



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

**APRIMORAMENTO DE ALGORITMOS PARA A
DETERMINAÇÃO DE COBERTURA EFETIVA DE NUVENS A
PARTIR DE IMAGENS DE SATÉLITE GEOESTACIONÁRIO.**

Luciana Machado de Moura

**Relatório Final de Projeto de Iniciação Científica
(PIBIC – INPE/CNPq)
Processo no.: 116099/2010-0**

Orientador: Fernando Ramos Martins
Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CCST)

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

São José dos Campos

2012

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Camadas da Atmosfera Fonte: (R)evolution,2011	9
Figura 2 Tipos de nuvens observados com frequência e suas principais características como altura da base da nuvem, dimensão da nuvem e conteúdo de água e gelo.	13
Figura 3 Imagem obtida dos dados de janeiro de 2005/14H52.	15
Figura 4 Diferença entre os maiores valores das matrizes obtida dos dados de janeiro de 2005/14H52.	17
Figura 5 Diferença entre os menores valores das matrizes obtida dos dados de janeiro de 2005/14H52.	18
Figura 6 Diferença do CN em relação ao Percentil, matrizes obtida dos dados de janeiro de 2005/14H52.	19
Figura 7 Diferença entre os CN's.....	20

SUMÁRIO

Resumo Do Que Foi Realizado	5
Objetivos.....	8
Objetivos Gerais	8
Objetivos Específicos	8
ATIVIDADES REALIZADAS	9
Revisão Bibliográfica	9
Composição da Atmosfera.....	9
Troposfera.....	9
Estratosfera	10
Mesosfera	10
Termosfera.....	10
Exosfera	11
Cobertura efetiva de nuvens	11
Classificação das nuvens	12
Material e Método	13
Resultados obtidos até o momento	14
Imagens obtidas até o momento	15
Cobertura de nuvens (CN).....	15
Menor	15
. Maior:	16
. Percentil [5 95]:	16
MA_Y95	16
Me_Y5	17
PER.....	18
DIFCN	19
Próximas Etapas	21
Formação acadêmica	21
Referências	23
Apêndice.....	24

RESUMO DO PLANO INICIAL

Este trabalho tem como objetivo a continuidade o estudo e o aperfeiçoamento dos algoritmos para a determinação da cobertura efetiva de nuvens em imagens do satélite geostacionário GOES.

As nuvens, são de grande importância para o controle da temperatura na superfície da Terra uma vez que está relacionada com a capacidade de reflexão da energia solar. As nuvens são o fator principal de modulação da irradiação solar incidente na superfície e desempenham um papel fundamental no balanço energético do planeta. Além disso, a observação das nuvens também são relevantes para observar e obter informações sobre fenômenos meteorológicos como furacões, ciclones, frentes frias. Atualmente, a utilização de satélites artificiais, vem sendo cada vez mais explorada na utilização em pesquisas científicas, tendo como grande foco as áreas meteorológicas. A observação de cobertura de nuvens por meio de análise de imagens de satélite vem sendo bastante investigada nos últimos anos.

A radiação solar fornece energia para todos os seres vivos e para alguns sistemas de sensores (passivos) utilizados para geração de eletricidade e aquecimento de água. A cobertura efetiva de nuvens é utilizada para alimentar o modelo de transferência radiativa BRASIL-SR utilizado para o mapeamento de recursos de energia solar no território brasileiro. O modelo BRASIL-SR foi desenvolvido no INPE com o apoio da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e do Instituto de Pesquisa GKSS/Alemanha. O modelo BRASIL-SR utiliza informações climatológicas de temperatura, visibilidade atmosférica, albedo de superfície e umidade relativa em conjunto com a cobertura efetiva de nuvens para parametrizar os processos radiativos que ocorrem na atmosfera. Dessa forma, este trabalho visa o desenvolvimento de uma base de dados mais confiável para alimentar o modelo de transferência radiativa permitindo assim a obtenção de estimativas de irradiação solar incidente na superfície com desvios menores quando comparados aos valores observados em experimentos de campo.

Neste período, foram desenvolvidas as competências para desenvolvimento de algoritmos utilizando o pacote computacional MATLAB para o processamento de imagens do satélite GOES. Os primeiros resultados estão sendo obtidos e uma comparação entre um método alternativo utilizando percentis em substituição de valores máximos e mínimos mensais está sendo utilizado para a composição de imagens de céu claro e encoberto. O Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) é um órgão governamental que possui dados sobre o clima em todo território brasileiro. O banco de dados do INMET será utilizado para comparar e ajudar na validação de dados de cobertura efetiva de nuvens do satélite geostacionário GOES.

Palavras-chave: Cobertura de nuvem. Brasil-SR. GOES. MATLAB.

Resumo Do Que Foi Realizado

Nesta etapa foram realizadas atividades de pesquisa bibliográfica de textos e artigos relacionados ao tema de estudo, durante o tempo de vigência da bolsa de Iniciação Científica. Também foi realizado o processo de aprendizagem do uso do pacote MATLAB por meio de estudo dirigido com uso de apostilas, realização de pesquisas e execução de exercícios práticos. Foram desenvolvidos alguns códigos para a manipulação de imagens de satélite GOES por meio de algoritmos desenvolvidos em MATLAB.

Em paralelo, coletou-se os dados do Banco de Dados Meteorológicos do INMET que incluem dados históricos desde 1961 de variáveis meteorológicas incluindo dados de insolação que em conjunto com os dados coletados na rede SONDA serão utilizados para validação dos algoritmos desenvolvidos no MATLAB.

1. Introdução

O meio ambiente está sofrendo constantes mudanças climáticas devido às causas naturais e antropogênicas que contribuem para o aquecimento do planeta. O homem é hoje um dos seres que mais agride o meio ambiente. E isto vem ocorrendo mais intensamente desde a revolução industrial quando a utilização de energia cresceu drasticamente aumentando a demanda por carvão e petróleo. A utilização de energias não renováveis, o desflorestamento, emissões de gases poluentes, construções de usinas hidrelétricas que alagam grandes áreas, o crescimento tecnológico, entre outros aspectos que vêm contribuindo diretamente para o impacto ao meio ambiente. A utilização de energia renovável ainda é pouco explorada no Brasil, é preciso investimentos em pesquisa e tecnologia, ações governamentais de incentivo e campanhas de conscientização para que seja utilizada. As energias renováveis como a energia solar e eólica são fontes inesgotáveis e contribuem para a diminuição ao impacto ambiental.

A utilização de satélites artificiais com a finalidade de pesquisa científica nas áreas de meteorologia, astronomia, astrofísica, geofísica espacial entre outras áreas vem crescendo significativamente nas últimas décadas. O uso de imagens de satélite para estudo ambientais destaca uma visão sinóptica e multitemporal, que tem por objetivo visualizar a transformação dos impactos causados pelo homem e causas naturais, devido

ao uso e ocupação do solo. Algumas características são mais fáceis de serem interpretadas nas imagens de satélite como relevo, vegetação e a água. O INPE dispõe de satélites coletores de dados (SCD). Estes satélites não coletam dados meteorológicos, mas são responsáveis pela transferência de dados como temperatura, índice de chuvas umidade entre outras entre diversas estações de coleta de dados em superfície para estações centralizadas responsáveis pelo armazenamento e disponibilização dos dados.

O satélite CBERS é uma parceria entre China e Brasil o primeiro lançamento aconteceu em 1999. O satélite CBERS é responsável por mais de 70% das imagens distribuídas gratuitamente pelo INPE e tem por objetivo integrar o sistema brasileiro de coleta de dados ambientais.

Os satélites de comunicação e meteorológicos giram em orbitas geoestacionárias da Terra com raio de aproximadamente 36.000 quilômetros de altitude, permitindo a obtenção de dados com frequência temporal elevada e com grande resolução temporal. Os satélites geoestacionários ficam próximos a linha do equador possuem em média uma rotação de 24h equivalendo a rotação da Terra. A partir dos satélites meteorológicos é possível obter imagens de cobertura de nuvens sobre a Terra, observando fenômenos como: furacões frentes frias ciclones geadas. No Brasil os mais utilizados para obtenção de dados de satélites meteorológicos são os satélites europeu METEOSAT e o norte-americano GOES.

A identificação de nuvens por satélites é obtida muitas vezes em identificações individuais variando de acordo com sua aparência, algumas tendo características únicas identificando-as nas imagens de satélites pelo seu brilho, textura e padrões de organização. As nuvens são reguladoras de temperatura para o planeta Terra. Alguns tipos podem provocar o resfriamento da superfície após refletir radiação solar de volta para o espaço, outros tipos de nuvens contribuem para o aquecimento em razão da interação da radiação com as radiações de ondas longas emitidas pela Terra. A ocorrência e distribuição espacial das nuvens se deve a processos físicos de circulação atmosférica e distribuição dos oceanos e continentes.

A utilização de imagens de satélite na previsão do tempo é muito utilizada devido a sua vasta cobertura espacial, cobrindo grandes áreas territoriais, até mesmo as de difíceis acessos, e áreas oceânicas. Além disso, o uso de satélites permite uma alta cobertura temporal. O banco de imagens do satélite GOES disponível para uso neste projeto apresenta resolução temporal de trinta minutos a partir de 2003 até o momento atual.

O índice de cobertura de nuvens é um dos dados de entrada mais importante para a obtenção de estimativas de recurso energético solar com uso de modelos de transferência radiativa como exemplo, o modelo BRASIL-SR. A obtenção dessa informação a partir de imagens de satélites é uma tarefa complexa devido à variabilidade das características climatológicas apresentadas no Brasil de modo que um grande esforço científico tem sido desenvolvido para obtenção de valores precisos e confiáveis (MARTINS et al., 2006). Além do índice de cobertura de nuvens, o modelo BRASIL-SR utiliza informações climatológicas de variáveis meteorológicas para parametrizar os processos físicos de interação da radiação solar com os constituintes da atmosfera. É um modelo de transferência radioativa desenvolvido pelo INPE em parceria com a UFSC, a partir do modelo físico GKSS/Alemanha.

Objetivos

Objetivos Gerais

Este trabalho tem como objetivo geral aprimorar algoritmos para a cobertura efetiva de nuvens a partir de imagens de satélites geoestacionárias.

Objetivos Específicos

- 1- Desenvolver scripts e códigos para manipulação de imagens de satélite com o uso de ferramentas disponíveis no MATLAB;
- 2- Realizar busca de dados para a validação dos algoritmos computacionais;
- 3- Avaliar a qualidade dos dados a serem utilizados na validação de algoritmos utilizando critérios estabelecidos na comunidade científica;
- 4- Organizar a base de imagens de satélite GOES adotada no projeto
- 5- Avaliar e aprimorar algoritmos existentes e desenvolver melhorias para a determinação de cobertura efetiva de nuvens;
- 6- Comparar os dados alcançados no MATLAB de cobertura de nuvens com os dados do INMET de insolação,

ATIVIDADES REALIZADAS

Revisão Bibliográfica

Composição da Atmosfera

A atmosfera é uma palavra de origem grega que significa atmos = gás, sfera = esfera, sendo considerada uma esfera gasosa que cobre todo o planeta Terra. A atmosfera protege a Terra dos raios solares, absorvendo as radiações durante o dia, e conservando o calor durante a noite (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2012).

A atmosfera é responsável pela existência das nuvens, chuvas, ventos; é dividida em cinco camadas sendo troposfera, estratosfera, mesosfera, termosfera (ionosfera) e exosfera como pode ser ilustrado na Figura 1.



Figura 1 Camadas da Atmosfera Fonte: (R)evolution,2011

Troposfera

É a camada da atmosfera em que vivemos e respiramos, ocorrem os fenômenos climáticos (chuvas, formações de nuvens, relâmpagos), nesta camada ocorre a poluição do ar, quanto maior a altitude menor a temperatura, tornando o ar mais frio na tropopausa por exemplo, as cidades montanhosas como Campos do Jordão são mais frias do que as cidades litorâneas como Ubatuba (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2012).

A tropopausa é um ponto na atmosfera onde a temperatura é mínima separando a troposfera da estratosfera a partir deste ponto a temperatura começa a aumentar com a altitude (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2012).

O que diferencia a troposfera da estratosfera é o modo como a temperatura varia com a altitude.

Estratosfera

Estratosfera localiza-se a camada de ozônio, que funciona como uma espécie de filtro natural do planeta Terra, protegendo-o dos raios ultravioletas, nesta camada a temperatura passa de -60°C para 2°C , tornando a estratosfera uma camada estável, permitindo a troca de calor por convecção (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2012).

Nesta camada encontra-se balões meteorológicos, aviões supersônicos, a zona limite desta camada é chamada de estratopausa (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2012).

Mesosfera

A temperatura é extremamente fria, pois não há gases ou nuvens capazes de absorver a energia solar, é considerada como a camada de ar dos meteoros, o calor gerado pela resistência do ar a diversas rochas que colidem com a Terra faz com que os objetos sejam incendiados formando as estrelas cadentes, a zona limite desta camada é chamada de mesopausa (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2012).

As nuvens noctilucentes são formadas nesta camada quando cristais de gelo formam partículas que refletem no sol produzindo um brilho prateado, são nuvens que continuam a receber luz solar mesmo depois do entardecer (BRASIL e THIEL e col. 2012).

Termosfera

É a camada atmosférica mais extensa, atinge altas temperaturas, pois nela há oxigênio atômico, gás que absorve a energia solar em grande quantidade (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2012).

É nesta camada que orbitam os ônibus espaciais, e ocorre à aurora são fenômenos elétricos, geralmente associados a tempestades magnéticas solares (LEUSCALISE, 2012).

Quando este fenômeno acontece no hemisfério Norte é conhecido como aurora Boreal, quando o fenômeno acontece no hemisfério Sul é conhecido como aurora Austral.

Exosfera

Nesta camada as partículas se desprendem da gravidade do planeta Terra. É formada basicamente por metade de gás Hélio e metade de hidrogênio. Na exosfera ocorre o fenômeno da aurora boreal e permanecem os satélites de transmissão de informação e os telescópios espaciais (SÓ GEOGRAFIA, 2012)

Nesta camada se localizam os telescópios espaciais e os satélites de transmissões.

Localiza-se nesta camada os dois cinturões de VAN-HALLEN, são formados basicamente por partículas altamente carregadas por prótons, elétrons e íons atômicos, originados pelo vento solar e raios cósmicos aprisionados pelo campos magnético terrestre (HELÍSIO, 2012).

Cobertura efetiva de nuvens

A formação de nuvens ocorre devido à evaporação da água de rios, lagos e oceanos. As radiações solares causam a evaporação nas partículas de água passando de líquido para gasoso. Por convecção, as moléculas gasosas sobem na atmosfera e ao encontrar altitudes elevadas pressões atmosféricas e temperaturas baixas a água se condensa na forma de gotículas ou em pequenos cristais de gelo; ocorrendo a formação de nuvens,

Quanto maior a quantidade de vapores de água presente no ar, maior será a sua capacidade de formação de nuvem. Na ausência de núcleos de condensação, a atmosfera poderá atingir um estado de supersaturação não havendo formação de nuvens (SOUZA et al., 2006).

As informações sobre a cobertura efetiva das nuvens tem aplicações em diversos setores da economia, por exemplo, na construção civil conhecendo a dinâmica da luz natural os projetos podem oferecer maior conforto térmico e melhor aproveitamento da luminosidade natural de modo a aumentar a eficiência energética nas construções. A luminosidade natural varia de acordo com as condições da cobertura de nuvens (SOUZA et al., 2006),.

Classificação das nuvens

Os tipos de nuvens são classificados de acordo com as características físicas como, altitude, forma, cor. Atualmente são considerados dez tipos, no entanto os dados são revisados constantemente. A Figura 1 ilustra os tipos de nuvens mais comuns observados.

As nuvens são caracterizadas pela altura onde se formam quantidade de água, estado físico. A interação da radiação solar com a nuvem depende das características físicas por ela apresentadas.

Os tipos de nuvens são: stratus (St), stratocumulus(Sc), cumulus(Cu), cumulonimbus (Cb – nuvens baixas); nimbostratus (Ns), altostratus (As) , altocumulus (Ac - nuvens médias); cirrus (Ci), cirrocumulos (Cc) e cirrustratus (Cs - nuvens altas) (SOUZA; MARTINS; PEREIRA, 2006).

Modelo de transferência radiativa BRASIL- SR

O modelo BRASIL-SR foi desenvolvido, a partir do modelo alemão IGMK, pelo INPE em colaboração com a UFSC/LABSOLAR para elaboração do Atlas Brasileiro de Energia Solar (Pereira et al, 2006).

O BRASIL-SR fornece estimativas de irradiação solar incidente na superfície a partir da cobertura de nuvens obtida em imagens de satélite geoestacionário. No modelo, a cobertura de nuvens é considerada o principal fator de modulação da transmitância atmosférica. As demais propriedades óticas da atmosfera são consideradas como fatores secundários e são parametrizadas a partir de seus valores climatológicos (MARTINS, 2001). O modelo BRASIL-SR faz uso de dados climatológicos como, temperatura do ar, albedo de superfícies, umidade relativa, visibilidade atmosférica.

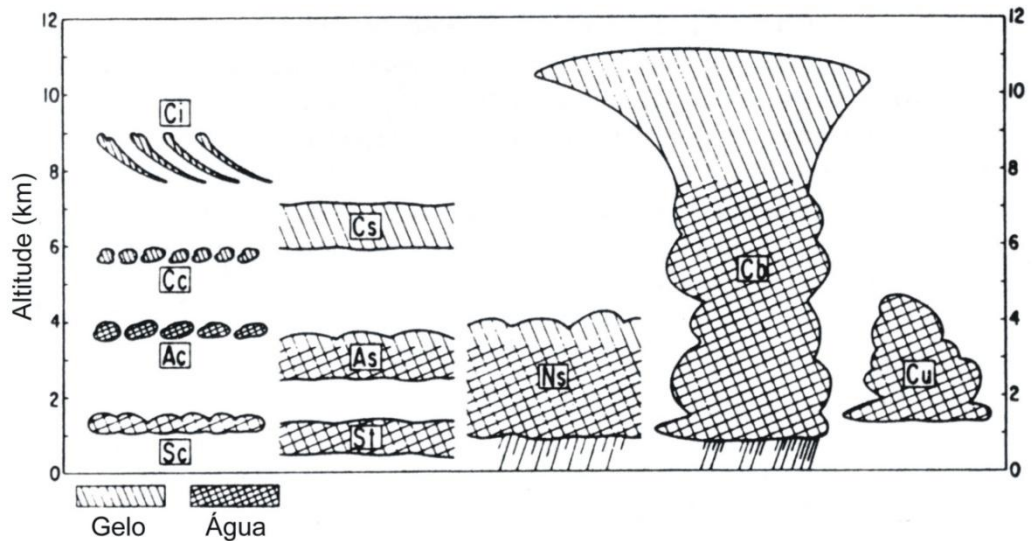


Figura 2 Tipos de nuvens observados com frequência e suas principais características como altura da base da nuvem, dimensão da nuvem e conteúdo de água e gelo.

Material e Método

Para o desenvolvimento dos códigos computacionais para determinação da cobertura de nuvens e manipulação das imagens de satélite será utilizado o pacote MATLAB. O MATLAB possui uma linguagem de programação própria para o desenvolvimento de scripts e rotinas e vem sendo bastante utilizado na resolução de problemas envolvendo cálculos com matrizes. Ao longo dos anos transformou-se em um sistema computacional flexível capaz de resolver qualquer problema matemático e possui uma comunidade de desenvolvedores que disponibiliza diversas ferramentas de análise de dados e séries temporais (CHAPMAN et al., 2002).

Durante o tempo de vigência desta bolsa, o desenvolvimento deste projeto de Iniciação científica, foram desenvolvidas atividades no MATLAB como: cálculos numéricos, manipulação de dados matriciais, gráficos, abertura de dados binários com o intuito de adquirir conhecimento e experiência no uso do pacote. A linguagem de programação adotada no MATLAB é similar com a qual escrevemos no nosso cotidiano, o programa possui ajuda on-line, livros, e apostilas com o objetivo de complementar a aprendizagem.

Em paralelo, foram coletados dados meteorológicos disponibilizados no Banco de Dados Meteorológicos operacionalizado pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os dados são referentes a rede de coleta de dados do INMET operando em todo o território brasileiro desde 1961 até os dias atuais. Os dados serão utilizados para

a validação dos resultados fornecidos pelos algoritmos numéricos desenvolvidos para o MATLAB.

Resultados obtidos até o momento

No processo de aprendizagem do uso do pacote MATLAB por meio de estudo dirigido e com a utilização de apostilas e livros, desenvolveu-se a aprendizagem para a abertura de arquivos binários, a utilização de alguns comandos como o laço for, fwrite, fread, conversão de bytes da matriz de little-endian para big-endian. O Anexo 1 apresenta alguns dos códigos desenvolvidos para a manipulação de imagens do satélite GOES. As imagens possuem uma resolução espacial de 1 km X 1 km e apresentam 1784 linhas e 1180 colunas cobrindo toda a extensão da América do Sul.

No período de vigência, o trabalho desenvolvido foi submetido e aceito para participação no evento de XVI Encontro de Iniciação Científica realizada pela Universidade de Taubaté entre os dias 17 e 22 de outubro de 2011.

Imagens obtidas até o momento

Cobertura de nuvens (CN)

O cálculo de CN (cobertura de nuvens) é feito através da fórmula:

$$CN = \frac{\text{matfinal}(:, :, k) - \text{menor}}{\text{maior} - \text{menor}}$$

matfinal (:,:,k): O (k) representa que a matriz está em terceira dimensão, representando todas as matrizes de um determinado horário, para chegar nesta fórmula foi preciso criar um laço for abrindo todos os arquivos binários na data a ser utilizada, utilizou-se o fread para ler as imagens e fechou-se o laço a Figura:2 ilustra a imagem obtida através da fórmula acima.

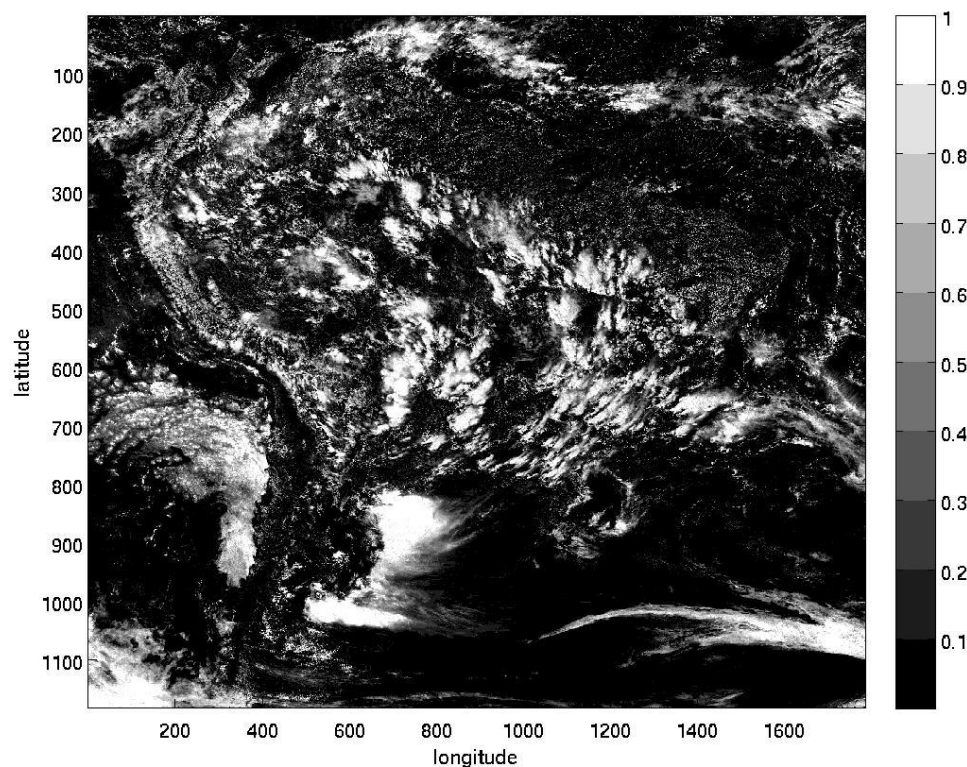


Figura 3 Imagem obtida dos dados de janeiro de 2005/14H52.

Menor

O cálculo do menor é feito através da fórmula:

$$\text{menor} = \min(\text{matfinal}, [\], 3)$$

Menor: Utiliza-se a função min no Matlab para a geração da matriz, esta função percorre todos os dias do mês e horário determinado salvando em uma matriz [1784 1180] os menores valores.

.Maior:

O cálculo do maior é feito através da fórmula:

$$maior = matfinal (matfinal, [], 3)$$

Para calcular esta matriz utiliza-se a função max, esta função é parecida com a função min, porém salva todos os maiores números do mês e horário selecionados.

.Percentil [5 95]:

O cálculo dos percentis são realizados através das fórmulas:

$$Y5 = prctile(matfinal, 5, 3)$$

$$Y95 = prctile(matfinal, 95, 3)$$

O cálculo do percentil de [5 95] é realizado para saber com que frequência as imagens de cobertura de nuvens estão com valores abaixo de 5% e 95%

MA_{Y95}

O cálculo da diferença entre os maiores valores são realizados através das fórmulas:

$$MA_{Y95} = \frac{abs(maior - Y95)}{maior}$$

Este cálculo é realizado com o objetivo verificar a diferença entre o percentil 95 e os maiores valores, como a Figura:3 ilustra utiliza-se a escala [0 0.5] para melhor visualização.

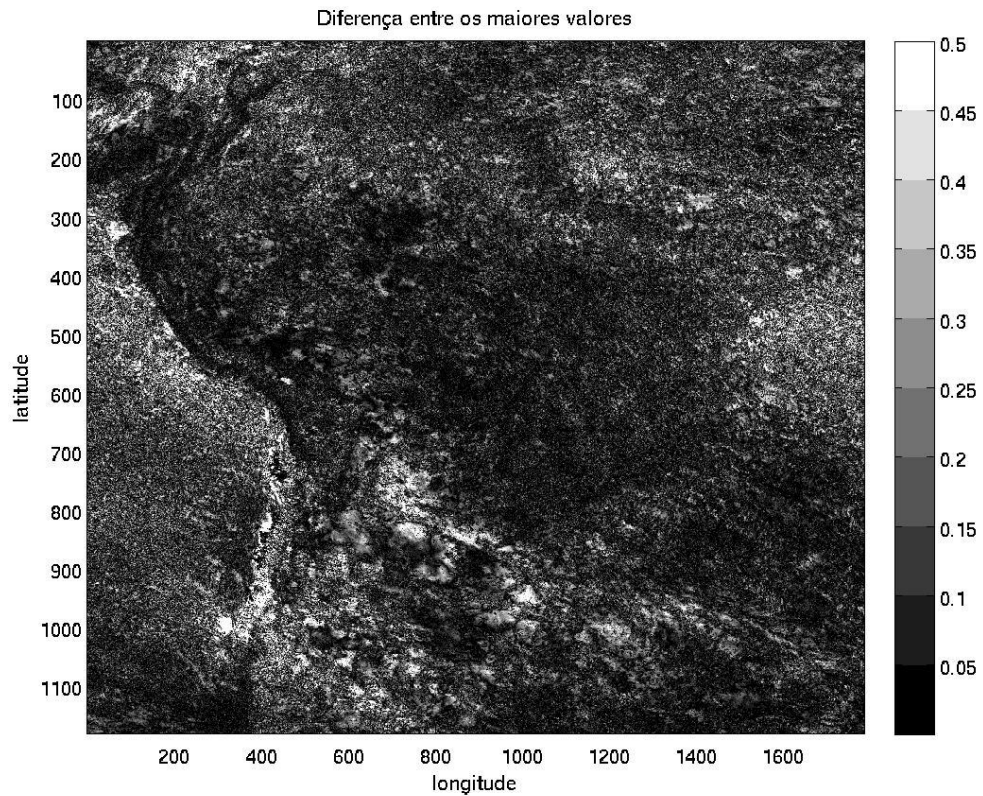


Figura 4 Diferença entre os maiores valores das matrizes obtida dos dados de janeiro de 2005/14H52.

Me_Y5

O cálculo da diferença entre os menores valores são realizados através das fórmulas:

$$ME_{Y5} = \text{abs}(\text{menor} - Y5)$$

Este cálculo é realizado com o objetivo verificar a diferença entre o percentil 5 e os menores valores, como a Figura:4 ilustra utiliza-se a escala [0 100] para melhor visualização.

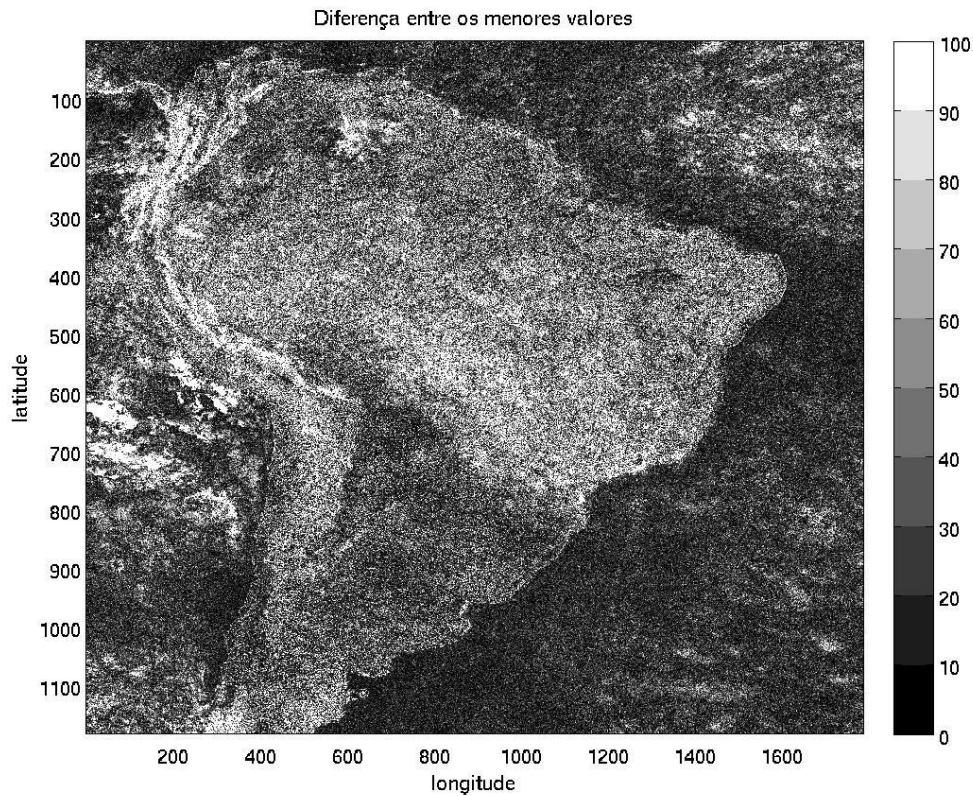


Figura 5 Diferença entre os menores valores das matrizes obtida dos dados de janeiro de 2005/14H52.

PER

O cálculo do PER é realizado através da formula abaixo, para verificar a diferença entre os percentil em relação a todas as matrizes

$$PER = \frac{(matfinal(:,k) - Y5)}{(Y95 - Y5)}$$

Este cálculo é realizado com o objetivo verificar a diferença entre dos percentis de 5 e 95 em relação a minha variável (matfinal), como a Figura:4 ilustra abaixo.

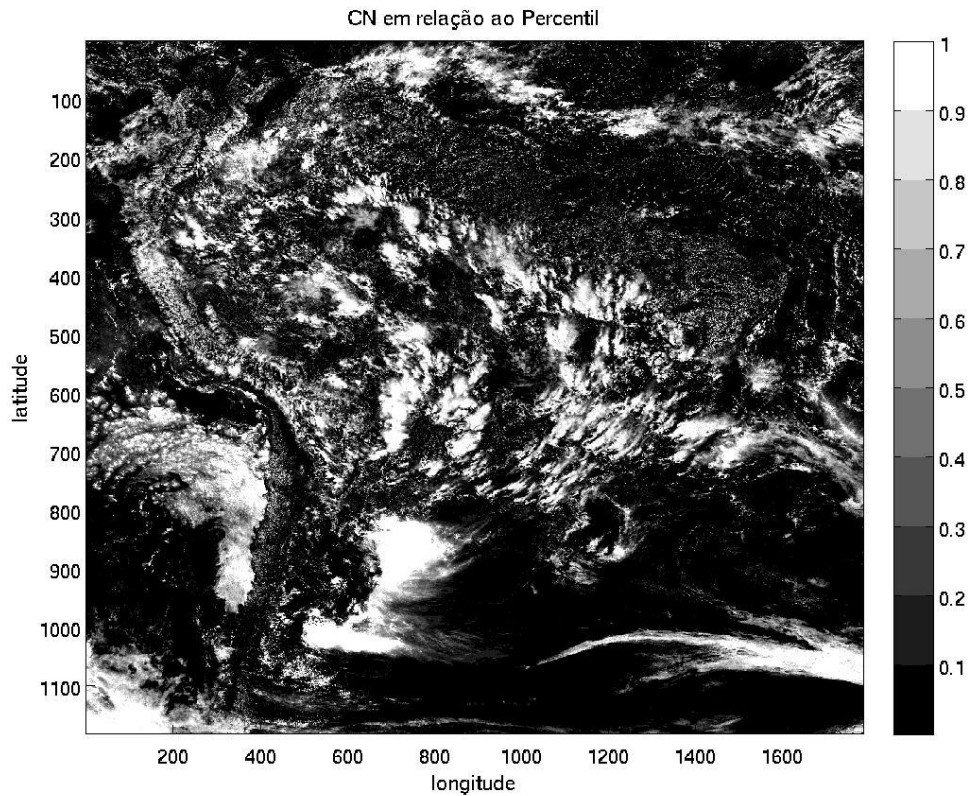


Figura 6 Diferença do CN em relação ao Percentil, matrizes obtida dos dados de janeiro de 2005/14H52.

DIFCN

O cálculo da diferença entre o CN e o PER são realizados através das fórmulas:

$$DIFCN = (CN - PER)$$

Este cálculo é realizado com o objetivo verificar a diferença entre CN e o Percentil, como a Figura:5 ilustra a figura abaixo.

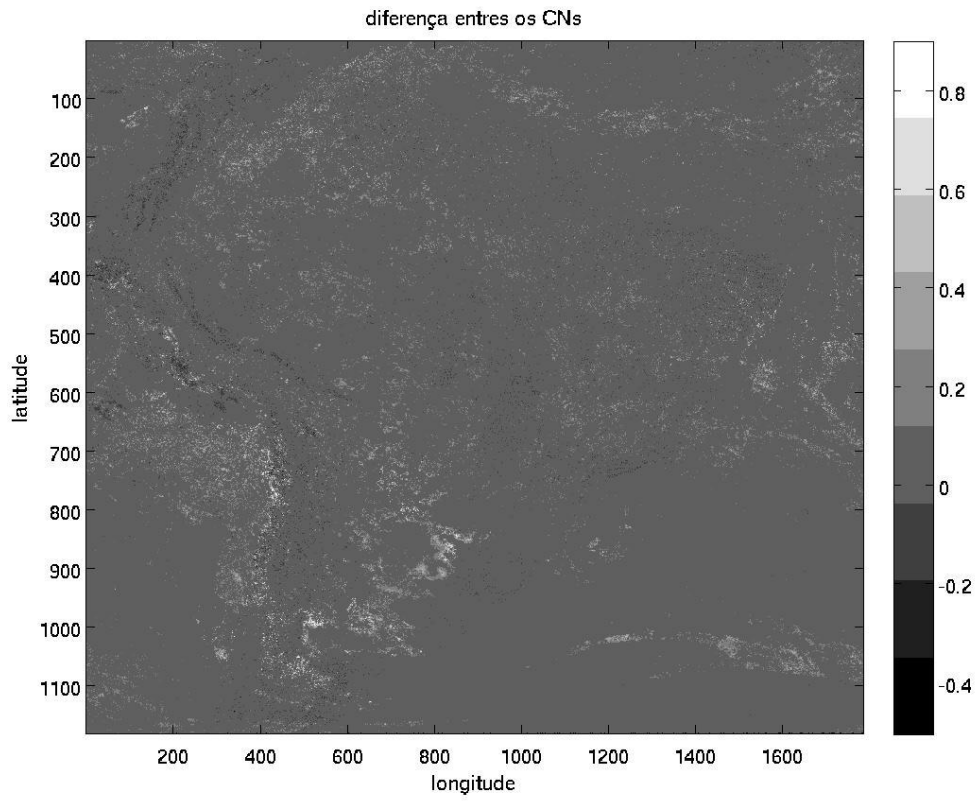


Figura 7 Diferença entre os CN's

Próximas Etapas

- As próximas etapas deste trabalho serão as seguintes:
- Terminar de rodar os dados no Matlab agosto 2012;
- Comparação dos dados da rede SONDA (cobertura de nuvens) com os dados INMET: setembro e outubro de 2012;
- Elaboração do relatório final: novembro e dezembro de 2012;

Formação acadêmica

Acadêmica do quinto ano curso de “Engenharia Ambiental e Sanitária” oferecido pela Universidade de Taubaté (UNITAU). O curso tem a duração de cinco anos e a previsão de conclusão é Dezembro de 2012.

É uma engenharia nova que estuda problemas ambientais promovendo um desenvolvimento sustentável, ou seja, tem o objetivo promover o desenvolvimento sem agredir o meio ambiente visando à qualidade do ar da água e do solo.

O curso engloba matérias nas áreas de exatas e biológicas. No primeiro e segundo ano a área de exatas é mais focada, aulas como química, cálculo, desenho, física, biologia, português, resistência dos materiais, topografia, probabilidade e estática formam a grade dos primeiros anos.

A partir do terceiro ano é mais direcionado à formação profissional tendo matérias como, comportamento e degradação ao meio ambiente, direito ambiental, energia, ambiente e física da atmosfera, sistemas de informações geográficas, transporte e meio ambiente, geologia, e uma base sobre metodologia científica onde o aluno desenvolve uma iniciação científica.

No quarto ano aulas como geotecnia ambiental, hidráulica, hidrologia, política ambiental, sistemas estruturais esta matéria acho irrelevante para o curso é muito focada na área de civil e pouco focado ao meio ambiente, sistema de tratamento e distribuição de água, estudo do ambiente construído.

As aulas de laboratório são realizadas ao longo de todos os anos consistindo em laboratórios de física experimental, química e laboratório de águas para avaliar a portabilidade da água. Aulas de campo como visitação em parques, praças visando à

percepção ambiental e elaboração de relatórios. O estágio é obrigatório para complementar o curso podendo ser feito no quarto ou quinto ano.

A previsão para conclusão do curso é em dezembro de 2012, complementando com um trabalho de conclusão do curso sobre “cobertura efetiva de nuvens”. Nesta fase do curso, a bolsista está cursando disciplinas que tratam de temas como recuperação de áreas degradadas, relatórios de impactos ambientais, sistemas de coleta de resíduos, sistemas de drenagem e irrigação.

Referências

CHAPMAN, Stephen et al. **Programação em Matlab para engenheiros**. 2. ed. Austrália: Afiliada, 2002. 482 p.

JENSEN, John R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma Perspectiva em Recursos Terrestres. Brinde: Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação**. 2. ed. São Paulo: Parêntese, 2001. 15-24 p.

MANAGÓ, Bruna Luiza; DOMICIANO, Sandra Mara. **A INFLUÊNCIA DAS NUVENS NO CLIMA DO PLANETA**. VII Semana de Engenharia Ambiental. Disponível em: <http://www.unicentro.br/graduacao/deamb/semana_estudos/pdf_09/A%20INFLU%20CANCIA%20DAS%20NUVENS%20NO%20CLIMA%20DO%20PLANETA.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2011.

MARTINS, Fernando Ramos. **MODELO BRASIL-SR**: Divisão de Clima e Meio Ambiente . Disponível em: <http://sonda.ccst.inpe.br/publicacoes/eventos/Workshop_Modelos_CPTEC_2005_FRMartins&EBPereira.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2011.

MARTINS, Fernando Ramos; PEREIRA, Enio Bueno; ABREU, Samuel Luna de. INFLUÊNCIA DO ÍNDICE DE COBERTURA DE NUVENS OBTIDO A PARTIR DE IMAGENS DE SATÉLITE NA PRECISÃO DAS ESTIMATIVAS DE ENERGIA SOLAR INCIDENTE NA SUPERFÍCIE. In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO METEOROLOGIA FORTALEZA, 8., 2004, Fortaleza. **INFLUÊNCIA DO ÍNDICE DE COBERTURA DE NUVENS OBTIDO A PARTIR DE IMAGENS DE SATÉLITE NA PRECISÃO DAS ESTIMATIVAS DE ENERGIA SOLAR INCIDENTE NA SUPERFÍCIE**. São José Dos Campos: Inpe/ufsc, 2004. v. 1, p. 1 - 20. Disponível em: <http://sonda.ccst.inpe.br/publicacoes/eventos/XIIICongBrasMeteorologia_Fortaleza_FRMartins_etal_CloudCover.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2011.

SOUZA, Marisa Echer; MARTINS, Fernando Ramos; PEREIRA, Enio. A importância dos dados de cobertura de nuvens e de sua variabilidade: Metodologias para aquisição de dados. **Revista Brasileira de Física**, São José Dos Campos, v. 23, n. 3, p.341-352, 2006.

Apêndice

```
%Programa utilizado para cálculos de Cobertura de Nuvens
%autora: Luciana Machado de Moura

%abre os arquivos binários do satélite GOES
files= dir('C:\Users\Luciana\Desktop\fev\teste\*.1145');
cd('C:\Users\Luciana\Desktop\fev\teste\');

%ABRE TODAS AS MATRIZES (1784 1180)
for k=1:length(files)
fid = fopen(files(k,1).name,'r');
arquivoCN =
['C:\Users\Luciana\Desktop\fev\teste\1145\' , 'CN_' , files(k,1).name];
arquivoPER =
['C:\Users\Luciana\Desktop\fev\teste\1145\' , 'PER_' , files(k,1).name];
arquivoDIFCN =
['C:\Users\Luciana\Desktop\fev\teste\1145\' , 'DIFCN_' , files(k,1).name];
arquivoMA_Y95 =
['C:\Users\Luciana\Desktop\fev\teste\1145\' , 'MA_Y95_' , files(k,1).name]
;
arquivoME_Y5 =
['C:\Users\Luciana\Desktop\fev\teste\1145\' , 'ME_Y5_' , files(k,1).name];
[matriz] = fread(fid,[1784 1180], 'int16', 'b');
%matriz = int16(matriz);
matfinal(:, :, k) = matriz;
%matfinal = swapbytes(matfinal);
end

%CALCULA O MINIMO, MÁXIMO, E PERCENTIL [5 95]
menor = min(matfinal, [], 3);
maior = max(matfinal, [], 3);

%A = Y5(:, :, 1);
%B = Y5(:, :, 2);

Y5 = prctile(matfinal, 05, 3);
Y95 = prctile(matfinal, 95, 3);

MA_Y95 = abs((maior - Y95)./(maior));
dlmwrite (arquivoMA_Y95, MA_Y95 , ';' );
imagesc(MA_Y95(:, :), [0 0.5]);
colormap(gray(10));
xlabel('longitude');
colorbar('EastOutside');
ylabel('latitude');
title ('Diferença entre os maiores valores');
cd('C:\Users\Luciana\Desktop\fev\teste\1145\')
saveas(gcf, 'MA_Y95.jpg');
close('all');

ME_Y5 = abs ( menor - Y5);
dlmwrite (arquivoME_Y5, ME_Y5 , ';' );
imagesc(ME_Y5(:, :), [0 100]);
xlabel('longitude');
ylabel('latitude');
colorbar('EastOutside');
title ('Diferença entre os menores valores');
colormap(gray(10));
cd('C:\Users\Luciana\Desktop\fev\teste\1145\')
saveas(gcf, 'ME_Y5.jpg');
```



```

close('all');

% ACHAR O CN EM RELAÇÃO AO MINIMO E MÁXIMO

for k = 1:length(files);
arquivoCN =
['C:\Users\Luciana\Desktop\fev\teste\1145\', 'CN_', files(k,1).name];
CN(:, :, k) = ((matfinal(:, :, k) - menor) ./ (maior - menor));
dlmwrite(arquivoCN, CN(:, :, k), ', ');
colormap(gray(10));
imagesc(CN(:, :, k)');
xlabel('longitude');
ylabel('latitude');
colorbar('EastOutside');
cd('C:\Users\Luciana\Desktop\fev\teste\1145\')
saveas(gcf, sprintf('CN%d.jpg', k))
close('all');
end

% ACHA O CN EM RELAÇÃO AO PERCENTIL

for k = 1:length(files)
arquivoPER =
['C:\Users\Luciana\Desktop\fev\teste\1145\', 'PER_', files(k,1).name];
PER(:, :, k) = ((matfinal(:, :, k) - Y5) ./ (Y95 - Y5));
for linha = 1:1784
for coluna = 1:1180
if PER(linha, coluna, k) < 0, PER(linha, coluna, k) = 0; end
if PER(linha, coluna, k) > 1, PER(linha, coluna, k) = 1; end
end
end
colormap(gray(10));
dlmwrite(arquivoPER, PER(:, :, k), ', ');
imagesc(PER(:, :, k)');
xlabel('longitude');
colorbar('EastOutside');
ylabel('latitude');
title('CN em relação ao Percentil');
cd('C:\Users\Luciana\Desktop\fev\teste\1145\')
saveas(gcf, sprintf('PER%d.jpg', k))
close('all');
end

for k = 1:length(files)
arquivoDIFCN =
['C:\Users\Luciana\Desktop\fev\teste\1145\', 'DIFCN_', files(k,1).name];
DIFCN = ((PER - CN));
dlmwrite(arquivoDIFCN, DIFCN, ', ');
imagesc(DIFCN(:, :, k), [-3 3]);
colorbar('EastOutside');
colormap(lines(6));
xlabel('longitude');
ylabel('latitude');
title('diferença entres os CNs');
cd('C:\Users\Luciana\Desktop\fev\teste\1145\')
saveas(gcf, sprintf('DIFCN%d.jpg', k))
close('all');
end
end

```