

VI-244 – NEUTRALIZAÇÃO DA EMISSÃO DE CO₂: UMA PROPOSTA DE TRABALHO UTILIZANDO O GEOPROCESSAMENTO COMO FERRAMENTA PARA MONITORAMENTO DE ÁREA FLORESTADA.**Carolina de Sena Madureira Figueiró⁽¹⁾**

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso. Pós Graduação em MBA, Perícia, Auditoria e Gestão Ambiental pela Faculdade Oswaldo Cruz – FOC/SP. Engenheira Ambiental Trainee da Concessionária de Abastecimento de Água e Tratamento de Esgoto Águas Guariroba S.A.

Sergio Junior da Silva Fachin⁽²⁾

Geólogo formado pela Universidade Federal de Mato Grosso. Mestre em Geofísica pela Universidade de São Paulo. Pesquisador e Doutorando em Geofísica pela Universidade de São Paulo – USP.

Endereço⁽¹⁾: Rua Antônio Maria Coelho, 5401 – Santa Fé – Campo Grande - MS - CEP: 79021-170 - Brasil - Tel: (67) 3389-5729 - e-mail: carolina.figueiro@aguasguariroba.com.br

RESUMO

As atividades humanas contribuem para o aumento de gases nocivos a atmosfera, como por exemplo, CO₂, NO₂, entre outros. Atualmente a neutralização do carbono, através do plantio de espécie vegetais, é uma opção para que haja compensação dos gases gerados pelas atividades industriais e de empresas. O monitoramento dessas espécies em grandes áreas de reflorestamento é uma dificuldade. Este trabalho apresenta uma proposta inicial de monitoramento, de espécies vegetais para a neutralização de carbono, utilizando o Geoprocessamento/SIG e Sensoriamento Remoto.

PALAVRAS-CHAVE: Neutralização CO₂, Geoprocessamento, Programa Emissão Limpa, Plantio

INTRODUÇÃO

As atividades do homem ao longo dos séculos após a Revolução Industrial e nos dias atuais vêm causando um desequilíbrio ambiental principalmente em virtude do lançamento na atmosfera de gases como o dióxido de carbono (CO₂) e outros gases como o metano (CH₄), óxido nitroso (NO₂), hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre (SF₆). Tal acréscimo desses gases na atmosfera potencializa o efeito estufa, tendo como consequência o aquecimento global. Dados divulgados pelo quarto relatório do Painel Intergovernamental de Mudança do Clima (IPCC, 2007) confirmam que, apesar do aquecimento global ser um fenômeno natural, o aumento das atividades antrópicas tem contribuído para intensificá-lo e decorrem da queima de combustíveis fósseis em usinas termelétricas, indústrias, veículos, sistemas de aquecimento domésticos, lixões, aterros sanitários, agricultura, além do desmatamento, das mudanças nos padrões de uso da terra, entre outros fatores. Outra avaliação do relatório do IPCC é que a temperatura média da atmosfera tem aumentado 0,6°C ± 0,2°C durante o século XX. Isso gera consequências aparentemente já observadas, devido ao aumento na concentração desses gases na atmosfera, como efeitos climáticos extremos, alterações na variabilidade de eventos hidrológicos. Além das atividades que causam aumento de gases nocivos na atmosfera, outras atividades mais comuns do homem, como uma simples viagem se utilizando algum meio motorizado, produção de lixo, geração de energia, entre outras. Nas atividades urbanas, a atividade do tratamento dos efluentes e resíduos produzidos por lixões e aterros sanitários, contribui para a produção de gases nocivos a atmosfera, como o CO₂ e o NO₂.

O Protocolo de Kyoto estabelece que os países industrializados devam reduzir suas emissões em 5,2% entre os anos de 2008 a 2012 (IPCC, 2007). Uma iniciativa para que isso ocorra é um mecanismo, previsto pelo Protocolo de Kyoto, denominado de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), onde a neutralização de carbono se encaixa nesse mecanismo. A neutralização de carbono é a forma de compensar a emissão de CO₂ com a conservação de florestas e também com plantio de árvores em novas áreas, já que elas são os únicos seres vivos capazes de consumir o CO₂ da atmosfera para fazer o processo de fotossíntese, assim fixando o carbono. Resultados de um experimento de manejo florestal do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, no município de Manaus, AM, verificou que ocorre uma acumulação (fixação na árvore) de carbono, de 16 toneladas métricas, resultando em um incremento periódico anual significativo (p= 0,039), em torno de 1,2

ton/ha/ano (HIGUCHI et al., 2004). Naturalmente grandes áreas de florestas e de reflorestamento estão sendo utilizadas com o intuito de neutralizar a emissões desses gases na atmosfera.

O monitoramento dessas espécies vegetais em grandes áreas requer dispendioso e necessário esforço de campo quanto ao controle de crescimento das espécies vegetais, caracterização da vegetação quanto ao seu estágio de sucessão ecológica. O Geoprocessamento combinado com um Sistema de Informações Geográficas (SIG) é de fundamental importância para o estudo e manejo dos recursos naturais, pois torna o planejamento muito mais dinâmico e eficiente, permitindo o monitoramento, a avaliação e, principalmente, a tomada de decisões para melhor gerenciar o uso dos recursos naturais. O Sensoriamento Remoto refere-se à capacidade dos sensores orbitais em distinguir alvos, padrões ou objetos específicos, com base em suas características espectrais e/ou espaciais, e no caso de espécies vegetais, identificar e diferenciar estas características através de índices de reflectância da vegetação.

O objetivo deste trabalho é mostrar uma proposta inicial de metodologia para o monitoramento de área de reflorestamento se utilizando de Geoprocessamento/SIG e Sensoriamento Remoto. A neutralização de carbono é uma iniciativa voluntária através do Programa Emissão Limpa implementado pela empresa concessionária Águas Guariroba S.A., que gerencia o abastecimento público e o tratamento de efluentes do município de Campo Grande, MS. A área de reflorestamento terá o propósito em neutralizar as emissões de CO_{2e} das estações de tratamento de esgoto abrangendo também os gases gerados pelo consumo de combustível dos veículos da empresa, consumo de energia elétrica e papel da empresa.

O desenvolvimento desse trabalho contou com o apoio da Concessionária de Saneamento de Campo Grande-MS (Águas Guariroba S.A.).

MATERIAIS E MÉTODOS

Na elaboração do inventário de emissões serão utilizados os critérios, definições e requisitos apresentados pelo GHG Protocol – A Corporate Accounting and Reporting Standard e na norma ISO 14064-1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals.

DELIMITAÇÃO ORGANIZACIONAL

Além de sua sede administrativa, a Águas Guariroba possui outras 204 unidades, divididas em unidades administrativas, unidade de atendimento ao usuário, captações de águas superficiais, unidades de elevação, estações de tratamento de esgoto e unidades de tratamento de água. Todas as unidades estão localizadas na região metropolitana de Campo Grande.

As emissões geradas pelo consumo de eletricidade de todas as unidades foram consideradas no inventário, bem como as geradas pelo consumo de combustível de todos os veículos operacionais, administrativos, equipamentos de obras e geradores de eletricidade. Também foram incluídas as emissões oriundas dos gases gerados durante o tratamento de esgoto, bem como as emissões de papel sulfite utilizadas nas atividades de controle, monitoramento e gerenciamento das unidades, cada qual em sua respectiva categoria, definida pelos protocolos e normas de referência.

- Escopo 1 (emissões diretas de fontes controladas pela Águas Guariroba)
Consumo de combustível dos veículos operacionais, administrativos, equipamentos de obras e geradores de eletricidade de propriedade da empresa.
Gases de efeito estufa gerados durante o tratamento de esgoto nas ETE's.
- Escopo 2 (emissões indiretas oriundas do uso de eletricidade adquirida)
Consumo de eletricidade das 204 (duzentas e quatro) unidades.
- Escopo 3 (outras emissões indiretas)
Consumo de papel sulfite nas unidades.

METODOLOGIA DE CÁLCULO

A equação 1 mostra a forma utilizada para calcular todas as emissões de CO₂ da Águas Guariroba:

Dados da Atividade * Fator de Emissão = Emissões de CO_{2e}

equação (1)

Onde:

Dados da Atividade = quantificação da atividade de uma fonte de emissões. Por exemplo, litros de combustível consumido, kWh de eletricidade consumida, etc.

Fator de Emissão = Um fator que relaciona dados de atividade e emissões absolutas. Os fatores de emissões publicados relativos a fontes específicas são utilizados na conversão dos dados da atividade em valores de emissão.

A opção inicial pela forma de realizar a neutralização das emissões de carbono Águas Guariroba será o plantio de árvores equivalentes às emissões inventariadas. A capacidade de fixação adotada no processo de neutralização será estipulada pela fundação SOS Mata Atlântica, na fixação de CO₂ em reflorestamento de mata nativa, conforme explicitado abaixo pela equação 2:

Emissões Totais/ Média de Fixação por Árvore = Quantidade de Árvores

equação (2)

A metodologia de monitoramento dessas áreas segue: criação de um banco de dados baseado num sistema de informações geográficas (SIG). Este banco de dados será abastecido com dados de topografia, geomorfologia, drenagens, entre outras informações já existentes, no intuito de auxiliar num reconhecimento preliminar das áreas e também nos trabalhos de campo. O reconhecimento atual das áreas será realizado se fazendo uso de imagens de satélites.

No reconhecimento regional/local, serão utilizadas imagens do satélite SPOT, com resolução do solo próximo a 20 metros, ou do sensor CCD do CBERS (resolução de 20 metros), ideais para planejamento urbano-regional, estudos de áreas agrícolas em média escala. Imagens do satélite IKONOS irão auxiliar no reconhecimento de detalhe, pois possui curta periodicidade de revisita a um mesmo ponto na superfície terrestre, em comparação aos demais, garante a obtenção das imagens em condições climáticas adversas. Outra vantagem em relação a outras imagens de satélites é a amplitude da cena, 11 x 11 km e uma resolução espacial de 1 metro. As imagens de alta resolução permitirão acompanhar com tamanha precisão o crescimento e a sucessão ecológica das espécies. O monitoramento se fazendo uso dessas imagens nos permitirá também acompanhar a recuperação das áreas degradadas ao longo dos córregos Guariroba e Lageado.

As análises das imagens quanto às espécies vegetais irão se focar na reflectância da vegetação quanto à radiação eletromagnética. A radiação solar que chega na superfície da Terra ao atingir a planta, interage com a mesma e resulta em três frações: uma parte é absorvida pelos pigmentos contidos na folha e corresponde a aproximadamente 50% do total que chega até a planta. Outra parte é refletida e uma terceira parte sofre o processo de transmissão, através das camadas de folhas que compõem a copa e através das camadas que constituem a folha. As quantidades de energia absorvida, transmitida ou refletida pelas folhas, podem diferir de uma espécie para outra ou até mesmo dentro da própria espécie, porque existem, dentre outros, fatores ambientais que influenciam direta ou indiretamente nesta interação (MOREIRA, 2001). Dos três componentes o mais importante do ponto de vista fisiológico e bioquímico é a parte absorvida. Entretanto, para a grande maioria dos sensores remotos, medir essa parte da radiação é impossível, a não ser através de inferências baseadas no comportamento das quantidades refletidas e/ou emitidas pela vegetação. Neste aspecto, a energia refletida pela vegetação tem sido a mais utilizada porque é nesta faixa do espectro eletromagnético que se dispõe da maior quantidade de sensores orbitais e sub-orbitais capazes de registrar informações da superfície terrestre. Fatores como pigmentos, quantidade de água e idade da folha, alteram a reflectância da mesma (MOREIRA, 2001).

Os índices de reflectância espectral das espécies vegetais plantadas serão as informações importantes para estimar o índice de crescimento das mesmas. Este índice pode ser obtido pelo Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (IVDN) e o Índice de Área Foliar (IAF), através do SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land) que é uma plataforma de parametrização de fluxos de calor baseada na análise espectral de imagens obtidas por satélites (BASTIAANSEN et al., 2000). O Índice de Área Foliar (IAF), que é definido como a razão entre a área foliar de toda a vegetação por unidade de área onde a vegetação se encontra, sendo um indicador da biomassa.

O IVDN é um índice resultante da diferença entre a reflectância do infravermelho próximo (IVP) e reflectância do vermelho (V), dividida pela soma das duas reflectâncias, respectivamente. Os valores de IVDN são aplicados diretamente sobre cada par de pixels nas bandas do vermelho e infravermelho próximo, produzindo um valor pertencente ao intervalo de -1 a 1, correspondendo respectivamente desde o estresse hídrico até a vegetação exuberante, portanto a água tem reflectância na banda 3, maior que na banda 4, ou seja, tem valor de IVDN negativo próximos a -1 e as nuvens tendo reflectância no infravermelho, onde os valores de IVDN são próximos de zero, já a vegetação exuberante apresenta valores próximos a 1. Este cálculo nos permite obter a o índice de reflectância para cada imagem, em diferentes épocas do ano. Tal metodologia é importante, pois nos mostra uma variação da densidade vegetal, podendo ser correlacionado com outros parâmetros, como índices de pluviosidade, umidade do solo.

As imagens também terão grande importância no cálculo da área de plantio, pois nos permitirá obter a quantidade de mudas a serem plantadas por hectare. Definidas as áreas de plantio, nas etapas em campo será realizado levantamento de precisão de dados topográficos e GPS das áreas, das posições das mudas, das trilhas, talhões. Uma sistemática para o abastecimento do banco de dados é definida: denominação da área, número do talhão, época do plantio, espaçamento utilizado, quantidade de espécies por hectare, quantidade de espécies por talhão. Os dados coletados em campo, cruzadas com as bases cartográficas vetorizadas e com as imagens de satélites, podem nos gerar mapas temáticos como erodibilidade, taxa de crescimento das espécies vegetais em função do índice pluviométrico, entre outros. O Geoprocessamento/SIG, conjuntamente com Sensoriamento Remoto, atuará no monitoramento sazonal e em tempo real das espécies vegetais plantadas nas áreas selecionadas.

RESULTADOS ESPERADOS

Esta proposta de trabalho espera como resultados mapas temáticos e um banco de dados geográficos (SIG), permitindo que o gestor ambiental atue de forma mais dinâmica no gerenciamento dessas áreas. Geoprocessamento aliado ao Sensoriamento Remoto permitirá acompanhar sazonalmente e em tempo real o avanço do crescimento das espécies vegetais através do cálculo dos índices de reflectância da vegetação (IVDN) e o cálculo da área das copas das árvores através do Índice de Área Foliar (IAF). Um fluxograma operacional é apresentado na Figura 01 como um resultado preliminar e organizacional, englobando todas as atividades.

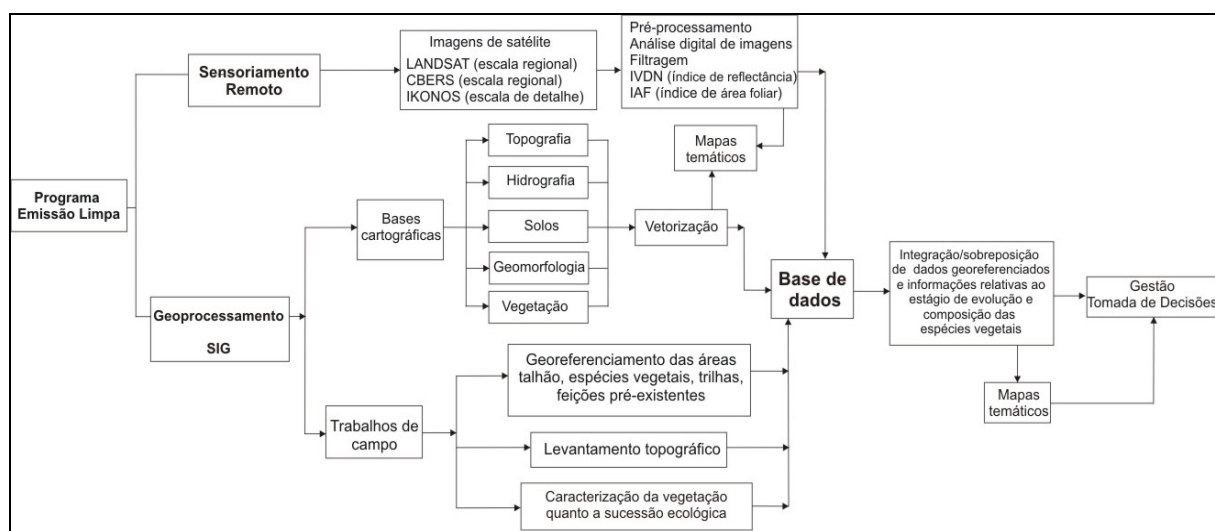


Figura 01. Fluxograma ilustrando a proposta de trabalho para SIG e Geoprocessamento para o monitoramento e auxiliar na tomada de decisões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BASTIAANSEN, W. G. M.; MOLDEN, D. J.; MAKIN & IAN, W., Remote sensing for irrigated agriculture: examples from research and possible applications, *Agricultural Water Management*, 46, pg. 137-155, 2000.
2. IPCC. Climate Change 2007: Synthesis Report. 2007. Disponível em: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_synthesis_report.htm. Acesso em: 29/10/2010.
3. HIGUCHI, N., CHAMBERS, J., DOS SANTOS, J., RIBEIRO, R., PINTO, A., DA SILVA, R., ROCHA, R. & TRIBUZY, E.. Dinâmica e balanço do carbono da vegetação primária da amazônia central. *Revista FLORESTA*, Vol. 34, núm. 3. 2004.
4. MOREIRA, A. Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação. Capítulo 1. São José dos Campos, SP: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2001. Disponível em: http://www.grss-unicamp.com/CAP1_IntroSR_INPE.pdf. Acesso em: 29/10/2010.
5. GHG Protocol – A Corporate Accounting and Reporting Standard.
6. ISO 14064-1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals.