

IDENTIFICAÇÃO DE SUMIDOUROS ESPONTÂNEOS DE CARBONO DO MUNICÍPIO DE PIQUETE-SP

IDENTIFICATION THE SPONTANEOUS SINKS OF CARBON IN THE CITY OF PIQUETE-SP

Thiago Batista dos Santos

Graduando em Geografia da Universidade do Vale do Paraíba – UNIVAP e aluno de Iniciação Científica do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE/CPTEC/DSA

batista@dsr.inpe.br

Dalton de Morisson Valeriano

Pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE/OBT/DSR

dalton@dsr.inpe.br

René Antônio Novaes Júnior

Pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE/OBT/DSR

rene@dsr.inpe.br

RESUMO

O objetivo deste artigo foi identificar os fragmentos de vegetação nativa em processo de regeneração espontânea do município de Piquete, São Paulo, Brasil, no período 1991-2008. Tais fragmentos desempenham papel de sumidouros naturais de carbono atmosférico. Para tanto, foram utilizados dados orbitais e softwares de geoprocessamento distribuídos gratuitamente. Os sumidouros espontâneos de carbono foram identificados a partir da elaboração de dois mapas de cobertura da terra. No período de 17 anos foram detectados 1.377 hectares de vegetação regenerada. A taxa de desmatamento nesse intervalo de tempo foi de 340 hectares. No balanço entre o desmatamento e a regeneração obteve-se um saldo positivo, o incremento da cobertura vegetal nativa em Piquete/SP correspondeu a 13,32%, em relação ao ano de 1991. Os sumidouros espontâneos de carbono representaram 949 hectares do território municipal.

Palavras-chave: Sequestro de carbono, cobertura florestal, MDL florestal.

ABSTRACT

The objective of the present article was to identify the fragments of native vegetation in the process of spontaneous regeneration of the city of Piquete, São Paulo, Brazil, 1991-2008. Such fragments play the role of natural sinks for atmospheric carbon. For this, we used satellite data and GIS software distributed freely. The spontaneous carbon sinks were identified from the preparation of two maps of land cover. In the period of 17 years were detected 1,377 hectares of vegetation regenerated. The deforestation rate in the interval was 340 hectares. The balance between deforestation and regeneration obtained a positive balance, increased vegetation cover in Piquete / SP corresponded to 13.32% compared to 1991. The spontaneous carbon sinks represented 949 hectares of land in the city.

Keywords: Carbon Sequestration, forest cover, The Clean Development Mechanism (CDM) Forestry.

1. INTRODUÇÃO

Com o Protocolo de Quioto foram estabelecidas metas quantitativas de limitação e redução de gases de efeito estufa (GEE) nacionais para os países do Anexo I da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima. A redução média global das taxas de GEE é de 5% abaixo das emissões totais de 1990 (Tecnologia, 1997). Cada país signatário do Protocolo teve suas emissões inventariadas e metas de redução estabelecidas. Cabe a cada um deles desenvolver técnicas para a redução de suas emissões. O primeiro período para que as taxas sejam efetivamente reduzidas é de 2008 a 2012.

Uma característica inovadora desse acordo é a possibilidade das reduções serem feitas em diferentes países ou com diferentes projetos. Isso é possível por meio do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), que é uma ferramenta de flexibilização baseada nas disposições do artigo 12 do Protocolo de Quioto. Por meio do MDL, os países do Anexo I podem executar projetos de redução de GEE em países em desenvolvimento e obter reduções certificadas de emissões (RCEs). Vale salientar que as reduções de GEE não são somente feitas pela diminuição das emissões geradas pela atividade antrópica, mas também pelo sequestro de carbono por sumidouros. Ou seja, os países em desenvolvimento podem comercializar o carbono por eles retirados da atmosfera ou a quantidade de gases de efeito estufa que ele deixou de emitir. A taxa de redução ou de retirada de gases de efeito estufa é transformada em reduções certificadas de emissões - RCEs, que são medidas em toneladas, e popularmente conhecidas como “crédito de carbono”.

Existem várias maneiras de reduzir a quantidade de gases de efeito estufa lançados na atmosfera. As principais são atividades que promovam o desenvolvimento de tecnologias “limpas”, tais como produção de carros mais eficientes, de eletrodomésticos que consumam menos energia, de energias renováveis (eólica, hidrelétrica, solar...), entre outras. O Brasil possui várias tecnologias para redução de emissão de GEE; são consideradas como exemplos: o biodiesel, o etanol, a produção de energia elétrica a partir do metano capturado em aterros sanitários e por pequenas

centrais hidrelétricas (Estratégicos, 2008).

Outro potencial processo de redução de GEE e pouco estimulado no país é o sequestro de carbono por sumidouros naturais. Os sumidouros naturais são constituídos por vegetação nativa em crescimento em áreas que não possuam florestas nos últimos 50 anos ou em áreas de florestas que foram convertidas em pastagens ou submetidas à agricultura.

Buckeridge e Aidar (2002) salientam que a vida vegetal é simplesmente o mecanismo mais eficiente e disponível para o sequestro de dióxido de carbono da atmosfera. Durante o crescimento das florestas, cada árvore, arbusto, cipó ou vegetação rasteira capturam carbono da atmosfera. No decorrer desse crescimento, a vegetação sequestra taxas de carbono maiores do que elas lançam na atmosfera com o processo de respiração. O sequestro de carbono dá-se por meio da fotossíntese. A fotossíntese envolve processos que ocorrem na presença de luz (fotoquímicos), processos que não necessitam de luz (enzimáticos) e processos de difusão, que provocam troca de dióxido de carbono e oxigênio entre os cloroplastos e o ar exterior (Larcher, 1986)

A taxa global de sequestro de carbono por sumidouros florestais prevista é de 1,59 Gt C ano⁻¹, sendo que 49 % desse valor se encontram em florestas tropicais, 11% em florestas temperadas e 40% em florestas boreais (Malhi et al, 1999). De maneira que os estoques de carbono estão concentrados na biomassa acima e abaixo do solo, na serapilheira, na madeira morta e no solo (Estratégicos, 2008).

Nos últimos anos, tem-se observado na região do Vale do Paraíba áreas de regeneração espontânea de florestas nativas em locais de pastagens, que, no século XIX, eram fazendas produtoras de café. O Vale do Paraíba tem demonstrado vocação para sequestrar carbono da atmosfera. Nessa região, o sequestro é feito por meio do crescimento natural de florestas nativas. Os pequenos proprietários rurais já possuem em suas terras fragmentos de vegetação nativa em processo de regeneração espontânea. Esses proprietários valeparaibanos tiram seu sustento da incipiente economia rural. Sendo assim, o mercado de carbono revela-se como uma nova alternativa para essas comunidades.

Para que esses pequenos proprietários possam ser gratificados pelo serviço ambiental que prestam à

sociedade é preciso instrumentá-los, colocando-lhes à disposição tecnologias e produtos que comprovem sua efetiva prestação de serviços à comunidade. A primeira questão que deve ser estudada mais a fundo é a dinâmica de cobertura da terra nos últimos anos. Esse estudo é extremamente viável devido à disponibilidade de dados de sensoriamento remoto. Já está disponível, gratuitamente, via internet, uma série histórica de dados orbitais com mais de 30 anos de informações de toda a América do Sul. São infinitas as possibilidades, recursos e dados existentes. O INPE disponibiliza várias imagens de satélites distintos e com várias resoluções; inclusive imagens de alta resolução espacial.

O objetivo deste trabalho é identificar os fragmentos de vegetação nativa em processo de regeneração espontânea do município de Piquete/SP, no período 1991-2008. Tais fragmentos florestais têm contribuído com o acúmulo de biomassa e o conseqüente aumento do estoque de carbono.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

Foi escolhida para este trabalho, como área piloto, o município de Piquete, localizado a noroeste do Médio Vale do Paraíba.

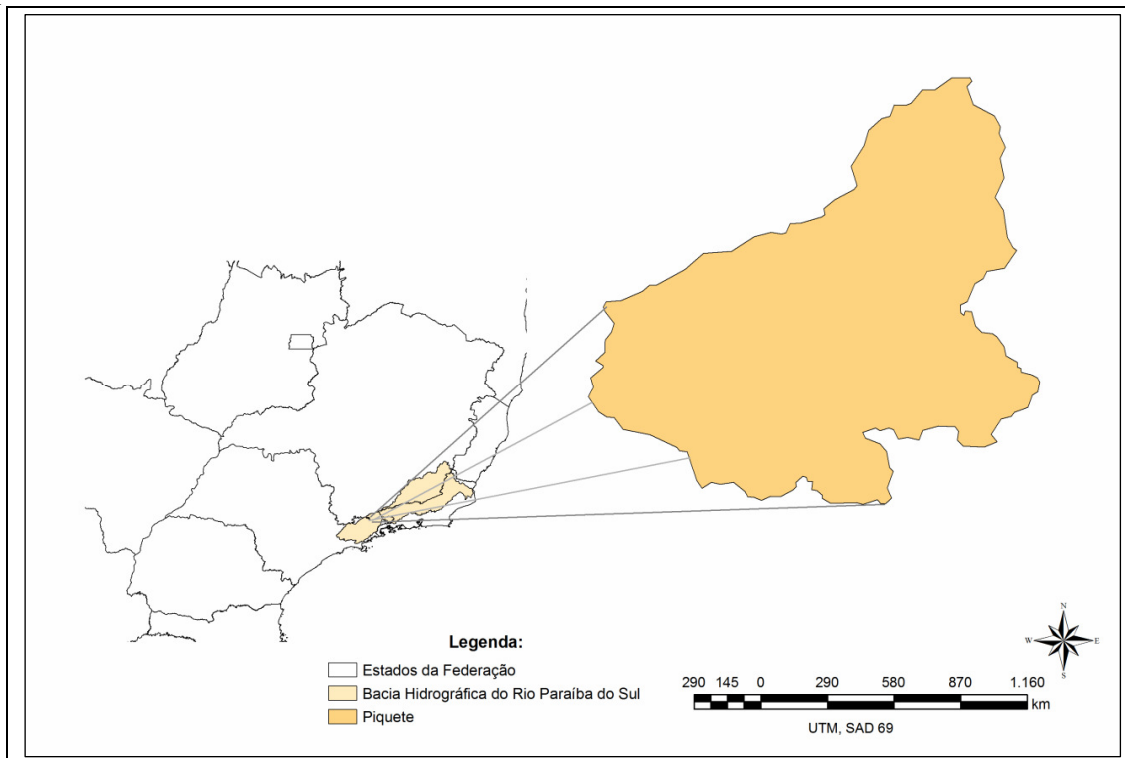


Figura 1 - Localização da área de estudo.

Com 176 Km², seu território está inserido no conjunto paisagístico da Serra da Mantiqueira, uma das poucas regiões do país cujo relevo acidentado, de colinoso a montanhoso, tem elevações superiores a 2.000 metros de altitude. As feições do relevo local junto ao gradiente térmico e hidrológico resultante da altitude propiciam uma grande diversidade de formações vegetais que, em curtas distâncias, passam dos ecossistemas florestais aos ecossistemas rupestres, às vezes, gradativamente; outras, abruptamente (Olmos e Alvarenga, 2002). O município possui fragmentos de

Mata Atlântica, cerca de 32% de sua área territorial estão cobertos por vegetação nativa (SOS, 2005).

O processo de uso e ocupação da terra de Piquete teve início na segunda metade do século XVIII, com a abertura de um caminho ligando a Freguesia de Nossa da Piedade, atual município de Lorena-SP, às minas de ouro de Itajubá, atual município de Delfim Moreira-MG, no alto da Mantiqueira (Chaves A., 1997). As terras cortadas por esse caminho foram sendo povoadas, dando origem a Piquete. A vegetação atlântica foi sendo,

paulatinamente, substituída por roças de subsistência, e no início do século XIX, pela monocultura do café, que se expandiu por todo o município. Somente as áreas com altitudes superiores a 900 metros não foram devastadas. Com o declínio da cafeicultura, os antigos cafezais foram substituídos por pastagens, para a criação de gado leiteiro. Atualmente, essas áreas são usadas por pequenos produtores rurais. A produção leiteira é pequena quando comparada com as

produções de décadas anteriores. O baixo preço do leite e a falta de mão de obra provocam o abandono dos pastos, permitindo a regeneração da vegetação nativa. Segue abaixo duas fotografias da região da antiga Fazenda da Limeira, que possuía plantações de café até o início do século XX e que atualmente tem cobertura vegetal nativa em estágio avançado de regeneração.



Figura 2 - Fazenda da Limeira em Piquete-SP. A foto da esquerda foi tirada na década de 1940, a da direita em 2009.

2.2. Imagens, Software e Equipamentos Utilizados

Foram adquiridas, gratuitamente, as imagens:

1. TM/Landsat 5 - Bandas 3, 4 e 5 do dia 29 de agosto de 1991. Resolução Espacial de 30 metros;
2. TM/Landsat 5 - Bandas 3, 4 e 5 do dia 12 de setembro de 2008. Resolução Espacial de 30 metros;
3. Landsat Geocover - Composição Colorida - Georreferenciada. Com Resolução Espacial de 15 metros;
4. Software SPRING 4.33;
5. GPS de navegação Garmin;
6. Máquina Fotográfica;
7. Cartas Topográficas do Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo.

As duas primeiras imagens foram cedidas pelo INPE, via internet, disponível em seu catálogo eletrônico, no endereço: <dgi.inpe.br/CDSR/>. A imagem Landsat Geocover pertence à NASA, que também disponibiliza, via internet, imagens georreferenciadas de todos os continentes, uma ótima

referência para a correção geométrica de imagens Landsat, disponível em: <zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/>. O Software Spring 4.33 também foi adquirido, via internet, a partir do site: <dpi.inpe.br/spring/>.

2.3. Definição de Classes de Cobertura da Terra

A meta do Protocolo de Quioto é que as taxas de GEE na atmosfera sejam inferiores a 5% das taxas emitidas em 1990. Diante desse cenário, os sumidouros de carbono identificados por este trabalho são áreas que não continham florestas, em 31 de dezembro de 1989, e que eram usadas predominantemente pela pecuária, e que, em 2008, apresentaram vegetações nativas com patamares de floresta. Neste artigo, foi utilizada a definição de floresta do MDL, ou seja, áreas com árvores de dois a 5 metros ou mais de altura, com copas cobrindo, no mínimo, de 10 a 30% do terreno ocupados por elas, numa área mínima de 1 hectare. Porém, as áreas de reflorestamento com espécies exóticas (Pinus e Eucaliptus) não foram consideradas sumidouros, pois os dados oficiais do destino desses plantios (produção de papel, uso em fogões a lenha, etc) não estão disponíveis. Processos esses que podem devolver para

a atmosfera o carbono sequestrado durante o crescimento dessas vegetações.

Para concretizar o presente trabalho foram feitas análises espaço-temporais da cobertura vegetal do município de Piquete. Para tanto, foram elaborados dois mapas de cobertura da terra. A legenda dos mapas está em consonância com alguns parâmetros do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do IPCC e será composta pelas seguintes classes temáticas: *Vegetação Nativa*: Formações vegetais nativas que apresentam coberturas florestais com alturas superiores a 2 metros, distribuídas numa área mínima de 1 hectare ou mais e com dosséis cobrindo cerca de 10 a 30% dessa área; *Reflorestamento por espécies exótica*: Áreas com plantio de eucaliptos ou pinus; *Pastagens*: Áreas sem vegetação, utilizadas predominantemente pela pecuária; *Pasto Sujo*: Áreas com vegetação arbustiva, pastos abandonados ou sem manutenção; *Área Urbana*; *Mancha Urbana*; *Rocha*: *Material Cristalino da Serra da Mantiqueira*.

2.4. Análise de Imagens

Foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto para a confecção dos mapas. O primeiro passo foi adquirir imagens do satélite Landsat 5, sensor TM, para uma data próxima a dezembro de 1989, e outra, para o ano de 2008. Não foi possível utilizar uma imagem para data próxima a 12/1989 devido à falta de imagem e presença de nebulosidade na área de estudo. Então, optou-se pela imagem coletada em agosto de 1991, mês de estiagem na região. Primeiramente, as imagens foram georreferenciadas em ambiente computacional, usando-se o software SPRING 4.33. Para cada imagem foram necessários 12 pontos de controle coletados na imagem Landsat fornecida pelo projeto Geocover da NASA, com erro médio quadrático inferior a 0,5 pixels. As imagens foram recortadas num quadrante que abrange os limites municipais, que foram digitalizados a partir das cartas topográficas do Instituto Geográfico e Cartográfico de São Paulo - IGC.

Posteriormente, as imagens foram submetidas a processamentos, para atenuação dos efeitos atmosférico e topográfico.

2.4.1. Atenuação de Efeitos Atmosféricos

A radiação eletromagnética proveniente do sol ao interagir com a atmosfera terrestre pode sofrer absorção, espalhamento, refração ou ser refletida (Slater, Doyle, *et al.*, 1983). Os gases e materiais particulados em suspensão na atmosfera interferem diretamente na quantidade de energia solar que chega até a superfície terrestre e na quantidade que retorna ao sistema sensor.

A maior parte dos efeitos atmosféricos em imagens de satélite é causada pelo espalhamento (Chavez Jr., 1988). O problema do espalhamento atmosférico é que ele se torna um componente aditivo nas informações orbitais da mesma cena. Entretanto, tal efeito é mais perceptível nas imagens geradas na faixa do visível e do infravermelho próximo do espectro eletromagnético.

O espalhamento atmosférico interfere na análise dos resultados da aplicação de técnicas de processamento de imagens multispectrais, tais como as de atenuação de efeitos topográficos. Como a área de estudo apresenta relevo muito acidentado, foi necessário fazer uso dessas técnicas e, conseqüentemente, aplicar as de atenuação de efeitos atmosféricos. Para tanto, foi utilizada a metodologia de subtração de objeto escuro das imagens para a atenuação do efeito de espalhamento atmosférico. (Chavez Jr., 1988).

Todas as imagens LANDSAT utilizadas neste trabalho foram submetidas ao processo de atenuação do efeito de espalhamento atmosférico. Os histogramas das imagens geradas na faixa do visível foram salvos em formato .txt e, posteriormente, inseridos em planilhas Excel. Após a análise dos histogramas, os níveis de cinza de objetos escuros foram ajustados e subtraídos de suas respectivas bandas. A subtração dos valores ajustados foi feita em ambiente SPRING por meio das ferramentas de operações aritméticas de imagens.

2.4.2. Atenuação de Efeitos de Iluminação

Em determinadas cenas de imagens multispectrais é possível notar o aspecto acidentado e escarpado do relevo. Isso é possível graças ao efeito

topográfico. Esse efeito também é manifestado em imagens LANDSAT e é causado pela diferença de radiância espectral proveniente de vertentes diretamente voltadas para o sol, e as opostas a ele, e pelo seu grau de inclinação (Holben e Justice, 1981).

A influência dos efeitos de iluminação tem-se apresentado como um dos principais problemas na identificação e no mapeamento de florestas por técnicas de Sensoriamento Remoto, pois as variações da superfície dificultam a discriminação de espécies florestais, principalmente nas áreas sombreadas pelo relevo (Conese, Maracchi, *et al.*, 1988).

O relevo da área de estudo assume forma abrupta: num curto espaço territorial depara-se com altitudes superiores a 2000 metros, e, ao mesmo tempo, evidenciam-se altitudes próximas a 600 metros. A angulação da elevação solar aliada ao perfil topográfico favorece iluminações distintas para as vertentes dos relevos escarpados. Assim, um mesmo alvo em locais distintos na mesma cena poderá ter respostas espectrais diferentes (Holben e Justice, 1981).

Nesse contexto, as imagens LANDSAT foram submetidas a técnicas de atenuação do efeito topográfico. O método utilizado foi a razão entre bandas.

Para cada cena dos anos de análise foi calculada a razão entre as bandas 4 e 3 (R4/3). Vale salientar que todas as imagens utilizadas nesses processos tiveram os efeitos atmosféricos atenuados.

2.4.3. Classificação de Imagens Digitais

A classificação das imagens também foi feita no SPRING. A principal função da classificação digital de imagens é a detecção de padrões e objetos homogêneos na cena estudada (Santos, 2002). O classificador usado foi o Máxima Verossimilhança. Esse algoritmo, com base nas estatísticas de padrões pré-estabelecidos pelo intérprete, gera a função de probabilidade que melhor descreve a distribuição dos níveis de cinza dentro de cada classe temática (Pereira, 1996). Os conjuntos de imagens B3, B3/4 e B5 de 1991 e de 2008 foram utilizados na classificação. Os padrões iniciais foram definidos após identificação de amostras em visitas de campo. Foram feitas duas expedições, em que se utilizou um

aparelho GPS e máquina fotográfica para documentar os pontos amostrais.

3. Identificação dos Sumidouros Espontâneos de Carbono

As áreas que foram classificadas como “Pastagens” no mapa de cobertura da terra de 1991 satisfazem a primeira condição do MDL para projetos de reflorestamento. Uma vez que nesta data, essas áreas não possuíam florestas, elas são elegíveis a sumidouros espontâneos de carbono.

Para que, finalmente, fosse feita a identificação dos sumidouros espontâneos de carbono, foram utilizadas de técnicas de geoprocessamento para se gerar um mapa de cobertura da terra, para o ano de 2008. Os mapas de cobertura da terra de 1991 e 2008 foram sobrepostos e as áreas de intersecções foram subtraídas. Foi elaborado um novo mapa com as áreas de intersecção. Nesse momento foi feita a identificação dos sumidouros. Foram declaradas sumidouros as áreas classificadas como “Vegetação Nativa” em 2008, e que não possuíam cobertura vegetal nativa (classe: “Pastagens” ou “Exóticas”) em 1991.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Cobertura da Terra no ano de 1991

Nesse ano, o município possuía aproximadamente 8938 hectares de áreas destinadas à criação de gado e equinos soltos, ou seja, localidades cobertas por vegetação graminoide, com predominância da braquiária - *Brachiaria decumbens* (Figura 3). Esse tipo de cobertura da terra representou 50.5% do território municipal.

Devido à época de geração da imagem, mês de estiagem, foi possível identificar áreas com resquícios de queimadas. Nessa data, 599 hectares (3.4%) do território municipal haviam sido queimados dias antes do imageamento da região. Não foi possível identificar se as áreas queimadas eram pastagens ou fragmentos de vegetação nativa por meio da imagem de 1991. Embora a prática de queimadas seja proibida pela legislação federal, é costume, na região, atear fogo nos pastos para se impedir a proliferação de

carrapatos. Outro fator determinante é que a grande maioria dos pequenos proprietários rurais considera o fogo como a maneira mais barata e rápida de renovar o pasto.

A vegetação nativa, ou seja, floresta secundária, capoeira em estágio avançado ou primário de regeneração, ocupava 7772 hectares (44%) da área

do município (Figura 3). Uma pequena parcela da área de estudo – 265 hectares (1,5%) - foi representada pela mancha urbana. O restante da área era ocupado por vegetações exóticas e pastagens sujas, o que correspondia a 710 hectares (4% da área total).

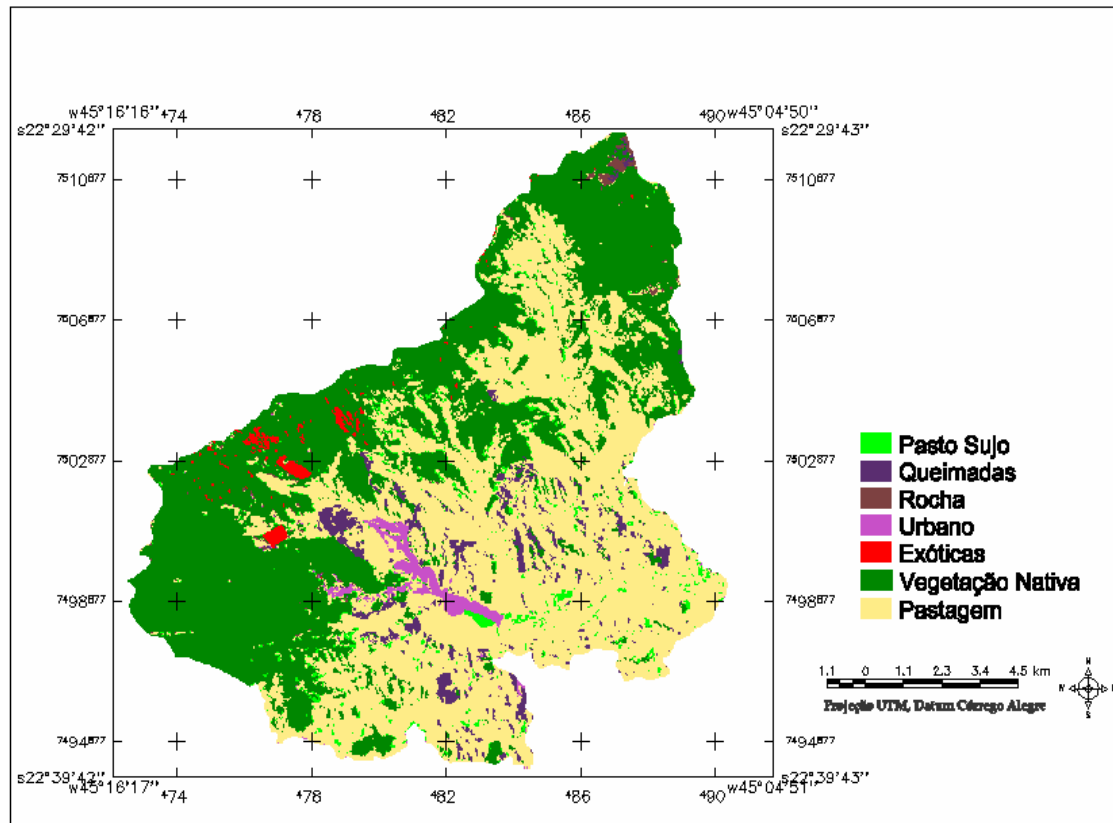


Figura 3 - Mapa de Cobertura da Terra do Município de Piquete-SP, em 1991.

As pastagens sujas não se enquadraram na categoria pastagens, pois apresentam vegetação arbustiva com grande potencial de desenvolvimento e de possível enriquecimento com diversas espécies nativas devido à dispersão de sementes por pássaros. Ressalte-se que os sumidouros de carbono considerados neste artigo surgiram em áreas que eram pasto limpo, em 1991.

4.2. Evolução da Vegetação Nativa

Observou-se que houve considerável aumento da área de vegetação nativa no município, no ano de 2008 (Figura 4), em relação a 1991. Foram detectados 1377 hectares de vegetação regenerada. Isto

corresponderia a um incremento de 17.7% de cobertura vegetal nativa em relação ao ano de 1991, no município. Essa vegetação está distribuída esparsamente, fragmentada, por todo o território municipal.

Embora tenha havido regeneração de vegetação nativa, também foi registrado degradação e desmatamento de fragmentos, de forma generalizada, no município. A taxa de desmatamento foi de 4.38%, o que corresponde a, aproximadamente, 340 hectares. Portanto, no balanço entre o desmatamento e a regeneração temos um salto positivo: em 17 anos foram incrementados 13.32% de vegetação nativa no município. É importante destacar que não se fez distinção de fisionomias vegetais, ou seja, a vegetação

capoeira em estágio avançado de regeneração, em estágio primário, e as matas primárias e secundárias foram inseridas em uma única classe temática.

A taxa de regeneração só não foi maior devido a seis fatores principais, a saber: intensos processos

erosivos, desmoronamentos, queimadas, extração ilegal de madeira, pressão biológica (braquiária) e a falta de organização da comunidade local.

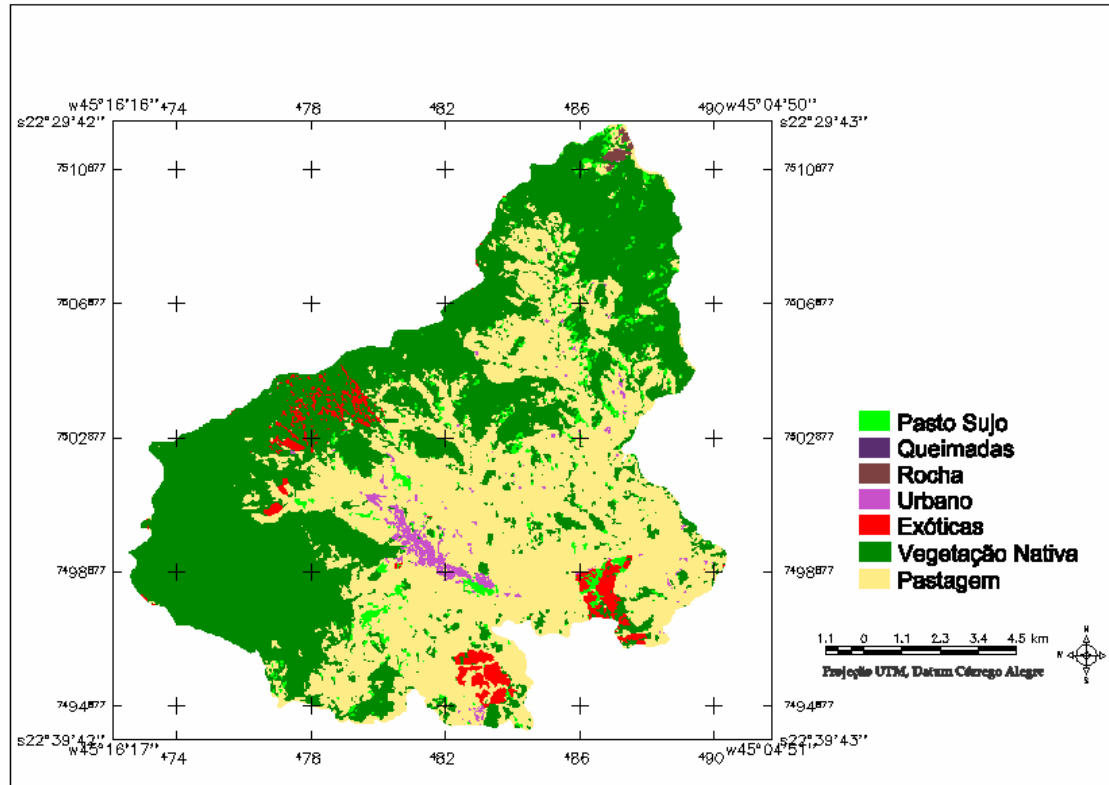


Figura 4 - Mapa de Cobertura da Terra do Município de Piquete-SP, em 2008.

4.3. Sumidouros Espontâneos de Carbono

Somente 949 hectares (69%) dos 1377 hectares da vegetação nativa regenerada nos últimos 17 anos foram considerados sumidouros espontâneos de carbono (Figura 5). As áreas de vegetação natural com tamanho menor do que um hectare foram descartadas, pois estão em desacordo com as normas do MDL florestal. Notou-se, ainda, que dois sumidouros, com um total de área de 11.5 hectares, 1.2% dos sumidouros, surgiram em áreas em que, em 1991, havia resquícios de queimadas. Somente pelo uso da imagem de 1991 não foi possível saber se essas áreas continham vegetação nativa ou pastagens antes da queima acontecer.

Esses sumidouros foram considerados espontâneos, pois não foi elaborado um plano para o plantio. As áreas somente foram isoladas e tiveram o gado retirado. Os dispersores de sementes, aliados ao calor e à umidade favoráveis, devem ter sido os principais agentes responsáveis pelo repovoamento da vegetação nativa.

A ideia de que os sumidouros do município podem gerar créditos de carbono é totalmente válida, pois a regeneração somente ocorreu em locais que não foram queimados ou roçados, e tiveram o gado vacum e o equino retirados. Portanto, houve intervenção humana. A proposta é totalmente justificável, pois satisfaz quase todas as normas do artigo 12 do Protocolo de Quioto.

Apesar de ter havido a intervenção antrópica no processo de regeneração, até o presente momento as áreas de vegetação nativa com surgimento espontâneo não são contempladas em âmbito do MDL.

Uma constatação preocupante é que, durante uma visita de campo, encontraram-se alguns sumidouros que estão correndo risco de serem derrubados, em função da expansão de áreas de pastagem. Parte das áreas está sendo vendida e algumas cabeças de gado estão sendo inseridas novamente nesses terrenos. Ao redor de um dos sumidouros havia sinais de roçado recente e corte de arbustos e de troncos com diâmetro superior a 5 cm e com 1 metro e meio de altura. Áreas de “pastos sujos”, que futuramente poderiam formar novos sumidouros, estão sendo impedidas de desenvolvimento. Além disso, existe o risco iminente

de ser ateado fogo na pastagem ao redor dos sumidouros e danificá-los.

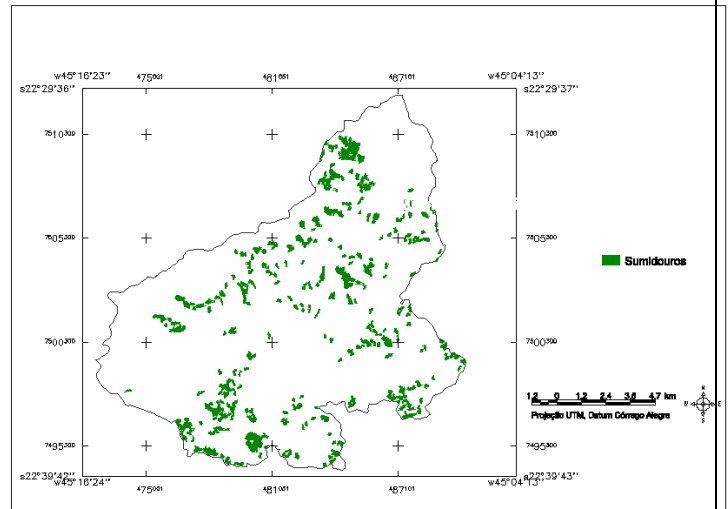


Figura 5 - Mapa dos Sumidouros Espontâneos de Carbono do Município de Piquete-SP.

4.4. Expansão das áreas de Sumidouros de Carbono no Município

Muitos dos sumidouros identificados nesse trabalho poderão ter suas áreas expandidas e enriquecidas com espécies nativas da região.

Atualmente, existem órgãos e entidades dos governos estadual e federal que disponibilizam recursos financeiros e materiais para a recuperação da vegetação nativa. Os proprietários rurais também poderão recorrer à Fundação Christiano Rosa, de Piquete-SP, entidade de direito privado, sem fins lucrativos, que há mais de dez anos vem desenvolvendo trabalhos sociais e de recuperação ambiental em âmbito local e regional.

Diante os resultados obtidos na identificação dos fragmentos de vegetação nativa ficou evidente que, com o simples cercamento e a retirada do gado a regeneração ocorre naturalmente, pois existem bons fragmentos de Mata Atlântica e animais dispersores de sementes no município.

Áreas em regeneração espontânea também têm sido observadas na região sudoeste do Estado de São Paulo. Durigan e Ratter (2006) chamam a atenção para a rápida mudança na sucessão natural das áreas de vegetação remanescente do Cerrado. Já Pinheiro e Durigan (2009) demonstram a evolução estrutural de fitofisionomias do Cerrado na Estação Ecológica de Assis, destaca ainda, que essas áreas fixam carbono atmosférico contribuindo para a

mitigação do aumento antrópico do efeito estufa.

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho identificou os fragmentos de vegetação nativa em processo de regeneração espontânea no município de Piquete/SP, no período 1991-2008. Em 17 anos houve um considerável aumento no acúmulo de biomassa.

Durante o desenvolvimento desses fragmentos taxas de carbono atmosférico estão sendo fixadas. Para se conhecer o papel desempenhado por essas vegetações na redução da emissão dos GEE do município, será necessário inventariar as espécies arbóreas e calcular suas biomassas, para que, posteriormente, se possam quantificar as taxas de carbono sequestradas.

Em continuidade a este trabalho serão feitos novos mapeamentos com dados referentes a 2008, com maior precisão, utilizando-se de imagens de alta resolução do Satélite CBERS fornecidas gratuitamente pelo INPE. Também deverá ser feito um mapeamento com dados de 2000, a fim de demonstrar que a vegetação nativa não possuía patamares de floresta nesta data. O intuito desses esforços é o de instrumentalizar os pequenos proprietários rurais para que possam ter acesso ao mercado de carbono e agregar valor às suas propriedades.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Buckeridge, M.S; Aidar, M.P.M. 2002. Carbon Sequestration in the Rain Forest: Alternatives Using Environmentally Friendly Biotechnology. *Revista Biotaneotropica*, v2 n.1. disponível em: <biotaneotropica.org.br/v2n1/pt/abstract?point-of-view+BN00902012002> Acesso em 01 de maio de 2009
- Chaves, A.C.M. 1997. 15 de junho. O ESTAFETA, Fundação Christiano Rosa, Piquete-SP, 8p.
- Chaves Jr., P. S. 1988. An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. *Remote Sensing of Environment*, v.24, n.2, p. 459-479.
- Conese, C.; Maracchi, G.; Miglieta, F.; Maselli, F. 1988. Forest classification by principal component analyses of TM data. *International Journal of Remote Sensing*, v.9, n.10 e 11, p. 1597-1612.
- Durigan, G. e Ratter, J.A. 2006. Successional changes in cerrado and cerrado/forest ecotonal vegetation in western São Paulo State, Brazil, 1962-2000. *Edinburgh Journal of Botany* 63:119-130.
- Estratégicos, C.G. 2008. Manual de Capacitação sobre Mudança do Clima e Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) - Brasília, DF.
- Holben, B.; Justice, C. 1981. An examination of spectral band ratioing to reduce the topographic effect on remotely sensed data. *International Journal of Remote Sensing*, v.2, n.2, p. 115-133.
- Larcher, W. 1986. *Ecofisiologia Vegetal*. 4ª. ed. São Paulo: Pedagógica e Universitária LTDA.
- Malhi, Y., D.D. Baldochi e P. G. Jarvis, 1999. "The carbon balance of tropical, temperate and boreal forests." *Plant, Cell and Environment*, 22: 715-740.
- Olmos, F.; Alvarenga, H. 2002. Mata da Indústria de Material Bélico do Brasil – IMBEL – Piquete-SP: Avaliação de seu Potencial para Conservação da Biodiversidade. In Minuta de Programa de Conservação e Recuperação de Fragmentos Florestais na Serra da Mantiqueira, no Estado de São Paulo. in arquivo Fundação Christiano Rosa, Piquete.
- Pereira, J. L. G. 1996. Estudo de áreas de florestas em regeneração através de imagens Landsat TM. 1996. 156 p. (INPE-5987-TDI/578). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São Jose dos Campos. Disponível em: <urlib.net/sid.inpe.br/iris@1912/2005/07.20.06.46>. Acesso em: 15 de maio de 2009.
- Pinheiro, E.S.; Durigan, G. 2009. Dinâmica espaço-temporal (1962-2006) das fitofisionomias em unidade de conservação do Cerrado no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 32, p. 441-454.
- Fundação SOS Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). 2005. Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica. Disponível em: < mapas.sosma.org.br/>
- Santos, J. S. A. M. 2002. Análise da paisagem de um corredor ecológico na Serra da Mantiqueira. 2002. 146 p. (INPE-9553-TDI/829). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.
- Slater, P. N. Doyle, F.J.; Fritz, N.L.; Welch, R. 1983. Photographic systems for remote sensing. In: COWELL, R. N. Manual of remote sensing. 2ª. ed. Fall Church: ASP, v. I, 1983. Cap. 6, p. 231-291.
- Tecnologia, Ministério da Ciência e. 1997. Protocolo de Quioto. Disponível em: < mct.gov.br/upd_blob/0012/12425.pdf>, acessado em 15 de maio de 2009.