



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

<http://mtc-m19.sid.inpe.br/rep/sid.inpe.br/mtc-m19/2011/09.16.13.38?mirror=sid.inpe.br/mtc-m19@80/2009/08.21.17.02.53&metadatarepository=sid.inpe.br/mtc-m19/2011/09.16.13.38.32>

INFLUÊNCIA DE QUEIMADAS NA REDUÇÃO DA INCIDÊNCIA DE RADIAÇÃO SOLAR OBSERVADA POR ESTAÇÕES DO PROJETO SONDA NO TERRITÓRIO BRASILEIRO

**RELATÓRIO DE ATIVIDADES DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
PIBIC/INPE – CNPq/MCT**

PROCESSO N° 115611/2010-0

Ana Luiza Ferreira de Almeida (UBC, Bolsista PIBIC/INPE - CNPq/MCT)

E-mail: analuizafa@gmail.com

Dr. Enio Bueno Pereira (DMA/CPTEC/INPE - MCT, Orientador)

E-mail: enio@dge.inpe.br

Dr. Fernando Ramos Martins (DMA/CPTEC/INPE - MCT, Co-Orientador)

E-mail: fernando@dge.inpe.br

São José dos Campos, Julho de 2011.

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Bolsista:

Ana Luiza Ferreira de Almeida, Bolsista, período de 08/2011 a 07/2011
Acadêmico do Curso de Engenharia Ambiental
Universidade Braz Cubas - UBC

Processo: PIBIC/INPE – MCT - 115611/2010-0

Orientador:

Dr. Enio Bueno Pereira
Pesquisador Titular, Chefe da DMA/CPTEC/INPE – MCT, Líder da linha de pesquisa Energia e Recursos Renováveis

Co-Orientador:

Dr. Fernando Ramos Martins
Pesquisador da Divisão de Clima e Meio Ambiente -
DMA/ CPTEC/INPE - MCT
Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC/INPE - Instituto
Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE – MCT

AGRADECIMENTOS

O Bolsista agradece em primeiro lugar à Deus, criador de todas as coisas.

Agradeço à Coordenação do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - PIBIC/INPE-CNPq/MCT, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico do MCT, pela aprovação do Projeto de Pesquisa de Iniciação e ao INPE/MCT pelo apoio ao Projeto SONDA.

Agradeço ao Dr. Enio Bueno Pereira Divisão de Clima e Meio Ambiente - DMA/CPTEC/INPE – MCT, orientador e ao Dr. Fernando Ramos Martins, pesquisador do DMA/CPTEC/INPEMCT, Co-Orientador por sempre estar disposto a orientar e esclarecer dúvidas.

Um obrigado especial ao colegas integrantes e pesquisadores do Laboratório de Energias Renováveis do Projeto SONDA, André Rodrigues, Rafael Chagas, Lucia Iracema Chiponelli e Alexandre Dumas, por terem disponibilizado o seu tempo para ajudar nas dúvidas com o programa Matlab.

Outro obrigado especial, aos amigos Daiane Aparecida Cardoso da Silva e Vinícius de Souza Oliveira, Henrique Robotella, pelos momentos de conhecimento e aprendizagem, a Patrícia Quina de Siqueira, Gabriella Regina, Rosemeire Sarto, Camila Vieira de Macedo, Nelson Barbosa, pela sincera amizade e atenção doada nas horas necessárias, e a Daliene Donizete Souza por ter informado a respeito da Bolsa.

Por fim agradeço a minha família por sempre estar presente nas horas difíceis, em particular à minha mãe Cleusa Ferreira de Almeida.

RESUMO

Este trabalho, iniciado em agosto de 2010, tem como objetivo estudar a relação entre as queimadas ocorridas no Brasil e a quantidade de radiação solar incidente na superfície terrestre. Estudos anteriores mostram que os aerossóis lançados à atmosfera em eventos de queimada atenuam a radiação solar durante seu percurso na atmosfera, causando assim uma diferença no balanço radiativo terrestre. Para o desenvolvimento deste estudo, utilizou-se dados de irradiação solar coletados nas estações solarimétricas da rede SONDA (Sistema de Organização Nacional de Dados Ambientais), e dados de focos de queimada disponibilizados pelo DSA/CPTEC/INPE (Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais) que efetua operacionalmente o monitoramento por imagens de satélites.

Foram selecionados dias de céu claro por meio de análise dos dados de irradiação solar, global, difusa e direta, coletados nas estações localizadas em Brasília, Caicó, Cuiabá, Campo Grande, Florianópolis, Ourinhos, Palmas, Petrolina, Rolim de Moura, São Martinho da Serra estão sendo utilizados. Estas estações foram escolhidas em razão de sua localização na região de ocorrência de queimadas ou estão no percurso do transporte atmosférico dos aerossóis lançados à atmosfera. Os dados de irradiação solar apresentam uma resolução temporal de 1 minuto, permitindo avaliar de forma simples a ocorrência de céu claro.

Os dados de número de focos de queimada disponíveis fornecem a média diária de focos de incêndio em quadrículas para o período entre os anos de 1993 a 2010 contendo os pontos exatos com latitude e longitude dos locais imageados pelo satélite NOAA. Scripts em MATLAB e EXCEL foram desenvolvidos para calcular o total de irradiação solar nos dias de céu claro e para armazenar os valores da quantidade de focos de queimada para os períodos referentes ao dias de céu claro selecionados. O próximo passo é avaliar por meio de análises estatísticas se a presença de queimadas nas proximidades do local da estação provoca uma redução nos valores de irradiação solar global observada na superfície acompanhada por um incremento da irradiação solar difusa. Comparação entre valores coletados durante a estação seca e úmida será realizada para determinar a influência dos aerossóis.

ABSTRACT

This work, begun in August 2010, aims to study the relationship between the fires occurred in Brazil and the amount of solar radiation incident on the surface. Previous studies have shown that aerosols emitted into the atmosphere in event of fire attenuate solar radiation during its journey in the atmosphere, thus causing a difference in the Earth's radiative balance. For this study, we used solar radiation data collected at the stations of the network solarimetric PROBE System (National Organization of Environmental Data), and outbreaks of fire data provided by the DSA / CPTEC / INPE (Satellite Division and Environmental Systems) that performs operationally monitoring by satellite images.

We selected a clear day through data analysis of solar radiation, global, diffuse and direct, collected at stations located in Brasilia, Caico, Cuiaba, Campo Grande, Florianópolis, Ourimbah, Palmas Petrolina, Rolim de Moura, St. Martin Sierra is being used. These stations were chosen because of its location in the event of fire or are in the path of the atmospheric transport of aerosols emitted into the atmosphere. The solar irradiation data show a temporal resolution of 1 minute, allowing a simple way to evaluate the occurrence of clear sky.

Data on number of outbreaks of fire available to provide daily average of fires in boxes for the period between the years 1993 to 2010 containing the exact points with latitude and longitude of the sites imaged by NOAA. EXCEL and MATLAB scripts were developed to calculate the total solar radiation on a clear day and to store the values of the amount of outbreaks of fire for the periods for the selected days of clear skies. The next step is to assess through statistical analysis the presence of fire in the vicinity of the station causes a reduction in the values of global solar radiation observed on the surface accompanied by an increase in diffuse solar radiation. Comparison of values collected during the dry season and wet will be undertaken to determine the influence of aerosols.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Perfil vertical médio de temperatura na atmosfera.....
- Figura 2. Processos físicos de atenuação da radiação solar na atmosfera terrestre.....
- Figura 3. Trocas de energia entre o Sol e a Terra. Fonte: <http://iara.meteo.furg.br/page/aulas/poligradf.pdf>.....
- Figura 4. Website para acesso a base de dados sobre queimadas no território brasileiro e sulamericano contendo o Mapa de Queimadas para o dia 11 de julho de 2011. Fonte: Projeto de Monitoramento de Queimadas CPTEC/INPE.....
- Figura 5. Localização e quantificação dos focos de queimadas no território brasileiro. Resultado obtido com o uso de imagens do satélite NOAA-12 para o mês de Setembro de 2005.....
- Figura 6. Gráfico de barras representando o número de focos de queimadas registrados semanalmente por todos os satélites disponíveis, em todos os estados entre os dias 13 e 14 de julho de 2011. Fonte: Projeto de Monitoramento de Queimadas CPTEC/INPE.....
- Figura 7. Número de focos nas Unidades de Conservação no período de 11 a 12 de setembro de 2005. Fonte: Projeto de Monitoramento de Queimadas CPTEC/INPE.....
- Figura 8. Estações do Projeto SONDA distribuídas ao longo do Território Brasileiro. Fonte: SONDA (2011).....
- Figura 9. Foto da plataforma de coleta de dados da estação SONDA localizada em São Martinho da Serra/RS.....
- Figura 10. Planilha com as medidas de dados ambientais (solarimétricos e meteorológicos) de minuto a minuto para o ano de 2006 no mês de maio da estação de Brasília da rede SONDA.....
- Figura 11. Gráfico representando um dia de céu claro, onde a linha de cor verde é a radiação direta, a linha de cor vermelha é a e radiação difusa e a linha de cor azul é a radiação global para o dia 30/05/2006 medida da estação de Brasília da rede SONDA....
- Figura 12. Gráfico representando um dia nublado. onde a linha de cor verde é a radiação direta, a linha de cor vermelha é a e radiação difusa e a linha de cor azul é a radiação global para o dia 30/05/2006 medida da estação de Brasília da rede SONDA.....

Figura 13. Arquivo .txt contendo a média dos focos de queima para o intervalo dos dias 15 a 21 de maio de 2006 entre as latitudes 17N e 40 S e longitudes 85 W a 34,5 W.....

Figura 14. Planilha eletrônica contendo os resultados de queimadas ou não para as medidas de cada estação Sonda. Estação de Brasília (-15S, -47W) para o mês de maio de 2006

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	9
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....
1.1 RADIAÇÃO SOLAR E ATMOSFERA TERRESTRE.....	11
1.2 AEROSSÓIS.....	14
METODOLOGIA E INFRAESTRUTURA UTILIZADA.....	15
2.1 QUEIMADAS.....
2.2 Dados de Focos de queimada.....	16
2.3 O Projeto SONDA.....	21
ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	25
3.1 Trabalhos efetuados com a ferramenta Computacional Matlab.....	28
3.2 Obtenção de Dados de Queimadas.....	29
RESULTADOS.....	32
CONCLUSÃO.....	33
BIBLIOGRAFIA.....	34
APÊNDICE 1.....	35
APÊNDICE 2.....	36

SIGLAS E ABREVIATURAS

AOD - Aerosol Optical Depth

AVHRR - Advanced Very High Resolution Radiometer

BSRN - Baseline Surface Radiation Network

CCD - Charge Coupled Device

CPTEC - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

DAS - Divisão de Satélites Ambientais

DMA - Divisão de Meio-Ambiente

DPI - Divisão de Processamento de Imagens

FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos

GOES - Geostationary Operational Environmental Satellite

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPCC - *Intergovernmental Panel on Climate Change*

LRER - Laboratório de Recursos de Energias Renováveis

MCT - Ministério de Ciência e Tecnologia

MODIS - *MODerate Resolution Imaging Spectroradiometer*

NASA - National Aeronautics and Space Administration

NOAA - National Weather Service

PAR - Photosynthetically Active Radiation

PMOA - Programa de Monitoramento do Ozônio Atmosférico

PROARCO - Programa de Prevenção e Controle de Queimadas e Incêndios

Florestais na Amazônia Legal

SMS - São Martinho da Serra

SONDA - Sistema de Organização de Dados Ambientais

SWERA - Solar and Wind Energy Resource Assessment

TODA - Topo Da Atmosfera

TOA - Top Of Atmosphere

UFMS - Universidade Federal de Santa MariaUV - Ultra Violeta

INTRODUÇÃO

Há muitas décadas tem-se percebido a escassez dos recursos não renováveis para o consumo de energia e outros fins, muito fala-se da preocupação mundial em preservar ou até mesmo diminuir o uso de tais recursos, mas pouco se faz. No entanto, deve-se ter em conta outros recursos que a própria natureza oferece como alternativas de energia, chamadas de energias limpas (solar, eólica, geotérmica, etc.) ainda pouco utilizadas, ou mal administradas. E ainda verificar os danos adversos que por ações impensadas causam efeitos diretos e irreversíveis ao meio ambiente, e conseqüentemente sem se preocupar com problemas que serão somente percebidos em longo prazo.

A energia gerada através de usinas hidrelétricas, nuclear e termoeletricas (carvão), vem ao longo dos anos gerando custos bem altos para serem implantadas. Novas tecnologias vem sendo desenvolvidas para aumentar a capacidade de produção e poluir ou impactar o meio ambiente o menos possível, porém cada vez mais estas medidas são apenas para amenizar o impacto.

Assim, como o Brasil possui um grande gama de potencial para utilização de energia solar, deve-se aprimorar os estudos e investimentos para que coloque-se em prática o uso efetivo de todo o seu potencial, “pois como toda a sua extensão territorial recebe uma grande incidência de radiação comparada a outros países da Europa, como Alemanha, Portugal, Inglaterra, sua função deveria ser de aprimorar e investir em estudos para que assim possa-se em todas as determinadas épocas do ano mesmo se for inverno, outono, primavera ou verão, a parte do solo irradiada e o tanto de irradiação recebido, é efetivamente maior em quantidade, portanto todo o consumo que o Brasil gasta em energia elétrica; se convertido em energia solar será um grande investimento e ganho para o setor energético brasileiro pois todo o seu território, mesmo em áreas mais isoladas poderão ser atingidas e utilizadas com a energia solar ,pois o seu potencial será de grande utilidade .

É necessário, então mais investimento e conhecimento sobre as fontes de energias renováveis para futuramente substituir e utilizar as outras fontes convencionais em uso na sociedade.

Mas os recursos renováveis como o vento e a radiação solar são primariamente controlados pelo clima e também sofrem intervenções de diversos fatores ambientais e atmosféricos que podem interferir em seu total aproveitamento. No caso da radiação solar, vários fatores atenuam a incidência da radiação na superfície terrestre, podemos citar: emissão de aerossóis proveniente de eventos de queimadas, erupções vulcânicas, poluição industrial e urbana.

Assim, vendo a necessidade de se aprimorar os estudos sobre tais fatores, este projeto tem como objetivo conhecer a influência da presença de aerossóis atmosféricos lançados para a atmosfera em eventos de queimadas sobre o potencial de energia solar.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 RADIAÇÃO SOLAR E ATMOSFERA TERRESTRE

O sol, é a estrela mais próxima da Terra e o centro do Sistema Solar, provêm dele a energia responsável pela origem de praticamente todas as outras fontes de energia, sua radiação atua como fonte de alimentação de energia para todos os seres vivos, possui quase 6000 °K e fornece á Terra 1,5 x 10¹⁸ kWh de energia, se não fosse sua existência, não existiria vida na Terra.

A atmosfera terrestre é a camada protetora da Terra, composta basicamente por gases divide-se em camadas iniciando desde a superfície até o espaço, tendo como fatores de divisão a temperatura. Inicia-se pela camada chamada troposfera que vai da superfície até 16 Km de altura tendo como camada limite a tropopausa, nesta conforme vai aumentando a altura a temperatura decai, acima tem-se a estratosfera, indo até 50 Km de altura onde sua camada limite chama-se estratopausa, e sua temperatura começa a subir com a altura, devido a presença de Ozônio (O₃), denominando-se assim camada de Ozônio, sendo ele o absorvedor de radiação ultravioleta do sol, após tem-se a mesosfera que vai de 50 Km a 90 Km de altura onde sua camada limite é a mesopausa, mais uma vez a temperatura nesta camada volta a decair com a altura, por último tem-se a termosfera que não possui limite definido, mas a temperatura volta a subir atingindo a temperatura máxima ou exosférica. (Kichhoff,1992).

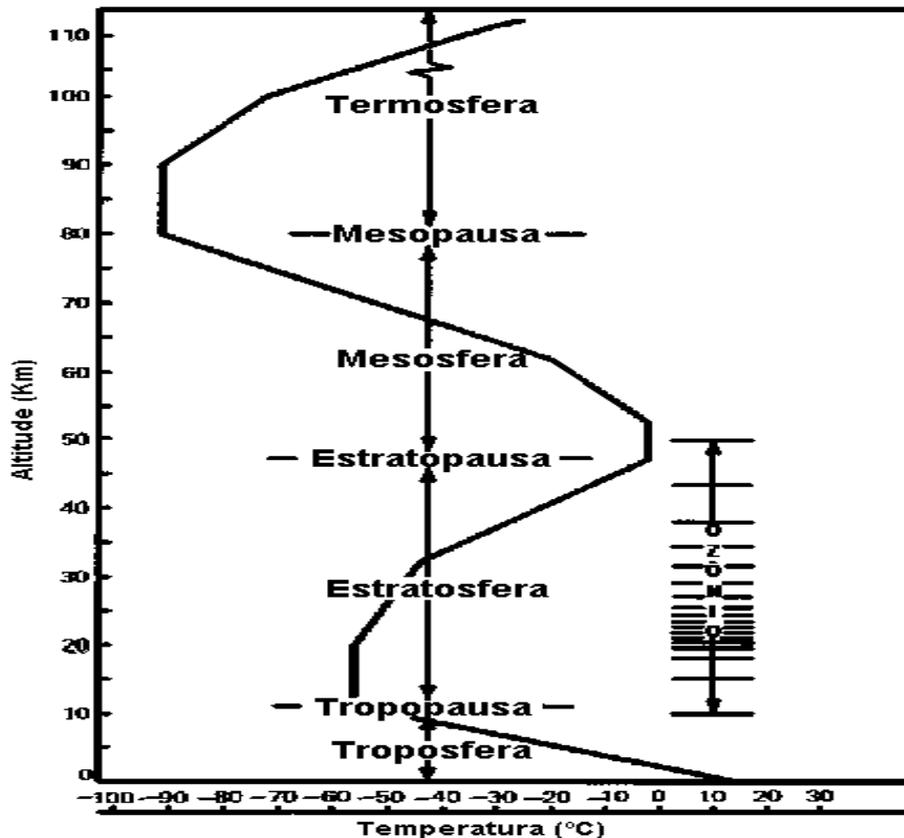


Figura 1. Perfil vertical médio de temperatura na atmosfera

Assim as mudanças e acontecimentos mais significativos que acontecem em nosso planeta ocorre nas camadas mais próxima da superfície sendo a troposfera e estratosfera onde esta, é repleta de gases, vapor d'água e aerossóis, componentes que interferem e reagem integralmente na Terra

A transferência radiativa é o mecanismo pelo qual o sistema Terra-Atmosfera realiza praticamente toda a troca de energia com o resto do Universo (Wallace e Hobbs, 1977). Assim o Sol emite de forma radial sua energia que atinge o topo da atmosfera em forma de ondas eletromagnéticas, da qual é transmitida através da luz visível, da radiação ultravioleta (ondas curtas) e da radiação infravermelha (ondas longas) da faixa do espectro. Sendo parte absorvida e parte espalhada.

A incidência da radiação solar sobre a Terra no decorrer do seu caminho até chegar á superfície encontra diversas variáveis em que acabam impedindo a sua total absorção, ou seja, os componentes atmosféricos encontrados na superfície, como

aerossóis de queima de biomassa, vapor d'água (umidade), as nuvens, e gases como o CO₂ e Ozônio, refletem ou absorvem a radiação solar fazendo que uma porcentagem de radiação que consiga ultrapassar e chegar á superfície da Terra seja menor do que a irradiada.

O balanço térmico que consiste na diferença entre a energia que entra e a que sai, não é nulo, pois devido a esses constituintes atmosféricos, a radiação solar acaba incidindo sobre a superfície e acrescentando energia ao sistema Terra-Atmosfera.

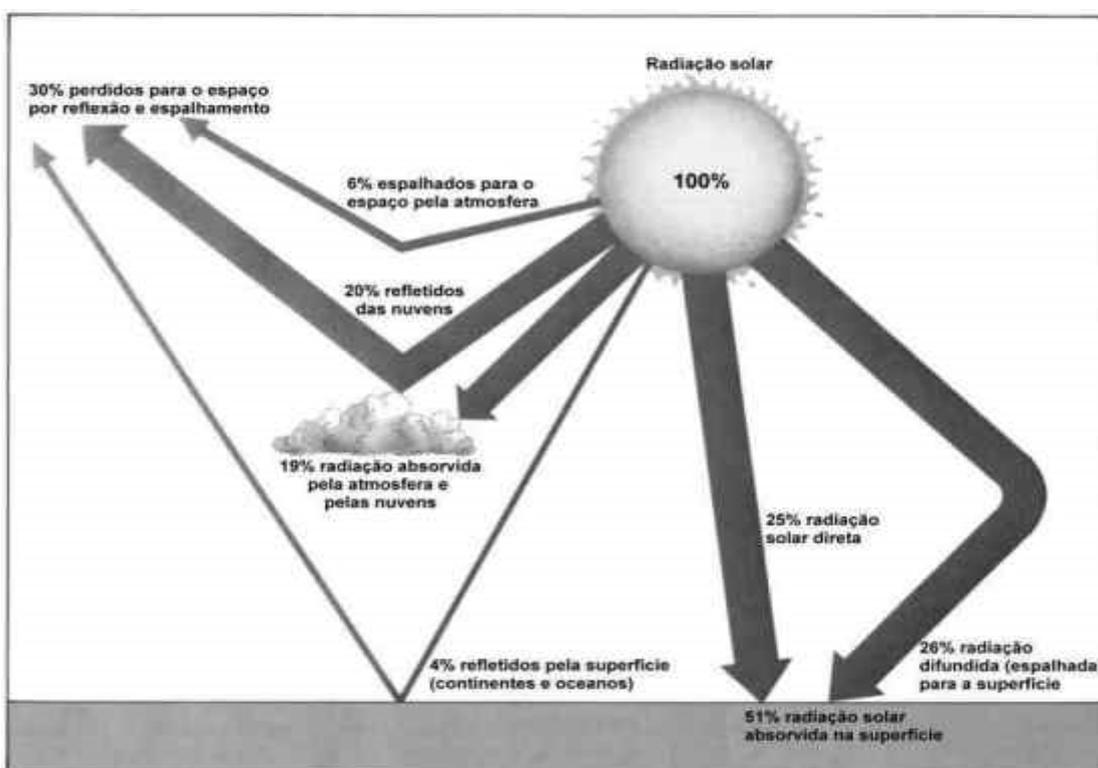


Figura 2. Processos físicos de atenuação da radiação solar na atmosfera terrestre.

Entende-se por radiação direta, aquela que consegue alcançar a superfície terrestre sem nenhuma interferência da atmosfera, ou seja a radiação que vem direto do Sol. Ao atingir à superfície, devido ao albedo da Terra ocorre a reflexão dessa mesma radiação que ao encontrar aerossóis ou gases atmosféricos que poderão fazer com que ela se espalhe para todos o lados ocasionando a radiação difusa. Já a radiação global define-se pela soma da radiação direta mais a difusa.

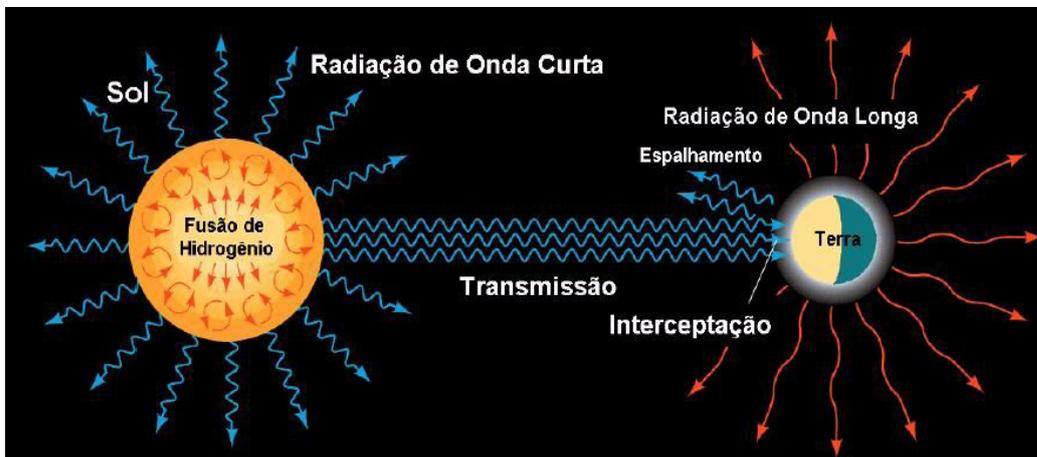


Figura 3. Trocas de energia entre o Sol e a Terra. Fonte: <http://iara.meteo.furg.br/page/aulas/poligradf.pdf>.

1.2 AEROSSÓIS

O termo aerossol designa as suspensões relativamente estáveis de partículas sólidas ou gotículas dispersas num gás com dimensões inferiores a 100 μm , mas tamanhos superiores aos das moléculas individualizadas. Tais suspensões são frequentemente designadas como aerocolóides, matéria particulada ou simplesmente partículas e incluem poeiras, fumos, cinzas, nevoeiros e “sprays”. Provem de várias fontes, tanto naturais (atividades vulcânicas, queimadas decorrentes de descargas elétricas etc.) como antrópicas (emissões de indústrias, queimadas provocadas etc.) (ALVES, 2005)

Aerossóis atmosféricos tem a propriedade de absorver ou espalhar a radiação solar e a radiação infravermelha.

METODOLOGIA E INFRA-ESTRUTURA UTILIZADA

2.1 QUEIMADAS

As queimadas geralmente ocorrem em maior número na época de estiagem, ou chamado período de seca, onde devido á falta de chuvas, acidentalmente (devido a bitucas de cigarro jogados na estrada ou até mesmo algum material que foi jogado em pastos ainda aceso) ou propositalmente, sendo uma prática que ao longo dos anos é praticada (ocorrido em locais de pastagem em que em seguida serão utilizados para agricultura, sendo um preparatório para em seguida deixar o solo disponível para o plantio de sementes) iniciam em pequenas áreas, mas acabam ganhando grandes proporções e se alastram facilmente; chegando a alcançar quilômetros de distância e muitas vezes atingindo áreas protegidas (como matas e florestas) ou parques nacionais.

Infelizmente esse hábito já vem de longas datas, onde essa prática era usualmente utilizada par limpar o pasto por vários agricultores desde épocas remotas.

As queimadas são responsáveis pela emissão de gases como o CO₂, CO entre outros e também de materiais particulados denominados de aerossóis. Esses aerossóis desempenham um papel muito relevante na atenuação da radiação solar.

As queimadas são monitoradas rotineiramente por métodos de sensoriamento remoto por meio da utilização de satélites artificiais. Os dados coletados pelo INPE são disponibilizados para acesso público por meio de seu portal de INTERNET no endereço: <http://sigma.cptec.inpe.br/queimadas/>.

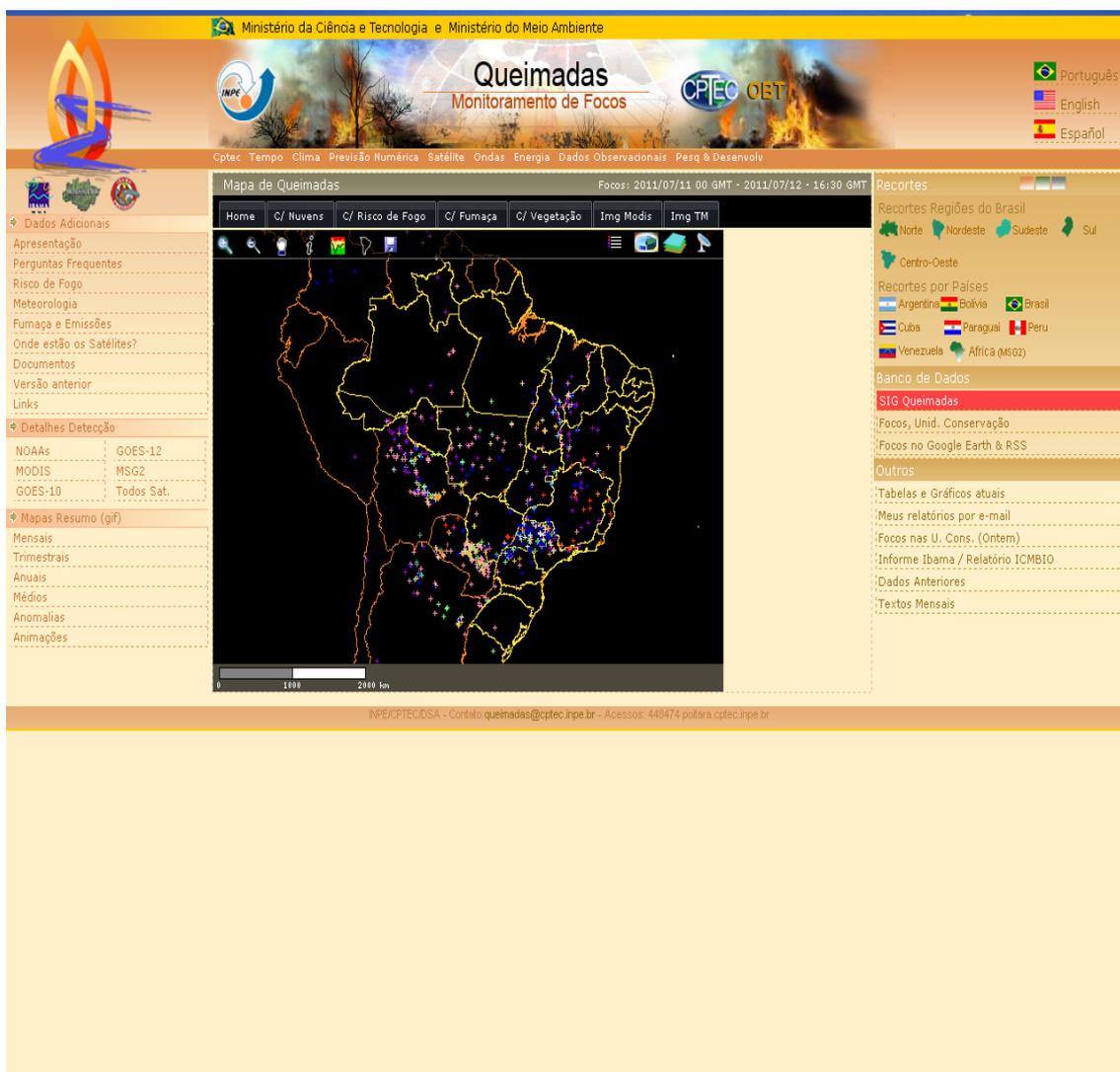


Figura 4. Website para acesso a base de dados sobre queimadas no território brasileiro e sulamericano contendo o Mapa de Queimadas para o dia 11 de julho de 2011. Fonte: Projeto de Monitoramento de Queimadas CPTEC/INPE.

2.2 Dados de Focos de queimada

O CPTEC/ INPE, desenvolve um estudo para monitorar focos de queimadas no território brasileiro através de imagens de satélite, assim disponibilizando esses dados em sua página da Internet para acesso aos locais onde foram detectadas as queimadas.

O INPE tem entre seus objetivos desenvolver tecnologias, aplicações com satélites e produtos relacionados ao tempo e clima, que sejam de utilidade para a sociedade. Monitorar queimadas com satélites, estimar e prever riscos de queima da vegetação e as emissões produzidas são atividades que se enquadram nestes objetivos.

Nestas imagens pode-se localizar os pontos no mapa e verificar onde foram detectados focos de incêndio pelo satélite, que possui um sensor que pode registrar focos de queima de no mínimo 1Km de distância por 30m de largura onde se pode detectar os riscos de fogo, fogograma e áreas com fumaça.

São utilizados todos os satélites que possuem sensores óticos operando na faixa termal (comprimento de onda médio de 4um) que o INPE recebe: as imagens AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) dos satélites polares NOAA-15, NOAA-16, NOAA-17, NOAA-18 e NOAA-19, as imagens MODIS dos satélites polares NASA TERRA e AQUA , as imagens dos satélites geoestacionários GOES-12 e MSG-2. Cada satélite de órbita polar produz pelo menos um conjunto de imagens por dia, e os geoestacionários geram aproximadamente 4 imagens por hora, sendo que no total o INPE processa mais de 100 imagens por dia especificamente para detectar focos de queima da vegetação. As recepções das imagens de satélite são feitas nas estações de Cachoeira Paulista/ SP e de Cuiabá/ MT. A figura 4 apresenta um mapa com a localização dos focos de queimada identificado e disponibilizados no website do CPTEC.

Focos de Queima

Acumulado de setembro de 2005
NOAA12 – passagem as 21GMT

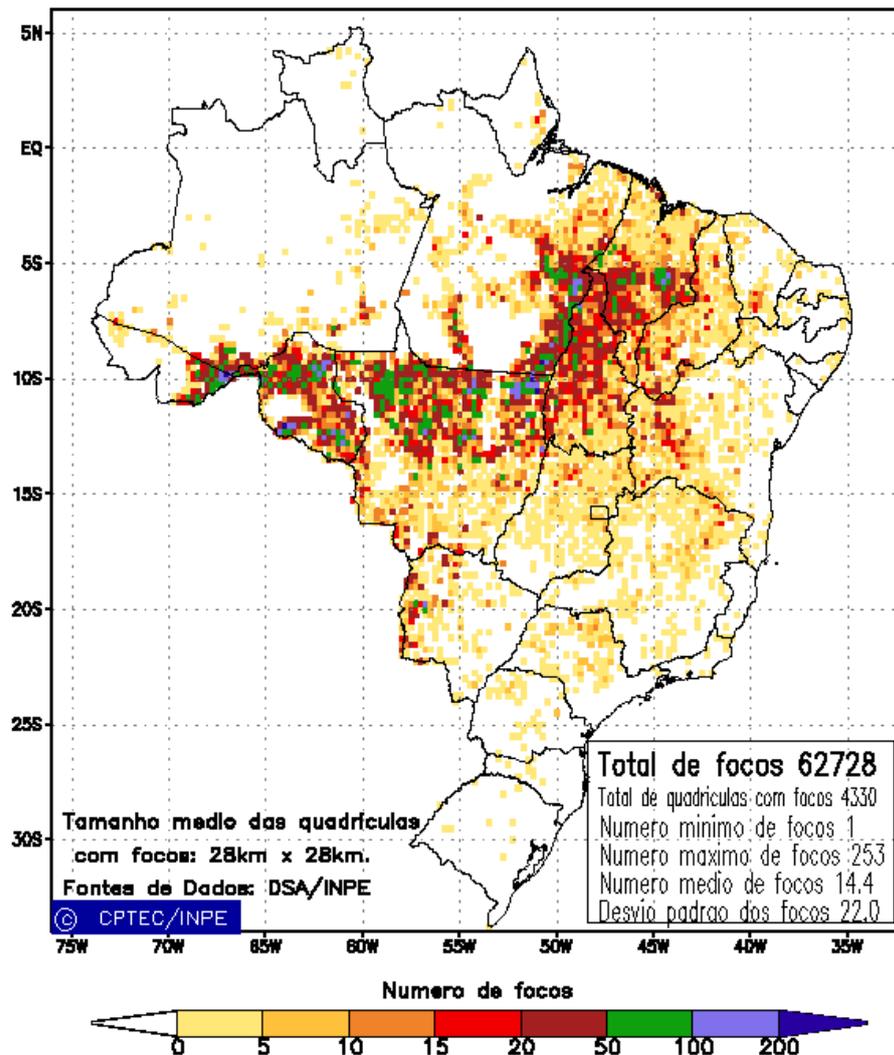


Figura 5. Localização e quantificação dos focos de queimadas no território brasileiro. Resultado obtido com o uso de imagens do satélite NOAA-12 para o mês de Setembro de 2005.

Os dados de queimadas foram fornecidos pelo CPTEC/INPE – MCT através do site [http:// sigma.cptec.inpe.br/queimadas/](http://sigma.cptec.inpe.br/queimadas/). Foram coletados dados de médias semanais de focos de queimadas registrados pelo satélite NOAA, durante o período de 1993 a 2010.

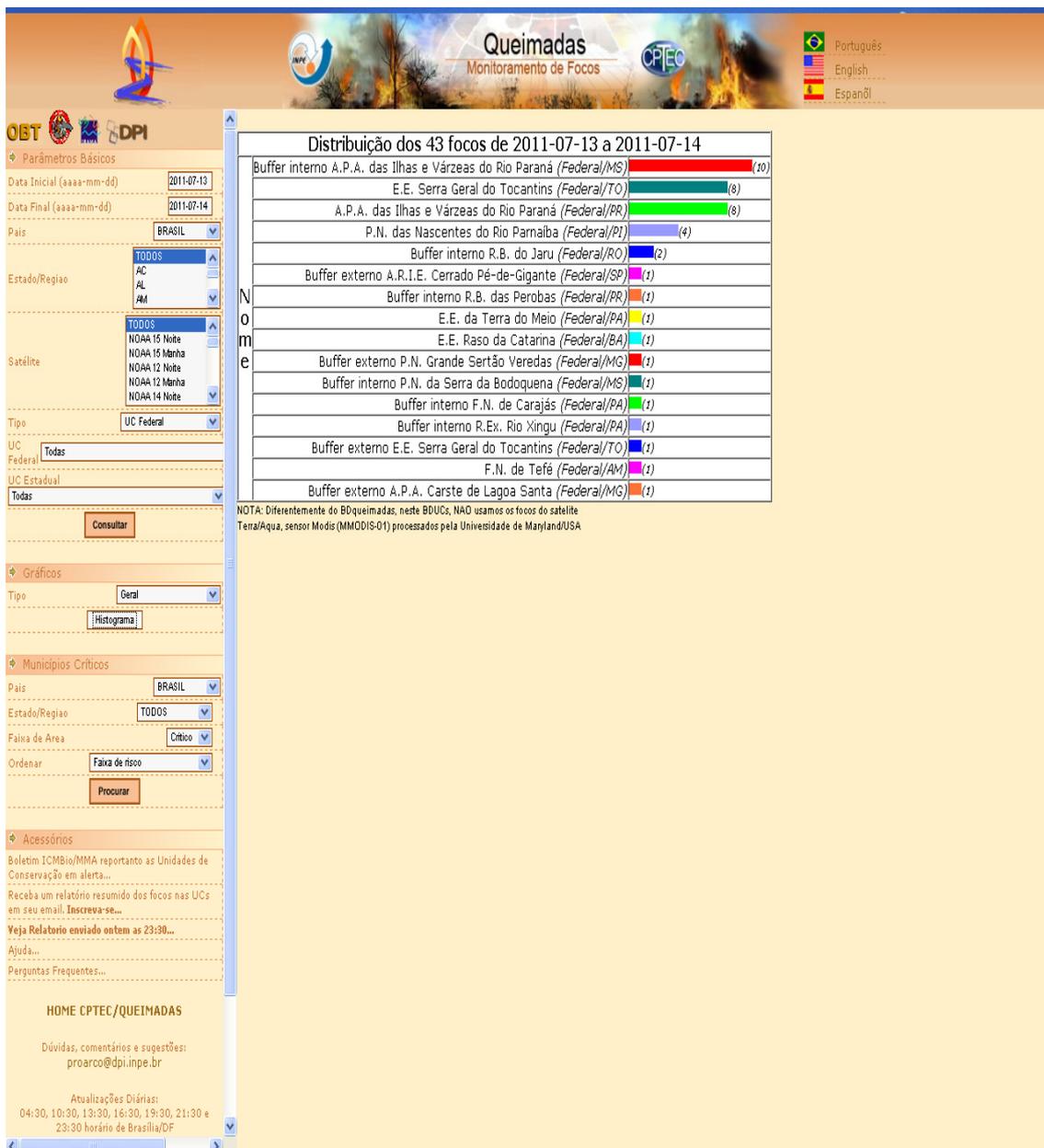


Figura 6. Gráfico de barras representando o número de focos de queimadas registrados semanalmente por todos os satélites disponíveis, em todos os estados entre os dias 13 e 14 de julho de 2011. Fonte: Projeto de Monitoramento de Queimadas CPTEC/INPE.



Figura 7. Número de focos nas Unidades de Conservação no período de 11 a 12 de setembro de 2005. Fonte: Projeto de Monitoramento de Queimadas CPTEC/INPE

2.3 O Projeto SONDA

O SONDA (Sistema de Organização Nacional de Dados Ambientais) é um projeto desenvolvido pelo CPTEC/INPE (Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), e tem o financiamento da PETROBRAS e FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos).

Obteve início com o incentivo do projeto SWERA (Solar and Wind Energy Resource Assessment) que consiste em uma iniciativa de parceria com a ONU (Organização das Nações Unidas) para o desenvolvimento e inovação tecnológica de alternativas para energias renováveis como a solar e eólica. O projeto SONDA tem como objetivo a aquisição de dados para construir um banco de dados eficiente e de boa qualidade colocando à disposição do público, e assim viabilizar o investimentos, tanto do setor público como o privado para novos projetos relacionados ao setor energético

E para fins de auxiliar no desenvolvimento de pesquisas para se conhecer o potencial energético dos recursos solar e eólico do Brasil.

Assim, a rede SONDA desenvolveu e implementou uma base de dados de confiança e qualidade que está disponível ao domínio público através de estações de referências (solares e anemométricas) espalhadas por todo o território brasileiro que foram divididas em 2 grupos: uma de dados ambientais e outra de dados anemométricos; para obter essa base de dados a rede SONDA possui estações espalhadas por todo o Brasil, sendo 13 estações próprias e 2 colaboradoras, que classificam-se como solares(S), anemométricas(A) ou solares e anemométricas(SA).

Os dados da rede SONDA serão utilizados neste projeto de Iniciação Científica, por isso a necessidade de compreender os procedimentos adotados para a coleta de dados nas estações da rede. Cada estação possui sensores, capazes de medir as seguintes variáveis classificadas em:

Dados Ambientais

• Solarimétricos

Radiação Global horizontal;

Radiação Direta Normal;

Radiação Difusa;

Radiação de Onda Longa Descendente ;

Radiação Fotossinteticamente Radiativa (PAR);

Iluminância (Lux)

- **Meteorológicos**

Temperatura do Ar (Superfície);

Umidade Relativa do ar;

Pressão do ar;

Precipitação de chuva;

Velocidade do vento a 10m;

Direção do vento a 10m;

Dados Anemométricos

- **Velocidade do vento:**

25m de altura

50m de altura

- **Direção do Vento:**

25m de altura

50m de altura

- **Temperatura:**

25m de altura

50m de altura

Os dados coletados nas estações da rede SONDA são submetidos a um processo de controle de qualidade (qualificação), para garantir a confiabilidade e qualidade dos dados antes de serem disponibilizadas ao usuário.



Figura 8. Estações do Projeto SONDA distribuídas ao longo do Território Brasileiro. Fonte: SONDA (2011).



Figura 9. Foto da plataforma de coleta de dados da estação SONDA localizada em São Martinho da Serra/RS.

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

O projeto iniciou-se com a obtenção de dados ambientais provenientes de estações do projeto SONDA, dos quais são disponibilizados em seu site através do endereço eletrônico; www.sonda.com.br, cujo conteúdo contém as variáveis ambientais divididas em Solarimétricos contendo as seguintes medidas: Radiação Global horizontal, Radiação Direta Normal, Radiação Difusa, Radiação de Onda Longa Descendente, Radiação Fotossinteticamente Radiativa (PAR), Iluminância (Lux) e Meteorológicos contendo medidas de: Temperatura do Ar (Superfície); Umidade Relativa do ar; Pressão do ar; Precipitação de chuva; Velocidade do vento a 10m; Direção do vento a 10m.

A figura 10 apresenta uma planilha de dados coletados na estação SONDA. Neste estudo utilizou-se somente os dados de medidas de: Radiação Global horizontal, Radiação Direta Normal, Radiação Difusa para encontrar quais foram os dias de céu claro, assim eliminando as incertezas provenientes da influencia da nebulosidade sobre a radiação solar. Dias de céu claro são identificados por curvas totalmente alinhadas atingindo o pico máximo de irradiância próximo ao meio-dia do horário solar local

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
Ano	Dia juliano	Data	Minutos	Radiação Global	Radiação Direta	Radiação Difusa	Onda Longa	PAR	Lux	Temperatura	Umidade	Pressão	Precipitação	Velocidade	Direção do vento	
2006	121	1/5/2006	00:00:00	-2,884	-2,248	-1,276	336,1	-0,02	-0	18,86	84,2	905,51	0	-0,06	354,2	
3	2006	121	1/5/2006	00:01:00	-2,869	-2,248	-1,276	335,6	0	-0	18,79	84,4	905,51	0	-0,06	354,2
4	2006	121	1/5/2006	00:02:00	-2,849	-2,265	-1,276	334,8	-0,01	-0	18,34	85,4	905,57	0	-0,06	354,1
5	2006	121	1/5/2006	00:03:00	-2,695	-2,248	-1,276	333,9	-0,01	-0	18,54	85,1	905,57	0	-0,06	354,1
6	2006	121	1/5/2006	00:04:00	-2,583	-2,248	-1,276	335,2	-0,03	-0,01	18,75	85,5	905,64	0	-0,058	354,2
7	2006	121	1/5/2006	00:05:00	-2,581	-2,248	-1,276	335,7	-0,01	-0,01	19	83,7	905,63	0	0,37	354,2
8	2006	121	1/5/2006	00:06:00	-2,571	-2,186	-1,276	335,8	-0,01	-0,01	19,13	83,5	905,64	0	0,403	354,2
9	2006	121	1/5/2006	00:07:00	-2,528	-2,026	-1,349	335,1	-0,01	-0	19,1	83,7	905,7	0	0,449	354,2
10	2006	121	1/5/2006	00:08:00	-2,555	-1,88	-1,574	336,9	-0,01	-0	19,1	82,5	905,64	0	0,47	354,1
11	2006	121	1/5/2006	00:09:00	-2,578	-1,88	-1,641	337,1	-0,01	-0	19,04	83,3	905,7	0	0,619	354,1
12	2006	121	1/5/2006	00:10:00	-2,581	-1,853	-1,641	337,6	-0,01	-0	18,97	83,4	905,7	0	0,638	354,2
13	2006	121	1/5/2006	00:11:00	-2,578	-1,839	-1,641	336	0	-0,01	19	84,8	905,7	0	0,66	354,2
14	2006	121	1/5/2006	00:12:00	-2,581	-1,839	-1,641	336	-0,01	-0,01	19,01	84,2	905,7	0	0,631	354,2
15	2006	121	1/5/2006	00:13:00	-2,576	-1,839	-1,641	336,8	0,011	-0,01	19,04	83,2	905,7	0	0,552	354,2
16	2006	121	1/5/2006	00:14:00	-2,431	-1,839	-1,641	337,7	0	-0,01	19,14	82,3	905,7	0	0,437	354,1
17	2006	121	1/5/2006	00:15:00	-2,28	-1,808	-1,641	338	0	-0,01	19,26	82,3	905,69	0	0,344	354,2
18	2006	121	1/5/2006	00:16:00	-2,29	-1,788	-1,641	337,7	0	-0	19,18	82,6	905,7	0	0,474	354,2
19	2006	121	1/5/2006	00:17:00	-2,366	-1,713	-1,641	337,6	-0,01	-0,01	19,08	84,1	905,76	0	0,417	354,2
20	2006	121	1/5/2006	00:18:00	-2,404	-1,485	-1,641	338	0,016	-0	19,1	83,4	905,76	0	0,347	354,2
21	2006	121	1/5/2006	00:19:00	-2,302	-1,43	-1,641	338,6	0	-0,01	19,2	83,3	905,7	0	0,249	354,2
22	2006	121	1/5/2006	00:20:00	-2,282	-1,43	-1,641	339,5	0	-0	19,06	82,3	905,76	0	0,05	354,2
23	2006	121	1/5/2006	00:21:00	-2,277	-1,43	-1,641	338,5	0,005	-0,01	18,92	82,9	905,76	0	-0,06	354,2
24	2006	121	1/5/2006	00:22:00	-2,297	-1,43	-1,641	338,1	-0,02	-0	19,06	83,5	905,7	0	-0,06	354,2
25	2006	121	1/5/2006	00:23:00	-2,333	-1,43	-1,641	337,1	0	-0	19,04	83,5	905,76	0	-0,06	354,2
26	2006	121	1/5/2006	00:24:00	-2,28	-1,182	-1,641	339	-0,02	-0	19,33	82,2	905,76	0	-0,06	354,2
27	2006	121	1/5/2006	00:25:00	-2,277	-1,022	-1,656	338,9	-0,01	-0	19,58	79,5	905,76	0	0	354,2
28	2006	121	1/5/2006	00:26:00	-2,275	-1,015	-1,963	340,3	0,005	-0,01	19,72	78,1	905,76	0	0,349	354,2
29	2006	121	1/5/2006	00:27:00	-2,275	-0,909	-2,006	343	-0,01	-0,01	19,74	77,5	905,76	0	0,301	354,2
30	2006	121	1/5/2006	00:28:00	-2,277	-1,022	-2,006	338,9	0,005	-0,01	19,31	79,6	905,76	0	0,035	354,2
31	2006	121	1/5/2006	00:29:00	-2,282	-1,008	-2,006	337,6	0,005	-0,01	19,49	78,8	905,82	0	0,283	354,2
32	2006	121	1/5/2006	00:30:00	-2,29	-1,005	-2,006	340,4	-0,01	-0,01	19,47	78,8	905,82	0	0,392	354,2
33	2006	121	1/5/2006	00:31:00	-2,553	-1,018	-1,994	339,5	0,005	-0,01	19,26	79,5	905,76	0	0,137	354,2
34	2006	121	1/5/2006	00:32:00	-2,578	-1,022	-1,757	337,9	-0,02	-0,01	19,25	80,5	905,82	0	-0,06	354,2
35	2006	121	1/5/2006	00:33:00	-2,581	-1,022	-1,641	338,5	-0,02	-0,01	19,08	81	905,82	0	-0,06	354,2

Figura 10. Planilha com as medidas de dados ambientais (solarimétricos e meteorológicos) de minuto a minuto para o ano de 2006 no mês de maio da estação de Brasília da rede SONDA

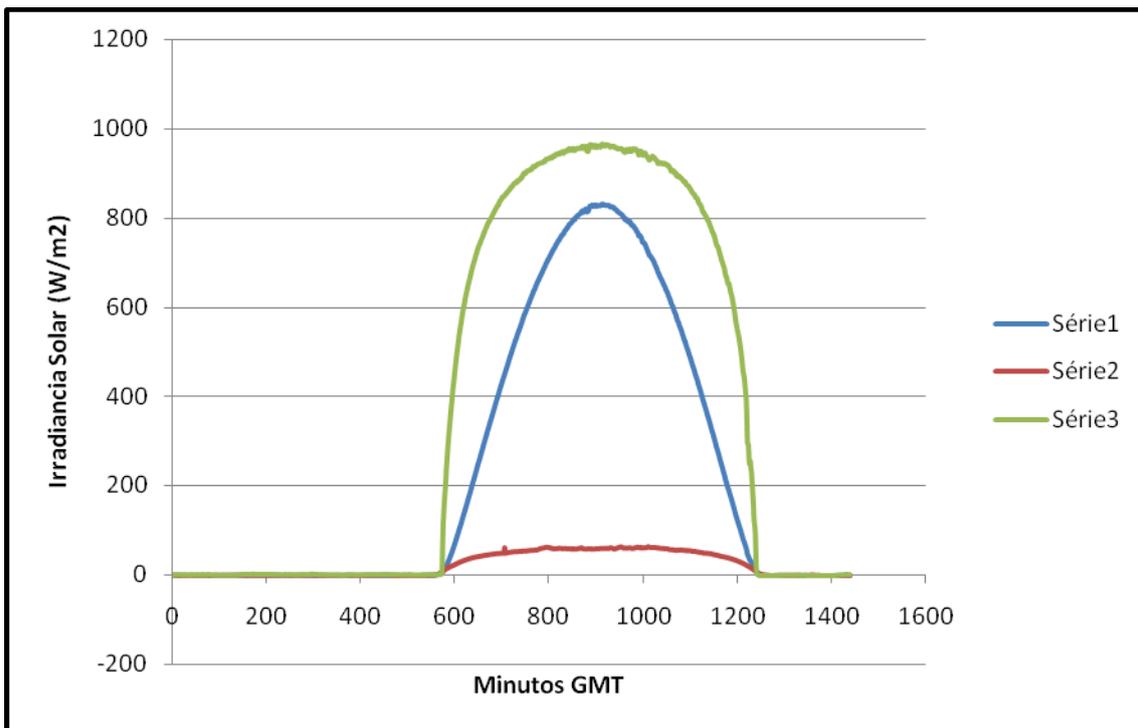


Figura 11. Gráfico representando um dia de céu claro, onde a linha de cor verde é a radiação direta, a linha de cor vermelha é a e radiação difusa e a linha de cor azul é a radiação global para o dia 30/05/2006 medida da estação de Brasília da rede SONDA

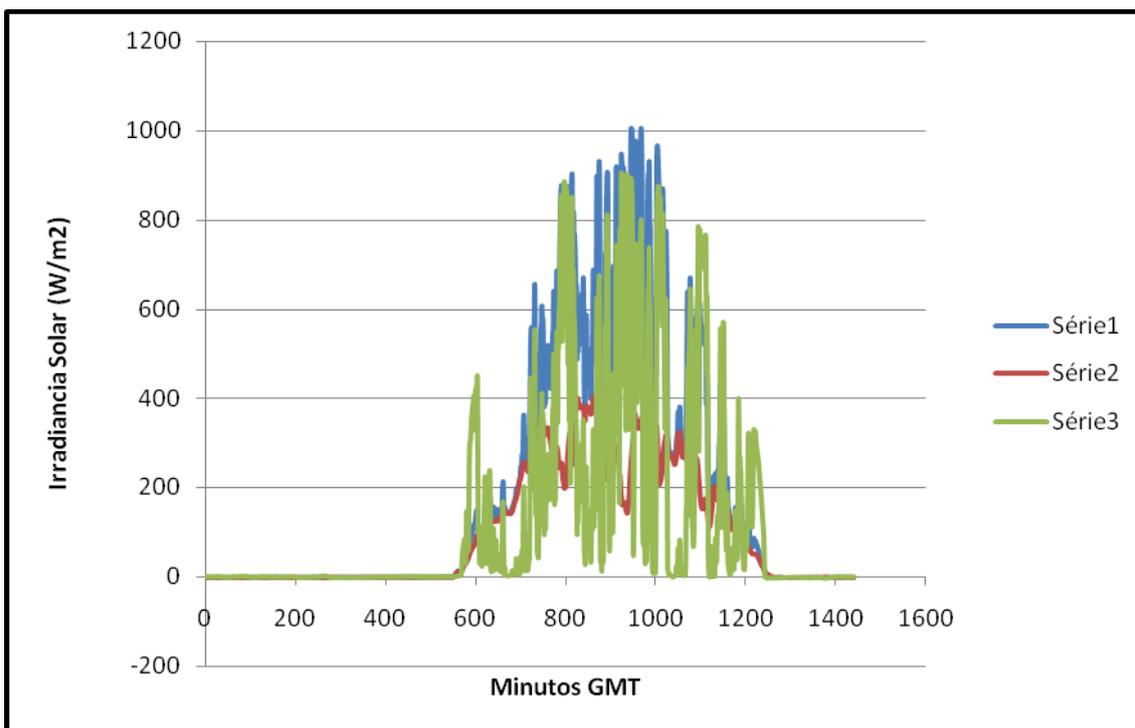


Figura 12. Gráfico representando um dia nublado, onde a linha de cor verde é a radiação direta, a linha de cor vermelha é a radiação difusa e a linha de cor azul é a radiação global para o dia 30/05/2006 medida da estação de Brasília da rede SONDA

3.1 Trabalhos efetuados com a ferramenta Computacional Matlab

Após a análise para identificar os dias de céu claro para as estações da rede SONDA a bolsista iniciou um estudo ao programa computacional Matlab para desenvolver um programa computacional para identificar a soma total diária das radiações global, direta e difusa. Segundo Zeri (2001) “O MATLAB é tanto uma linguagem de programação quanto um ambiente de computação técnica que possibilita a análise e visualização de dados, cálculos matemáticos e desenvolvimento de algoritmos, entre outras aplicações”. Portanto, grande parte do projeto destinou-se a aprendizagem e aplicações de exemplos e tarefas para efetuar-se a elaboração de comandos, para então

trabalhar com os dados de céu claro e de focos de queima no programa computacional Matlab.

Assim os trabalhos com comandos no programa Matlab, iniciou-se importando dados da planilha eletrônica Excel, para obter a soma total diária da radiação global, direta e difusa nos dias determinados como claros. O APÊNDICE 1 apresenta o código desenvolvido para esta finalidade.

Os resultados obtidos pela execução do código são apresentados conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Dados trabalhados no MATLAB contendo o total diário das radiações global, difusa e direta medidos minuto a minuto para os dias de céu claro no mês de Maio/2006 na estação localizada em Brasília.

Dia Juliano	Radiação Global	Radiação Direta	Radiação Difusa
148	20740968	32757760	1965924.3
150	20345751	32237064	1860130.3
151	20251498	31458990	2108289.5

3.2 Obtenção de Dados de Queimadas

Dando continuidade ao projeto obteve-se dados de focos de queimadas através do CPTEC/INPE- MCT que estão disponíveis através de seu site : <http://www.queimadas.cptec.inpe.br> arquivos no formato .txt contendo a média diária de focos de incêndio em quadrículas para o período entre os anos de 1993 a 2010 contendo os exatos pontos de latitude e longitude (pixels) variando de 0,5 em 0,5 grau imageados pelo satélite NOAA.

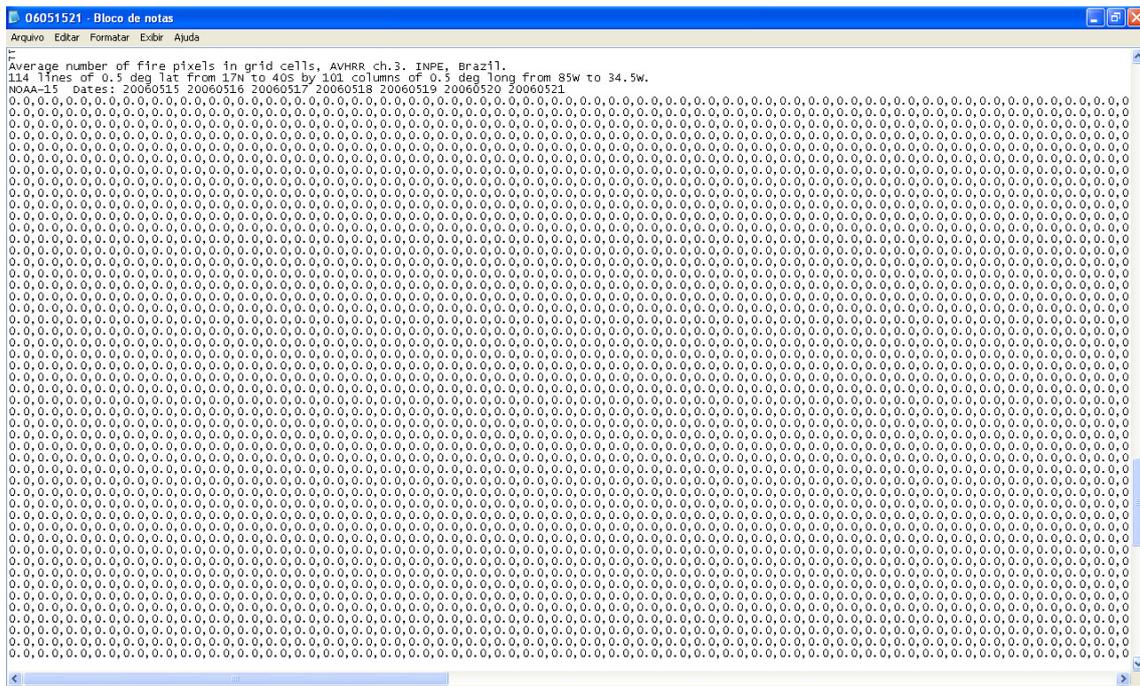


Figura 13. Arquivo .txt contendo a média dos focos de queima para o intervalo do dias 15 a 21 de maio de 2006 entre as latitudes 17N e 40 S e longitudes 85 W a 34,5 W

Outro Script em Matlab foi desenvolvido, agora para identificar a posição de latitude e longitude em que se encontra cada estação da rede SONDA, dentro do arquivo de dados de focos de queimadas, O script é responsável pela importação do arquivo .txt e manipulação para identificar o ponto desejado e armazenar o valor de queimadas no período que inclui o dia de céu claro identificado na etapa anterior. A partir de comandos de entrada realizados no programa MATLAB, pode-se analisar os dados obtidos do satélite, nas localidades das estações e detectar os pontos de coordenadas geográficas onde elas se encontravam.

Ao término desta etapa, efetuou-se então a identificação para cada estação Sonda das seguintes localidades: Brasília-BR, Caicó- RN, Campo Grande- MS, Cuiabá-MT, Florianópolis-SC, Natal-RN, Ourinhos- SP, Palmas- TO, Petrolina- BA, Rolim de Moura- RO, São Luiz- MA e São Martinho da Serra- RS se houve queimada ou não, sendo o valor encontrado no final do arquivo de saída do Matlab for igual a zero, significa que não houve queimada; mas se o resultado de saída identificou um valor

maior ou igual a zero significa que naquele ponto não houve queimada. O APÊNDICE 2 apresenta o código desenvolvido para esta finalidade.

RESULTADOS

A partir de comandos de entrada realizados no programa Matlab, pode-se analisar os dados obtidos do satélite NOAA, para os anos de 1993 a 2010 contendo médias semanais com quadrículas de focos de queima, comparando se nas coordenadas geográficas das estações da rede SONDA situada nas seguintes localidades: Brasília-BR, Caicó, Campo Grande- MS, Cuiabá-MT, Florianópolis-SC, Natal-RN, Ourinhos, Palmas-TO, Petrolina-BA, Rolim de Moura, São Luiz-MA e São Martinho da Serra- RS em que identificou-se dias claros entre os anos de 2003 a 2010. O programa conseguiu detectar os pontos geográficos onde elas se encontravam e fazer a intersecção das suas latitudes e longitudes para verificar se em sua localização ou nas regiões próximas houve ou não queimadas acima de 30 metros de extensão por 1000 metros de largura. Nas cidades supracitadas os dados demonstraram que em nenhuma delas houve em média de sete dias uma queimada dessas proporções. A Figura 14 mostra uma imagem da planilha de dados produzida com os resultados deste código MATLAB.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1		A12														
2	Dia	Dia Juliano	RADIAÇÃO GLOBAL	RADIAÇÃO DIRETA	RADIAÇÃO DIFUSA	QUEIMADA										
3	28	148	20740968	32757760	19659243	0										
4	30	150	20345751	32237064	18601303	0										
5	31	151	20251498	31458990	21082895	0										
6																
7																
8		A14														
9	Dia	Dia Juliano	RADIAÇÃO GLOBAL	RADIAÇÃO DIRETA	RADIAÇÃO DIFUSA	QUEIMADA										
10	28	148	20740968	32757760	19659243	0										
11	30	150	20345751	32237064	18601303	0										
12	31	151	20251498	31458990	21082895	0										
13																
14		A15				0										
15	Dia	Dia Juliano	RADIAÇÃO GLOBAL	RADIAÇÃO DIRETA	RADIAÇÃO DIFUSA	QUEIMADA										
16	28	148	20740968	32757760	19659243	0										
17	30	150	20345751	32237064	18601303	0										
18	31	151	20251498	31458990	21082895	0										
19																
20		A18				0										
21	Dia	Dia Juliano	RADIAÇÃO GLOBAL	RADIAÇÃO DIRETA	RADIAÇÃO DIFUSA	QUEIMADA										
22	28	148	20740968	32757760	19659243	0										
23	30	150	20345751	32237064	18601303	0										
24	31	151	20251498	31458990	21082895	0										
25																
26		D12				0										
27	Dia	Dia Juliano	RADIAÇÃO GLOBAL	RADIAÇÃO DIRETA	RADIAÇÃO DIFUSA	QUEIMADA										
28	28	148	20740968	32757760	19659243	0										
29	30	150	20345751	32237064	18601303	0										
30	31	151	20251498	31458990	21082895	0										
31																
32																
33		D14				0										

Figura 14. Planilha eletrônica contendo os resultados de queimadas ou não para as medidas de cada estação Sonda. Estação de Brasília (-15S, -47W) para o mês de maio de 2006

CONCLUSÃO

Durante o período de atividades deste Projeto de Iniciação Científica, o bolsista realizou uma ampla revisão bibliográfica referente ao tema do projeto com o intuito de desenvolver os tópicos descritos anteriormente.

A análise de dados de radiação solar medidos nas estações SONDA de Brasília-BR, Caicó, Campo Grande- MS, Cuiabá-MT, Florianópolis-SC, Natal-RN, Ourinhos, Palmas- TO, Petrolina- BA, Rolim de Moura, São Luiz- MA e São Martinho da Serra-RS; onde efetuou-se a seleção de dias de céu claro e posteriormente a soma diária das radiações global, direta e com o auxílio de comandos em Matlab; após essa seleção e identificação das coordenadas geográficas das estações acima citadas, também com o auxílio de comandos em Matlab, pode-se comparar se nas posições das estações ou em sua vizinhança durante a média estimada pelos dados disponibilizados pela CPTEC/INPE- MCT ocorreu focos de queimada ou não, assim para todas as estações em todos os anos não houve nenhum foco de queimada.

Assim por falta de tempo hábil, a análise de uma série maior de dados faz-se importante para futuros trabalhos como intuito de assim efetuar novas verificações, como também realizar a comparação de medidas de irradiação solar coletadas em outros sítios com Estações do Projeto SONDA, com as estimativas e dados disponíveis pelo CPTEC/INPE- MCT

BIBLIOGRAFIA

- ALVES, C. *Aerossóis Atmosféricos: Perspectiva Histórica, Fontes, Processos Químicos de Formação e Composição Orgânica*. Química Nova, v. 28, n. 5, p. 859-870, 2005.
- SONDA, Sistema de Organização Nacional de Dados Ambientais CPTEC/INPE. Disponível em: < <http://www.cptec.inpe.br/sonda>>
- KIRCHHOFF, V. W. J. H. *Queimadas na Amazônia e Efeito Estufa INPE*, Contexto, 1992.
- MARTINS, F. R. et al. *Mapas de irradiação solar para o Brasil – Resultados do Projeto SWERA*. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 3137-3145.
- PEREIRA
- ECK, T. F., et al. *Measurements of irradiance attenuation and estimation of aerosol single scattering albedo for biomass burning aerosols in Amazonia*. Jour. Geophys. Res., 103 (D-24), 31865-31878, 1998.
- FEREK, R. J. et al. *Emission factors of hydrocarbons, halocarbons, trace gases and particles from biomass burning in Brazil*. Jour. Geophys. Res., 103 (D24), 32107-32118, 1998
- PEREIRA, E. B., et al., *Airborne measurements of burning of biomass aerosols in Brazil related to “TRACE-A” experiment*, Jour. Geophys. Res. 101(D19): 23983-2399, 1996
- TRONISKOV, I. V., Nobre, C. A. *Estimation of aerosol transport from biomass burning areas during SCAR-B experiment*. Jour. Geophys. Res., 103 (D24), 32129-32137, 1998.
- SETZER, A. W.; Pereira, M. C.; Pereira, A. C. *Sattelite studies of biomass burning in Amazonia – some practical aspects*. Remote Sensing Reviews, 10. 91-103.1994.
- MARTINS, F. R. *Influência do processo de determinação da cobertura de nuvens e dos aerossóis de queimada no modelo físico de radiação BRASIL-SR*. Tese de doutorado, INPE, 2001.
- CRESESB Disponível em: < <http://www.cresesb.cepel.br/>
Projeto de Queimadas CPTEC/INPE [online]: <http://www.queimadas.cptec.inpe.br>
- ZERI, L. M. M., *Apostila de MATLAB*, São José dos Campos, INPE, 2001.

APÊNDICE 1

Código em linguagem MATLAB para determinação do total diário das irradiações global e componentes direta e difusa.

Segue abaixo o código do script desenvolvido para cálculo do total diário da irradiação solar global, direta e difusa a partir dos dados coletados nas estações da rede SONDA.

```
M = xlsread('JULHO-BRB04BB.xlsx');
savefile = 'BRB_07_2004.txt';

DIASCLAROS = [208 209 210]; %identifico quais são os dias claros do mês

aux = size(DIASCLAROS); % calculando nro de dias claros
ndc = aux(2);
clear aux;

% DETERMINANDO NUMERO DE LINHAS DO ARQUIVO
aux=size(M);
n_linhas= aux(1);
clear aux;

%criando a matriz contendo os dias claros(linhas)
%e as três radiações (colunas)Tabela
resultado(:,1)=DIASCLAROS;
% iterando para os dias claros
for j=1:ndc
    GLOBAL=0; %DEFININDO AS RADIACOES DE INTERESSE
    DIRETA=0;
    DIFUSA=0;
    for i=1:n_linhas % iterando para o nro de linhas
        if M(i,3)==DIASCLAROS(j)
            if M(i,7)>=0 % identificar se é dia atraves da rad. global
                GLOBAL=GLOBAL+M(i,7)*60;
                DIRETA=DIRETA+M(i,8)*60;
                DIFUSA=DIFUSA+M(i,9)*60;
            end
        end
    end
    resultado(j,2)=GLOBAL;
    resultado(j,3)=DIRETA;
    resultado(j,4)=DIFUSA;
end
% salvando arquivo no disco
save (savefile,'resultado','-ascii');
```

APÊNDICE 2

Código desenvolvido para verificação no número médio de eventos de queimada na quadícula referente à posição das estações SONDA nos dias de céu claro.

```
files= dir('C:/matlab/JULHO/*.D*');

cd ('C:/matlab/JULHO/');

for k=1:length(files);
%mapa= textscan (files(k,1).name); % importando dados de files e lendo
savefile = files(k,1).name;

    m=0;
    fid = fopen(files(k,1).name,'r');
    fout = fopen('tempo.temp','w');

    while ~feof(fid)
        linha = fgets(fid)
        m= m + 1;

        if(i >240)
            fprintf(fout,'%s\n',linha);
        end
    end

fclose (fid)
mapa= importdata('tempo.temp'); % importando dados de files e lendo

    for i=1:101          %condição para na linha 115 (linha de longitude)
        mapa(115,i)=(85.5-0.5*i); %fazer o valor de 85W até 34.5W decrescendo
de 0.5 grau
    end

    for j=1:115          %condição para na coluna 102 (coluna de latitudes)
        mapa(j,102)=(17.5-0.5*j); %fazer o valor de 17N até 40S decrescendo de
0.5 grau
    end

    latproc= -15; % variável, da latitude da estação de BRB
    lonproc= 47; % variável, da longitude da estação de BRB

    for t=1:114          %condição para achar a latitude procurada (15)
        if mapa(t,102)==latproc
            poslat=t % e guardar na variável poslat
```

```
    end
end

for n=1:101          %condição para achar a longitude procurada (47)
    if mapa (115,n)==lonproc
        pslon=n
    end             % e guardar na variável psl
end

poslat3=mapa(poslat,pslon) %variável para mostrar o local(posição)
                        %onde cruzou-se as coordenadas, e assim mostrar o
                        %valor encontrado na célula da posição

fogo(116,1)=poslat3;

save (savefile,'mapa','poslat','pslon','poslat3','-ascii');

end

save fogo;
```
