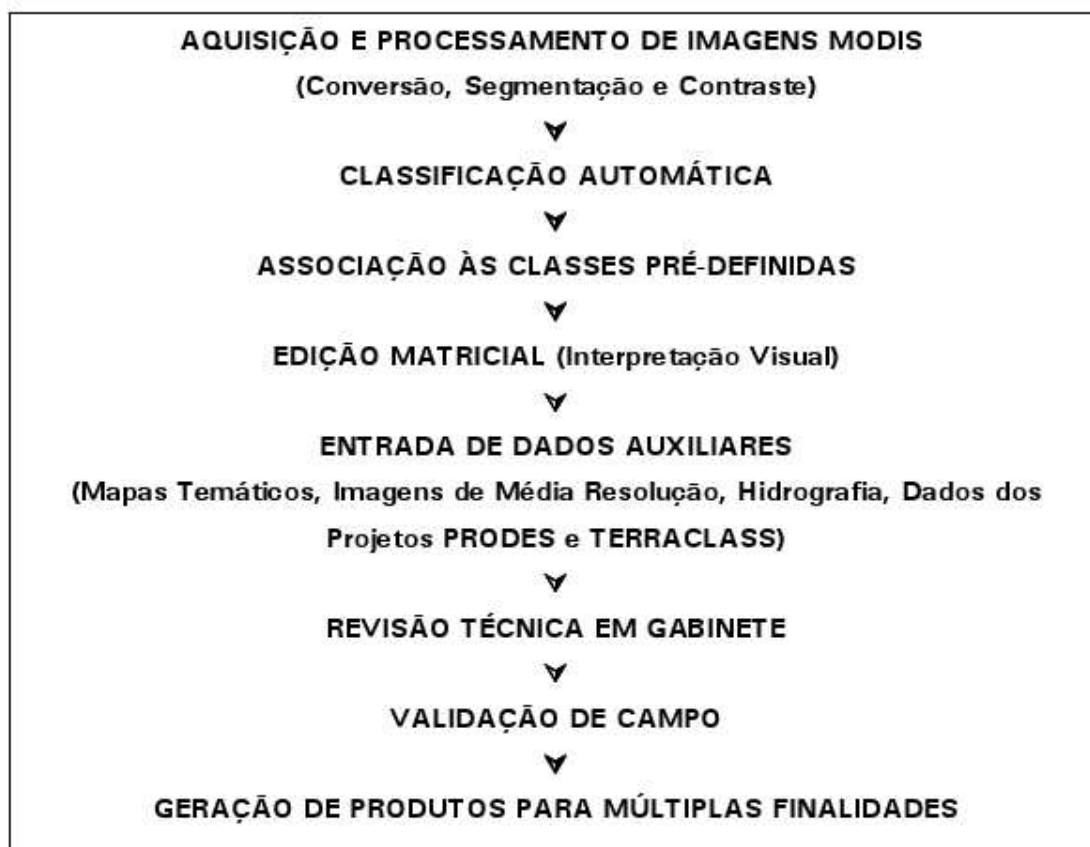
Processamento digital

Os procedimentos operacionais das etapas de trabalho estão sintetizados no fluxograma apresentado na figura 1. Esses procedimentos se iniciam com a aquisição, conversão, tratamento, segmentação e classificação das imagens MODIS dos satélites TERRA e AQUA. A aquisição das imagens MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer), com resolução espacial aproximada de 250m, é feita gratuitamente via internet por meio do Serviço Geológico dos Estados Unidos (*U.S. Geological Survey*) – USGS. As imagens MODIS são disponibilizadas originalmente em formato *hdf*, e precisam ser convertidas para o formato *tif* para serem importadas e processadas no programa SPRING, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Esta conversão é realizada com auxílio do programa MRT Tools (TAAHERI; COHEN, 2011). As bandas do MODIS utilizadas são NIR (infravermelho próximo), MIR (infravermelho médio), *Red Reflectance* e NDVI (Índice de vegetação com diferença normalizada). Na seleção das imagens, a fim de se evitar cenas com alta porcentagem de nuvens, são observadas as características pluviométricas de cada região brasileira e também o calendário agrícola nacional, para priorizar imagens onde os cultivos estejam bem desenvolvidos, apresentando, portanto, boa resposta espectral desses alvos. Essas informações são obtidas, respectivamente, no site do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC e na Coordenação de Agropecuária do IBGE.

Devidamente convertidas, as imagens são tratadas (ajustes de contraste), segmentadas e passam por uma classificação automática utilizando o programa SPRING. Em seguida é feita a associação entre as classes geradas por esta classificação e as classes previamente definidas para o trabalho, conforme procedimento do programa SPRING. É importante ressaltar que todo este

processo de classificação foi realizado apenas para o primeiro período estudado (ano 2000). Nos períodos seguintes, como foram verificadas apenas as mudanças em relação ao período inicial, não houve necessidade de novas classificações. Este é um procedimento que otimiza a operacionalização de um trabalho de abrangência nacional.

Figura 1: Etapas de trabalho



Fonte: IBGE. Diretoria de Geociências. Levantamento e Classificação de Uso da Terra

Edições

A edição é dividida em duas etapas: edição matricial e a incorporação de dados. A edição matricial é um processo não automatizado, realizado com intuito de corrigir eventuais imperfeições geradas pelo sistema automático de classificação e pelo processo de associação. Nesta etapa também se torna necessária a utilização de outras informações como mapas temáticos e dados

estatísticas produzidos pelo IBGE, mapeamentos temáticos produzidos por governos estaduais ou outras entidades. Como suporte também são usadas imagens de satélite média resolução, como CBERS, SPOT e LANDSAT TM 5, 7 e 8, e de alta resolução como RAPIDEYE. Também são feitas consultas ao Google Earth e às Séries Temporais elaboradas pelo Laboratório de Sensoriamento Remoto Aplicado à Agricultura e Floresta do INPE.

Na etapa seguinte são incorporados os dados do IBGE e de outras Instituições na detecção das áreas desmatadas, agrícolas e de pastagem plantada, especialmente na Amazônia Legal. Do IBGE são utilizados os dados dos setores censitários (menor área de apuração utilizada nas pesquisas do IBGE) do último Censo Agropecuário, previamente espacializados, convertidos para o formato *shapefile* e exportados para o programa SPRING. Nos setores censitários rurais é verificada a existência de áreas representativas de pastagem plantada, levando em conta a escala de trabalho. Os dados de outras Instituições referem-se àqueles produzidos pelo Projeto de Monitoramento da Floresta Amazônica – PRODES e pelo projeto TERRACCLASS, os quais são disponibilizados pelo INPE e EMBRAPA, em formato *shapefile*. Os polígonos das diferentes classes definidas pelos projetos são comparados aos polígonos da interpretação previamente elaborada pela equipe. Em caso de incompatibilidades entre os dados do Censo, do PRODES, do TERRACCLASS e os da interpretação prévia, outras fontes são consultadas, como imagens de média resolução, Google Earth e Séries Temporais – INPE.

Além dos procedimentos citados acima, foi realizada uma série de testes com objetivo de verificar a viabilidade da separação sistemática de áreas de pastagem na escala de trabalho adotada neste projeto. O teste consistiu em avaliar a viabilidade de imagens MODIS produto 13A1 Normalized Difference Vegetation Index - NDVI (INPE, 2003) multitemporal na detecção de pastagens. A metodologia utilizou diversas aplicações do sensor MODIS conforme Rudorff et al, 2007. A seleção de imagens NDVI de resolução 250 m foi associada ao calendário agrícola e também ao regime das chuvas (Monitoramento Brasil – CPTEC/INPE). Desta forma, foram utilizadas imagens de, pelo menos, três datas distintas do mesmo ano. O procedimento de análise multitemporal permitiu que áreas agrícolas,

que sabidamente apresentam variação no índice de vegetação ao longo de um ano, sejam separadas de áreas que permanecem com índices mais estáveis no mesmo período. Neste sentido, foram subtraídos os valores dos pixels entre as imagens. Neste processo os pixels que encontram pouca ou nenhuma variação entre as datas apresentam valor igual a zero ou próximo a zero. No outro extremo, os pixels que apresentam grande variação entre as datas chegam próximo ao valor de 255 (valor do nível de cinza). Assim, áreas com pouca ou nenhuma variação são representadas com tons de preto e cinza muito escuro e áreas de grande variação entre as datas foram representadas em branco ou cinza muito claro. Na etapa seguinte, os polígonos de baixa variação de valores foram vetorizados e sobrepostos às imagens utilizadas para a análise dos pontos de amostra através do “visualizador de séries temporais MODIS para análise de mudanças de uso e cobertura da terra”.

Em seguida os polígonos de hidrografia, disponibilizados oficialmente pela Coordenação de Cartografia do IBGE, são incorporados ao mapeamento. A etapa de edição é finalizada por uma revisão técnica, que inclui verificação de possíveis inconsistências, controle de bordas (junção das folhas milhão), eliminação dos polígonos com área inferior a 625.000 m² e ajuste geométrico. Este último ajuste se torna necessário para correção de deslocamentos gerados no programa SPRING.

Validação das Informações

Com intuito de dirimir dúvidas e estabelecer padrões de imagens de satélite utilizadas na interpretação, são realizadas campanhas de campo em áreas representativas, selecionadas ao longo do trabalho, procurando englobar os diversos biomas do território brasileiro: Mata Atlântica, Cerrado, Caatinga, Amazônia, Pampa e Pantanal. Além destes trabalhos de campo, o projeto prevê o auxílio de servidores de todas as Unidades Estaduais do IBGE, aproveitando a extensa rede de agências da Instituição e valorizando a experiência e o conhecimento local destes profissionais.

Para validação final das classificações foi realizado um trabalho comparativo entre um conjunto de 379 pontos obtidos em trabalhos de campo e o material produzido em gabinete, visando à obtenção do coeficiente Kappa, medida estatística que ajusta o efeito do acaso na proporção da concordância observada para os elementos/classes. Estes pontos, distribuídos ao longo de todo território nacional, foram coletados entre os anos de 2011 e 2012, tanto por técnicos do projeto Mudanças, como por técnicos do projeto Uso da Terra, cujos produtos têm escala mais detalhada (1:250.000) e são divulgados por estados da federação. Como resultado final deste procedimento, foi obtido um índice Kappa de 0,70815 (concordância *forte*).

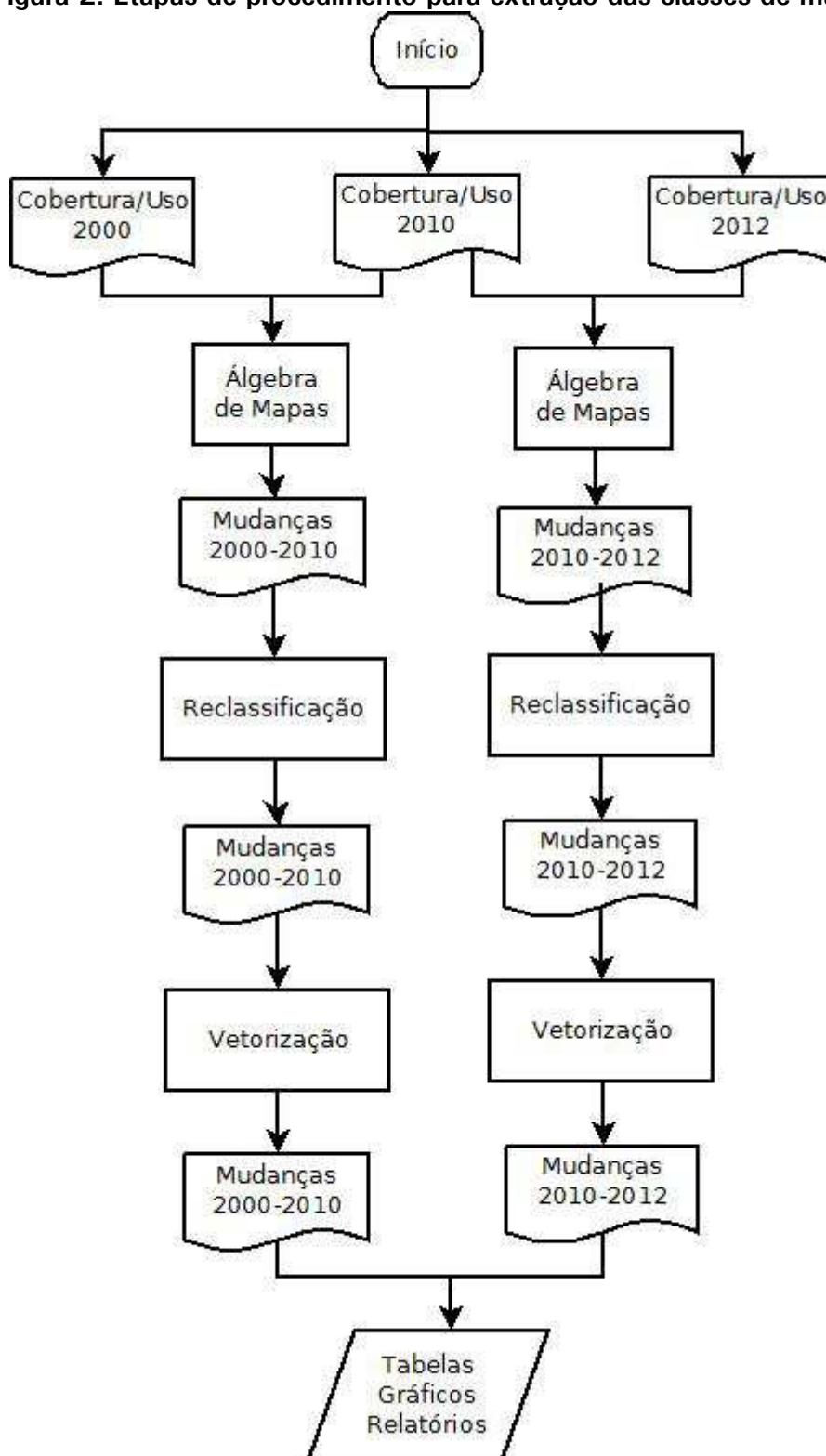
Detecção das mudanças

Para a identificação das mudanças entre os períodos considerados (2000, 2010 e 2012) adotou-se a análise combinatória entre as classes de Cobertura e Uso da Terra dos mapeamentos, que resultou em 169 classes de mudanças possíveis (13 x 13). Para a avaliação dos tipos de mudanças que ocorrem nesses períodos é necessária uma simplificação por meio de uma nova nomenclatura que agregue ou que melhor reflita a tendência do que ocorre espacialmente. Para tal, e visando atender aos objetivos do trabalho, foram adotados alguns critérios, para a definição das classes finais de possíveis Mudanças Nível I e II (anexo I).

Com a finalidade de elaborar produtos para divulgação das informações sobre a dinâmica de cobertura e uso da terra entre os anos 2000, 2010 e 2012, foram utilizados alguns métodos de geoprocessamento, para extração das classes de mudanças, descritos na figura 2. Os mapas, inicial e final (2000-2010 e 2010-2012), foram corrigidos. Para avaliar esses mapas, foi gerada a matriz de confusão e calculado o índice *Kappa*, utilizando-se coordenadas obtidas em campo. Estes mapas, em formato matricial, são processados para a análise, *pixel a pixel* (operação local) através de álgebra de mapas. Nessa operação os valores de cada *pixel* (rótulos) são concatenados para definição de um código de mudança. Após a tabulação cruzada, foi realizada a reclassificação para enquadramento nas classes de mudanças definidas na seção anterior. Com o mapa em formato

matricial devidamente classificado, procedeu-se com o preparo das saídas para divulgação, incluindo a vetorização e padronização dos atributos associados.

Figura 2: Etapas de procedimento para extração das classes de mudanças



Fonte: IBGE. Diretoria de Geociências. Levantamento e Classificação de Uso da Terra

Os Corpos d'água continentais não sofreram alterações nos dois períodos estudados (2000-2010 e 2010-2012), pois foi adotado o critério de utilização dos polígonos de massa d'água oficiais, divulgados pelo próprio IBGE. Apenas as áreas com represamentos para geração de energia que não estavam incluídas na base cartográfica foram adicionadas a essa classe. Eles foram adicionados aos mapeamentos a partir da Base Cartográfica Contínua 1: 250.000 (IBGE, 2013) e apenas novos reservatórios são adicionados ao mapeamento. Portanto, não são detectadas mudanças relacionadas aos corpos d'água.

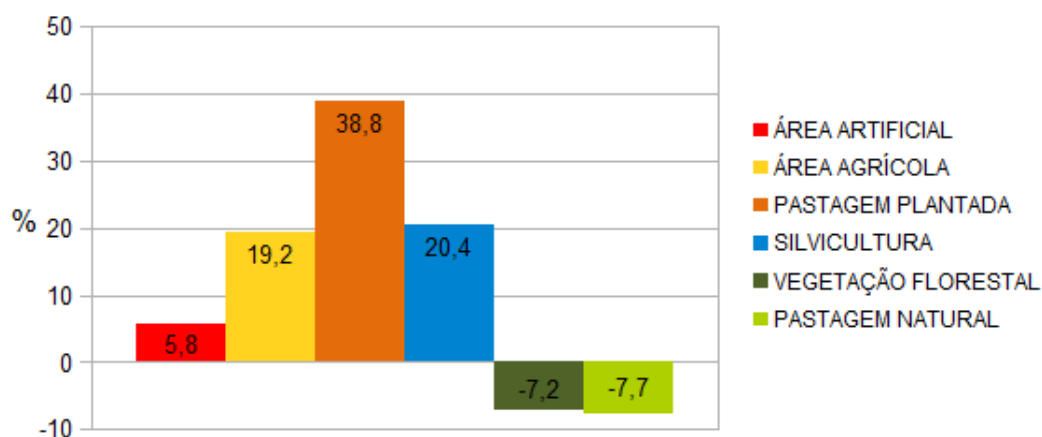
Análise dos Resultados

Os resultados obtidos neste trabalho são constituídos por três mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil, anos 2000, 2010 e 2012 e também pelas Classes de Mudança, resultado do cruzamento destes mapas. Os mapas de cobertura e uso da terra são apresentados nos formatos *pdf* e *shapefile* (link para arquivos PDF/SHAPE), enquanto as Mudanças para os períodos 2000-2010 e 2010-2012 são apresentadas somente no formato shapefile (link para arquivos SHAPE).

A análise dos dados de **cobertura e uso da terra** permite detectar a variação, em percentual, de um período quando comparado com o período anterior. Observa-se que entre os anos de 2000 e 2010, a dinâmica de crescimento das áreas de pastagem plantada foi significativamente maior que o incremento de áreas agrícolas. Também se observa que a diminuição de área florestal foi equivalente a área de pastagem natural conforme demonstra o gráfico 1.

Gráfico 1: Comparação entre os períodos de 2000 e 2010

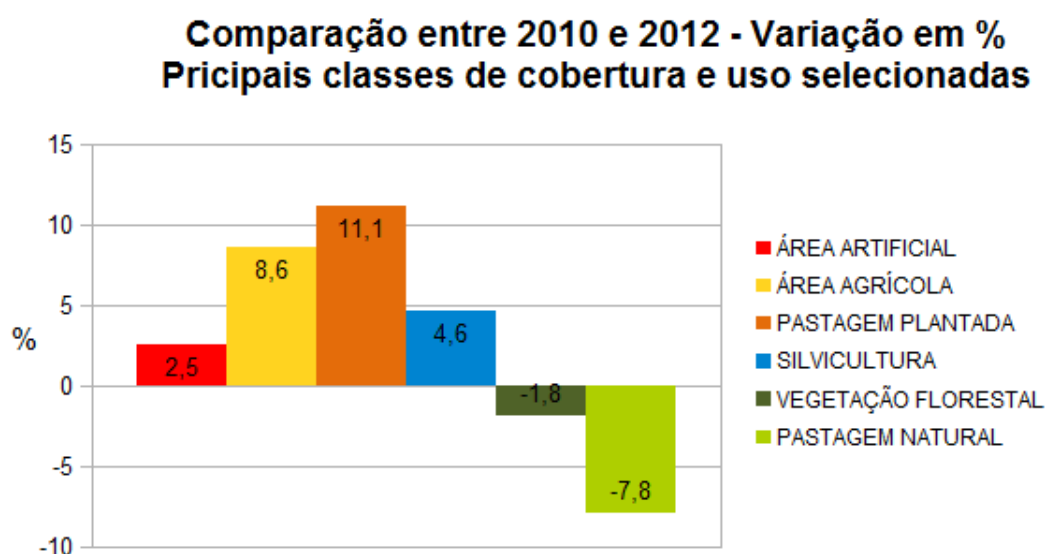
Comparação entre 2000 e 2010 - Variação em % Principais classes de cobertura e uso selecionadas



Fonte: IBGE. Diretoria de Geociências. Levantamento e Classificação de Uso da Terra

Quando se compara as principais classes de cobertura e uso da terra entre 2010 e 2012 observa-se significativo aumento da área agrícola se comparado com a área de pastagem plantada, embora essa última ainda apresente maior percentual. Diferente do período de comparação anterior, o período de 2010 para 2012 demonstrou que a perda de área de pastagem natural foi quatro vezes a área de vegetação florestal, conforme gráfico 2, sendo essas áreas absorvidas, especialmente pelo processo produtivo da expansão agrícola.

Gráfico 2: Comparação entre os períodos de 2010 e 2012



Fonte: IBGE. Diretoria de Geociências. Levantamento e Classificação de Uso da Terra

Com base nas informações obtidas no cruzamento dos períodos 2000-2010 e 2010-2012, é possível tecer alguns comentários sobre as **mudanças** ocorridas em todo território nacional. Os dados estatísticos dos referidos cruzamentos são apresentados no anexo II, como Contas Físicas da Terra, conforme SEEA, 2012. A interpretação dessa tabela pode ser feita observando-se nas colunas as classes de cobertura e uso da terra, segundo o total das suas áreas em 2000, 2010 e 2012, e nas linhas as adições ou reduções do estoque correspondentes às mesmas classes. Cada linha discrimina o aumento ou redução do estoque, em km², de cada classe em relação às classes apresentadas nas colunas, nos períodos analisados.

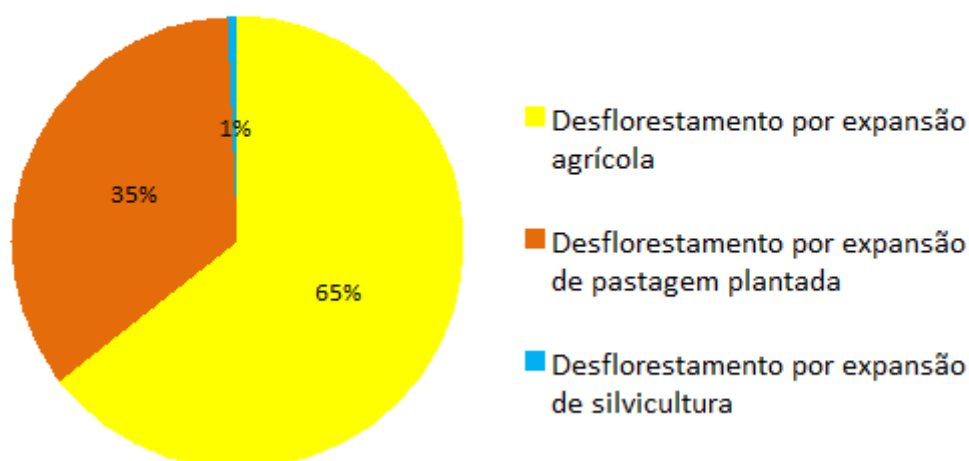
Para fins de análise, os principais processos que contribuíram para as mudanças na cobertura e uso da terra foram divididos entre as duas grandes

coberturas vegetais: áreas florestais e áreas não florestais, dominada pela pastagem natural. Importante lembrar que a maior parte das pastagens naturais se utiliza de áreas dos biomas Cerrado, Caatinga e Pampas, em suas diversas fisionomias.

De acordo com o procedimento de detecção de mudanças, observou-se que as alterações no período 2000-2010 ocorreram em cerca de 7% da área do território nacional. Em ambiente florestal, o destaque no período fica para a expansão agrícola responsável por mais da metade dos desflorestamentos, conforme gráfico 3.

Gráfico 3: Principais processos em áreas florestais, 2000 e 2010

**Principais Processos em Área Florestal
2000-2010 em %**

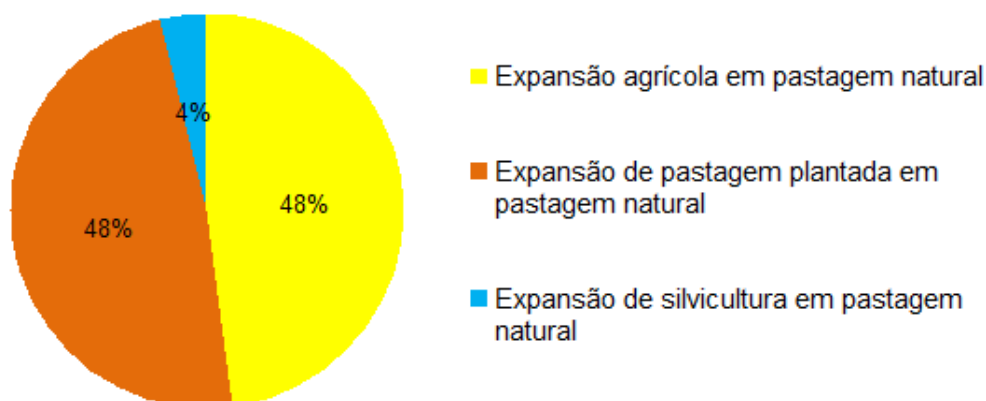


Fonte: IBGE. Diretoria de Geociências. Levantamento e Classificação de Uso da Terra

Em áreas de pastagem natural, no período de 2000 a 2010, registra-se a igualdade da expansão agrícola e do avanço da pastagem plantada. Também se nota que a expansão da silvicultura é mais presente nestas áreas, gráfico 4.

Gráfico 4: Principais processos em de pastagem natural, 2000 e 2010

Principais Processos em Área de Pastagem Natural
2000-2010 em %

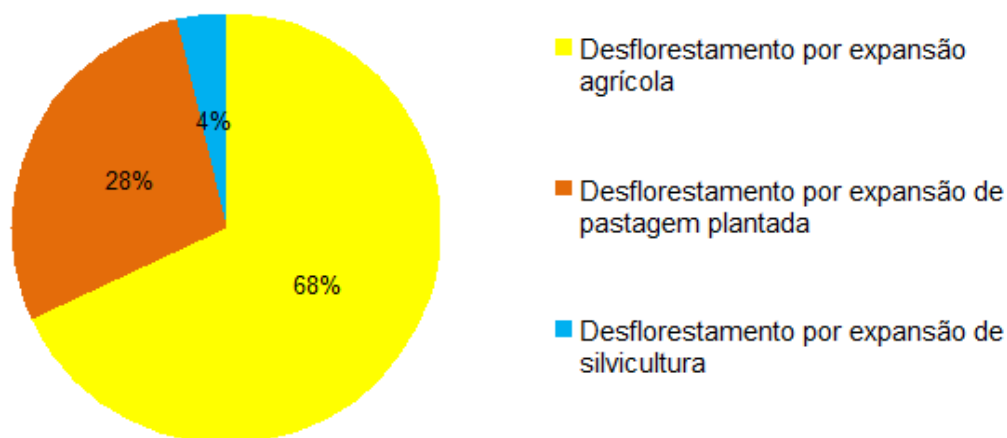


Fonte: IBGE. Diretoria de Geociências. Levantamento e Classificação de Uso da Terra

No período 2010-2012, aproximadamente 96,5% das áreas não sofreram mudanças, e novamente as classes *de expansão agrícola* e *expansão de pastagem plantada* foram as que apresentaram alterações mais significativas. As *expansões agrícolas* foram percentualmente maiores, tanto em ambiente florestal como em áreas de pastagem natural, se comparados com o período anterior, com ênfase no avanço neste último ambiente, conforme gráficos 5 e 6.

Gráfico 5: Principais processos em áreas florestais, 2010 e 2012

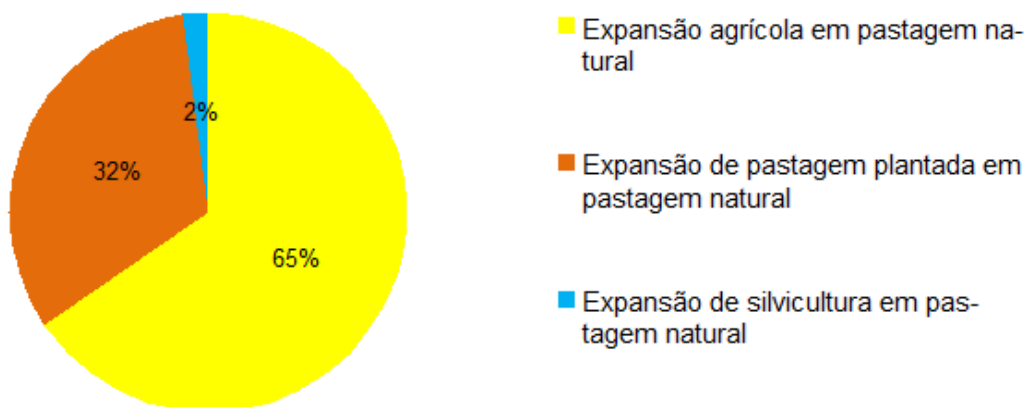
Principais Processos em Área Florestal 2010-2012 em %



Fonte: IBGE. Diretoria de Geociências. Levantamento e Classificação de Uso da Terra

Gráfico 6: Principais processos em áreas de pastagem natural, 2010 e 2012

Principais Processos em Área de Pastagem Natural 2010-2012 em %



Fonte: IBGE. Diretoria de Geociências. Levantamento e Classificação de Uso da Terra

Importante lembrar que o mapeamento das mudanças de cobertura e uso da terra foi concebido para contribuir no conhecimento sobre quais e onde ocorrem as principais mudanças em escala generalizada e resguardando-se que o cálculo de áreas deve seguir as recomendações e limitações do principal insumo utilizado, o MODIS.

Referências

BRIASSOULIS, H. Analysis of land use change: theoretical and modeling approaches. 2000. Tese (Doutorado em Geografia) - University of Aegean. Leskos, Grécia. 2000. Disponível em: <<http://www.rri.wvu.edu/WebBook/Briassoulis/contents.htm>>. Acesso em janeiro de 2012.

CENTRO DE PREVISÃO DO TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS/INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (CPTEC). **Monitoramento Brasil**. Disponível em: <<http://clima1.cptec.inpe.br/monitoramentobrasil/pt>>. Acesso em: 15 julho 2014.

COHEN, Jacob, 1960 A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement* 20 (1):37-46.

CORINE land cover changes 1975-1990, vector data, polygon. European Environment Agency, 1990. Disponível em: <<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/corine-land-cover-1990-clc1990-and-corine-land-cover-changes-1975-1990-in-a-10-km-zone-around-the-coast-of-europe>>. Acesso em: 4 agosto 2011.

DI GREGORIO, A.; JANSEN, L. J. M. *Land cover classification system (LCCS): classification concepts and user manual : for software, version 1.0*. FAO Land and Water Development Division, 2000. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/003/x0596e/x0596e00.htm>> Acesso em: 11 maio 2011.

FREITAS, R.M.; ARAI, E.; ADAMI, M.; SOUZA, A.F.; SATO, F.Y.; SHIMABUKURO, Y.E.; ROSA, R.R.; ANDERSON, L.O.; RUDORFF, B.F.T. Virtual laboratory of remote sensing series: visualization of MODIS EVI2 data set over South America. *Journal of Computational Interdisciplinary Sciences*, 2:57-64. 2011. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/laf/series/artigos/Freitas_Ramon_M_et_al_2011_JCIS_Virtual_laboratory_of_remote_sensing_time_series.pdf>. Acesso em: 8 janeiro 2011.

GONG, X.; WEBER, J. L. *Land cover and land use classifications in the SEEA Revision :paper prepared by the European Environment Agency and FAO, for discussion. In: MEETING OF THE UN COMMITTEE OF EXPERTS ON ENVIRONMENTAL-ECONOMIC ACCOUNTING, 4., 2009, New York. European Environment Agency, 2009. Disponível em: <<http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/ceea/meetings/UNCEEA-4-11.pdf>> Acesso em: 9 maio 2011.*

INDICADORES de desenvolvimento sustentável: Brasil 2004. Rio de Janeiro: IBGE, 20012. 395p. (Série Estudos e Pesquisas, n.4) Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/ids_2004.shtm> Acesso em: 2 maio 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Base Cartográfica Contínua do Brasil na escala 1:250.000 (versão 1.0)**. Disponível em: < <http://mapas.ibge.gov.br/pt/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/cartas> >. Acesso em: 25 janeiro de 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Sala de imprensa. **IBGE promove Seminário Internacional sobre Estatísticas Ambientais**. Disponível em: < <http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?idnoticia=1459&t=ibge-promove-seminario-internacional-sobre-estatisticas-ambientais&view=noticia> >. Acesso em: 23 julho 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Diretoria de Pesquisas. **Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE)**. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/classificacoes/cnae2.0/cnae2.0.pdf> >. Acesso em: 08 agosto 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Indicadores IBGE**. Estatística da Produção Agrícola. Disponível em: < ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Fasciculo_Indicadores_IBGE/estProdAgr_201504.pdf >. Acesso em: 30 abril 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico 2010. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm> >. Acesso em: 21 agosto 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3. ed., Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Sistema de Classificação de Uso da Terra – SCUT. Disponível em http://portalextranet.ibge.gov.br/qa/geociencias/recursosnaturais/usodaterra/app_in_dice/index.shtm

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Diretoria de Pesquisas. **Projeto Prodes**. Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite. Disponível em: < <http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php> >. Acesso em: 30 junho 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Projeto TerraClass**. Disponível em: < http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/terraclass2010.php >. Acesso em: 03 julho 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Sensor Modis: Uma abordagem geral**. São José dos Campos/SP: INPE, 2003.

INPE. Metodologia para o Cálculo da Taxa Anual de Desmatamento na Amazônia Legal. INPE, 2006.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Introdução à Proposta do Grupo de Trabalho Aberto para os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.** Rio +. World Centre For Sustainable Development. Título Original: *Introduction to the Proposal of The Open Working Group for Sustainable Development Goals.*

JAFFRAIN, G; 2012. *Proposal of Land Cover System Classification for Ecosystem Accounting.* Working document. Final report. European Topic Centre Spatial Information and Analysis – November 2012

JENSEN, John R. Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres. Remote sensing of the environment: an earth resource perspective. Tradução e coordenação de José Carlos Neves Epiphânio. et. al. 2. ed. São José dos Campos, SP: Parêntese, 2011. 598 p. ISBN 978-85-60507-06-1.

LABORATORIO DE SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO À AGRICULTURA E FLORESTA. Séries Temporais. Disponível em: <<https://www.dsr.inpe.br/laf/series/index.php>>. Acesso em: 25 junho 2014.

RUDORFF, B.F.T.; SHIMABUKURO, Y.E.; CEBALLOS, J.C. (Coord.). Sensor MODIS e suas Aplicações Ambientais no Brasil. 1.ed. São José dos Campos: Ed. Parêntese, 2007. 425 p.

SEEA - System of Environmental-Economic Accounting. Central Framework. White Cover Publication: 2012. 306 pag.

_____. System of Environmental-Economic Accounting. Central Framework: 2014. 346 pag.

[SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. Camara G, Souza RCM, FreitasUM, Garrido J Computers & Graphics, 20: \(3\) 395-403, May-Jun 1996.](#)

Taaheri A, Cohen A. HDF-EOS to GeoTIFF Conversion Tool (HEG) Stand-alone User's Guide. Disponível em: <ftp://edhs1.gsfc.nasa.gov/edhs/HEG_Tool/Version2.11/516eed001_HEG_UsersGuide_v2.11.pdf>. Acesso em: 8 julho 2013.

TURNER II, B. L.; LAMBIN, E. F.; REENBERG, A. The emergence of land change science for global environmental change and sustainability. **PNAS** (Land Change Science Special Feature – Perspective), v. 104, n. 52, p. 20666-20671. 2007.

USGS Global Visualization Viewer (GloVis). **MODIS.** Disponível em: <<http://glovis.usgs.gov/>>. Acesso em: 11 agosto 2014.

WEBER, J. L. Globcorine. In: GLOBCOVER THIRD USER CONSULTATION, 2008, Copenhagen. *Copenhagen* :European Environment Agency, 2008. Disponível em: <http://due.esrin.esa.int/prjs/Results/131-176-149-30_2008912104639.pdf> Acesso em: 10 maio 2011.

_____. Implementation of land and ecosystem accounts at the European Environment Agency. *Ecological Economics*, v.61, n.4, p.695–707, Mar.2007. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=PublicationURL&_tockey=%23TOC%235995%232007%23999389995%23646497%23FLA%23&_cdi=5995&_pubType=J&_auth=y&_acct=C000049831&_version=1&_urlVersion=0&_userid=1035497&md5=fbc2687bc8972ffa78f4f95c4311ba05> Acesso em : 5 maio 2011.

_____. Land cover classification for land cover accounting. *In*: MEETING OF THE LONDON GROUP ON ENVIRONMENTAL ACCOUNTING, 14., 2009, Canberra. Canberra :European Environment Agency, 2009. Disponível em: <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/londongroup/meeting14/LG14_9a.pdf> Acesso em: 2 maio 2011.

_____. *Land cover classification in the revised SEEA* :draft for discussion. Copenhagen :European Environment Agency, 2010. Disponível em: http://eea.eionet.europa.eu/Public/irc/eionet-circle/leac/library?l=/classification_october20/EN_1.0_&a=d> Acesso em: 12 maio 2011.

ANEXO I - CLASSES DE MUDANÇAS NA COBERTURA E USO DA TERRA

CLASSE DE COBERTURA E USO DA TERRA INICIAL	CLASSE DE COBERTURA E USO DA TERRA FINAL	CLASSE DE MUDANÇAS NÍVEL I	CLASSE DE MUDANÇAS NÍVEL II
Vegetação Campestre	Pastagem Natural	Degradação campestre	Degradação campestre
Vegetação Campestre	Mosaico de Vegetação Campestre com Áreas Agrícolas		
Vegetação Campestre Alagada	Pastagem Natural		
Vegetação Campestre Alagada	Mosaico de Vegetação Campestre com Áreas Agrícolas		
Vegetação Florestal	Área Descoberta	Desflorestamento	Desflorestamento
Mosaico de Vegetação Florestal com Áreas Agrícolas	Área Descoberta		
Mosaicos de área agrícola com remanescentes florestais	Área Agrícola	Desflorestamento por expansão agrícola	
Vegetação Florestal	Área Agrícola		
Vegetação Florestal	Mosaicos de área agrícola com remanescentes florestais		
Vegetação Florestal	Mosaico de Vegetação Florestal com Áreas Agrícolas		
Mosaico de Vegetação Florestal com Áreas Agrícolas	Área Agrícola		
Mosaico de Vegetação Florestal com Áreas Agrícolas	Mosaicos de área agrícola com remanescentes florestais		

continua

ANEXO I - CLASSES DE MUDANÇAS NA COBERTURA E USO DA TERRA

CLASSE DE COBERTURA E USO DA TERRA INICIAL	CLASSE DE COBERTURA E USO DA TERRA FINAL	CLASSE DE MUDANÇAS NÍVEL I	CLASSE DE MUDANÇAS NÍVEL II
Vegetação Florestal	Área Artificial	Desflorestamento por expansão de área artificial	Desflorestamento
Mosaico de Vegetação Florestal com Áreas Agrícolas	Área Artificial		
Vegetação Florestal	Pastagem Plantada	Desflorestamento por expansão de pastagem plantada	
Mosaico de Vegetação Florestal com Áreas Agrícolas	Pastagem Plantada		
Vegetação Florestal	Silvicultura	Desflorestamento por expansão de silvicultura	
Mosaico de Vegetação Florestal com Áreas Agrícolas	Silvicultura		
Silvicultura	Área Agrícola	Expansão agrícola em área de silvicultura	Expansão Agrícola
Silvicultura	Mosaicos de área agrícola com remanescentes florestais		
Área Descoberta	Área Agrícola	Expansão agrícola em área descoberta	
Área Descoberta	Mosaicos de área agrícola com remanescentes florestais		
Pastagem Natural	Área Agrícola	Expansão agrícola em pastagem natural	
Pastagem Natural	Mosaico de Vegetação Campestre com Áreas Agrícolas		
Pastagem Plantada	Área Agrícola	Expansão agrícola em pastagem plantada	
Pastagem Plantada	Mosaicos de área agrícola com remanescentes florestais		

continua

ANEXO I - CLASSES DE MUDANÇAS NA COBERTURA E USO DA TERRA

CLASSE DE COBERTURA E USO DA TERRA INICIAL	CLASSE DE COBERTURA E USO DA TERRA FINAL	CLASSE DE MUDANÇAS NÍVEL I	CLASSE DE MUDANÇAS NÍVEL II
Área Agrícola	Área Artificial	Expansão de área artificial em área agrícola	Expansão de área artificial
Mosaicos de área agrícola com remanescentes florestais	Área Artificial		
Silvicultura	Área Artificial	Expansão de área artificial em área de silvicultura	
Área Descoberta	Área Artificial	Expansão de área artificial em área descoberta	
Pastagem Plantada	Área Artificial	Expansão de área artificial em pastagem plantada	
Área Agrícola	Pastagem Plantada	Expansão de pastagem plantada em área agrícola	Expansão de pastagem plantada
Mosaicos de área agrícola com remanescentes florestais	Pastagem Plantada		
Silvicultura	Pastagem Plantada	Expansão de pastagem plantada em área de silvicultura	
Área Descoberta	Pastagem Plantada	Expansão de pastagem plantada em área descoberta	
Pastagem Natural	Pastagem Plantada	Expansão de pastagem plantada em pastagem natural	
Área Agrícola	Silvicultura	Expansão de silvicultura em área agrícola	Expansão de silvicultura
Mosaicos de área agrícola com remanescentes florestais	Silvicultura		
Área Descoberta	Silvicultura	Expansão de silvicultura em área descoberta	
Pastagem Natural	Silvicultura	Expansão de silvicultura em pastagem natural	
Pastagem Plantada	Silvicultura	Expansão de silvicultura em pastagem plantada	

ANEXO I - CLASSES DE MUDANÇAS NA COBERTURA E USO DA TERRA

CLASSE DE COBERTURA E USO DA TERRA INICIAL	CLASSE DE COBERTURA E USO DA TERRA FINAL	CLASSE DE MUDANÇAS NÍVEL I	CLASSE DE MUDANÇAS NÍVEL II
Área Agrícola	Vegetação Campestre	Recuperação campestre em área agrícola	Recuperação Campestre
Área Agrícola	Vegetação Campestre Alagada		
Área Agrícola	Pastagem Natural		
Área Agrícola	Mosaico de Vegetação Campestre com Áreas Agrícolas		
Mosaico de Vegetação Campestre com Áreas Agrícolas	Vegetação Campestre		
Mosaico de Vegetação Campestre com Áreas Agrícolas	Vegetação Campestre Alagada		
Silvicultura	Vegetação Campestre	Recuperação campestre em área de silvicultura	
Silvicultura	Vegetação Campestre Alagada		
Silvicultura	Pastagem Natural		
Silvicultura	Mosaico de Vegetação Campestre com Áreas Agrícolas		
Área Descoberta	Vegetação Campestre	Recuperação campestre em área descoberta	
Área Descoberta	Vegetação Campestre Alagada		
Área Descoberta	Pastagem Natural		
Área Descoberta	Mosaico de Vegetação Campestre com Áreas Agrícolas		
Pastagem Natural	Vegetação Campestre	Recuperação campestre em pastagem natural	Recuperação Campestre
Pastagem Natural	Vegetação Campestre Alagada		
Pastagem Plantada	Vegetação Campestre	Recuperação campestre em pastagem plantada	
Pastagem Plantada	Vegetação Campestre Alagada		
Pastagem Plantada	Pastagem Natural		
Pastagem Plantada	Mosaico de Vegetação Campestre com Áreas Agrícolas		

continua

ANEXO I - CLASSES DE MUDANÇAS NA COBERTURA E USO DA TERRA

CLASSE DE COBERTURA E USO DA TERRA INICIAL	CLASSE DE COBERTURA E USO DA TERRA FINAL	CLASSE DE MUDANÇAS NÍVEL I	CLASSE DE MUDANÇAS NÍVEL II
Área Agrícola	Mosaicos de área agrícola com remanescentes florestais	Recuperação florestal em área agrícola	Recuperação florestal
Área Agrícola	Vegetação Florestal		
Área Agrícola	Mosaico de Vegetação Florestal com Áreas Agrícolas		
Mosaicos de área agrícola com remanescentes florestais	Vegetação Florestal		
Mosaicos de área agrícola com remanescentes florestais	Mosaico de Vegetação Florestal com Áreas Agrícolas		
Mosaico de Vegetação Florestal com Áreas Agrícolas	Vegetação Florestal		
Silvicultura	Vegetação Florestal	Recuperação florestal em área de silvicultura	
Silvicultura	Mosaico de Vegetação Florestal com Áreas Agrícolas		
Área Descoberta	Vegetação Florestal	Recuperação florestal em área descoberta	
Área Descoberta	Mosaico de Vegetação Florestal com Áreas Agrícolas		
Pastagem Plantada	Vegetação Florestal	Recuperação florestal em pastagem plantada	
Pastagem Plantada	Mosaico de Vegetação Florestal com Áreas Agrícolas		
Pastagem Natural	Área Descoberta	Redução de pastagem natural	Redução de pastagem natural

continua

ANEXO I - CLASSES DE MUDANÇAS NA COBERTURA E USO DA TERRA

CLASSE DE COBERTURA E USO DA TERRA INICIAL	CLASSE DE COBERTURA E USO DA TERRA FINAL	CLASSE DE MUDANÇAS NÍVEL I	CLASSE DE MUDANÇAS NÍVEL II
Vegetação Campestre	Área Descoberta	Redução de vegetação campestre	Redução de vegetação campestre
Vegetação Campestre Alagada	Área Descoberta		
Mosaico de Vegetação Campestre com Áreas Agrícolas	Área Descoberta		
Mosaico de Vegetação Campestre com Áreas Agrícolas	Área Agrícola	Redução de vegetação campestre por expansão agrícola	
Vegetação Campestre	Área Agrícola		
Vegetação Campestre	Área Artificial	Redução de vegetação campestre por expansão de área artificial	
Vegetação Campestre Alagada	Área Artificial		
Pastagem Natural	Área Artificial		
Mosaico de Vegetação Campestre com Áreas Agrícolas	Área Artificial		
Vegetação Campestre	Pastagem Plantada	Redução de vegetação campestre por expansão de pastagem plantada	
Mosaico de Vegetação Campestre com Áreas Agrícolas	Pastagem Plantada		
Vegetação Campestre	Silvicultura	Redução de vegetação campestre por expansão de silvicultura	
Mosaico de Vegetação Campestre com Áreas Agrícolas	Silvicultura		
Mosaicos de área agrícola com remanescentes florestais	Área Descoberta	Retração de área agrícola	Retração de área agrícola
Pastagem Plantada	Área Descoberta	Retração de pastagem plantada	Retração de pastagem plantada
Silvicultura	Área Descoberta	Retração de silvicultura	Retração de silvicultura

Fonte: IBGE. Diretoria de Geociências. Levantamento e Classificação de Uso da Terra

ANEXO II CONTAS FÍSICAS DA TERRA: 2000 - 2010 - 2012

BRASIL – CONTAS FÍSICAS PARA COBERTURA E USO DA TERRA (KM²)

		Área artificial	Área agrícola	Pastagem Plantada	Mosaico de área agrícola com remanescentes florestais	Silvicultura	Vegetação florestal	Mosaicos de vegetação florestal e atividade agrícola	Vegetação campestre	Vegetação campestre alagada	Pastagem natural	Mosaicos de vegetação campestre e atividade agrícola	Área descoberta
Estoque de abertura (2000)		37.199	398.776	619.630	741.942	55.161	3.513.948	460.795	102.350	57.598	2.073.970	173.918	5.572
1. Adições ao estoque	Área artificial	0	199	111	421	13	0	15	0	0	11	15	2
	Área agrícola	145	0	438	489	101	1	82	0	1	373	126	0
	Pastagem Plantada	126	732	0	2.057	83	37	528	1	18	5.404	38	0
	Mosaico de área agrícola com remanescentes florestais	797	18.891	30.121	0	9.936	101	3.806	1	57	766	43	2
	Silvicultura	38	1.823	689	5.469	0	1	444	0	0	498	218	5
	Vegetação florestal	665	17.494	92.212	52.938	523	0	90.468	58	21	199	24	7
	Mosaicos de vegetação florestal e atividade agrícola	364	5.719	35.056	51.180	2.420	174	0	0	99	304	37	10
	Vegetação campestre	8	153	434	20	17	2	5	0	6	9.939	86	0
	Vegetação campestre alagada	3	34	179	199	0	2	117	7	0	12.905	6	0
	Pastagem natural	776	32.702	89.783	1.287	7.301	57	405	168	104	0	56.820	97
	Mosaicos de vegetação campestre e atividade agrícola	11	739	607	8	10	9	4	1	3	355	0	0
	Área descoberta	22	4	1	0	16	0	3	0	1	3	4	0
Total de adições do estoque		2.955	78.489	249.630	114.070	20.419	383	95.877	236	310	30.755	57.417	121
2. Redução do estoque	Área artificial	0	145	126	797	38	665	364	8	3	776	11	22
	Área agrícola	199	0	732	18.891	1.823	17.494	5.719	153	34	32.702	739	4
	Pastagem Plantada	111	438	0	30.121	689	92.212	35.056	434	179	89.783	607	1
	Mosaico de área agrícola com remanescentes florestais	421	489	2.057	0	5.469	52.938	51.180	20	199	1.287	8	0
	Silvicultura	13	101	83	9.936	0	523	2.420	17	0	7.301	10	16
	Vegetação florestal	0	1	37	101	1	0	174	2	2	57	9	0
	Mosaicos de vegetação florestal e atividade agrícola	15	82	528	3.806	444	90.468	0	5	117	405	4	3
	Vegetação campestre	0	0	1	1	0	58	0	0	7	168	1	0
	Vegetação campestre alagada	0	1	18	57	0	21	99	6	0	104	3	1
	Pastagem natural	11	373	5.404	766	498	199	304	9.939	12.905	0	355	3
	Mosaicos de vegetação campestre e atividade agrícola	15	126	38	43	218	24	37	86	6	56.820	0	4
	Área descoberta	2	0	0	2	5	7	10	0	0	97	0	0
	Total de redução do estoque		787	1.756	9.023	64.520	9.184	254.608	95.363	10.669	13.453	189.501	1.745

BRASIL – CONTAS FÍSICAS PARA COBERTURA E USO DA TERRA (KM²)

		Área artificial	Área agrícola	Pastagem Plantada	Mosaico de área agrícola com remanescentes florestais	Silvicultura	Vegetação florestal	Mosaicos de vegetação florestal e atividade agrícola	Vegetação campestre	Vegetação campestre alagada	Pastagem natural	Mosaicos de vegetação campestre e atividade agrícola	Área descoberta
Estoque final/inicial (2010)		39.366	475.509	860.237	791.492	66.396	3.259.721	461.309	91.917	44.456	1.915.225	229.589	5.640
1. Adições ao estoque	Área artificial	0	82	55	100	6	0	32	0	0	4	30	1
	Área agrícola	12	0	242	227	71	0	40	0	1	123	277	0
	Pastagem Plantada	7	189	0	562	67	6	472	0	0	679	94	0
	Mosaico de área agrícola com remanescentes florestais	351	8.259	13.231	0	2.182	40	6.639	1	1	481	22	0
	Silvicultura	24	1.270	958	3.272	0	2	1.238	0	0	76	82	0
	Vegetação florestal	307	3.452	18.483	12.268	478	0	24.300	9	18	66	23	25
	Mosaicos de vegetação florestal e atividade agrícola	162	4.190	13.646	25.055	3.787	152	0	0	50	122	26	6
	Vegetação campestre	3	40	99	3	3	0	1	0	1	2.195	206	1
	Vegetação campestre alagada	3	26	42	35	0	3	39	9	0	2.561	53	0
	Pastagem natural	397	23.590	50.242	232	3.342	1	302	88	77	0	78.123	32
	Mosaicos de vegetação campestre e atividade agrícola	14	590	709	12	26	0	5	0	2	444	0	2
	Área descoberta	26	13	1	1	27	0	7	0	0	5	22	0
Total de adições do estoque		1.305	41.701	97.709	41.767	9.987	204	33.075	108	150	6.756	78.957	68
2. Redução do estoque	Área artificial	0	12	7	351	24	307	162	3	3	397	14	26
	Área agrícola	82	0	189	8.259	1.270	3.452	4.190	40	26	23.590	590	13
	Pastagem Plantada	55	242	0	13.231	958	18.483	13.646	99	42	50.242	709	1
	Mosaico de área agrícola com remanescentes florestais	100	227	562	0	3.272	12.268	25.055	3	35	232	12	1
	Silvicultura	6	71	67	2.182	0	478	3.787	3	0	3.342	26	27
	Vegetação florestal	0	0	6	40	2	0	152	0	3	1	0	0
	Mosaicos de vegetação florestal e atividade agrícola	32	40	472	6.639	1.238	24.306	0	1	39	302	5	7
	Vegetação campestre	0	0	0	1	0	9	0	0	9	88	0	0
	Vegetação campestre alagada	0	1	0	1	0	18	50	1	0	77	2	0
	Pastagem natural	4	123	679	481	76	66	122	2.195	2.561	0	444	5
	Mosaicos de vegetação campestre e atividade agrícola	30	277	94	22	82	23	26	206	53	78.123	0	22
	Área descoberta	1	0	0	0	0	25	6	1	0	32	2	0
Total de redução do estoque		311	992	2.076	31.206	6.922	59.434	47.198	2.552	2.772	156.426	1.805	102
Estoque final (2012)		40.360	516.217	955.870	802.054	69.461	3.200.491	447.186	89.474	41.834	1.765.555	306.742	5.606

Equipe técnica

Diretoria de Geociências

Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais

Celso José Monteiro Filho

Equipe Técnica de Uso da Terra

Eloisa Domingues

Fernando Peres Dias

Fernando Yutaka Yamaguchi

Mauricio Zacharias Moreira

Unidade Estadual de Santa Catarina

Alceu Vanzella

Jose Marcos Moser

Equipe de Geoprocessamento na UE-SC

Luiz Roberto de Campos Jacintho

Rodrigo de Campos Macedo

Estagiários

Ano de 2012

Daniela Prá S. de Sousa

Elton Hollanda dos Santos

Isabelle Fernandes

Marco Aurélio Virtuoso

Maria Luiza Silva Garcia

Marina Coelho Rosa e Silva

Natalia Cristina Wiederkehr

Rafael Cardão Augusto

Thiago Ribeiro Alves

Ano de 2012 - 2013

Ana Carolina de Pinho

Ana Paula Esnidei Pereira

Bárbara Ferreira

Laura Dias Prestes

Nara Ribeiro Menezes Mariano

Ano de 2013

Daniel Andrijio Malandrín

Daniel Rosick da Silva

Débora Rodrigues de Souza

Priscila Domingues Colturato

Ano de 2013 - 2014

Alexandre Lopes da Silva

Ana Paula Oliveira
Ariane da Silva Paim
Caroline Regina Silva
Gisella Maria da Luz
Maria Ely Goulart Boing
Raquel Martins

Ano de 2014

Heloisa Helena Pereira
Raquel Gouvea Lucio Bittencourt
Suellen Maurício

Se o assunto é **Brasil**,
procure o **IBGE**.

www.ibge.gov.br
www.twitter.com/ibgecomunica
www.facebook.com/ibgeoficial

Atendimento
0800 721 8181

