

DESENVOLVIMENTO DE UM MÉTODO DE DETERMINAÇÃO AUTOMÁTICA DE COBERTURA DE NUVENS

Mateus Augusto Rocha Andrade

Aluno da Universidade do Vale do Paraíba - Bolsa PIBIC/CNPq

Orientador: Dr. Enio Bueno Pereira, Pesquisador, INPE/DGE

A observação das nuvens é uma atividade realizada periodicamente, pois é de interesse da comunidade científica todo o volume de informações relevantes a cerca delas. As nuvens desenvolvem um papel de grande importância dentro do caráter global atmosférico, possuem características de intervir como agente modulador da radiação solar na atmosfera, pois apresentam grande capacidade de refletir de volta ao espaço a energia proveniente da radiação solar, ainda apresentam capacidade de reter o calor que seria irradiado pela Terra de volta ao espaço.

O efeito modulador das nuvens tem conseqüências importante, pois a manutenção do sistema em que vivemos, depende da interação entre oceanos, os continentes, e a atmosfera, essa interação não obedece a leis de comportamento linear, qualquer perturbação no sistema pode levar a resultados surpreendentes e até mesmo imprevisíveis.

O Desenvolvimento de um método de estimativa automática da cobertura fracionária de nuvens irá permitir uma série de aplicações científicas e também aplicações imediatas. Entre elas pode-se citar as observações sistemáticas da cobertura de nuvens que é realizada nos aeroportos para fins de proteção ao vôo e as observações das redes de estações do sistema meteorológico brasileiro.

A determinação da cobertura de nuvens atualmente é realizada visualmente por um observador treinado para realizar esta tarefa. O grande problema deste método é a falta de padronização, pois cada observador interpreta o que ele está vendo de uma maneira diferente de outro observador. Com o uso de um sistema que determine automaticamente a cobertura de nuvens, este problema desaparece, pois o sistema interpreta as imagens sempre da mesma forma. Outra vantagem é que desaparece o fator erro humano, que é um problema comum neste tipo de observação.

A técnica empregada na coleta dos dados é a da fotografia digital. Com uma câmara fotográfica digital montada dentro de um hemisfério protetor em acrílico que visa a proteção da câmara fotográfica contra intempéries. Uma cinta opaca colocada sob o hemisfério protetor impede a incidência direta da radiação solar sobre o sistema óptico da câmara.

As imagens coletadas utilizam o sistema RGB (Red, Green, Blue), para definir as cores. O sistema RGB, não é apropriado para este tipo de análise, por isto as imagens são convertidas para o sistema IHS (Intensity, Hue, Saturation), onde *I* representa a componente intensidade da radiação, *H* a matiz de cor, e *S* a saturação, trabalhando assim, com os atributos de cada componente.

Para se obter os valores que serão utilizados pelo programa que analisa as imagens, é necessário, determinar a partir das imagens coletadas os valores de intensidade, saturação e matiz, que melhor representem o contraste entre céu e nuvens. Por isto é feito um trabalho de pré processamento desta imagens.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE

São José dos Campos

2º Relatório Parcial PIBIC

Aluno: Mateus Augusto Rocha Andrade
Orientador: Dr. Enio Bueno Pereira

Relatório de Iniciação Científica

Bolsista de Iniciação Científica : Mateus Augusto Rocha Andrade

Período : Abr/99 – Jun/99

Instituição de Vínculo da Bolsa: INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Pesquisador Responsável pelo Projeto: Dr. Enio Bueno Pereira

Atividades Acadêmicas:

Cursando atualmente o quarto ano do curso de Engenharia Civil, na Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), o curso esta sendo realizado no período noturno. Permitindo assim que as atividades desenvolvidas no instituto, não interfiram em minhas obrigações escolares. Os cursos que estão sendo feitos neste período são:

Arquitetura
Estradas e Transportes
Instalações Hidráulicas Prediais
Hidráulica
Mecânica dos Solos
Projeto Auxiliado por Computador
Sistemas Estruturais I
Teoria das Estruturas II

Atividades de Pesquisa:

As atividades desenvolvidas no instituto, durante o período de vigência da bolsa. Visam desenvolver métodos para coletar, processar e analisar dados atmosférico destinados a pesquisa científica.

Nesta etapa de vigência da bolsa, as atividades concentraram-se em projetos ligados a Radiação Solar, com atividades relacionadas ao tratamento de dados.

Foram realizados trabalhos em dois projetos na área de Radiação solar, que são:

- Modelo Brasil-SR
- Imageador de nuvens

Atividades de Estudo Dirigido:

Como atividade complementar parte do tempo destinado a bolsa, foi dedicado para o aperfeiçoamento e aprendizagem de novas ferramentas de informática, que serão utilizadas em trabalhos futuros. Como exemplo pode-se citar o estudo da linguagem de programação C++, utilizando o compilador C++ Buidar 3, que é uma linguagem moderna e muito poderosa.

Modelo Brasil-SR:

Introdução:

O modelo BRASIL-SR é um modelo físico que assume a existência de uma relação linear entre o fluxo de radiação solar ascendente e o fluxo de radiação solar incidente na superfície. O modelo considera a cobertura de nuvens como principal fator de influência sobre a transmitância atmosférica. As demais propriedades óticas da atmosfera são consideradas como fator secundário e são modeladas considerando seus valores climatológicos. O modelo determina a transmitância atmosférica para as condições de céu claro e céu completamente nublado. A estimativa da radiação incidente na superfície é obtida através do coeficiente de cobertura efetiva de nuvens. Atualmente, a cobertura efetiva de nuvens é determinada a partir das imagens do canal visível do satélite GOES-8.

A Figura 1 apresenta o fluxograma do Modelo BRASIL-SR descrevendo todas as etapas para a obtenção de estimativas de radiação solar.

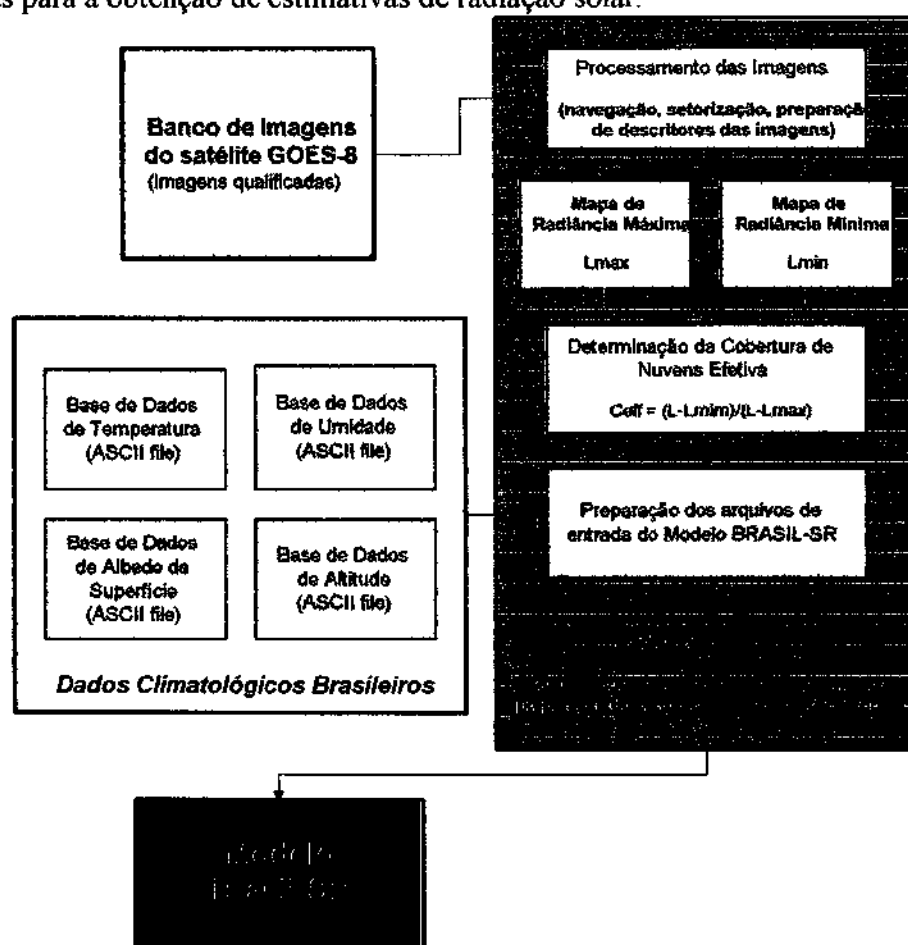


Figura 1 - Fluxograma do Modelo BRASIL-SR: manipulação de imagens do satélite GOES-8 e dados geográficos e atmosféricos.

Atividades relacionadas ao Banco de Imagens do GOES-8:

As atividades da bolsa neste projeto consistiram em participar como colaborador no desenvolvimento de um software para realizar a qualificação das imagens do satélite GOES-8. Participando de várias etapas do desenvolvimento que vão desde geração de código computacional até a fase de testes finais do programa.

Os motivos que levaram ao desenvolvimento do software e o funcionamento do software serão descritos a seguir:

Antes que as imagens coletadas possam ser utilizadas, elas precisam passar por um controle de qualidade que é chamado de qualificação das imagens.

Como primeira tentativa. Foi tentado fazer uma inspeção visual nas imagens. Para tentar identificar imagens com problemas, mas este método logo se apresentou ineficiente por dois motivos. O primeiro motivo é a quantidade de imagens. São cinco imagens diárias totalizando cerca de 600 imagens mensais. Desta forma seria necessário um tempo muito grande para realizar esta tarefa.

Outro fator foi a necessidade de reduzir o número de imagens não utilizadas por apresentarem falhas. Como a presença de falhas em linhas ou colunas das imagens mostrou-se maior que o esperado, houve meses com necessidade de descartar de 20 a 30% das imagens de determinados horários o que tornava o espaço amostral disponível para a montagem dos mapas de composição muito limitado.

Desta forma foi necessário desenvolver um software que fosse capaz de verificar a presença de defeitos nas imagens tais como linhas verticais e horizontais de ruído. Permitindo assim fazer, além da qualificação das imagens, a correção de falhas em linhas e colunas quando alguns requisitos são atendidos. O software ainda permite o manuseio das imagens do satélite como por exemplo a divisão da imagem e a conversão do formato dos arquivos. A conversão do formato binário (10 bits) para o formato ASCII (8 bits) é necessário para a utilização por programas de visualização de imagens de satélites; e para o formato texto utilizado por aplicativos matemáticos e estatísticos. O software, também, permite criar arquivos binários de pequenas regiões da imagem total (a imagem recebida do CPTEC compreende toda a (América do Sul).

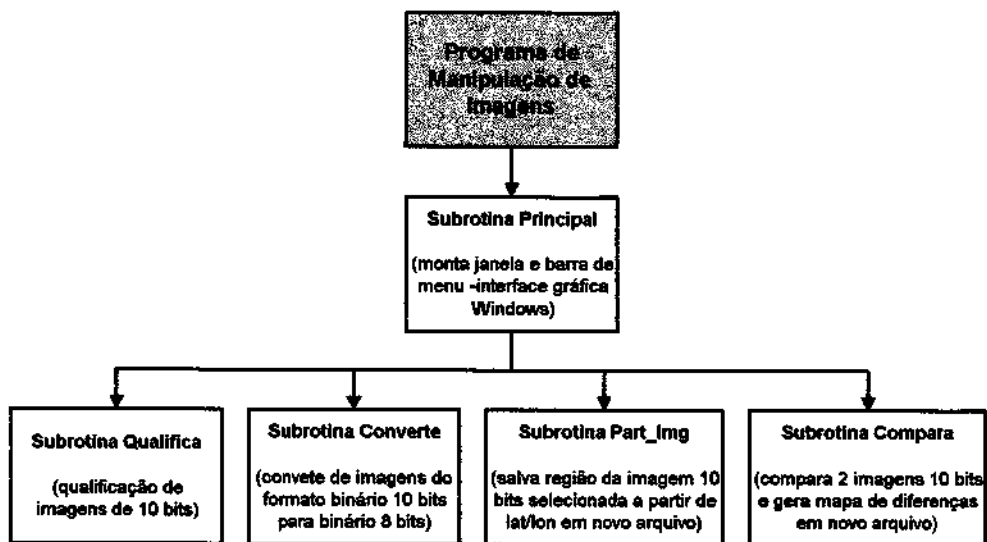


Figura 2 – Diagrama em blocos do software para manipulação dos arquivos de imagens de 10 bits do satélite GOES-8.

A subrotina QUALIFICA substitui os valores negativos e valores zero na imagem pelo valor médio dos pixels vizinhos da mesma linha da imagem, quando esses pixels não apresentarem falhas. Caso um dos pixels vizinhos também apresente falha, o pixel em análise recebe o valor do pixel vizinho sem falha. Se ambos os vizinhos da linha apresentarem falha o mesmo procedimento será repetido utilizando os pixels da coluna. Se todos os vizinhos apresentarem falha o pixel é marcado como falha e o número de pixels não corrigidos será registrado em um arquivo texto gerado como relatório do processo de qualificação das imagens. Caso ocorra uma linha (ou coluna) da imagem com falha, ela será substituída pela média das linhas (ou colunas) anterior e posterior, desde que os pixels dessas linhas (ou colunas) não apresentem falhas. Quando pixels das linhas (ou colunas) vizinhas apresentam falhas um procedimento similar ao descrito acima é executado para substituição da falha. Se o número de pixels com falhas é muito elevado a imagem é sinalizada e descartada (não é utilizada na obtenção da cobertura efetiva de nuvens). A Figura 3 apresenta o fluxograma da subrotina qualifica.

As demais rotinas apresentam um algoritmos simples e bastante óbvio de forma que não necessitam de uma discussão aprofundada. A subrotina PART_IMG navega a imagem a fim de selecionar as linhas e colunas da imagem correspondente a latitude e longitude solicitada pelo usuário e salva as informações dessa região em um novo arquivo em formato binário (10 bits/pixel). A subrotina CONVERTE lê a imagem do arquivo em 10 bits da imagem e, conforme a necessidade do usuário, cria um novo arquivo em formato texto com os valores de cada pixel ou em formato binário (8 bits/pixel). O primeiro formato é utilizado em aplicativos numéricos para processamento estatístico dos dados e o segundo em aplicativos de visualização de imagens. A subrotina COMPARA foi desenvolvida com o objetivo de comparar duas imagens e gerar um mapa com as diferenças entre as radiâncias de cada pixel. Esta subrotina foi bastante útil para comparar as composições de céu claro e nublado geradas pelos diversos algoritmos utilizados.

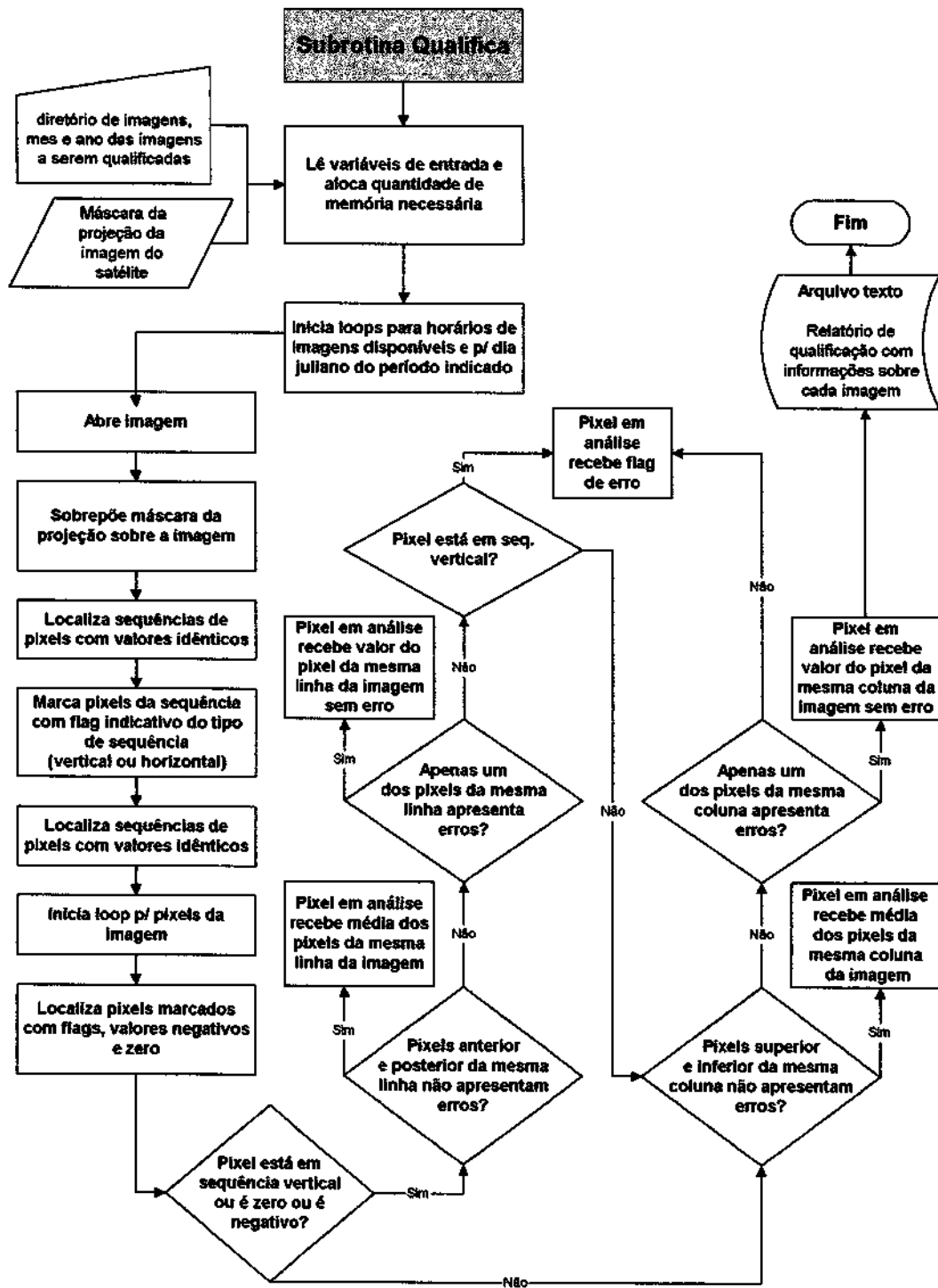


Figura 3 – Fluxograma da subrotina *QUALIFICA* responsável pela correção de falhas nas em linhas e colunas de imagens do satélite GOES-8. A subrotina substitui linhas e colunas com defeitos; e valores zero e negativos das imagens.

Imageador de Nuvens:

Introdução:

O sistema Imageador de Nuvens , é um método que esta sendo desenvolvido para fazer a estimativa automática da cobertura fracionária de nuvens através do emprego de técnicas da fotografia digital e de algoritmos de interpretação dessas imagens. Esse método deverá ser empregado na região antártica onde os métodos que empregam satélites levam a grandes incertezas devido ao albedo da neve.

O continente antártico foi escolhido como base do monitoramento de nuvens pois as correntes de circulação na atmosfera no hemisfério Sul, sofrem a influência direta e indireta da Antártica , portanto nosso clima está intimamente relacionado com a Antártica.

Sendo a radiação solar incidente no topo da atmosfera, o principal fator que define o clima, o equilíbrio entre a radiação incidente e a radiação que é devolvida ao espaço, principalmente na forma de ondas longas de calor é que permite manter a temperatura média da atmosfera na Terra em torno de 15°C (é possível calcular qual deveria ser a temperatura teórica dela, seria de -18°C , mas sabemos que a temperatura média medida é de 15°C , essa diferença pode ser vista, pois a maior parte das radiações infravermelhas emitidas pela litosfera não conseguem atravessar a atmosfera e voltam para a litosfera aumentando a temperatura média da Terra de 33°C , com isso podemos entender $[33^{\circ}\text{C} - 18^{\circ}\text{C} = 15^{\circ}\text{C}]$, que é o efeito estufa natural da Terra benéfico para o desenvolvimento de vida no planeta). O estado de equilíbrio é monitorado nas regiões polares (através de radiômetros) instalados em algumas estações de pesquisas. Variações detectadas nesse balanço poderão indicar as tendências globais de clima.

A Antártica e os oceanos que rodeiam constituem um ambiente importante para se estudar as mudanças de caráter global na atmosfera. Sua importância se baseia não somente pela existência dessa enorme massa de gelo e pelas propriedades radiativas associadas (reflexão da luz e absorção de calor), como também pela distância de regiões urbanas e industrializadas. A distância de fontes poluidoras (química, e térmica) de origem antrópica permite uma avaliação de caráter mais global de impacto do homem sobre a natureza, particularmente sobre a atmosfera e os oceanos.

Cloud Forcing – forçante das nuvens nessa região é bastante intenso. As nuvens possuem uma capacidade de reter o calor que seria irradiado pela Terra, um efeito semelhante ao efeito estufa. Esse efeito, combinado reflexão-retenção da radiação é conhecido como ‘forçante das nuvens – cloud forcing’. Essa forçante parece agir atenuando o processo de congelamento do mar no inverno e retardando a fusão no verão. Esse fenômeno de retroalimentação (negativa no inverno e positiva no verão), pode ser estudado lançando mão de dados de superfície , empregando radiômetros solares; mas nos deparamos com a problemática da extensão da região em questão, a Antártica e ainda, a dificuldade que os sensores dos satélites possuem em distinguir o que é superfície glaciada do que é nuvem.

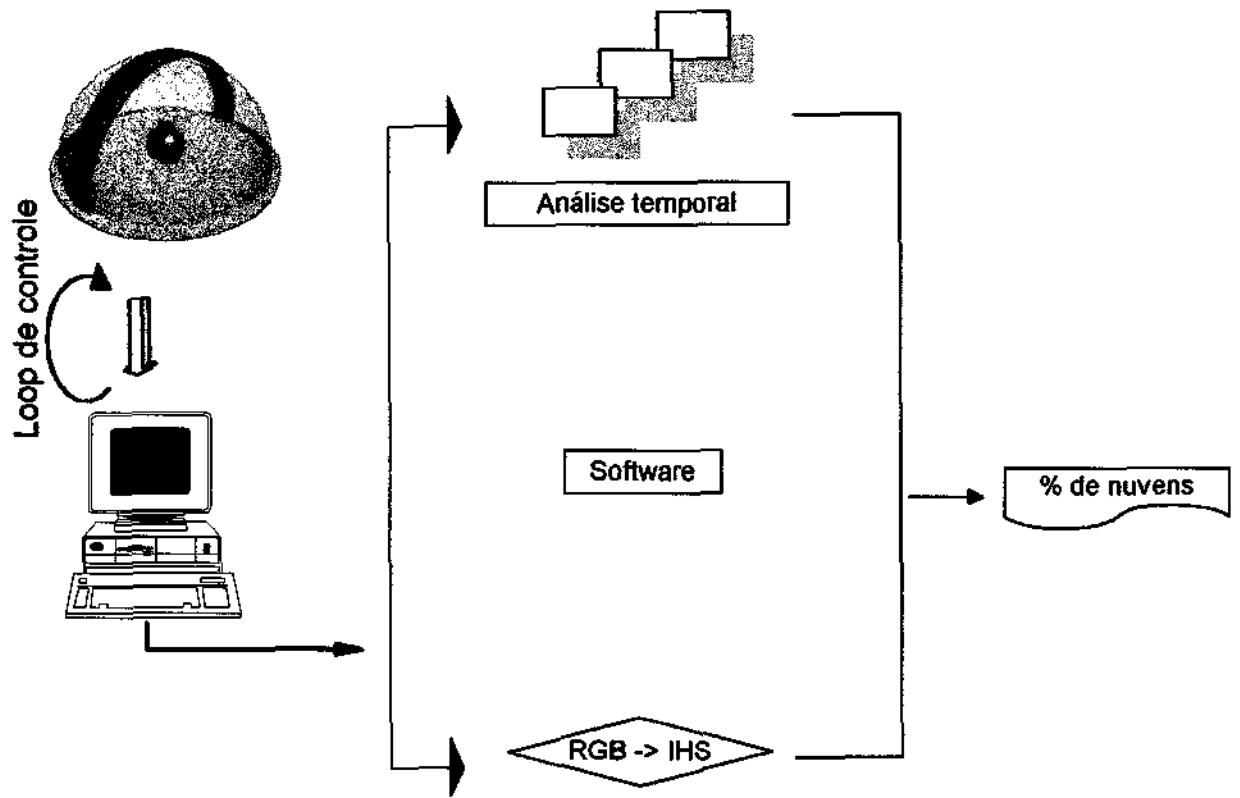


Figura 4 – Sistema de Aquisição de Imagens

Atividades relacionadas com o Imageador de Nuvens:

O programa classificador, é o programa que realiza a separação dos pixels de uma fotografia digital colocando-os, em classes definidas como: nuvem, céu claro, região indeterminada (onde percebemos transição entre céu e nuvem). Este programa necessita ser “treinado” para poder diferenciar o céu das nuvens, e isto é chamado método supervisionado.

O método supervisionado consiste em “ensinar” o programa como agir diante de valores significativos para o contorno do céu. Estamos utilizando a transformação **RGB- IHS**, onde **I** representa a componente intensidade, **H** a matiz de cor, e **S** a saturação, trabalhando assim, com os atributos de cada componente. Como teste inicial usamos a saturação para extremar céu e nuvem.

Para se obter os valores que serão utilizados pelo programa classificador, é necessário, determinar a partir das imagens coletadas os valores de intensidade, saturação e matiz, que melhor representem o contraste entre céu e nuvens. Por isto é feito um trabalho de processamento desta imagens.

Este trabalho esta sendo feito, com as imagens coletadas na antártica. Atualmente esta sendo feito a determinação dos valores mínimos e máximos da intensidade, saturação e matiz de cada imagem. Isto está sendo feito com uso da planilha eletrônica Excel, mas devido ao grande número de imagens, pretende-se como trabalho futuro desenvolver um programa para realizar esta tarefa automaticamente.

A figura abaixo ilustra como é feito a entrada de dados no programa classificador e o bloco destacado corresponde a etapa no qual se encontra os trabalhos realizados.

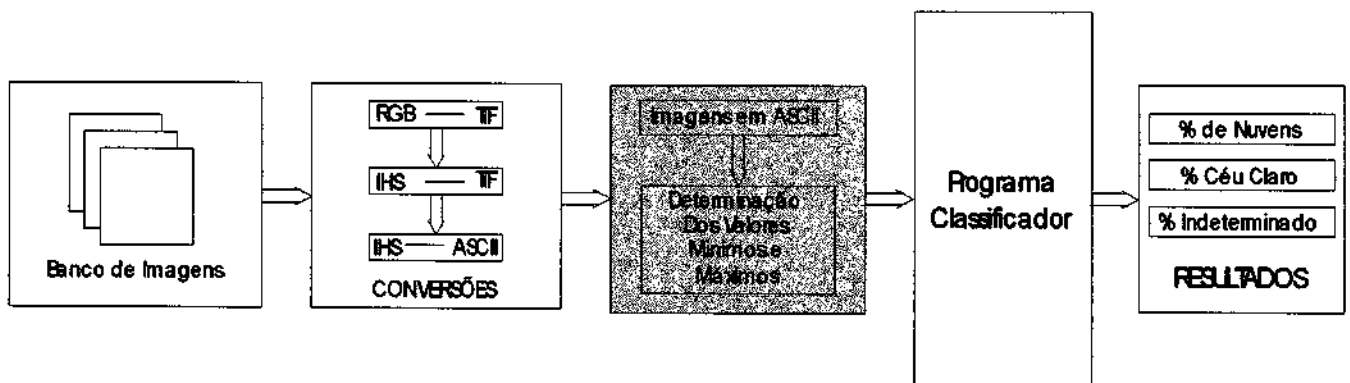


Figura 5 – Esquema de operação do programa classificador

Considerações finais:

As atividades realizadas, neste período ocasionaram um maior contato com os projetos relacionados com Radiação Solar. Possibilitando assim uma maior compreensão dos métodos de análise e coleta deste dados.

Outro fator importante, foi a possibilidade de dedicar parte do tempo ao aprendizado de novas ferramentas de informática. Isto mostra a preocupação do grupo, em estar sempre atualizado e preocupado em buscar novas ferramentas que aumente a produtividade no tratamento de dados.