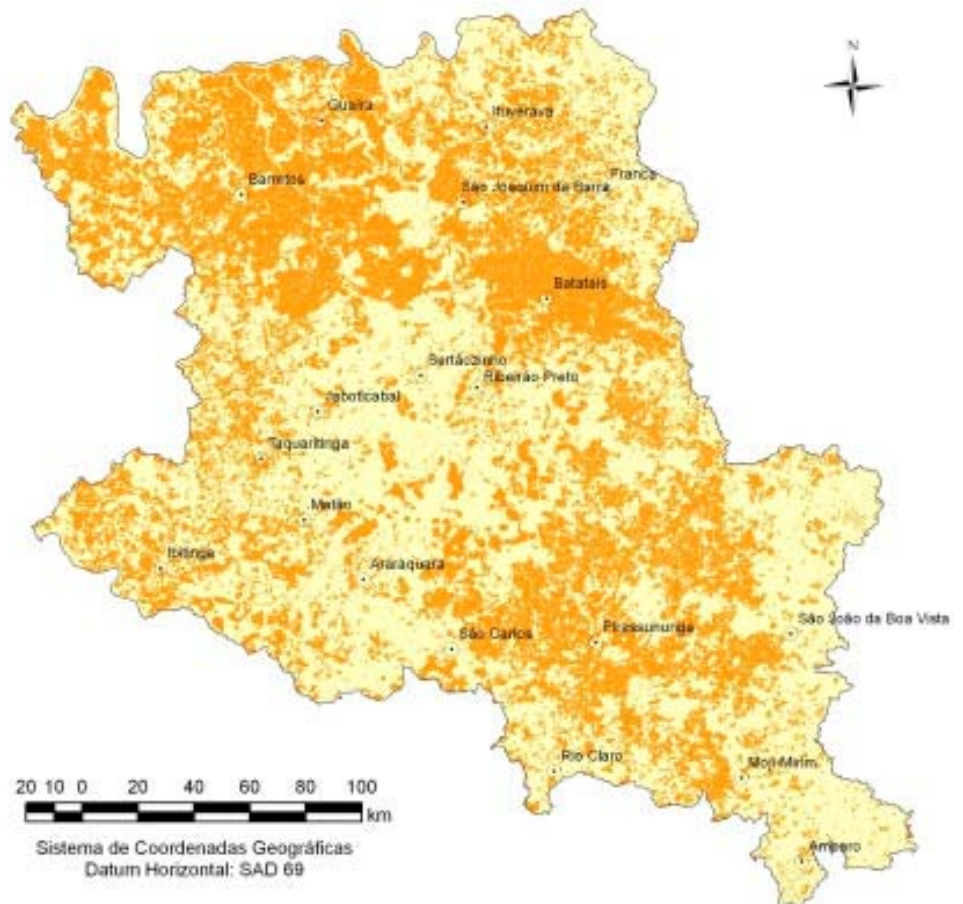




Alterações no Uso e Cobertura das Terras no Nordeste do Estado de São Paulo no Período de 1988 a 2003

Autoria

Carlos Fernando Quartaroli

Mestre em Agronomia, Pesquisador da
Embrapa Monitoramento por Satélite
quarta@cnpm.embrapa.br

Cristina Criscuolo

Mestre em Engenharia Ambiental, Pesquisadora da
Embrapa Monitoramento por Satélite
criscuol@cnpm.embrapa.br

Marcos Cicarini Hott

Mestre em Ciência Florestal, Pesquisador da
Embrapa Monitoramento por Satélite
marcos@cnpm.embrapa.br

Marcelo Guimarães

Mestre em Ecologia (*In memoriam*)
Foi pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Monitoramento por Satélite
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 0103-78110
Dezembro, 2006

Documentos 55

Alterações no Uso e Cobertura das Terras no Nordeste do Estado de São Paulo no Período de 1988 a 2003

Carlos Fernando Quartaroli
Cristina Criscuolo
Marcos Cicarini Hott
Marcelo Guimarães

Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos, 55

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

Embrapa Monitoramento por Satélite

Av. Dr. Júlio Soares de Arruda, 803 – Parque São Quirino

CEP 13088-300 Campinas, SP – BRASIL

Caixa Postal 491, CEP 13001-970

Fone: (19) 3256-6030

Fax: (19) 3254-1100

sac@cnpm.embrapa.br

http://www.cnpm.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *José Roberto Miranda*

Secretária: *Shirley Soares da Silva*

Membros: *Adriana Vieira de Camargo de Moraes, André Luiz dos Santos Furtado, Carlos Alberto de Carvalho, Carlos Fernando Quartaroli, Cristina Aparecida Gonçalves Rodrigues, Graziella Galinari, Gustavo Souza Valladares, Mateus Batistella.*

1ª edição

1ª impressão (2006): 50 exemplares

Fotos: Arquivo da Unidade

Ilustração da capa: Shirley Soares da Silva

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei n.º 9.610).

Quartaroli, Carlos Fernando

Alterações no Uso e Cobertura das Terras no Nordeste do Estado de São Paulo no Período de 1988 a 2003 / Carlos Fernando Quartaroli, Cristina Criscuolo, Marcos Cicarini Hott e Marcelo Guimarães. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2006

57 p.: il. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos, 55).

ISSN 0103-78110

1. Solos 2. Uso das terras 3. Geoprocessamento 4. Vegetação
5. São Paulo - Nordeste I. Criscuolo, Cristina. II. Hott, Marcos Cicarini.
III. Guimarães, Marcelo. IV. Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de
Monitoramento por Satélite (Campinas-SP). V. Título. VI. Série.

CDD 631.47815

Sumário

INTRODUÇÃO.....	7
MAPEAMENTO DO USO E COBERTURA DAS TERRAS	10
ALTERAÇÕES NO USO E COBERTURA DAS TERRAS.....	13
DINÂMICA DAS PRINCIPAIS CLASSES DE USO E COBERTURA DAS TERRAS	17
CANAVICULTURA	17
CULTURAS ANUAIS	23
PASTAGENS	30
FRUTICULTURA.....	34
CAFEICULTURA	38
SILVICULTURA	42
REMANESCENTES DE VEGETAÇÃO NATURAL	46
VEGETAÇÃO RIPÁRIA	50
HEVEICULTURA	54
OUTRAS CLASSES DE USO E COBERTURA.....	54
CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
REFERÊNCIAS.....	57

Índice de Figuras

Figura 1 – Localização da área de estudo.	8
Figura 2 – Mapa dos municípios da área de estudo com suas respectivas áreas oficiais.	9
Figura 3 – Mapa de uso e cobertura das terras da área de estudo no ano de 2003.	11
Figura 4 – Mapa de uso e cobertura das terras da área de estudo no ano de 1988.	12
Figura 5 – Áreas com o uso ou cobertura alterado em relação ao uso ou cobertura apresentado em 1988.	14
Figura 6 – Áreas de permanência, retração e expansão da canavicultura.	19
Figura 7 – Mapa parcial das áreas de permanência, expansão e retração da canavicultura, com a malha municipal da região sobreposta. Destaca os principais municípios produtores, tanto os presentes na área de cultivo tradicional da cana-de-açúcar como aqueles pertencentes a áreas de cultivo mais recente.	20
Figura 8 – Áreas cultivadas com cana-de-açúcar em 1988 com os respectivos usos ou coberturas em 2003.	21
Figura 9 – Áreas cultivadas com cana-de-açúcar em 2003 com os respectivos usos ou coberturas em 1988.	22
Figura 10 – Áreas de permanência, retração e expansão das culturas anuais.	25
Figura 11 – Áreas com culturas anuais em 1988 com os respectivos usos ou coberturas em 2003.	26
Figura 12 – Áreas com culturas anuais em 2003 com os respectivos usos ou coberturas em 1988.	27
Figura 13 – Áreas de retração, permanência e expansão das culturas anuais na porção norte da área de estudo. As cores das áreas de retração estão relacionadas ao uso ou cobertura em 2003.	28
Figura 14 – Áreas de permanência, retração e expansão das culturas anuais irrigadas por pivô central.	29
Figura 15 – Áreas de permanência, retração e expansão das pastagens.	31
Figura 16 – Áreas de pastagens em 1988 com os respectivos usos ou coberturas em 2003.	32
Figura 17 – Áreas de pastagens em 2003 com os respectivos usos ou coberturas em 1988.	33
Figura 18 – Áreas de permanência, retração e expansão da fruticultura.	35
Figura 19 – Áreas de fruticultura em 1988 com os respectivos usos ou coberturas em 2003.	36
Figura 20 – Áreas de fruticultura em 2003 com os respectivos usos ou coberturas em 1988.	37
Figura 21 – Áreas de permanência, retração e expansão da cafeicultura.	39
Figura 22 – Áreas de cafeicultura em 1988 com os respectivos usos ou coberturas em 2003.	40

Figura 23 – Áreas de cafeicultura em 2003 com os respectivos usos ou coberturas em 1988.	41
Figura 24 – Áreas de permanência, retração e expansão da silvicultura.....	43
Figura 25 – Áreas de silvicultura em 1988 com os respectivos usos ou coberturas em 2003.	44
Figura 26 – Áreas de silvicultura em 2003 com os respectivos usos ou coberturas em 1988.	45
Figura 27 – Áreas de permanência, retração e expansão dos remanescentes de vegetação natural.....	47
Figura 28 – Áreas dos remanescentes de vegetação natural em 1988 com os respectivos usos ou coberturas em 2003.	48
Figura 29 – Áreas dos remanescentes de vegetação natural em 2003 com os respectivos usos ou coberturas em 1988.	49
Figura 30 – Áreas de permanência, expansão e retração da vegetação ripária.....	51
Figura 31 – Áreas de vegetação ripária em 1988 com os respectivos usos ou coberturas em 2003.....	52
Figura 32 – Áreas de vegetação ripária em 2003 com os respectivos usos ou coberturas em 1988.....	53
Figura 33 – Áreas de permanência, retração e expansão da heveicultura.....	55

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Área ocupada por cada classe de uso e cobertura das terras, áreas de alteração e os respectivos percentuais em relação à área total de mapeamento em 1988 e 2003.....	13
Tabela 2 – Matriz da dinâmica do uso e cobertura das terras (valores em km ²) no período de 1988 a 2003.	17
Tabela 3 – Áreas de expansão, retração e permanência de cada classe de uso e cobertura das terras e respectivos percentuais em relação à área total mapeada (valores em km ² e porcentagem).	17
Tabela 4 – Áreas mapeadas para as classes áreas urbanas, mineração, corpos d'água e outros, com percentuais em relação à área total de estudo..	54

Alterações no Uso e Cobertura das Terras no Nordeste do Estado de São Paulo no Período de 1988 a 2003

Carlos Fernando Quartaroli

Cristina Criscuolo

Marcos Cicarini Hott

Marcelo Guimarães

Introdução

Como toda atividade econômica, o agronegócio necessita de informações confiáveis e de fácil acesso para apoiar suas decisões. Entre essas informações destacam-se aquelas referentes à cobertura e ao uso das terras. O termo cobertura das terras é usado para definir o tipo de recobrimento da superfície terrestre, incluindo as coberturas físicas e biológicas (DI GREGÓRIO; JANSEN, 2000). Já o termo uso das terras corresponde às atividades humanas ou à função econômica associada aos diferentes tipos de cobertura (LILLESAND et al., 2004).

Os levantamentos de uso e cobertura das terras são amplamente aplicados quando se deseja compreender, mapear e quantificar as principais atividades agrossilvopastoris de uma determinada região. Esses dados, além de constituírem importantes fontes para estudos econômicos, são fundamentais para a formulação de políticas públicas regionais que visem o aumento da qualidade ambiental e de vida da população. As técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento podem contribuir de forma eficiente nos estudos relacionados ao uso e cobertura das terras na medida em que ampliam as possibilidades de análise e reduzem o custo e o tempo envolvidos no processo de mapeamento.

Uma extensa área localizada no nordeste do Estado de São Paulo (Figura 1), que envolve importantes pólos econômicos regionais, como as cidades de Ribeirão Preto, Franca, Barretos, Araraquara, São Carlos e Araras, têm no agronegócio o principal elemento propulsor da economia regional. O agronegócio nessa região movimenta principalmente os setores da cana-de-açúcar, da fruticultura e da pecuária e destaca-se no cenário econômico nacional pelas inovações tecnológicas e gerenciais aplicadas ao setor, pelas altas produtividades agrícolas, pelo crescimento do setor de serviços e pela geração de renda e emprego. Isso coloca o nordeste do Estado de São Paulo como uma das regiões com maior crescimento econômico do Brasil.

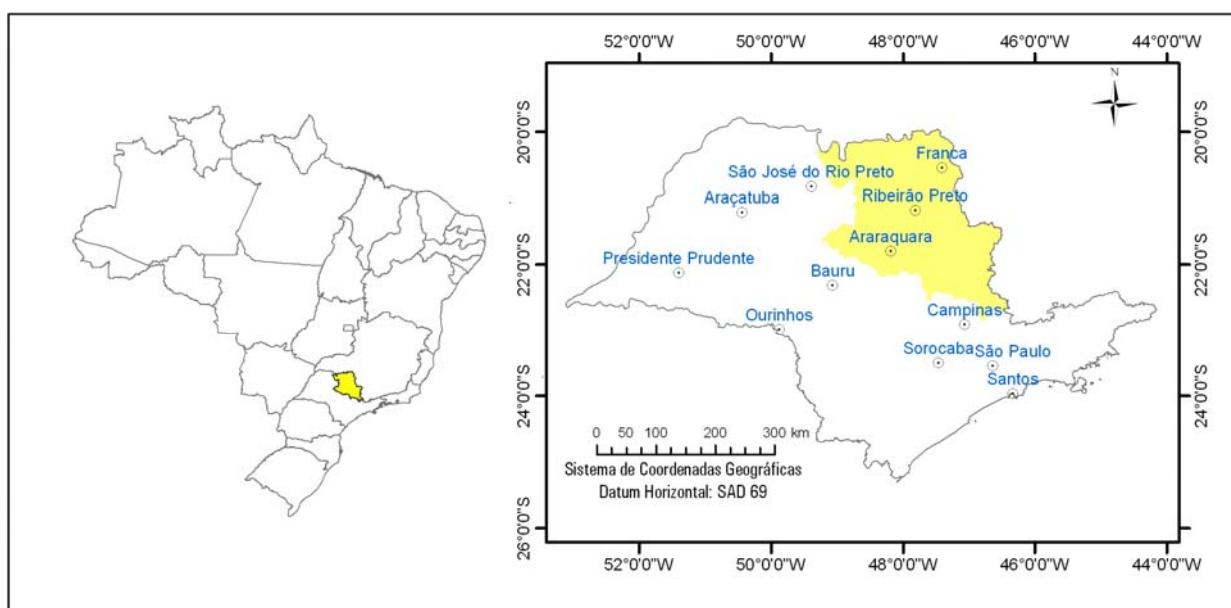


Figura 1 – Localização da área de estudo.

Por essa importância no cenário econômico nacional, essa região foi escolhida como área prioritária para o desenvolvimento de um Sistema para a Gestão Territorial do Agronegócio, o qual foi iniciado com o levantamento de dados sobre o uso e a cobertura das terras, em 125 municípios da região, para os anos de 1988 e de 2003. Os municípios envolvidos e suas respectivas áreas oficiais são apresentados na Figura 2. Os objetivos desse levantamento são: (a) identificar, espacializar e quantificar as principais atividades agrossilvopastoris desenvolvidas nessa região; (b) analisar as dinâmicas espacial e temporal das principais culturas; (c) disponibilizar dados de base para diversos estudos temáticos que possam contribuir para o melhor ordenamento territorial e para o desenvolvimento regional.

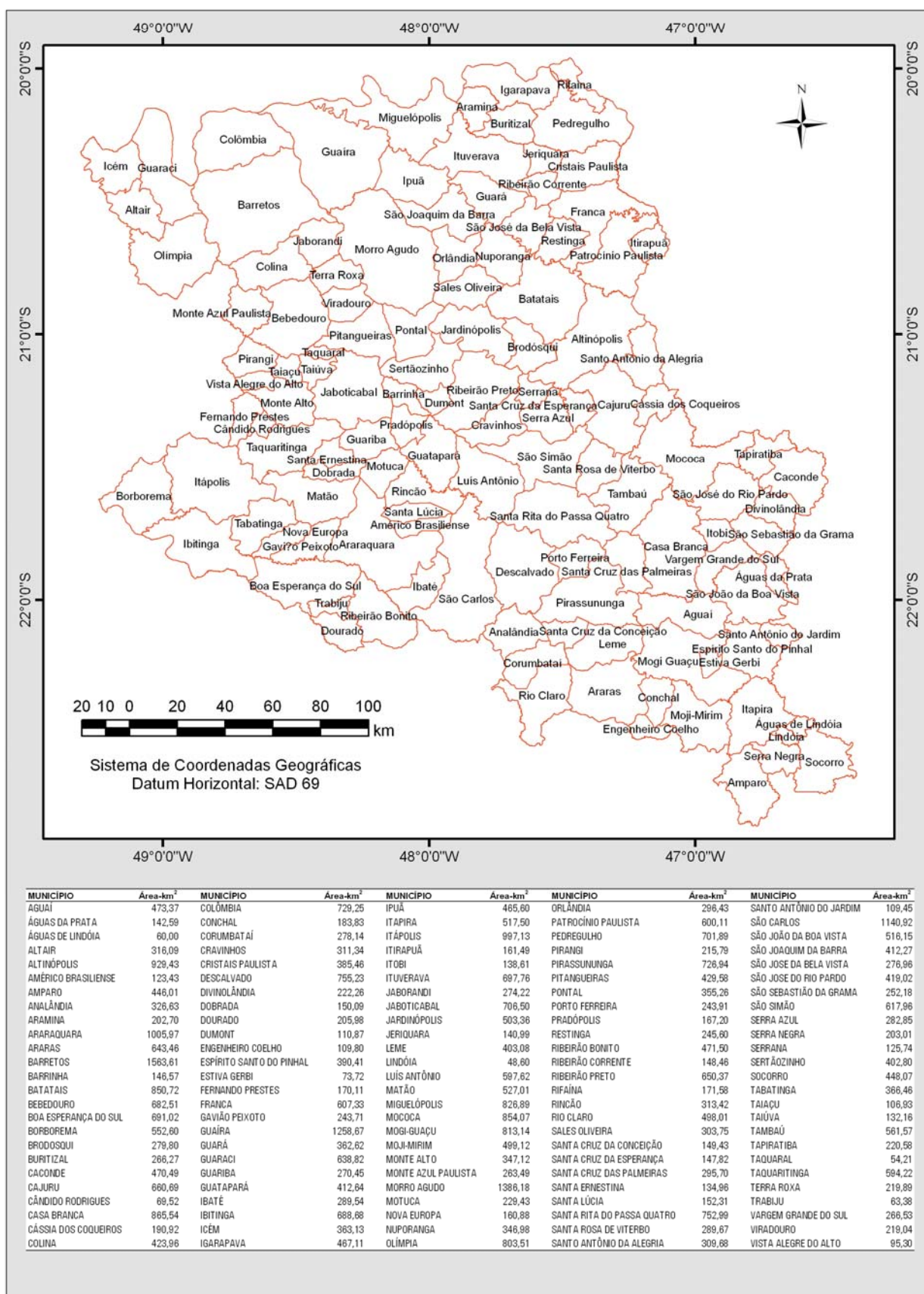


Figura 2 – Mapa dos municípios da área de estudo com suas respectivas áreas oficiais.

Mapeamento do uso e cobertura das terras

O mapeamento do uso e cobertura das terras foi realizado com base em imagens orbitais obtidas em 1988 e 2003 pelos sensores TM do satélite Landsat 5 e ETM+ do Landsat 7, respectivamente. As imagens de 2003 (bandas 4, 5 e 3) foram submetidas à classificação automática supervisionada pelo método da máxima verossimilhança, visando a detecção das classes de uso e cobertura presentes na área de estudo. Detalhes da metodologia empregada são descritos em Criscuolo et al. (2004) e Criscuolo et al. (2005).

Foram definidas 14 classes de uso e cobertura das terras (Tabela 1) de acordo com os objetivos do projeto “Diagnóstico Ambiental da Agricultura no Estado de São Paulo: bases para um desenvolvimento rural sustentável (ECOAGRI) e da Associação Brasileira do Agronegócio da Região de Ribeirão Preto (ABAG-RP)”.

O resultado obtido pela classificação automática foi conferido por meio de visitas à área de estudo e pela interpretação visual de fotografias aéreas e imagens orbitais de diferentes épocas do ano. Os erros detectados foram corrigidos. Nessa etapa, como produto final, foi gerado um mapa temático digital, compatível com a escala 1:250.000, que expressa a situação de uso e cobertura das terras para o ano de 2003 (Figura 3).

O mapa de uso e cobertura das terras de 1988 (Figura 4), também compatível com a escala 1:250.000, foi obtido pela edição digital do mapa de 2003. No processo de edição, o mapa de uso e cobertura das terras de 2003 e as imagens Landsat de 1988 foram sobrepostos em um SIG. Nas áreas onde as imagens de 1988 eram semelhantes às imagens de 2003, manteve-se a classe de uso e cobertura. Áreas com padrões diferentes foram reclassificadas tomando como base a interpretação visual das imagens Landsat de 1988, com o auxílio das cartas de utilização das terras do Estado de São Paulo, publicadas pelo Instituto Geográfico e Cartográfico (IGC) entre os anos de 1980 e 1997. A interpretação visual das imagens Landsat foi feita com base nas formas, padrões, texturas, tonalidades, tamanho e localização das feições representativas de cada classe de uso e cobertura das terras.

O processo de geração e edição dos mapas e o cálculo das áreas foram realizados por meio de um Sistema de Informação Geográfica (SIG). A Tabela 1 apresenta a área total mapeada de cada classe de uso e cobertura das terras para os anos de 1988 e 2003, seus respectivos percentuais em relação à área total da região e a alteração no total da área de cada classe ocorrida no período de 1988 a 2003.

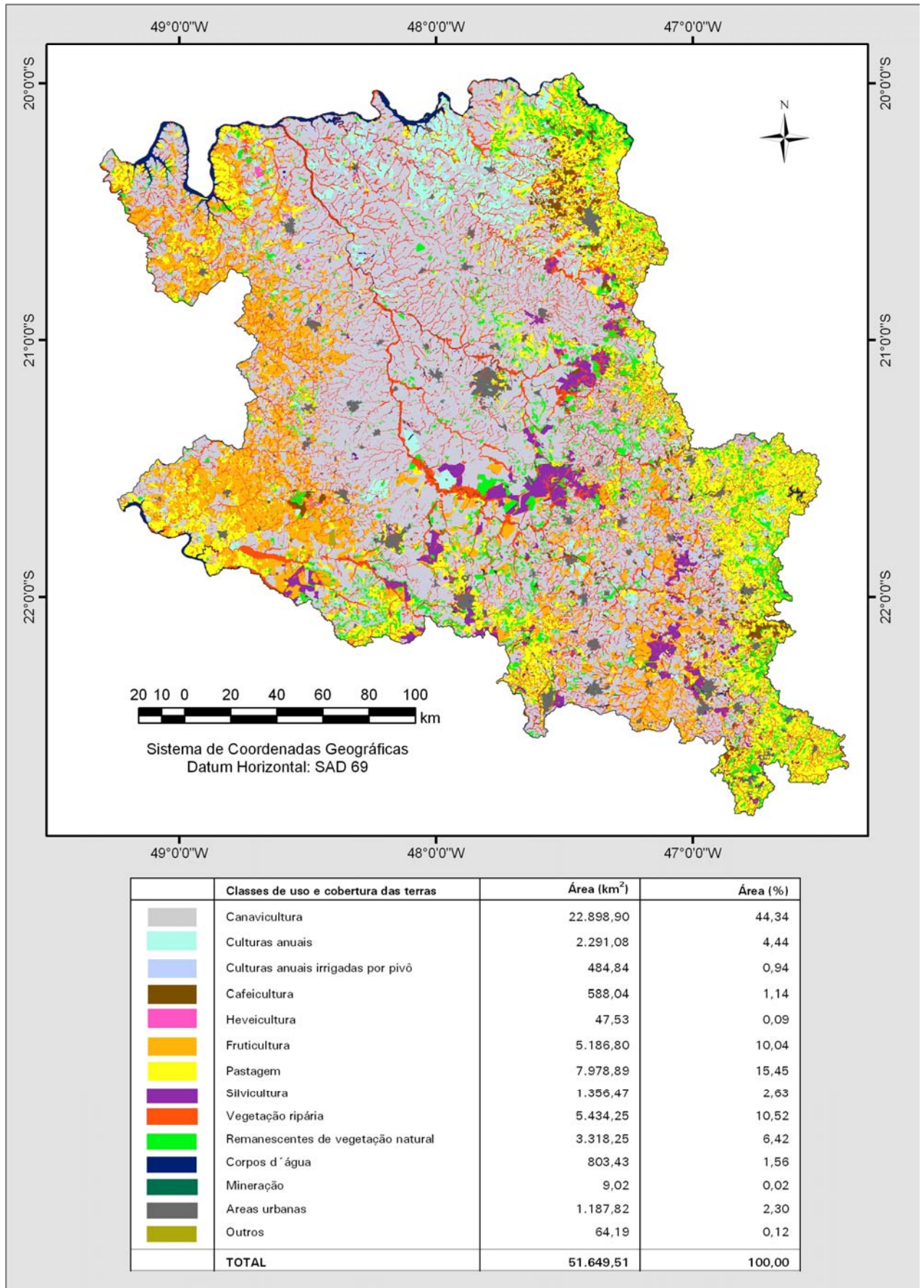


Figura 3 – Mapa de uso e cobertura das terras da área de estudo no ano de 2003.

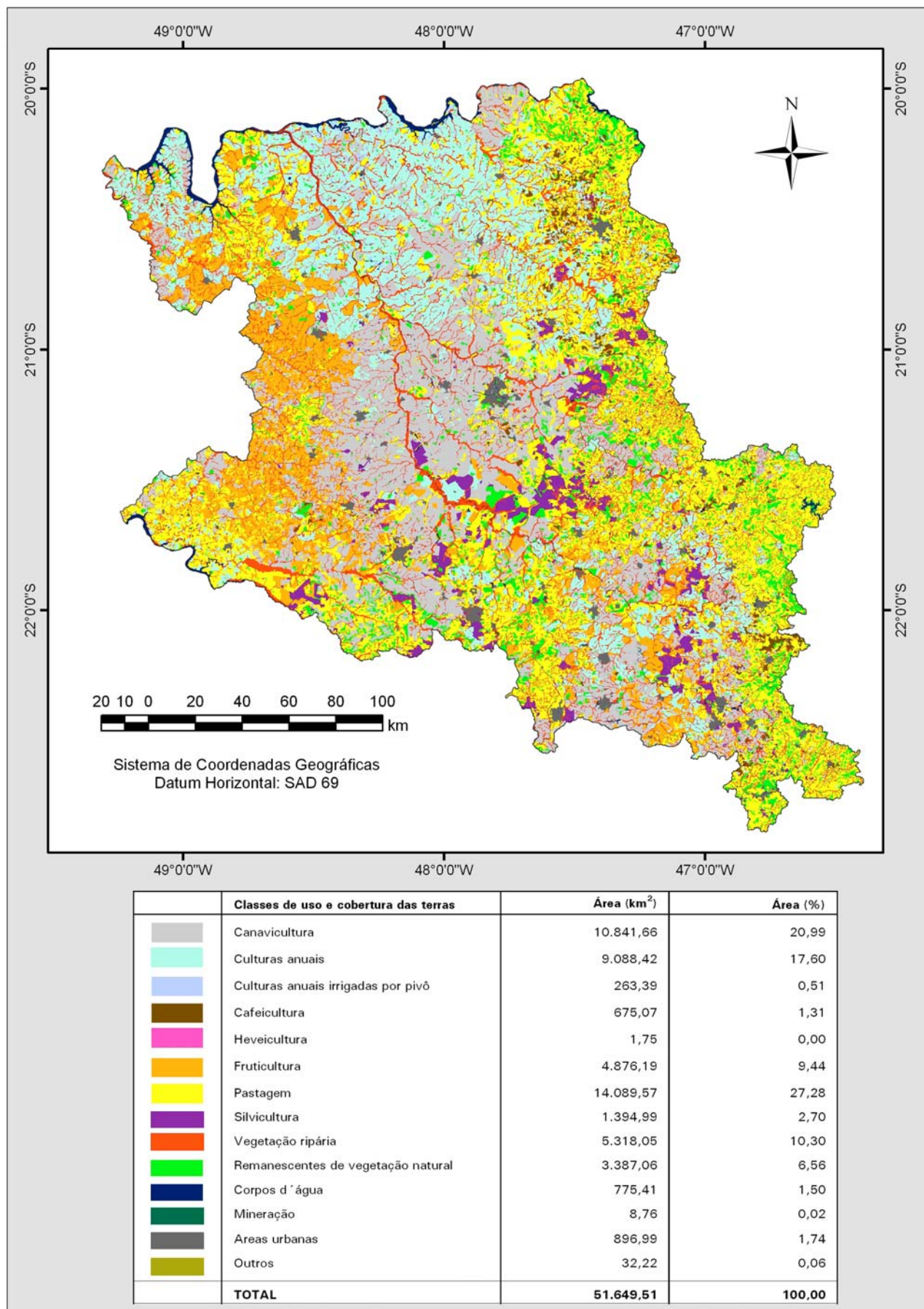


Figura 4 – Mapa de uso e cobertura das terras da área de estudo no ano de 1988.

Tabela 1 – Área ocupada por cada classe de uso e cobertura das terras, áreas de alteração e os respectivos percentuais em relação à área total de mapeamento em 1988 e 2003.

Classes de uso e cobertura das terras	Área (km ²) 1988	Área (%) 1988	Área (km ²) 2003	Área (%) 2003	Alteração (km ²)	Alteração (%)
Áreas urbanas	896,99	1,74	1.187,82	2,30	290,83	0,56
Mineração	8,76	0,02	9,02	0,02	0,27	0,00
Canavieicultura	10.841,66	20,99	22.898,90	44,34	12.057,24	23,34
Culturas anuais	9.088,42	17,60	2.291,08	4,44	-6.797,33	-13,16
Culturas anuais irrigadas por pivô	263,39	0,51	484,84	0,94	221,45	0,43
Cafeicultura	675,07	1,31	588,04	1,14	-87,03	-0,17
Fruticultura	4.876,19	9,44	5.186,80	10,04	310,62	0,60
Heveicultura	1,75	0,00	47,53	0,09	45,78	0,09
Pastagem	14.089,57	27,28	7.978,89	15,45	-6.110,68	-11,83
Silvicultura	1.394,99	2,70	1.356,47	2,63	-38,52	-0,07
Vegetação ripária	5.318,05	10,30	5.434,25	10,52	116,21	0,22
Remanescentes de vegetação natural	3.387,06	6,56	3.318,25	6,42	-68,81	-0,13
Corpos d' água	775,41	1,50	803,43	1,56	28,02	0,05
Outros	32,22	0,06	64,19	0,12	31,97	0,06
TOTAL	51.649,51	100,00	51.649,51	100,00	0,00	0,00

Alterações no uso e cobertura das terras

Para melhor avaliar as alterações ocorridas no período, foi gerado um novo mapa temático no qual cada classe foi associada simultaneamente ao tipo de uso e cobertura constatado em 1988 e em 2003. Isso permitiu a visualização e o cálculo das áreas associadas a tipos de uso e cobertura diferentes para os anos em questão, consideradas áreas de alteração. Esse processo foi realizado em um SIG por meio do cruzamento dos mapas de uso e cobertura de 1988 e 2003.

A comparação dos mapas de 1988 e de 2003 revela alterações significativas na paisagem da região, com destaque para o grande aumento das áreas com a cultura da cana-de-açúcar. Cerca de 38% da área de estudo (19.789,78 km²) apresentou, em 2003, classes de uso ou cobertura diferentes das que apresentavam em 1988. A distribuição espacial das áreas com alterações no uso ou cobertura é apresentada na Figura 5.

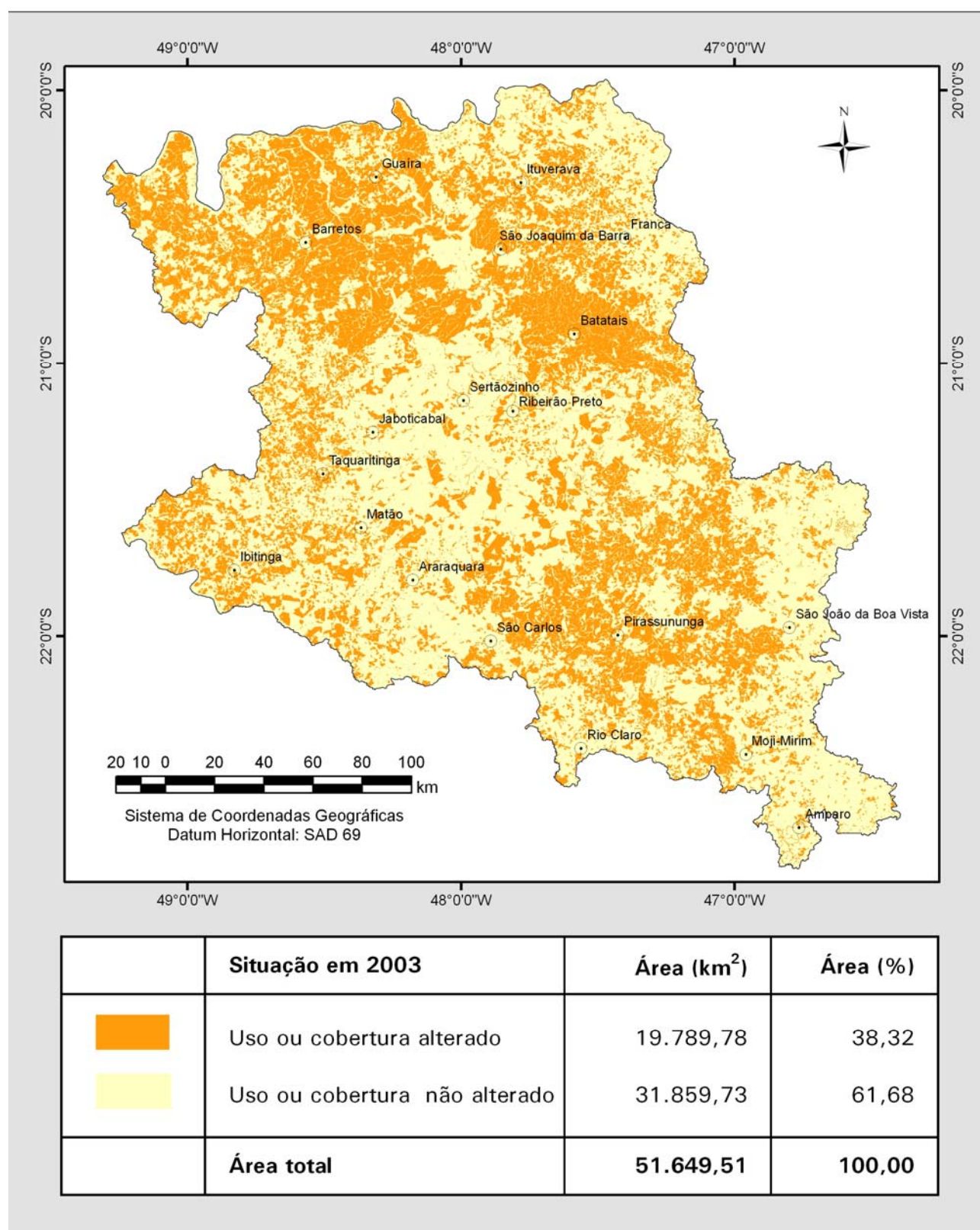


Figura 5 – Áreas com o uso ou cobertura alterado em relação ao uso ou cobertura apresentado em 1988.

A Tabela 2 mostra a dinâmica do uso e cobertura das terras no período analisado com os dados dispostos em forma de matriz. Os títulos das linhas correspondem às classes de uso e cobertura do mapa de 1988 e os títulos das colunas, às classes do mapa de 2003. Os valores dispostos ao longo de uma linha representam áreas mapeadas para a classe título da linha em 1988. Os valores dispostos ao longo de uma coluna representam áreas mapeadas para a classe título das colunas em 2003. Os elementos da diagonal principal da matriz correspondem às áreas com uso e cobertura inalterados no período de 1988 a 2003 (áreas de permanência). Os demais elementos da matriz correspondem a áreas com alteração no uso e cobertura das terras. A alteração associada a um determinado valor de área pode ser deduzida pela leitura do título da linha e da coluna onde o elemento representativo desse valor se situa.

Com base nos dados apresentados na Tabela 2, foram calculadas as áreas de retração, de expansão e de permanência para cada classe de uso e cobertura, bem como os respectivos percentuais em relação à área total mapeada, conforme mostra a Tabela 3. Áreas de expansão de determinada classe são áreas onde essa classe substituiu outras formas de uso e cobertura. Áreas de retração da mesma classe são as áreas onde ela foi substituída por outras classes.

Na tabela 3, os valores correspondentes às áreas de retração e de expansão da canavicultura foram destacados em vermelho e verde, respectivamente. O valor 147, destacado em vermelho, por exemplo, corresponde a áreas de retração da canavicultura, onde a cana-de-açúcar foi substituída por pastagens. O valor 4.742, destacado em verde, corresponde a áreas de expansão da canavicultura, onde as pastagens foram substituídas pela cana-de-açúcar. As áreas de permanência de todas as classes de uso e cobertura estão em fundo azul e constituem a diagonal principal da matriz.

Tabela 2 – Matriz da dinâmica do uso e cobertura das terras (valores em km²) no período de 1988 a 2003.

		SITUAÇÃO EM 2002/2003 (km ²)														
	CLASSES DE USO E COBERTURA DAS TERRAS	Áreas urbanas	Mineração	Canavieicultura	Culturas anuais anuais	Cult. anuais irrigadas por pivô	Cafeicultura	Fruticultura	Heveicultura	Pastagem	Silvicultura	Vegetação ripária	Remanescentes de veg. natural	Corpos d'água	Outros	Área total (1988)
SITUAÇÃO EM 1988 (km ²)	Áreas urbanas	896	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	897
	Mineração	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	9
	Canavieicultura	61	0	9.882	110	45	24	400	7	147	48	76	28	8	5	10.842
	Culturas anuais	34	0	5.952	1.343	159	75	806	21	602	11	58	17	8	0	9.088
	Cult. anuais irrig. por pivô	0	0	47	14	194	0	5	0	2	0	0	1	0	0	263
	Cafeicultura	4	0	192	41	3	249	32	0	137	3	2	11	0	0	675
	Fruticultura	14	0	1.574	68	19	33	2.944	7	176	11	24	5	2	0	4.876
	Heveicultura	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
	Pastagem	151	1	4.742	624	45	192	891	1	6.729	175	235	257	16	29	14.090
	Silvicultura	5	1	142	66	15	5	47	1	31	1.034	8	39	0	1	1.395
	Vegetação ripária	5	0	178	8	1	1	23	4	47	5	4.937	41	69	0	5.318
	Remanescentes veg. natural	13	0	176	14	2	8	36	5	100	68	44	2.917	2	2	3.387
	Corpos d'água	3	0	13	1	0	0	1	0	6	0	50	2	698	0	775
	Outros	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	27	32
	Área total (2003)	1.188	9	22.899	2.291	485	588	5.187	48	7.979	1.356	5.434	3.318	803	64	51.650

Tabela 3 – Áreas de expansão, retração e permanência de cada classe de uso e cobertura das terras e respectivos percentuais em relação à área total mapeada (valores em km² e porcentagem).

Classes de uso e cobertura	Permanência (km ²)	Permanência (%)	Retração (km ²)	Retração (%)	Expansão (km ²)	Expansão (%)
Áreas urbanas	895,89	1,73	1,10	0,00	291,93	0,57
Mineração	7,22	0,01	1,54	0,00	1,80	0,00
Canavicultura	9.882,28	19,13	959,37	1,86	13.016,61	25,20
Culturas anuais	1.343,24	2,60	7.745,17	15,00	947,84	1,84
Culturas anuais irrigadas por pivô	194,46	0,38	68,93	0,13	290,38	0,56
Cafeicultura	249,43	0,48	425,64	0,82	338,60	0,66
Fruticultura	2.943,71	5,70	1.932,48	3,74	2.243,10	4,34
Heveicultura	1,72	0,00	0,03	0,00	45,81	0,09
Pastagem	6.729,09	13,03	7.360,48	14,25	1.249,80	2,42
Silvicultura	1.034,11	2,00	360,88	0,70	322,36	0,62
Vegetação ripária	4.936,73	9,56	381,32	0,74	497,52	0,96
Remanescentes de vegetação natural	2.917,18	5,65	469,88	0,91	401,07	0,78
Corpos d'água	697,88	1,35	77,54	0,15	105,55	0,20
Outros	26,78	0,05	5,44	0,01	37,41	0,07
TOTAL	31.859,73	61,68	19.789,79	38,32	19.789,79	38,32

Dinâmica das principais classes de uso e cobertura das terras

As áreas de retração, expansão e permanência das principais classes de uso e cobertura, bem como a distribuição espacial dessas classes em 1988 e 2003 com as alterações ocorridas no período, são ilustradas por uma série de mapas. A quantificação das áreas representadas em cada mapa, em termos absolutos e relativos, é apresentada junto à legenda dos mapas. Uma breve análise das alterações ocorridas em cada classe de uso e cobertura antecede os mapas.

Canavicultura

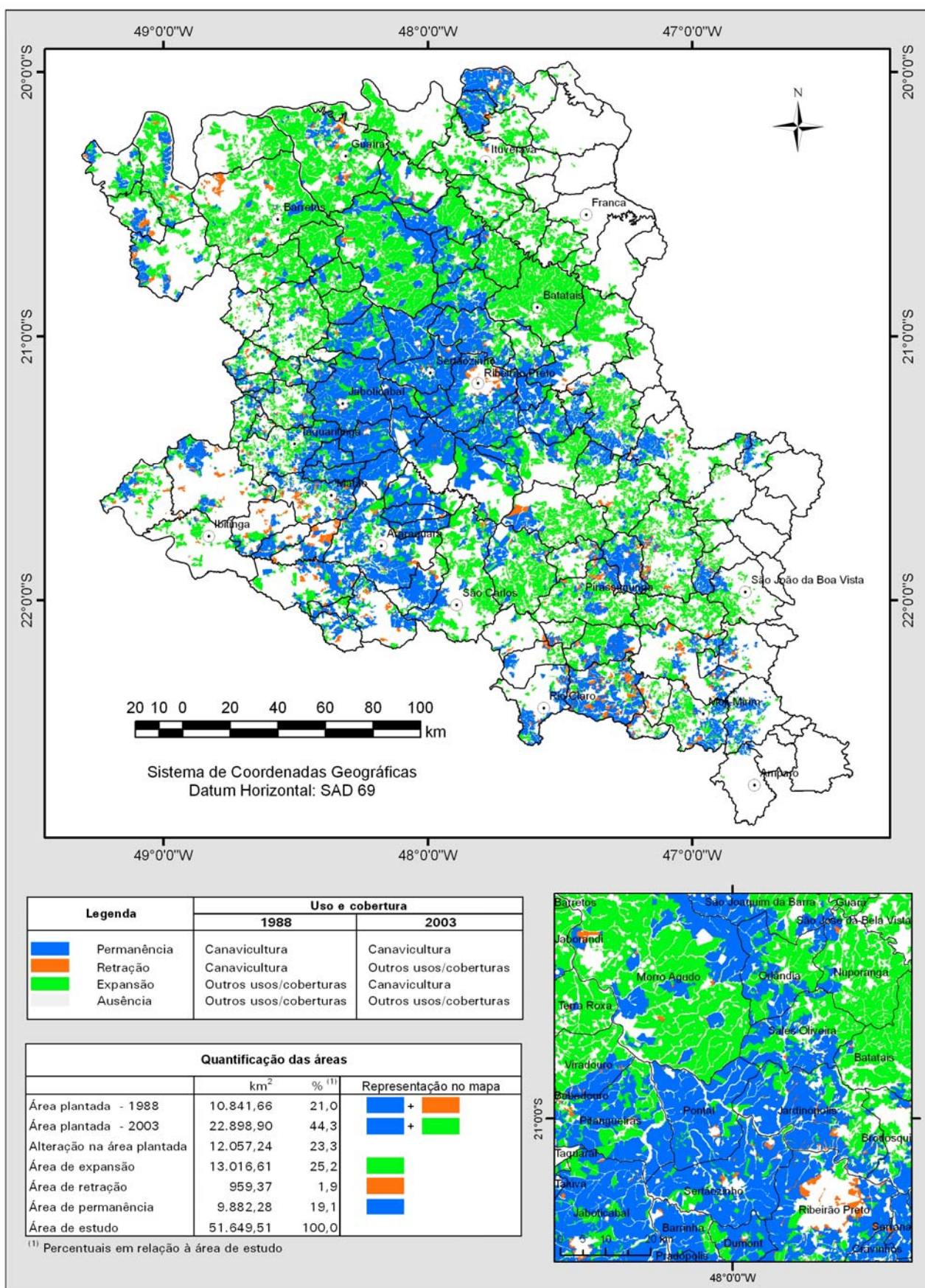
A comparação do mapa de uso e cobertura das terras de 1988 com o de 2003 revela que a maior parte das alterações ocorridas deve-se à canavicultura, cuja área total de expansão atingiu 25,2% da área mapeada (13.017 km²) e ocorreu principalmente sobre áreas de pastagens (4.742 km²), de culturas anuais¹

¹ As principais culturas anuais presentes na região foram: soja, milho, feijão, amendoim, sorgo e mandioca.

(5.952 km²) e de fruticultura (1.574 km²). As áreas de retração da cana-de-açúcar foram de 959 km², dos quais 400 km² foram ocupados pela fruticultura, com maior ocorrência registrada no oeste da região, conforme pode ser observado na Figura 8. Como consequência, a canavicultura, que ocupava 21,0% (10.842 km²) das terras da região em 1988, passou a ocupar 44,3% (22.899 km²) em 2003 e tornou-se a classe de uso e cobertura dominante.

Em 1988, grande parte das lavouras de cana-de-açúcar estava concentrada no município de Sertãozinho e em municípios limítrofes, estendendo-se ao sul até os municípios de Araraquara e Ibaté. Núcleos menores eram encontrados nos municípios de Araras, Aramina e Santa Cruz das Palmeiras. A expansão da canavicultura, ocorrida a partir desses núcleos, principalmente na região localizada ao norte dos municípios de Jaboticabal, Pontal e Jardinópolis, formou grandes áreas contínuas que se estendiam até a margem do Rio Grande. Em 2003, municípios pertencentes aos núcleos tradicionais de cultivo, ou mesmo alguns de cultivo mais recente, chegaram a apresentar mais de 80% de suas áreas com canaviais. A configuração geral da distribuição espacial da canavicultura em 2003 era de uma faixa que se estendia de norte a sul da região, limitada a leste pelos terrenos de maior declive, próximos à Serra da Mantiqueira, e a oeste pelas áreas consolidadas de fruticultura.

A Figura 6 mostra o mapa das áreas de permanência, expansão e retração da canavicultura. Parte desse mesmo mapa é mostrada na Figura 7 em escala maior. Essas figuras permitem a identificação das principais regiões produtoras, especialmente o núcleo formado por Sertãozinho e municípios limítrofes, já com grandes áreas de canavicultura em 1988, e as áreas situadas na porção norte da região, de cultivo mais recente, onde destacavam-se os municípios de Morro Agudo, Barretos, Batatais e Guaíra, com grandes áreas de expansão da atividade. A Figura 8 mostra as áreas onde era praticada a canavicultura em 1988. Algumas dessas áreas (áreas de retração da canavicultura) foram substituídas por outras classes de uso e cobertura das terras e estão representadas no mapa por cores diferentes, associadas a uma legenda que identifica o uso ou cobertura constatado em 2003. A localização da canavicultura em 2003 é apresentada na Figura 9. A maior parte dessas áreas (56,84%) corresponde a áreas que apresentavam outras formas de uso e cobertura em 1988 (áreas de expansão da canavicultura), também representadas por cores diferentes, conforme o uso ou cobertura que apresentavam em 1988.



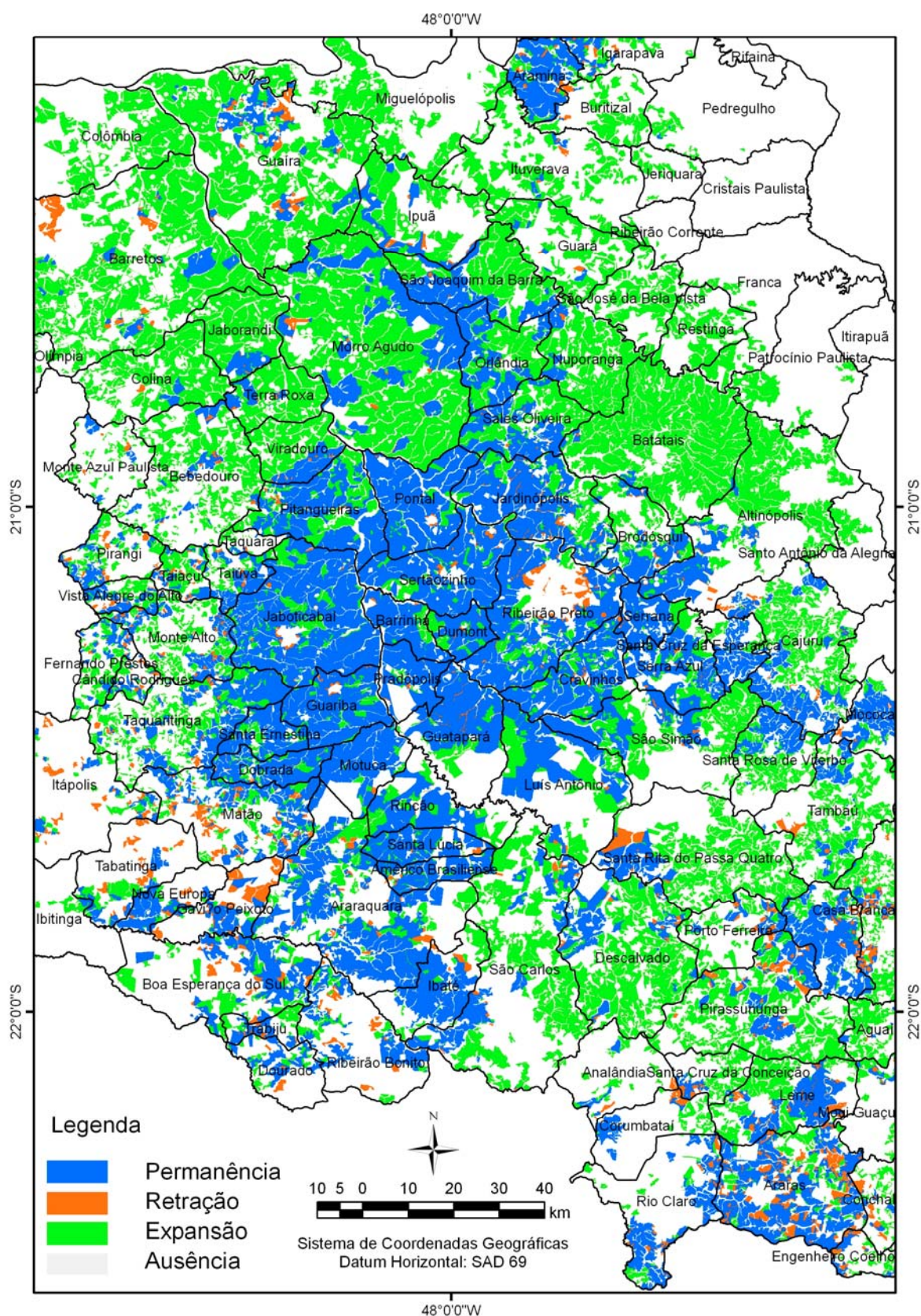


Figura 7 – Mapa parcial das áreas de permanência, expansão e retração da canavieicultura, com a malha municipal da região sobreposta. Destaca os principais municípios produtores, tanto os presentes na área de cultivo tradicional da cana-de-açúcar como aqueles pertencentes a áreas de cultivo mais recente.

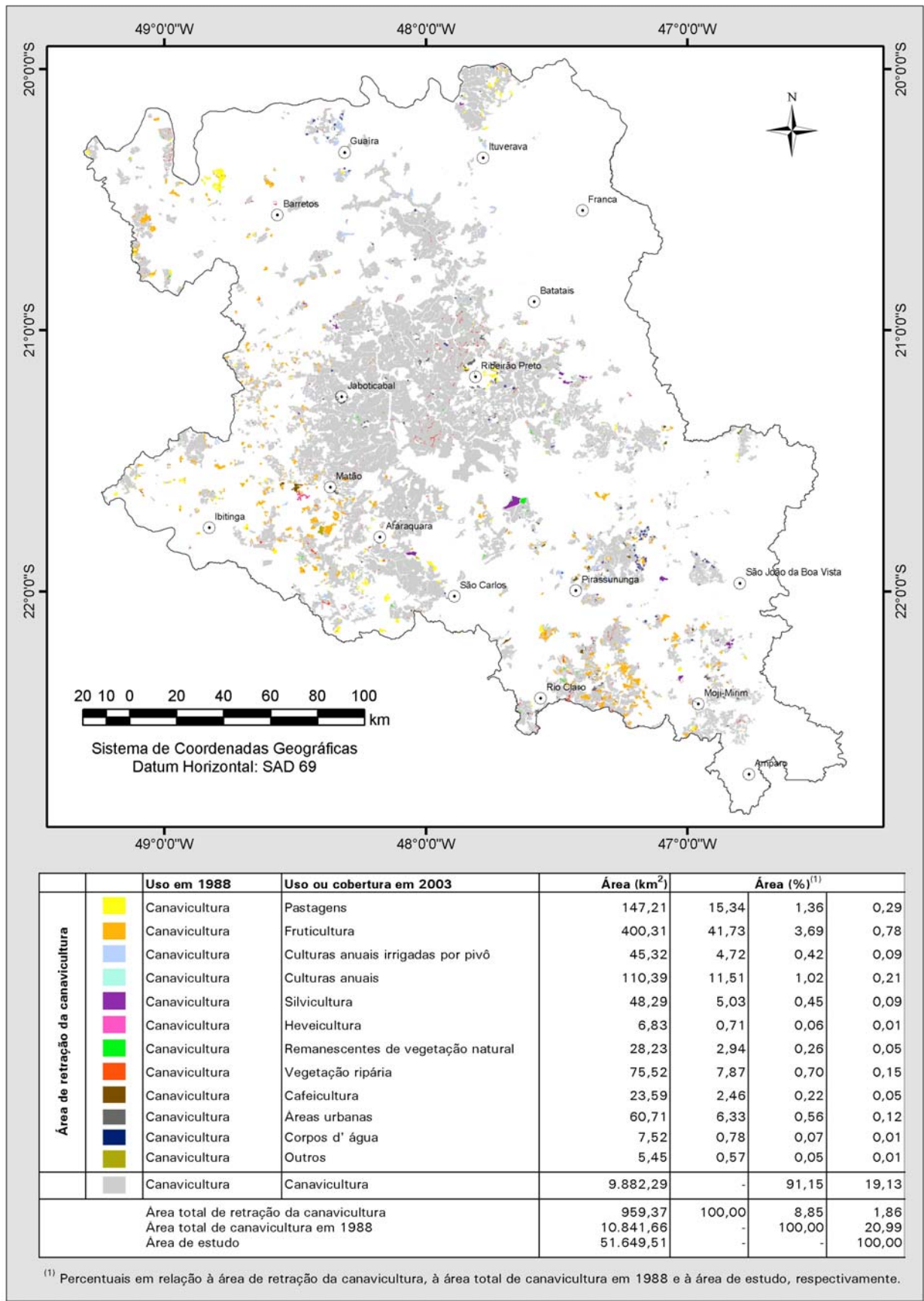


Figura 8 – Áreas cultivadas com cana-de-açúcar em 1988 com os respectivos usos ou coberturas em 2003.

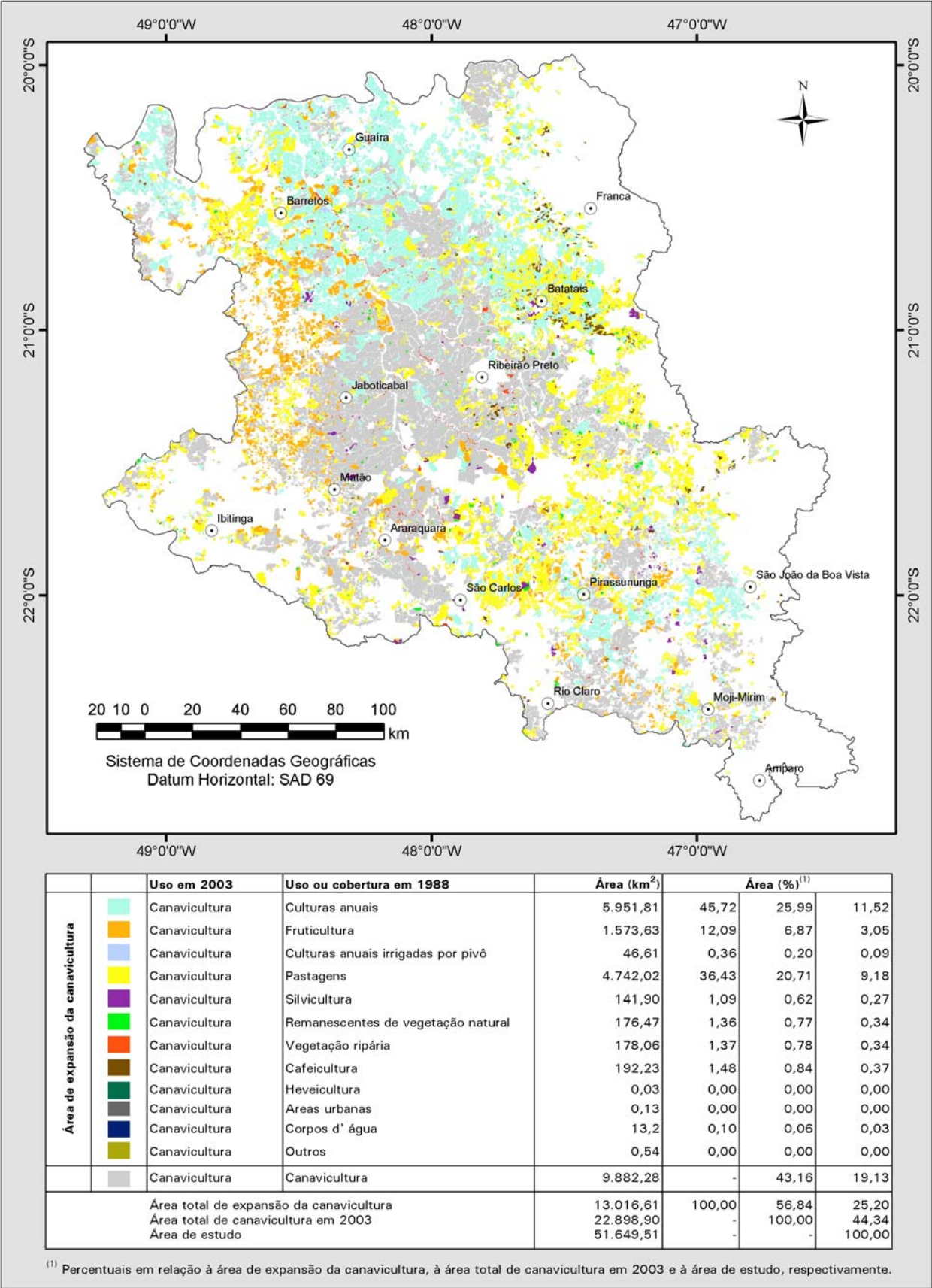


Figura 9 – Áreas cultivadas com cana-de-açúcar em 2003 com os respectivos usos ou coberturas em 1988.

Culturas Anuais

Em 1988, as culturas anuais compreendiam 17,6% das terras da região, concentradas principalmente na porção norte, estendendo-se dos municípios de Morro Agudo, Viradouro e Batatais até a margem do Rio Grande. Alguns núcleos menores ao sul, localizados nas proximidades de Aguai, Casa Branca e Moji-Mirim, e pequenas áreas isoladas distribuídas por toda a região também se destacavam. Em 2003, as culturas anuais ocupavam apenas 4,4% da área total mapeada. No norte da região, onde antes eram dominantes, restaram algumas áreas extensas no município de Ituverava e arredores, além de pequenas áreas isoladas nos demais municípios. As áreas dos núcleos regionais ao sul foram ocupadas, quase que totalmente, por outras formas de uso e cobertura (Figura 10).

As áreas de retração das culturas anuais (Figura 11) somaram 7.745 km², com destaque para as áreas substituídas pela canavicultura (5.952 km²), pela fruticultura (806 km²) e por pastagens (602 km²). As áreas de expansão (Figura 12) foram pouco expressivas: totalizaram 947 km², dos quais 624 km² eram áreas anteriormente ocupadas por pastagens.

A figura 13 mostra em escala maior a porção norte da área de estudo onde se pode observar melhor as áreas de retração, expansão e permanência das culturas anuais. Grandes áreas de retração ocorriam nos municípios de Morro Agudo e Guaíra, correspondentes às áreas de expansão da canavicultura. A oeste, observa-se áreas substituídas pela fruticultura ou mesmo por pastagens. Algumas áreas expressivas de culturas anuais ainda permaneciam nos municípios de Ituverava, Guará e Miguelópolis.

As culturas anuais irrigadas por pivôs centrais foram consideradas uma classe de uso e cobertura distinta nos mapeamentos. Considerou-se importante destacar os pivôs de irrigação das áreas com culturas anuais não irrigadas, pois a irrigação representa uma técnica diferenciada de manejo, que pode ter reflexo sobre os indicadores sociais e ambientais das regiões onde essa técnica é aplicada na agricultura. É importante ressaltar que nessa classe foram incluídas apenas as áreas irrigadas por pivôs centrais pela facilidade de identificação nas imagens orbitais. Eventuais áreas de culturas anuais irrigadas por outros métodos não foram discriminadas das não irrigadas.

A Figura 14 mostra as áreas de retração, expansão e permanência das culturas anuais irrigadas por pivô central. Apesar da grande redução das áreas de culturas anuais em geral, as áreas irrigadas por pivôs centrais aumentaram. Em 1988 eram 263,39 km², cerca de 0,5% da área de estudo; em 2003 esse percentual aproximava-se de 1%, com os 484,84 km² de área irrigada mapeados. A expansão constatada foi de 290,38 km², dos quais 159,50 km² eram áreas já ocupadas por culturas anuais que passaram a ser irrigadas.

As áreas com culturas anuais irrigadas por pivôs centrais ocorriam em poucos municípios, concentrando-se em dois núcleos principais: um no norte e outro no sul da área de estudo. No núcleo norte, destacavam-se os municípios de Guaíra, Miguelópolis e Morro Agudo, responsáveis por 42,16 % (204,42 km²) das culturas anuais irrigadas em 2003. No núcleo sul destacavam-se os municípios de Casa Branca e Aguaí, com 20,1% (97,65 km²) da área das culturas anuais irrigadas em 2003. Neste, a implantação dos sistemas de irrigação é mais recente, tanto que a maioria de suas áreas foram classificadas como áreas de expansão das culturas anuais irrigadas. O núcleo norte, além das áreas de expansão, contava com áreas de irrigação mais antigas, já presentes no mapeamento de 1988.

Juntas, as áreas classificadas como culturas anuais e como culturas anuais irrigadas por pivô central totalizavam 9.351,81 km² em 1988 e 2.775,92 km² em 2003, com 7.640,50 km² de retração, 1.064,62 km² de expansão e 1.711,30 km² de permanência.

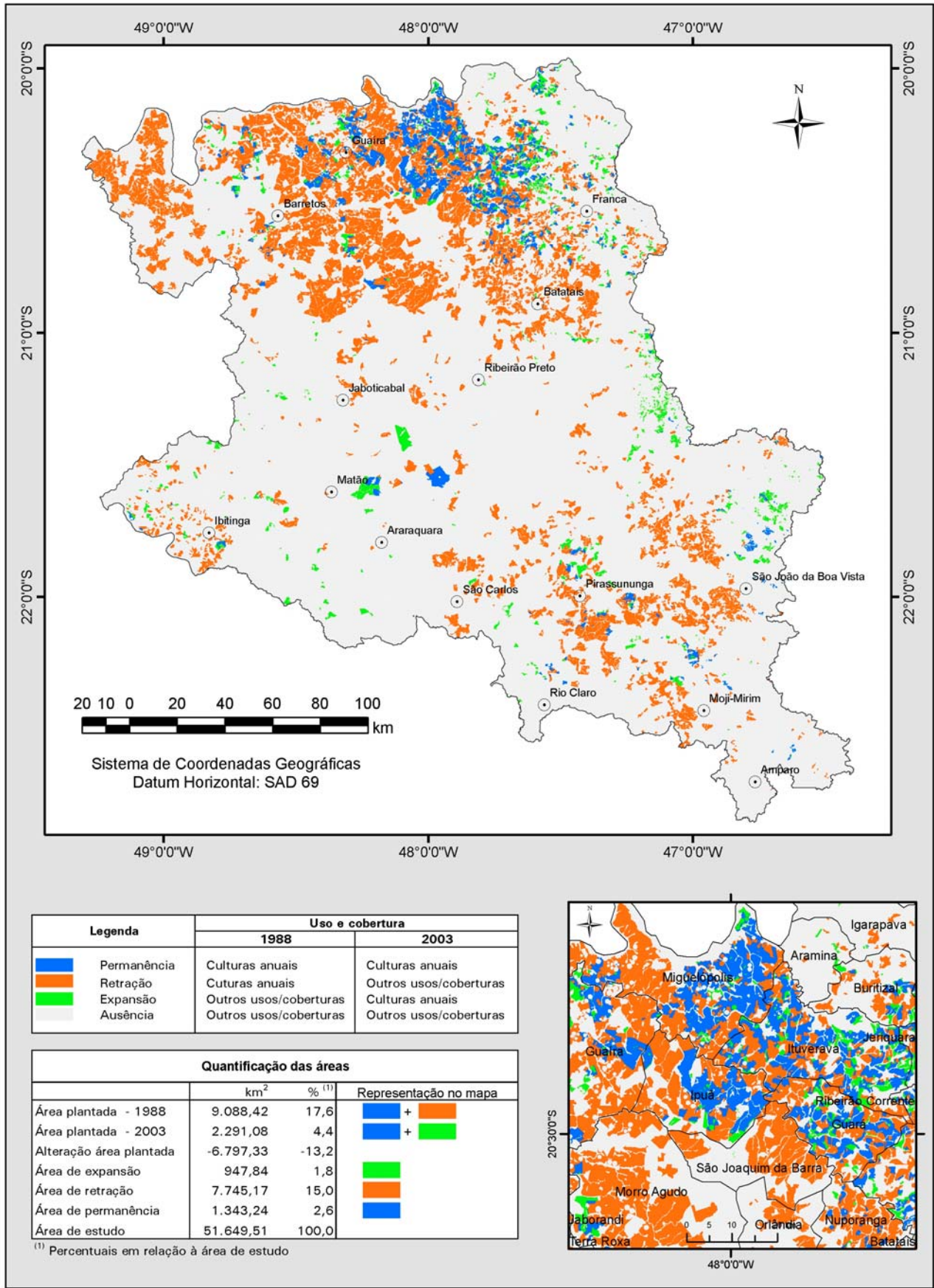


Figura 10 – Áreas de permanência, retração e expansão das culturas anuais.

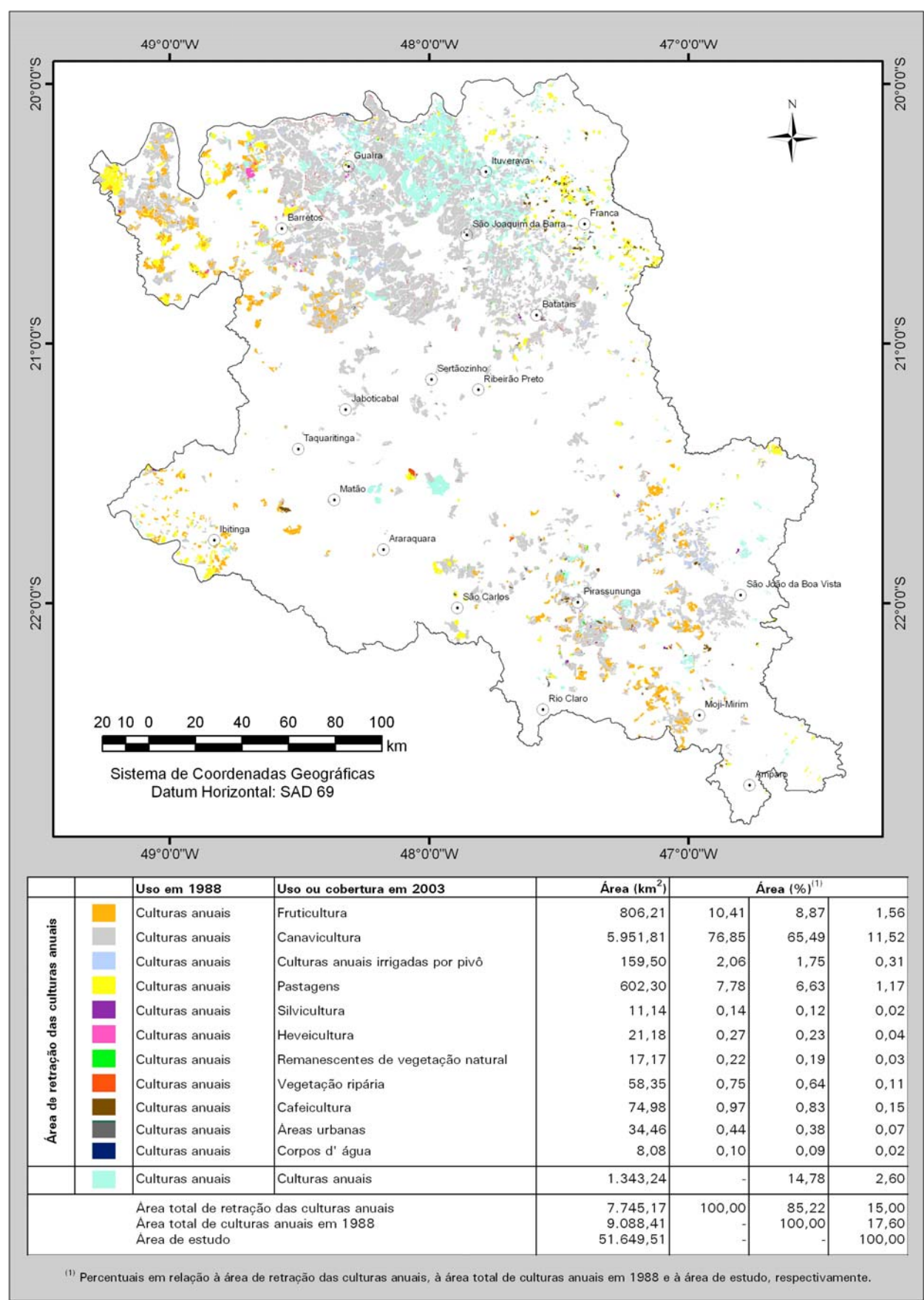


Figura 11 – Áreas com culturas anuais em 1988 com os respectivos usos ou coberturas em 2003.

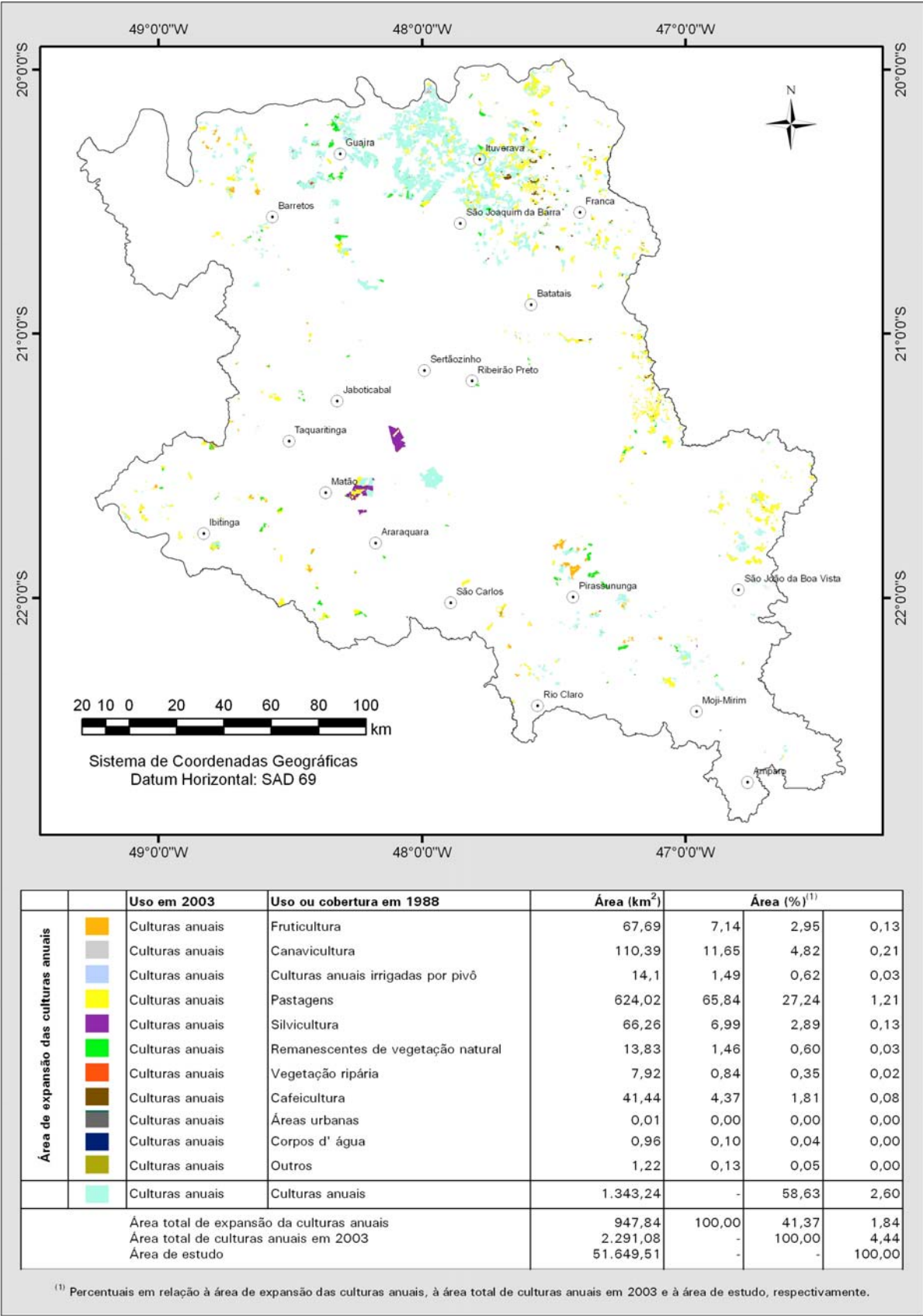


Figura 12 – Áreas com culturas anuais em 2003 com os respectivos usos ou coberturas em 1988.

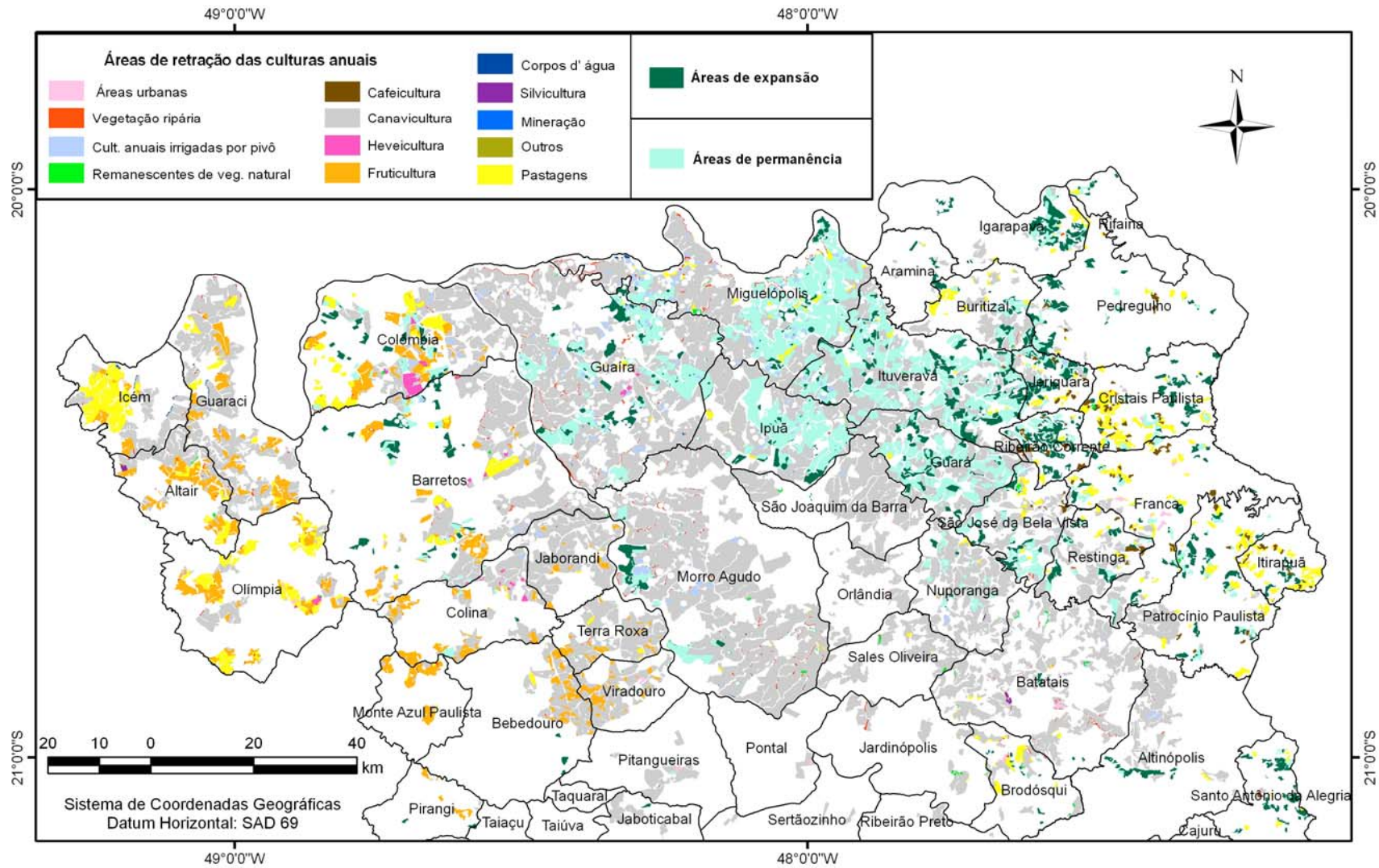


Figura 13 – Áreas de retração, permanência e expansão das culturas anuais na porção norte da área de estudo. As cores das áreas de retração estão relacionadas ao uso ou cobertura em 2003.

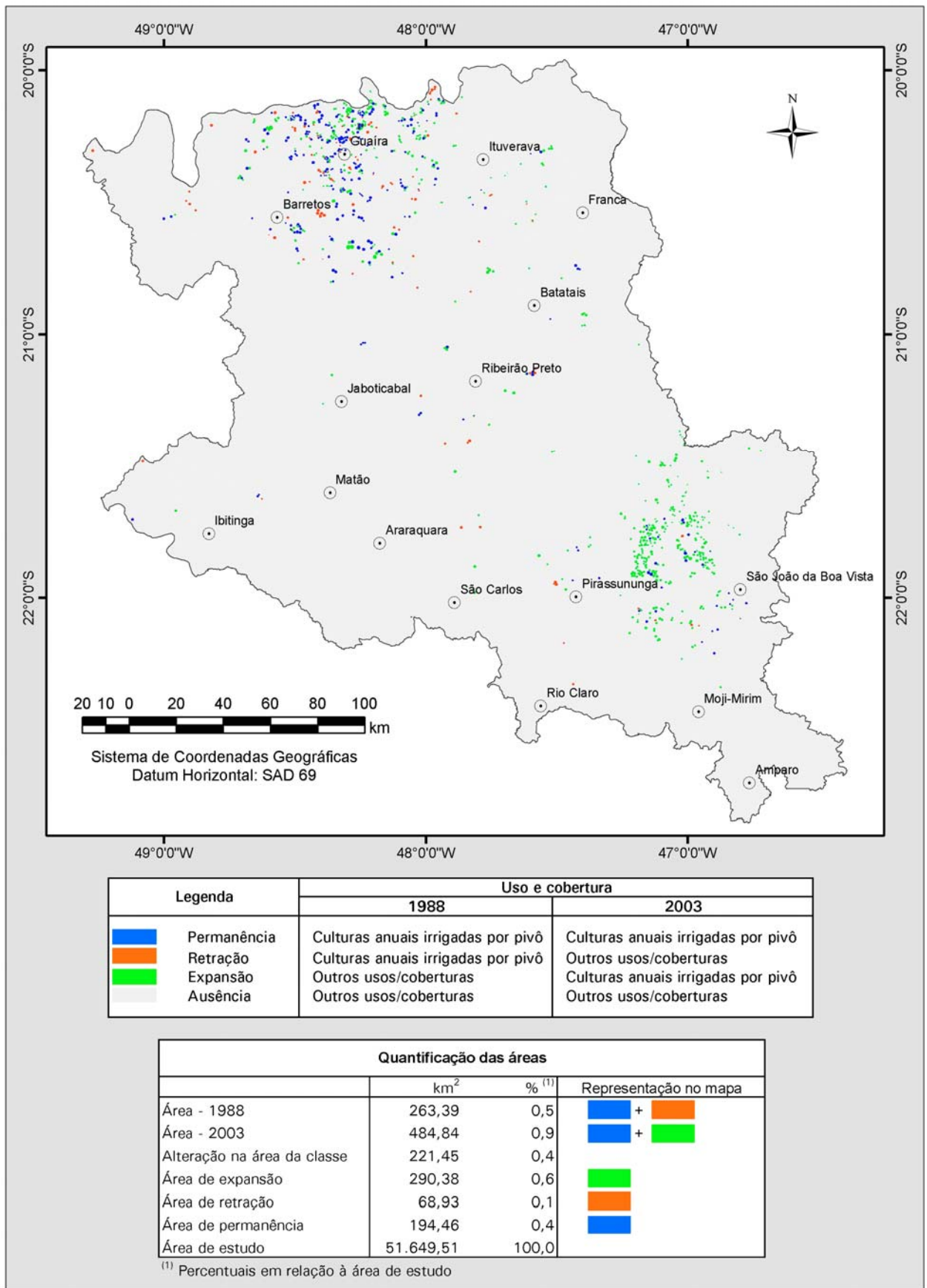


Figura 14 – Áreas de permanência, retração e expansão das culturas anuais irrigadas por pivô central.

Pastagens

As pastagens foram objeto de importantes alterações ocorridas na paisagem da área de estudo. Em 1988, ocupavam 27,3% da área mapeada (14.090 km²). Eram a classe de uso e cobertura dominante e distribuíam-se de forma heterogênea por toda a região, com maior ocorrência em sua porção leste, próximo aos terrenos de maior declive localizados nos rebordos da Serra da Mantiqueira (Figura 15). Em 2003, as pastagens estavam reduzidas a 15,5% da área mapeada (7.979 km²). Ocupavam, ainda, áreas significativas dos municípios localizados a leste da região de estudo, próximos à divisa com o Estado de Minas Gerais. Áreas menores eram observadas em alguns municípios próximos aos limites oeste e sul da região de estudo, como em Barretos, Colômbia, Icém, Olímpia, Ribeirão Bonito e Ibitinga. As pastagens dispersas ao longo da faixa central da região foram, na maioria dos casos, substituídas pela cultura da cana-de-açúcar. Já aquelas situadas na porção oeste cederam espaço para a fruticultura. As áreas de retração das pastagens (Figura 16) somaram 7.361 km², com áreas expressivas substituídas pela canavicultura (4.742 km²), pela fruticultura (891 km²) e por culturas anuais (624 km²). A expansão das pastagens (Figura 17) foi registrada em 1.250 km². Grande parte dessa expansão (602 km²) ocorreu sobre áreas com culturas anuais.

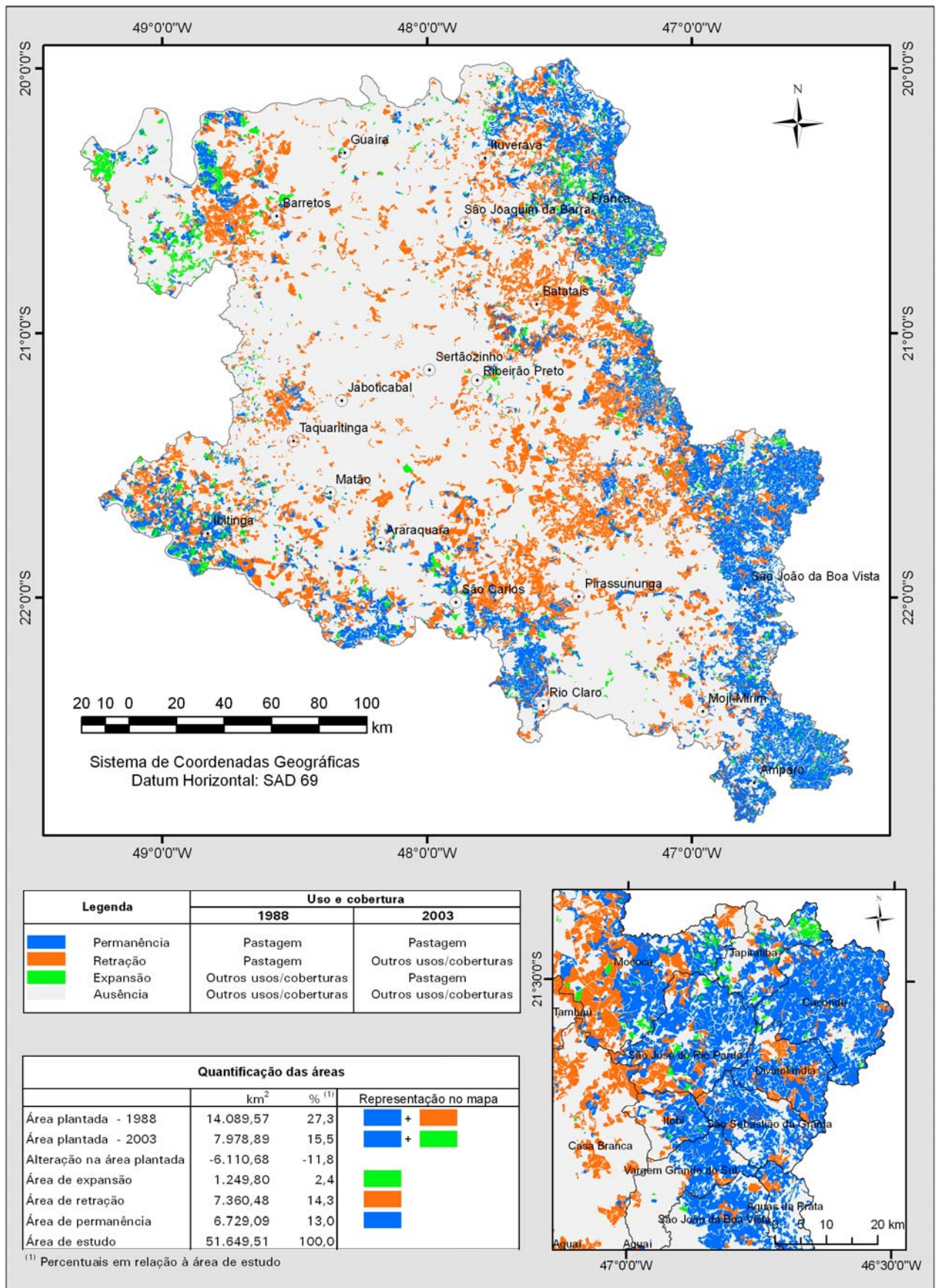


Figura 15 – Áreas de permanência, retração e expansão das pastagens.

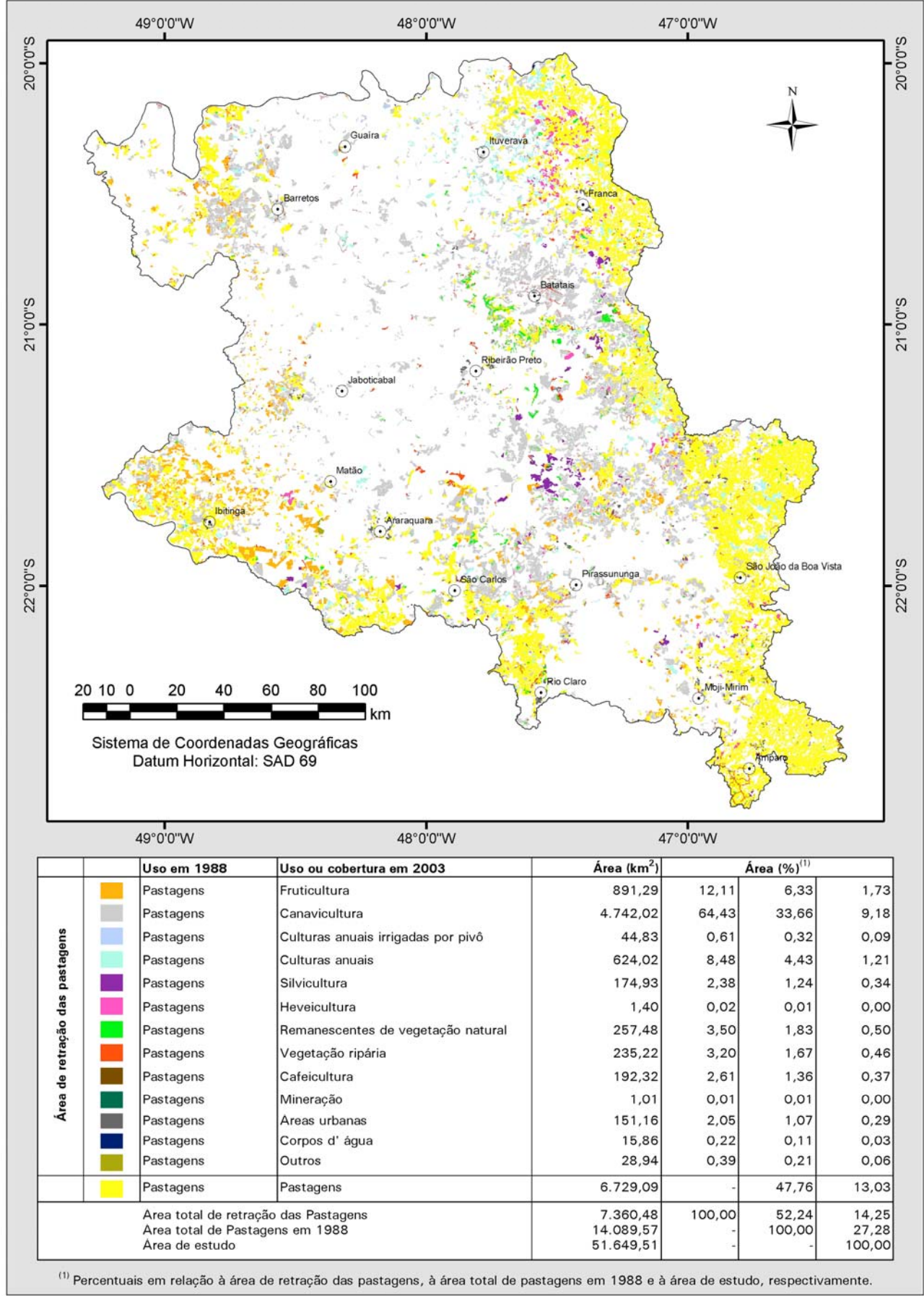


Figura 16 – Áreas de pastagens em 1988 com os respectivos usos ou coberturas em 2003.

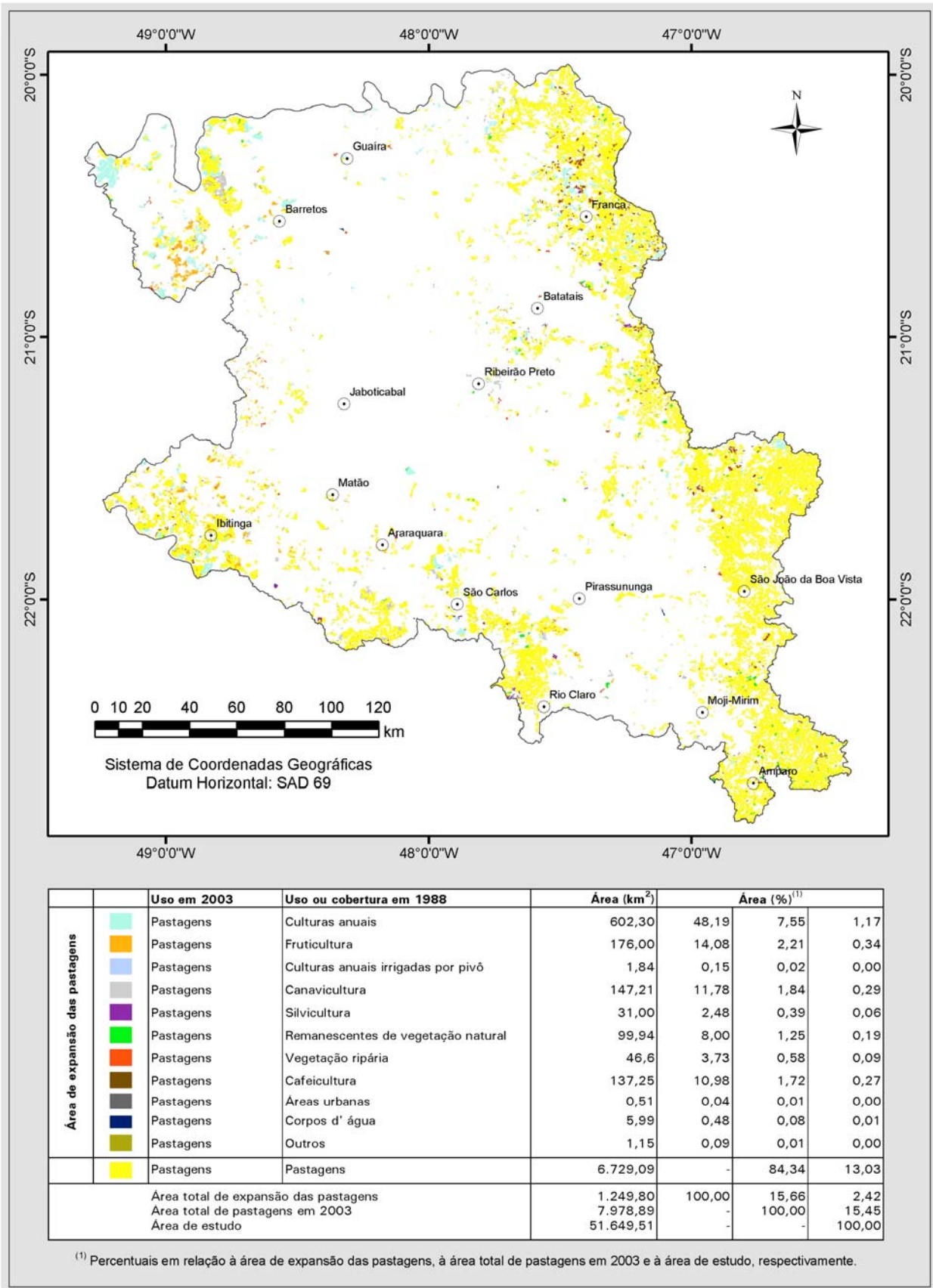


Figura 17 – Áreas de pastagens em 2003 com os respectivos usos ou coberturas em 1988.

Fruticultura

A fruticultura estava concentrada na porção oeste da área de estudo e correspondia essencialmente às lavouras de citros, uma das atividades mais tecnificadas e organizadas do agronegócio regional (ELIAS, 2003). A área destinada à produção de frutas não cítricas, com destaque para a manga e para a goiaba, era muito pequena quando comparada à área de produção de citros. No período de 1988 a 2003, o aumento da área total de fruticultura foi pequeno: de 4.876 km² (9,4 % da área mapeada) para 5.187 km². Apesar desse pequeno aumento, a atividade apresentou uma grande mobilidade espacial. Sua área total de permanência foi de apenas 2.944 km². As áreas de retração somaram 1.933 km², enquanto a expansão ocorreu em 2.243 km². A Figura 18 mostra a expansão da fruticultura em direção ao sul, migrando da região de Bebedouro, onde era predominante em 1988, para a região de Itápolis, principal município produtor em 2003. A fruticultura foi substituída sobretudo pela canavicultura (Figura 19) e sua expansão ocorreu principalmente sobre áreas anteriormente ocupadas por culturas anuais, pastagens e cana-de-açúcar (Figura 20)

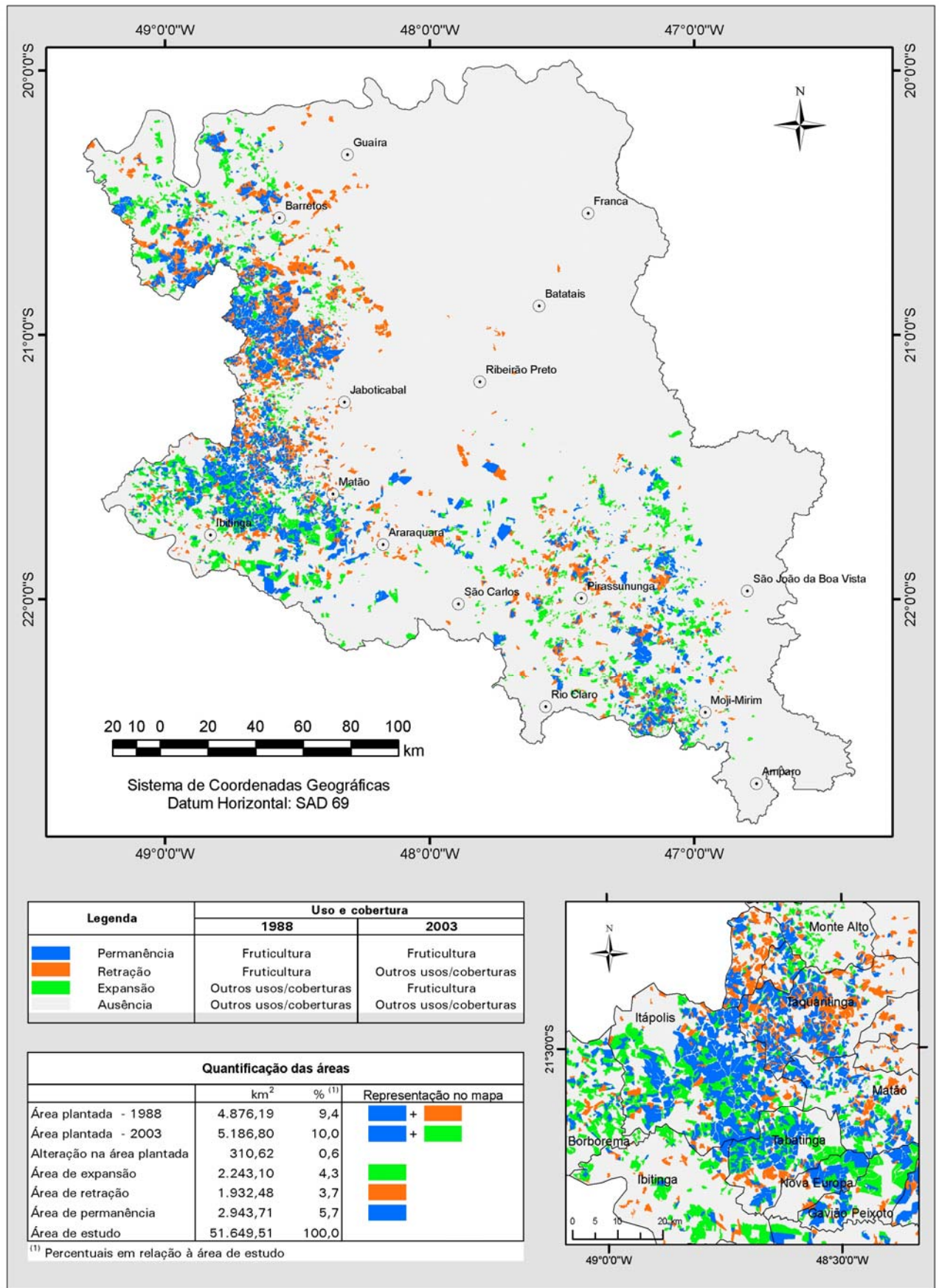


Figura 18 – Áreas de permanência, retração e expansão da fruticultura.

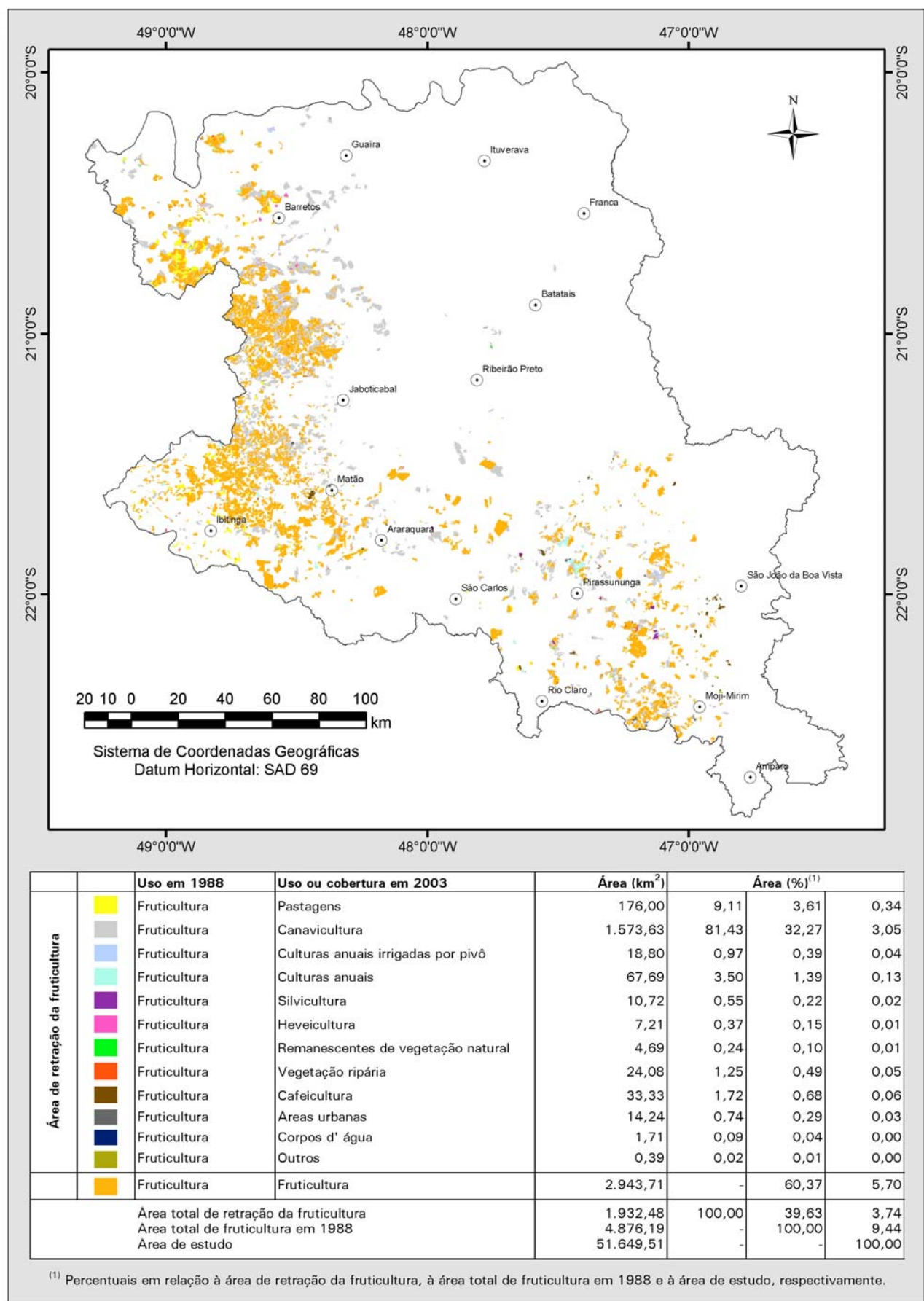


Figura 19 – Áreas de fruticultura em 1988 com os respectivos usos ou coberturas em 2003.

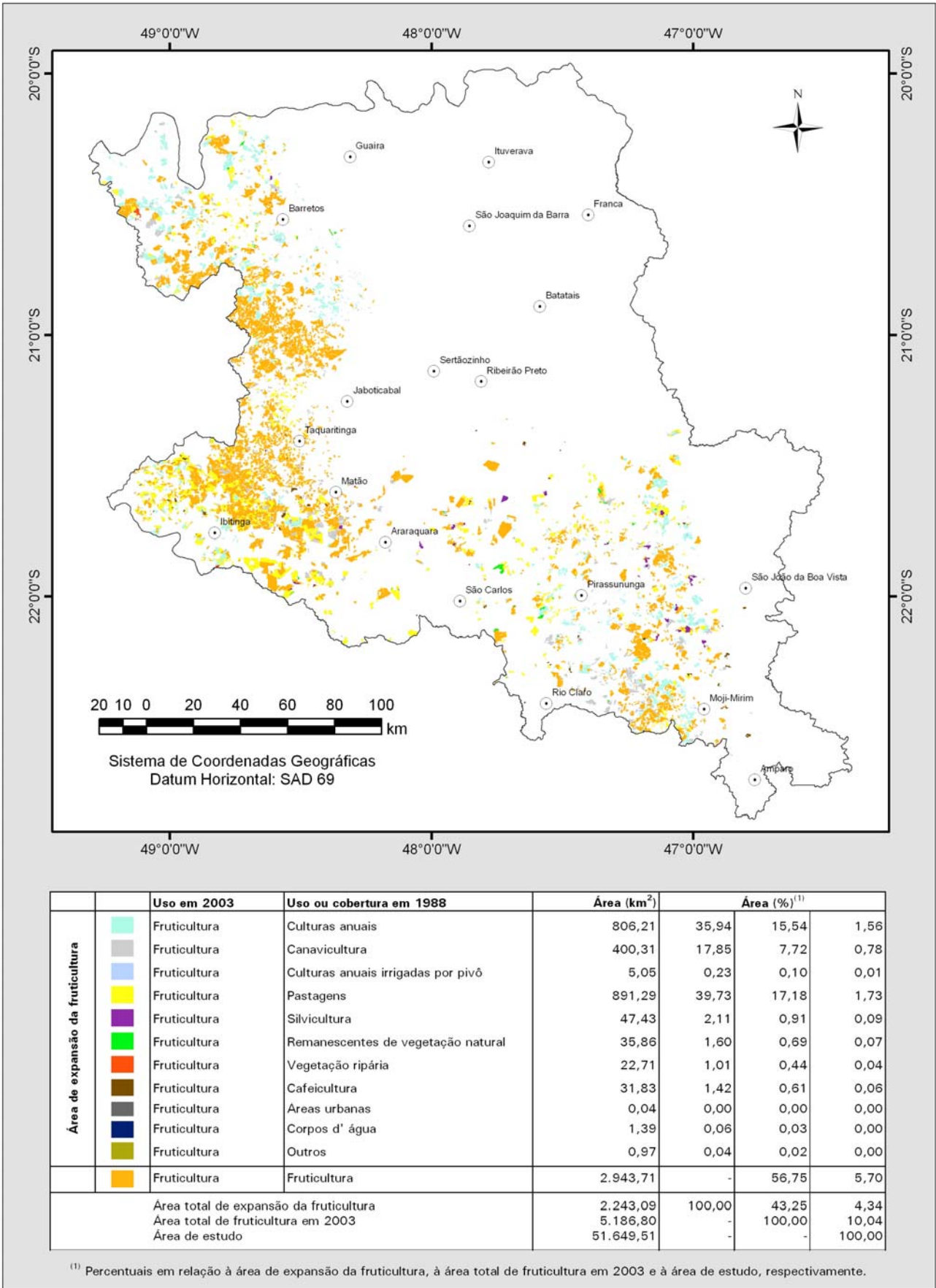


Figura 20 – Áreas de fruticultura em 2003 com os respectivos usos ou coberturas em 1988.

Cafeicultura

Em 1988, a cafeicultura estava presente em 675 km² da área mapeada, participação reduzida para 588 km² em 2003, o que corresponde a apenas 1,1% das terras da região. A atividade concentrava-se na porção leste da área de estudo, especialmente nos municípios de Pedregulho, Franca, Cristais Paulista e arredores (Figura 21). Algumas áreas expressivas também eram observadas nos municípios de Santo Antônio do Jardim e Espírito Santo do Pinhal. A área total de expansão do café (339 km²), quando comparada a sua área total de permanência (249 km²) e de retração (426 km²), revela a grande mobilidade espacial da cultura no período analisado.

A substituição do café por cana-de-açúcar ocorreu em 192 km² e por pastagens em 137 km² (Figura 22). A substituição por pastagens é mais freqüente na porção leste da região, onde também se encontravam as principais áreas de permanência da cultura. Já a substituição pela canavicultura é verificada em áreas mais próximas aos grandes centros produtores de cana-de-açúcar.

Áreas de expansão da cafeicultura foram observadas tanto na porção leste da região quanto em algumas áreas ao sul, nos municípios de Descalvado, Pirassununga, Matão e Tabatinga, ocorrendo, principalmente, sobre áreas com pastagens (Figura 23).

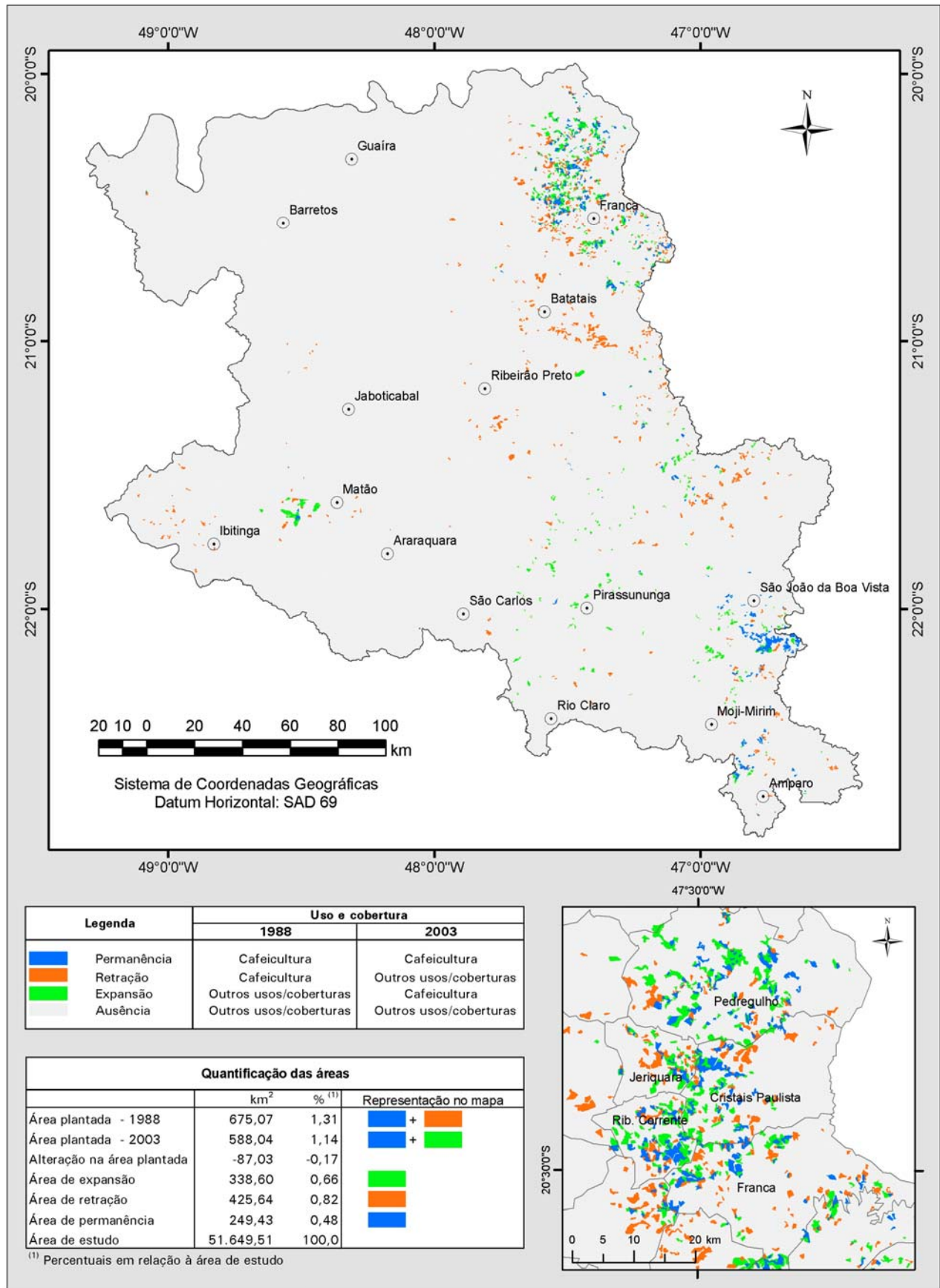


Figura 21 – Áreas de permanência, retração e expansão da cafeicultura.

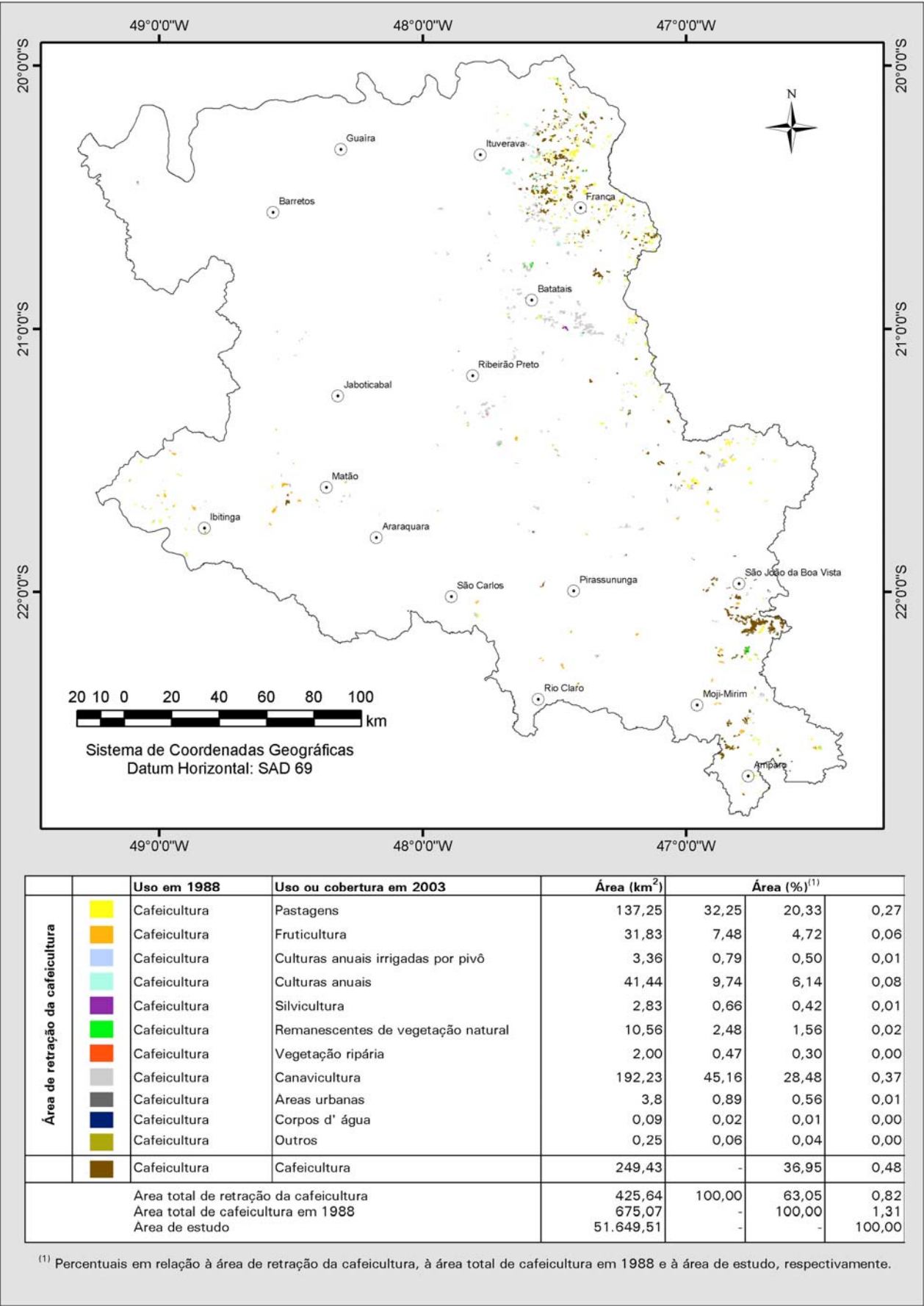


Figura 22 – Áreas de cafeicultura em 1988 com os respectivos usos ou coberturas em 2003.

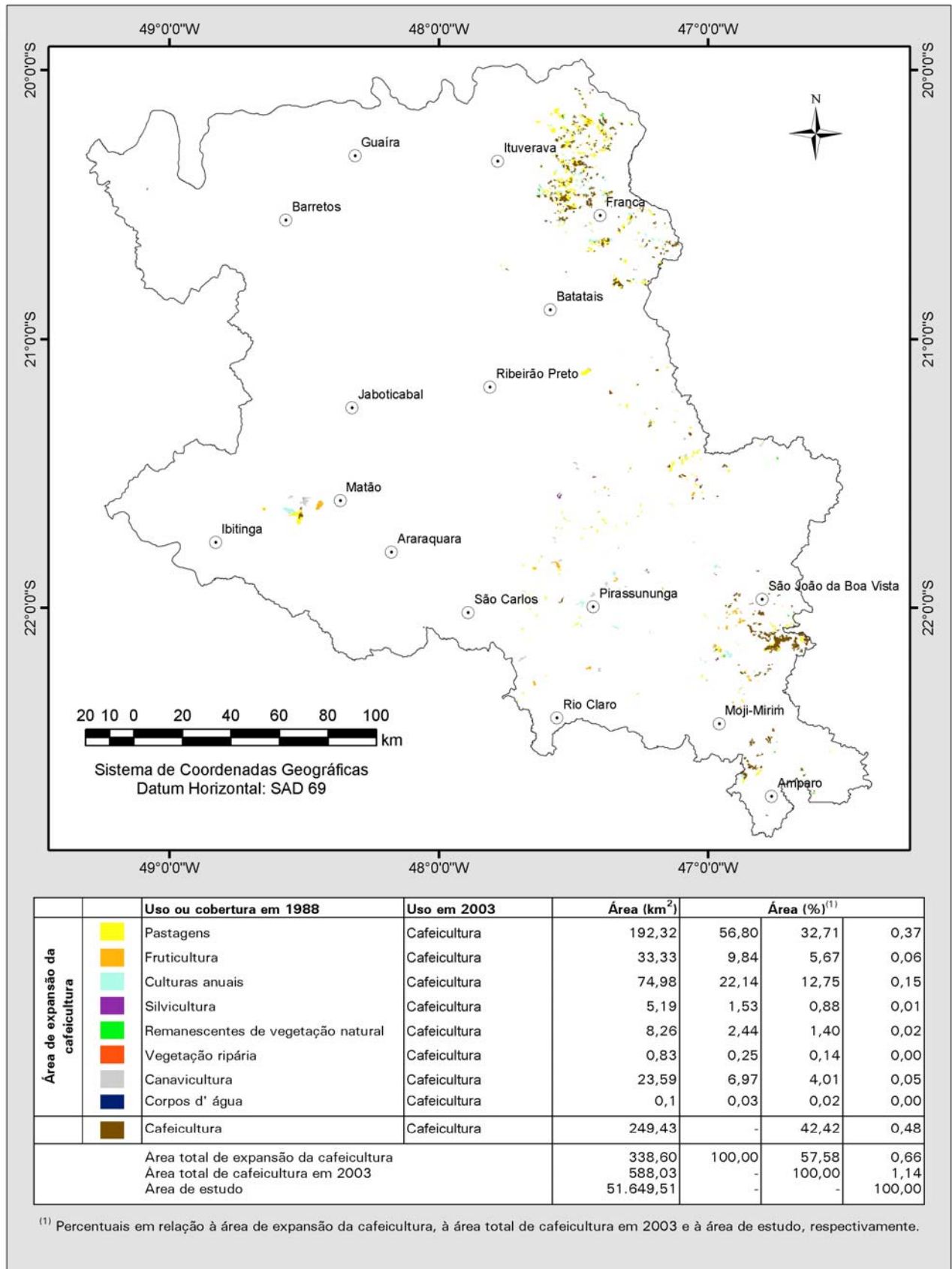


Figura 23 – Áreas de cafeicultura em 2003 com os respectivos usos ou coberturas em 1988.

Silvicultura

Em 2003, a silvicultura estava presente em 1.357 km², correspondentes a 2,6% das terras da região, situação pouco alterada em relação a 1988, quando ocupava 1.395 km². Na região, a atividade é praticada, sobretudo, por grandes empresas produtoras de papel e celulose, normalmente em grandes áreas contínuas, próximas a unidades processadoras da produção. Expressivas áreas dessa atividade foram detectadas nos municípios de Altinópolis, São Simão, Mogi-Guaçu, Santa Rita do Passa Quatro, Araraquara, Luís Antônio e Casa Branca.

As áreas de expansão da silvicultura, entre 1988 e 2003, somaram 322 km², ocorrendo, em sua maioria, em terras adjacentes a áreas onde já se praticava a atividade. Pequenas áreas de expansão e de retração isoladas foram observadas por todo o centro-sul da área mapeada (Figura 24). A atividade apresentou uma relativa estabilidade quanto à área cultivada e quanto à sua localização, o que pode ser explicado tanto pelo ciclo longo de exploração da cultura, como pela existência de toda a infra-estrutura de exploração e de processamento da produção nas proximidades das principais áreas produtoras, montada pelas indústrias de papel e celulose.

As áreas de silvicultura em 1988 são apresentadas na Figura 25, com legenda que indica as áreas onde a atividade se manteve em 2003 e onde ela foi substituída por outras formas de uso ou cobertura (áreas de retração). Da mesma forma, a Figura 26 apresenta as áreas de silvicultura em 2003, associadas a uma legenda que indica o uso ou cobertura dessas áreas constatado em 1988.

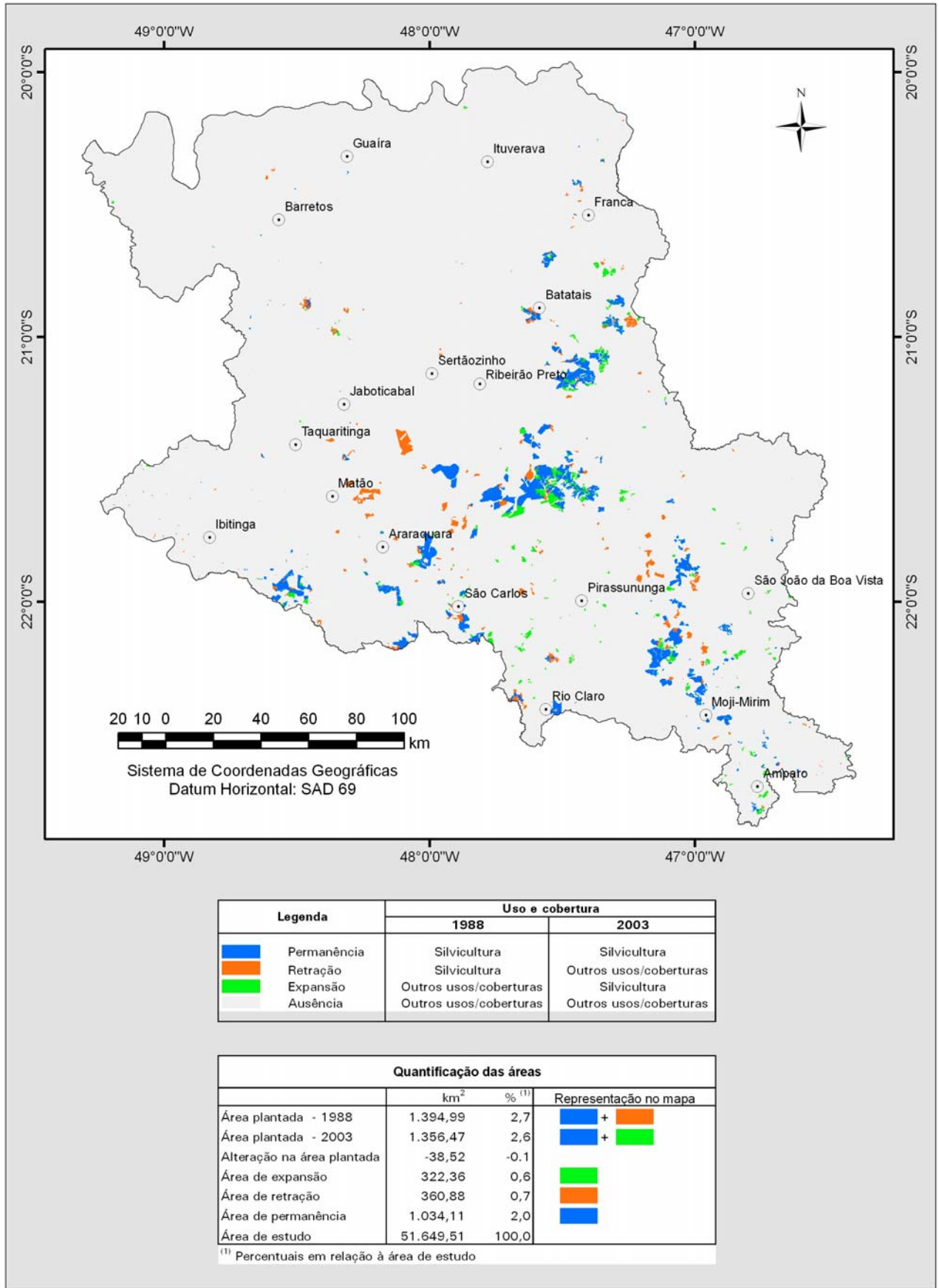


Figura 24 – Áreas de permanência, retração e expansão da silvicultura.

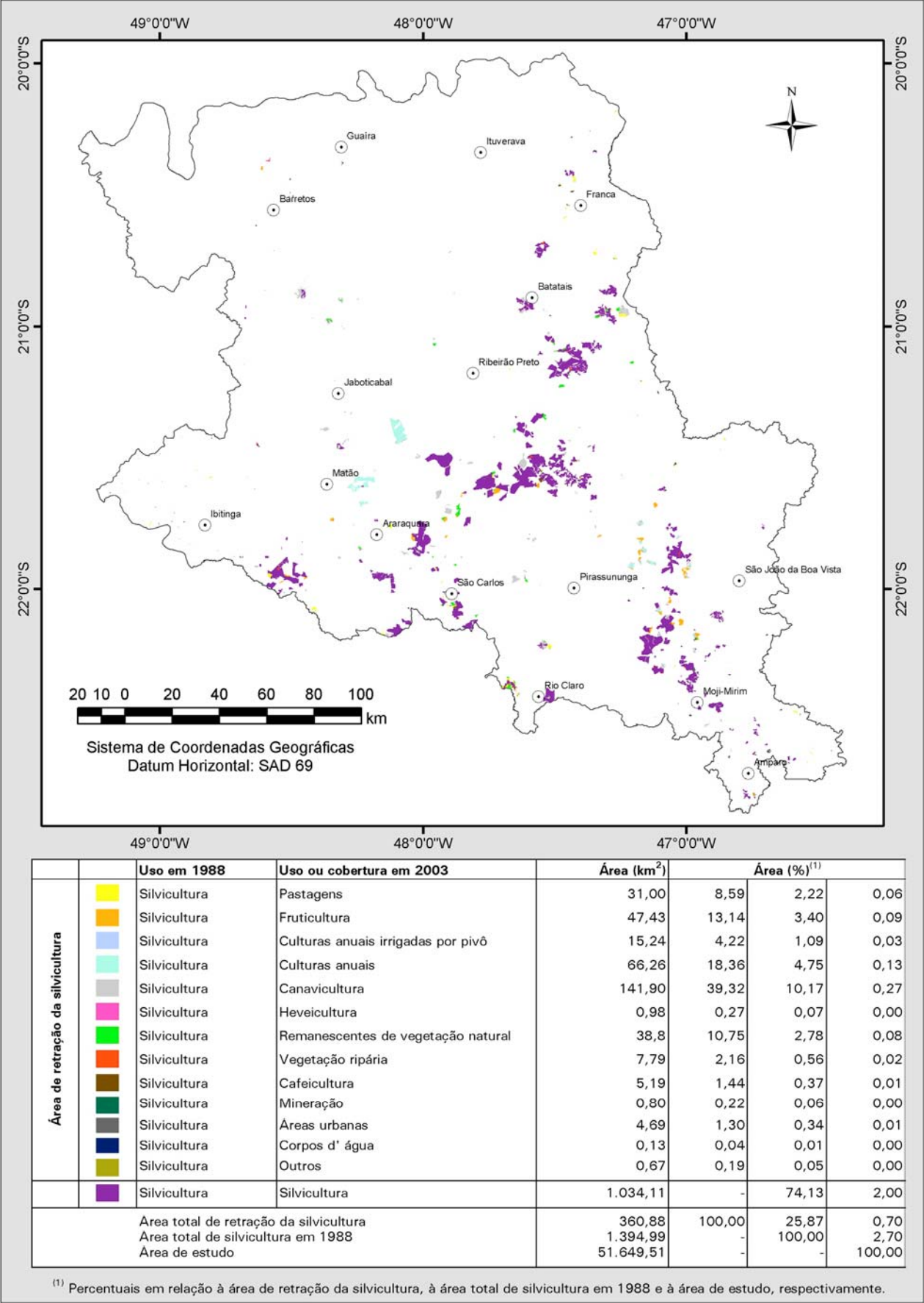


Figura 25 – Áreas de silvicultura em 1988 com os respectivos usos ou coberturas em 2003.

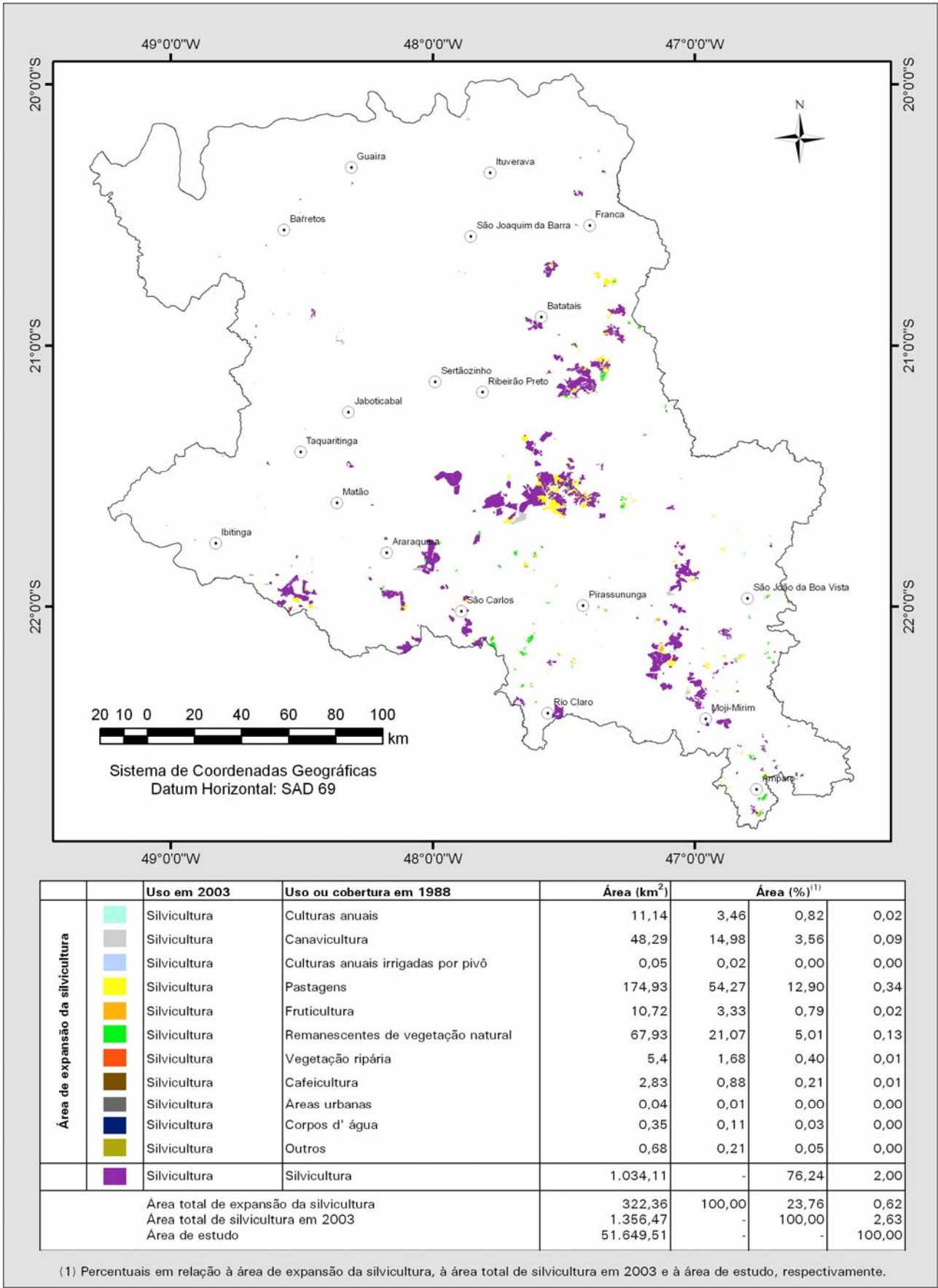


Figura 26 – Áreas de silvicultura em 2003 com os respectivos usos ou coberturas em 1988.

Remanescentes de vegetação natural

Em 1988, os remanescentes de vegetação natural estavam presentes em 3.387 km² da área mapeada, situação pouco alterada em 2003, quando ocupavam 3.318 km² (Figura 27). Eram mais freqüentes na porção leste da região, normalmente entremeados a áreas de pastagens. As maiores áreas contíguas com vegetação natural também ocorriam a leste. Entretanto, áreas menores e isoladas de diferentes extensões foram detectadas e mapeadas em toda a região, em áreas de preservação permanente ou mesmo em meio a áreas produtivas no interior de propriedades rurais. Alguns desses remanescentes encontravam-se dentro de unidades de conservação estaduais, entre as quais se destacavam, pela área, o Parque Estadual de Furnas do Bom Jesus, no município de Pedregulho, e o Parque Estadual de Vassununga, no município de Santa Rita do Passa Quatro. A análise das áreas de retração (470 km²) e de expansão (401 km²) permitiu constatar a substituição de 176 km² dos remanescentes por canavicultura e de 100 km² por pastagens, ao mesmo tempo em que se observou uma recuperação da vegetação natural em 257 km², antes ocupados por pastagens (Figuras 28 e 29).

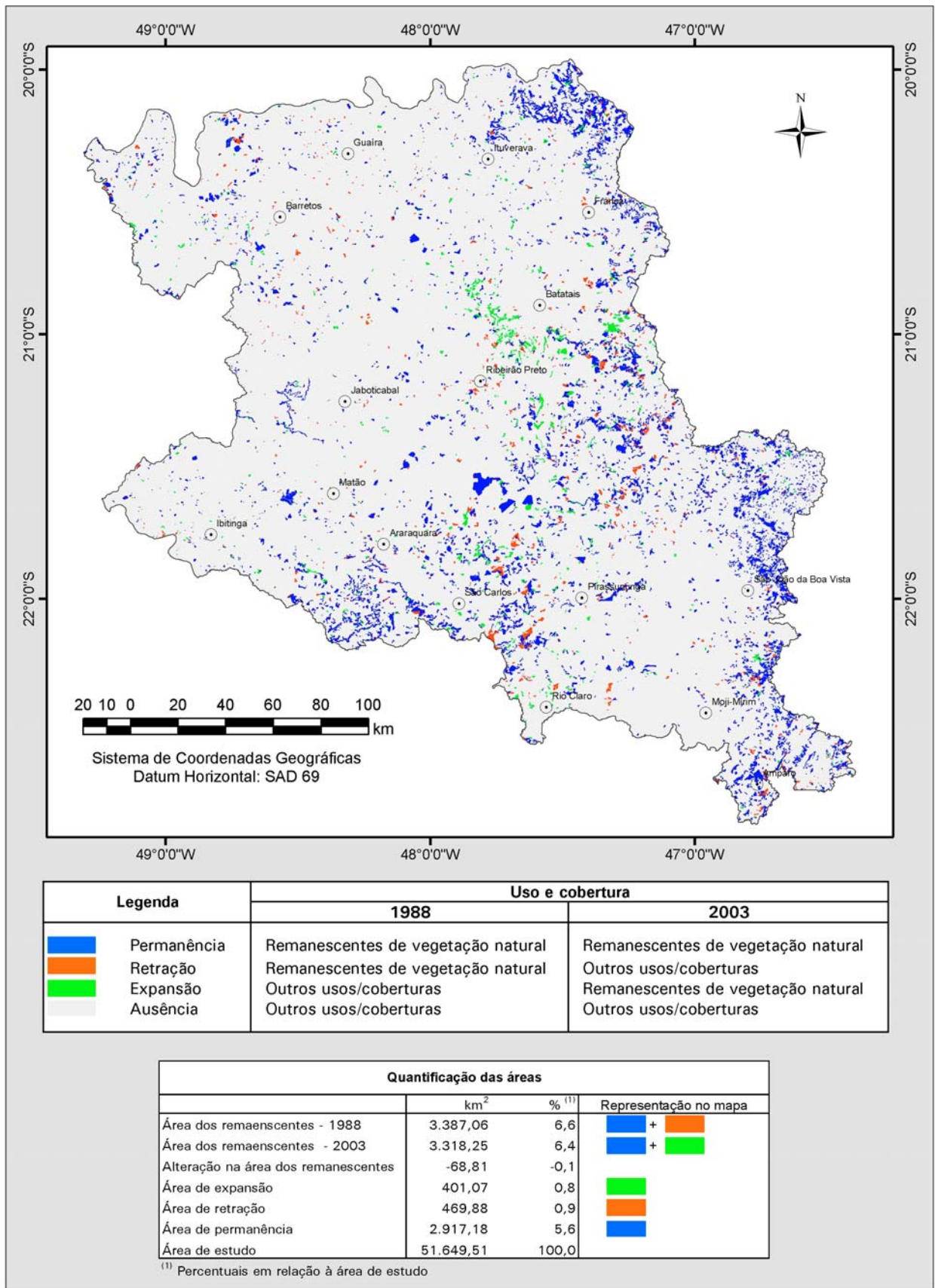


Figura 27 – Áreas de permanência, retração e expansão dos remanescentes de vegetação natural.

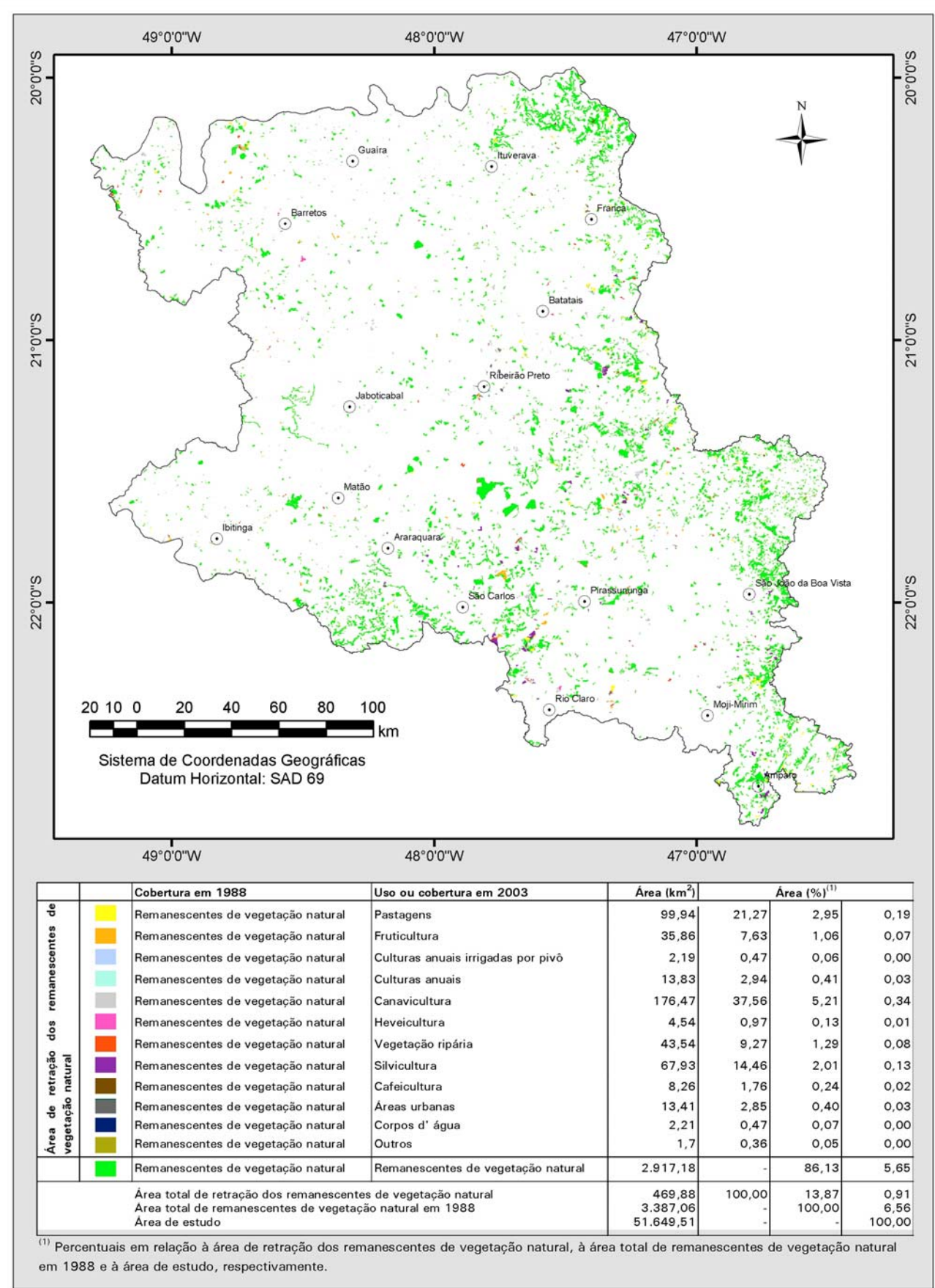


Figura 28 – Áreas dos remanescentes de vegetação natural em 1988 com os respectivos usos ou coberturas em 2003.

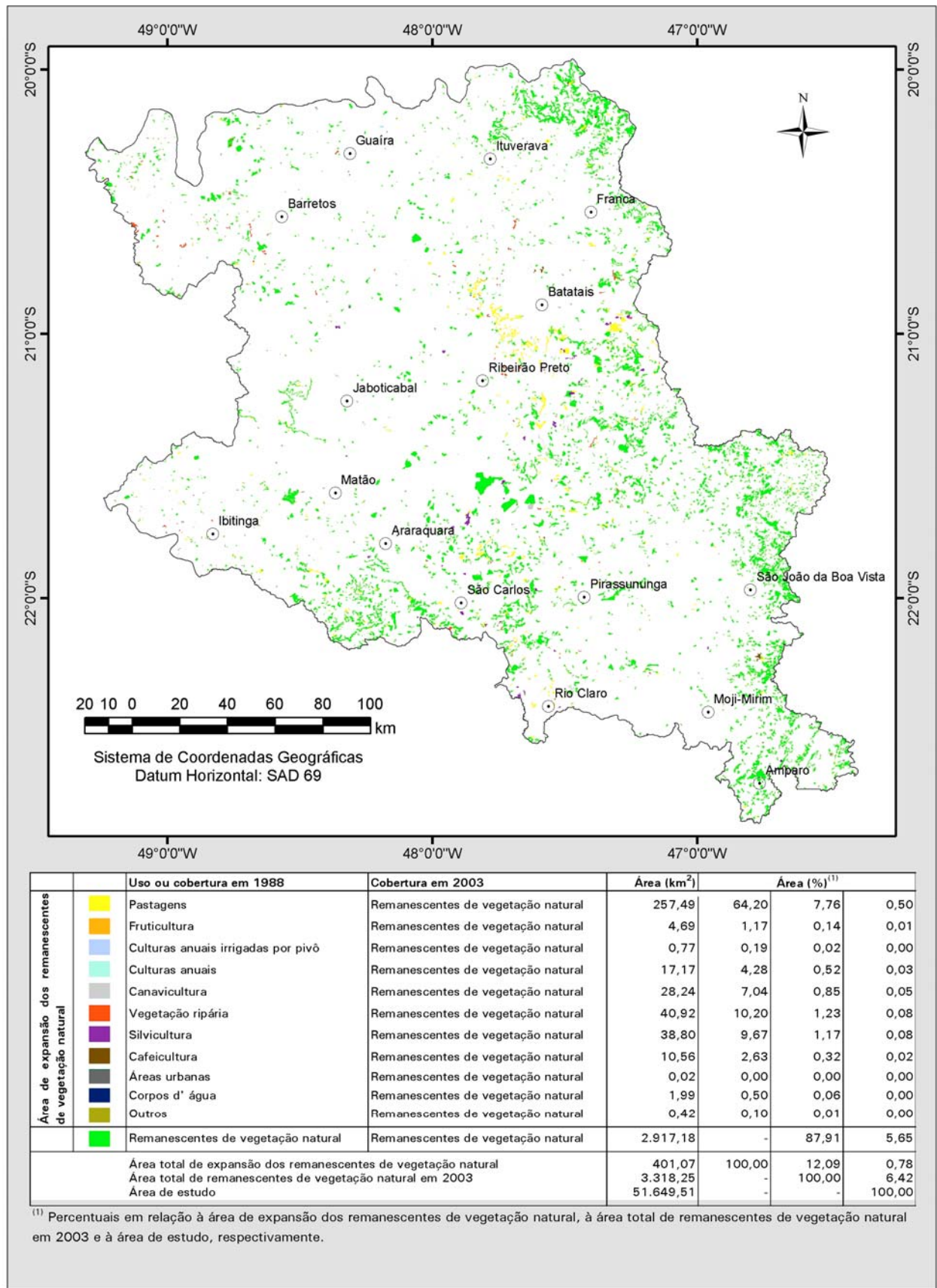


Figura 29 – Áreas dos remanescentes de vegetação natural em 2003 com os respectivos usos ou coberturas em 1988.

Vegetação ripária

A classe vegetação ripária agrega as formações vegetais associadas às superfícies de inundação e áreas adjacentes aos rios, córregos e lagos. A alteração na área total ocupada por essa classe foi pequena (Figura 30). Em 1988, essa área era de 5.318 km² e, em 2003, de 5.434 km². As áreas de retração somavam 381 km², dos quais 178 km² foram ocupados pela canavicultura (Figura 31). A área total de expansão era de 498 km², com 235 km² recuperados de áreas anteriormente ocupadas por pastagens (Figura 32).

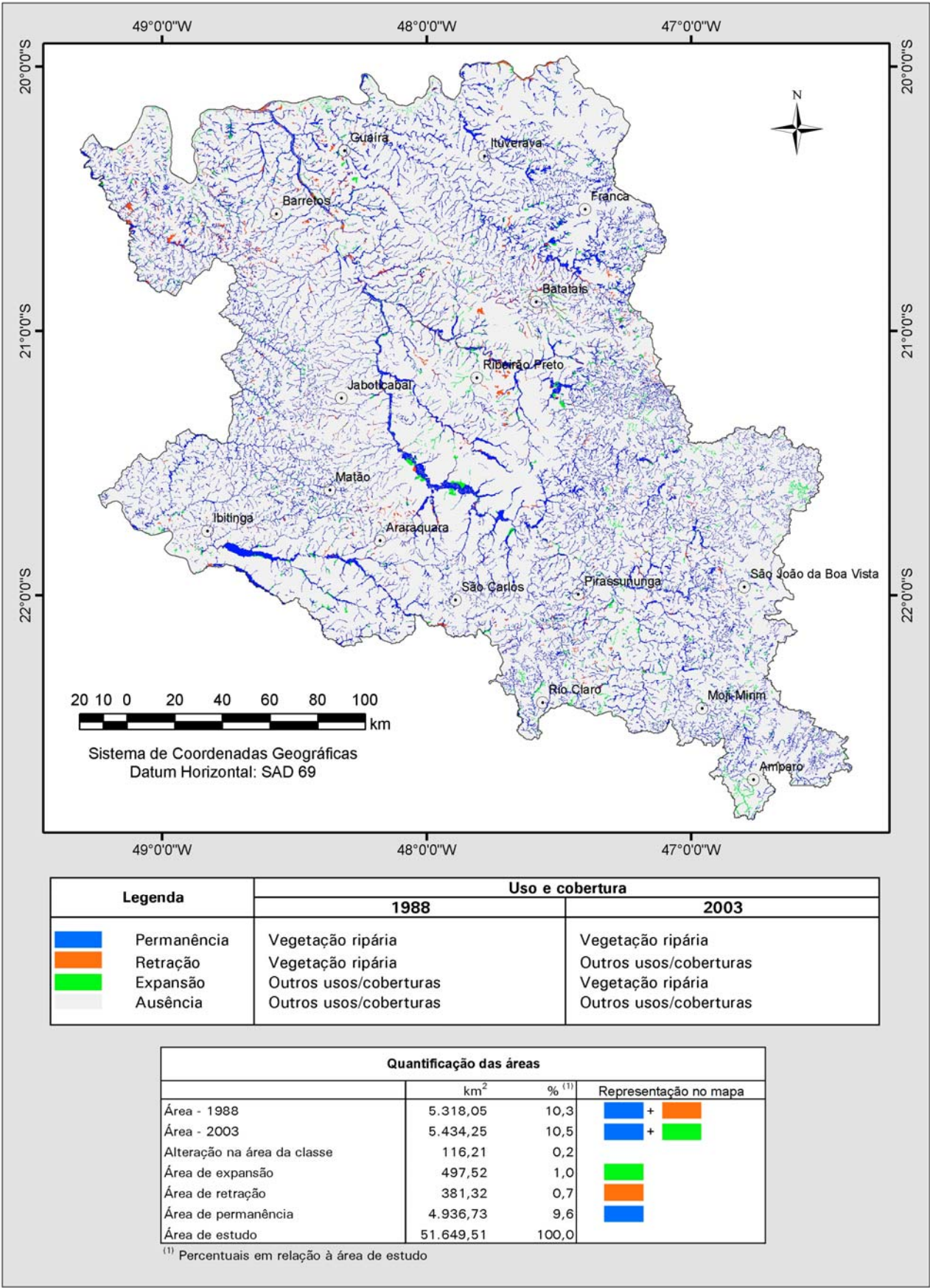


Figura 30 – Áreas de permanência, expansão e retração da vegetação ripária.

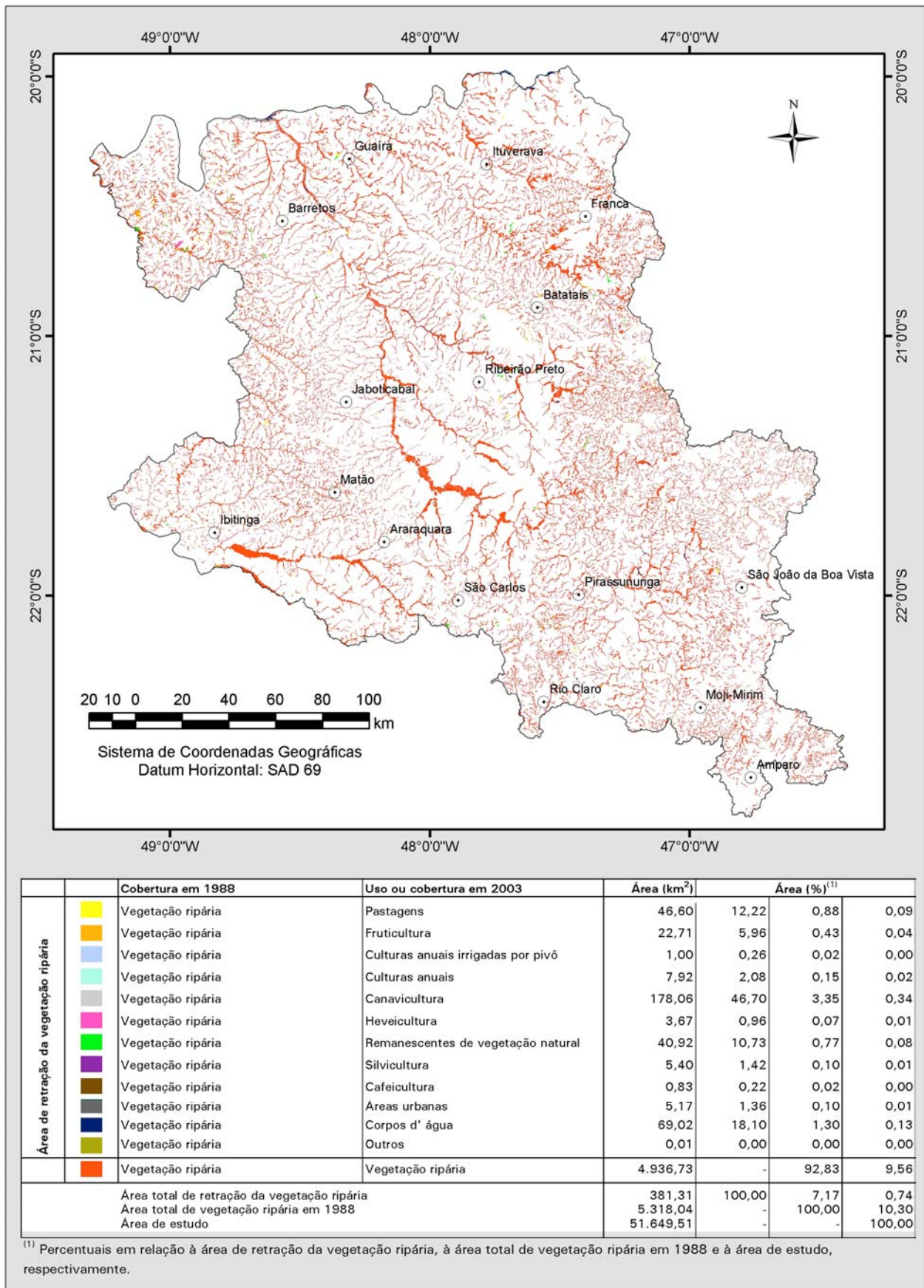


Figura 31 – Áreas de vegetação ripária em 1988 com os respectivos usos ou coberturas em 2003.

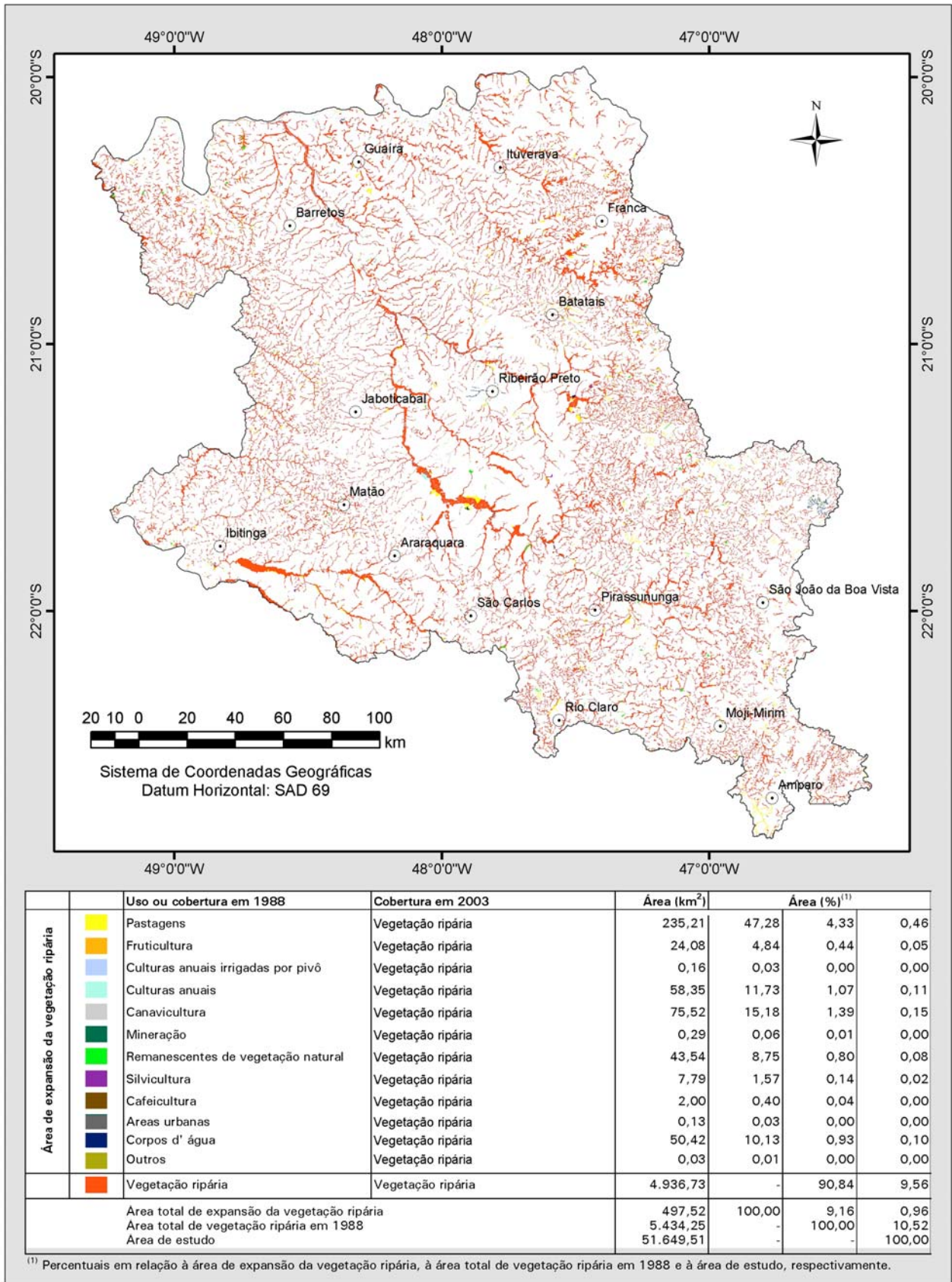


Figura 32 – Áreas de vegetação ripária em 2003 com os respectivos usos ou coberturas em 1988.

Heveicultura

A heveicultura é uma atividade de introdução recente no Estado de São Paulo. Em 1988, a área de estudo possuía apenas 1,75 km² no município de Barretos dedicados à atividade. Apesar da expansão de 45,81 km² observada no período de 1988 a 2003, a cultura ainda era pouco expressiva, com menos de 0,1% da área de estudo (47,53 km²). A cultura em 2003 distribuía-se por pequenas áreas dispersas nos municípios de Colômbia, Barretos, Olímpia, Colina, Guaíra, Monte Azul Paulista e Matão.

Outras classes de uso e cobertura

Completam o mapeamento do uso e cobertura das terras as classes: áreas urbanas, áreas de mineração, corpos d' água e outros (grandes áreas industriais, aeroportos, afloramentos rochosos). Juntas, as áreas dessas classes somavam 3,32% da área de estudo em 1988 e 4,00% em 2003 (Tabela 4). A quantificação das áreas de expansão, retração e permanência dessas classes podem ser consultadas na Tabela 3 e na Tabela 2.

Tabela 4 – Áreas mapeadas para as classes áreas urbanas, mineração, corpos d' água e outros, com percentuais em relação à área total de estudo.

Classes de uso e cobertura das terras	Área (km ²) 1988	Área (%) 1988	Área (km ²) 2003	Área (%) 2003	Alteração (km ²)
Áreas urbanas	896,99	1,74	1.187,82	2,30	290,83
Mineração	8,76	0,02	9,02	0,02	0,27
Corpos d' água	775,41	1,50	803,43	1,56	28,02
Outros	32,22	0,06	64,19	0,12	31,97
TOTAL	1.713,38	3,32	2.064,46	4,00	351,09

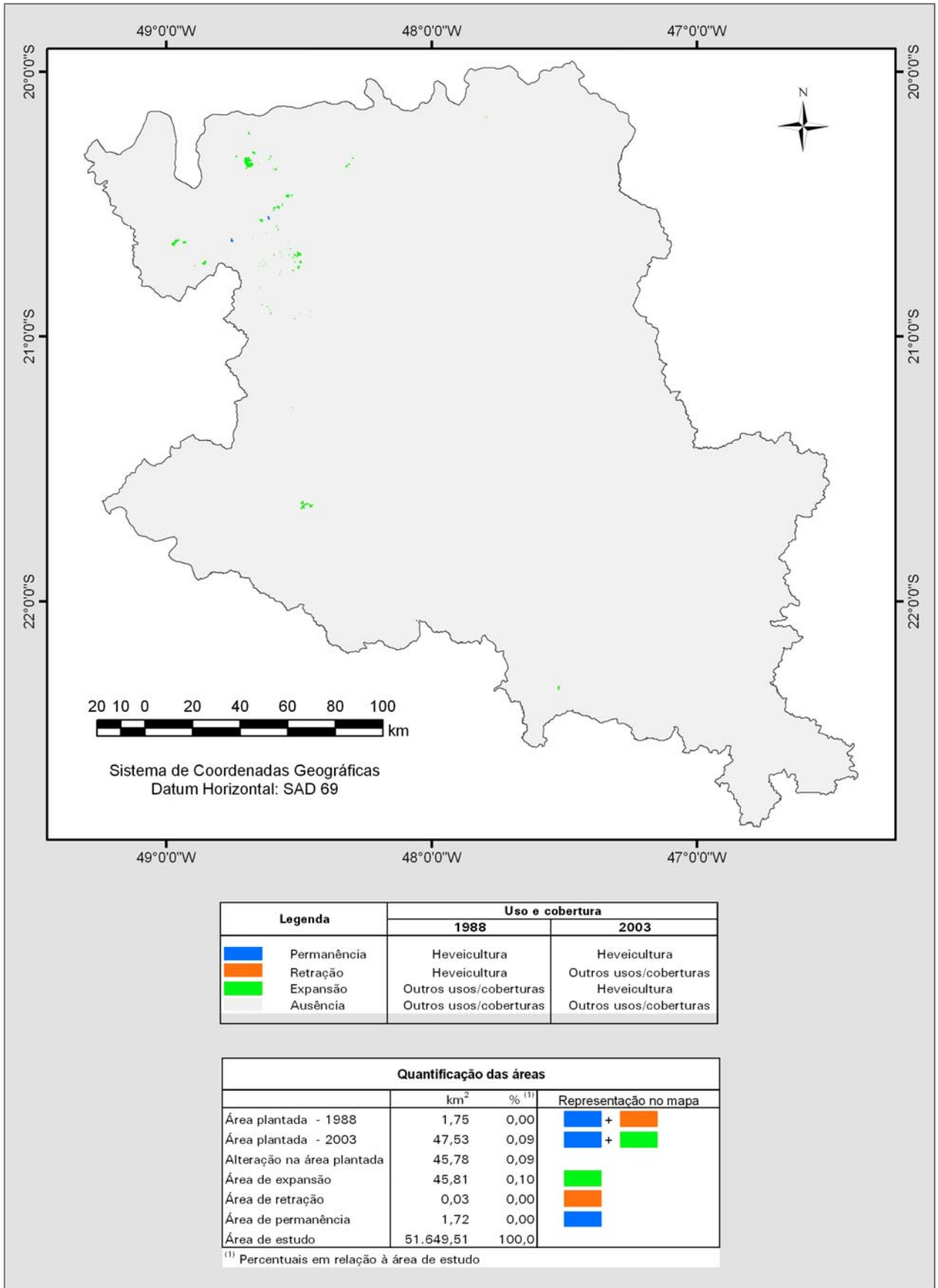


Figura 33 – Áreas de permanência, retração e expansão da heveicultura.

Considerações Finais

As atividades agrossilvopastoris compreendiam 78,9% da região em 2003, situação pouco alterada em relação a 1988, quando esse percentual era de 79,8%. As principais classes de uso e cobertura das terras identificadas foram a canavicultura, as pastagens, as culturas anuais e a fruticultura, que juntas correspondiam a aproximadamente 75% da área da região em ambos os anos. Apesar da área total dedicada a essas atividades ter permanecido praticamente estável, grandes alterações na paisagem foram verificadas sobretudo pelo aumento da área com lavouras, de 49,9% para 61,0% da área total, substituindo áreas antes ocupadas por pastagens. Entre as lavouras, observou-se uma grande expansão da cana-de-açúcar e uma grande redução da participação das culturas anuais. A cultura da cana-de-açúcar ocupava 44,3% da área de estudo em 2003, dominando toda a faixa central dessa área no sentido norte-sul, limitada a leste pelos terrenos com maior declive e a oeste pela atividade consolidada de fruticultura. Nos terrenos a leste, predominavam as pastagens, entremeadas com remanescentes de vegetação natural. Também a leste, estava situada a maior parte das áreas de cafeicultura.

Nos terrenos da faixa oeste, principalmente em sua porção central, a fruticultura foi substituída, em partes, pela canavicultura. Porém, essa substituição foi compensada pela sua expansão na porção sul dessa faixa, ocorrida principalmente sobre áreas de pastagens.

Em 1988, na porção norte da faixa central, predominavam áreas com culturas anuais. Em 2003, essas áreas estavam bastante reduzidas, entremeadas a áreas de expansão da canavicultura. Ainda em 2003, na porção sul da faixa central, notava-se a presença de algumas áreas de silvicultura e outras de pastagem que até então resistiam à expansão da canavicultura.

As figuras e tabelas disponíveis neste documento permitem a visualização, consulta e análise das áreas mapeadas para cada classe de uso e cobertura das terras e das alterações ocorridas nessas áreas no período de 1988 a 2003. Os dados obtidos neste mapeamento serviram de base para diversas pesquisas (concluídas e em andamento) desenvolvidas pela Embrapa Monitoramento por Satélite e por pesquisadores do Projeto Diagnóstico Ambiental da Agricultura no Estado de São Paulo. Os dados também estão disponíveis no Sistema de Gestão Territorial da Agricultura da Associação Brasileira do Agronegócio da Região de Ribeirão Preto, elaborado com a finalidade de auxiliar a formulação de políticas públicas e privadas comprometidas com a sustentabilidade no uso e ocupação das terras da região.

Referências

CRISCUOLO, C.; GUIMARÃES, M.; MIRANDA, E. E. de. **Uso e cobertura das terras na Região dos Rios Pardo e Mogi-Guaçu, Estado de São Paulo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2004. 42 p., il. (Documentos, 37).

CRISCUOLO, C.; QUARTAROLI, C. F.; MIRANDA, E. E. de.; GUIMARÃES, M.; HOTT, M. C. **Dinâmica de uso e cobertura das terras na Região Nordeste do Estado de São Paulo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. 65 p. (Documentos, 45).

DI GREGÓRIO, A.; JANSEN, L. J. M. **Land Cover Classification System (LCCS): Classification Concepts and User Manual**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2000. 179 p.

ELIAS, D. **Globalização e Agricultura: A região de Ribeirão Preto, SP**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2003. 400 p.

LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W.; CHIPMAN, J. W. **Remote sensing and image interpretation**. 5. ed. New York: Wiley & Sons, 2004. 763 p.



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Embrapa Monitoramento por Satélite

*Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Av. Dr. Júlio Soares de Arruda, 803 - Parque São Quirino
CEP 13088-300 Campinas-SP
Fone (19) 3256-6030 Fax (19) 3254-1100
<http://www.cnpm.embrapa.br> sac@cnpm.embrapa.br*