

BALANÇO DA RADIAÇÃO UTILIZANDO TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO NA CIDADE DE PARNAMIRIM, OURICURI E BODOCÓ LOCALIZADAS NO SEMI-ÁRIDO PERNAMBUCANO.

REVIEW OF RADIATION USING REMOTE SENSING IN THE CITY OF PARNAMIRIM, OURICURI AND BODOCÓ LOCATED IN SEMI-ARID PERNAMBUCANO.

¹*José Alegnberto leite FECHINE*, ²*Josicleda Domiciano GALVÍNCIO*

¹Doutorando em Geografia - Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n, CEP 50.670-900, C.P- 7803, Recife/PE, Brasil. E-mail: fechini02@yahoo.com.br ²Profa. Dra. do Programa de Pós-Graduação em Geografia Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n, CEP 50.670-900, C.P- 7803, Recife/PE, Brasil. E-mail: josicleda@ibest.com

RESUMO – Muitos estudos têm demonstrado a utilidade do uso de índices ópticos, obtidos através de ferramentas de sensoriamento remoto, na avaliação das características biofísicas da vegetação. Com a finalidade de realizar este estudo para a cidade de Parnamirim, Ouricuri e Bodocó, foram analisados diversos índices, usando imagens do Landsat Thematic Mapper. De início foi verificado que a parametrização usada se adequa ao propósito de estimativa dos índices. Com esta intenção pode-se verificar que a vegetação de caatinga perenifólia, desenvolvida, solos férteis, bem drenados se localizam próxima ao encontro dos rios, pois estas áreas possuem boa capacidade de armazenamento de água no subsolo (cristalino fissurado), denotando áreas molhadas. No entanto à medida que se afasta este ambiente se inverte para um domínio de caatinga rala, pouco desenvolvida, solos pobres, rasos, pouco drenados, erodido, com algumas gretas de desertificação, clima semi-árido, evaporação elevada e água escassa no subsolo, pois o escoamento superficial supera a infiltração, restando pouca água para alimentar o escoamento subterrâneo.

Palavras-chave: sensoriamento remoto, vegetação, Landsat 7, semi-árido, áreas úmidas.

ABSTRACT - Many studies have demonstrated the utility of the use of optical indices, obtained through remote sensing tools in the evaluation of the biophysical characteristics of vegetation. In order to perform these studie for the city of Parnamirim, Ouricuri and Bodocó, various indices were analyzed, using images from Landsat Thematic Mapper. From start it was discovered that the parameterization used is suited to the purpose of estimating the index. With this intention can be ascertained that the vegetation of caatinga perenifólia, developed, fertile soil, well drained are located near the meeting of rivers, because these areas have good storage capacity of underground water (clear areas), showing wet areas. However as it deviates from this environment is inverted to an area of caatinga care, poorly developed, poor soils, shallow, poorly drained, eroded, with some cracks of desertification, semi-arid climate, high evaporation and low water in the subsoil, because the runoff exceeds the infiltration, leaving little water to feed the underground flow.

Keywords: remote sensing, vegetation, Landsat 7, semi-arid, wetland.

VIII ENCONTRO NACIONAL DA ANPEGE

“Espaço e Tempo: Complexidade e desafios do pensar e do fazer geográfico”

22 de setembro a 02 de outubro de 2009 - Curitiba – PR

VIII ENANPEGE ISSN: 2175-8875

1. Introdução

Todos os corpos (geleiras, nuvens, vegetação, atmosfera, solo, objetos, planetas, estrelas etc) emitem ou refletem energia radiante. Quanto maior a sua temperatura, mais emite. Se nosso planeta estivesse isolado no espaço, iria emitindo radiação, perdendo energia térmica e resfriando-se. Como estamos perto do Sol, o que a Terra perde para o espaço é compensado pela radiação solar que é absorvida de nossa estrela (VETTORAZZI, 2005).

Os continentes, os oceanos, as nuvens e os gases atmosféricos absorvem a radiação de ondas curtas, emitindo e absorvendo radiação térmica (ou de onda longa), de acordo com suas temperaturas e sua composição física e química e trocam calor entre si de diversas formas: misturando massas de ar, transportando massas de vapor e calor sensível, evaporando e precipitando água (processos termodinâmicos).

O balanço de energia radiante na Terra é complexo. Parte da radiação solar (em torno de 30%) é refletida pela atmosfera e pelas nuvens. Nas regiões tropicais os raios solares estão mais perto da vertical, enquanto que nas regiões polares eles estão muito inclinados com relação ao solo. Assim, a radiação solar é mais intensa e penetrante nas primeiras; nas últimas, o aquecimento resultante é escasso ou nulo. Ainda, a cada momento o hemisfério noturno (50% da superfície terrestre) não é iluminado (SHIMABUKURO et al., 1998).

Para minimizar a variabilidade causada pelos fatores externos, a reflectância espectral da cobertura vegetal é transformada e combinada em vários índices de vegetação. Os mais comumente empregados utilizam informações contidas nas reflectâncias de dosséis referentes às faixas espectrais do vermelho e do infravermelho próximo. Essas faixas do espectro eletromagnético (EEM) contêm a maior variação de resposta espectral para a vegetação.

Desta forma, estes índices realçam o comportamento espectral da vegetação e, geralmente, proporcionam uma melhor correlação entre os dados orbitais e os parâmetros biofísicos da mesma.

A baixa reflectância das folhas na região do visível deve-se à absorção da radiação solar pelos pigmentos presentes nos cloroplastos, enquanto que a alta reflectância na região

do infravermelho próximo deve-se ao espalhamento da radiação solar no mesófilo, que ocorre devido à interação da radiação solar com a estrutura interna das folhas. Portanto, o comportamento espectral das folhas depende da sua composição química e de sua estrutura interna. A variação da reflectância da cobertura vegetal em diferentes bandas de sensores remotos depende, principalmente, da quantidade de folhas e da arquitetura do dossel (SHIMABUKURO et al., 1998).

Em razão disso, os índices de vegetação são utilizados para inferir e monitorar a cobertura e o vigor da vegetação através de imagens de sensores multiespectrais, pois eles permitem a estimativa da biomassa ou do índice de área foliar (IAF) (PARISE e VETTORAZZI, 2005).

O objetivo deste escopo é calcular os índices ópticos, obtidos através de ferramentas de sensoriamento remoto. Com a finalidade de realizar estudos para a cidade de Parnamirim, Ouricuri e Bodocó, através de diversos índices (Radiância Espectral, Refletividade, Albedo Planetário, Albedo da superfície, NDVI, SAVI, IAF, Emissividades, Transmissividade), usando imagens do Landsat Thematic Mapper.

2. Caracterização e localização da área de estudo

O município de Parnamirim está localizado na mesorregião sertão e na microrregião Salgueiro do Estado de Pernambuco, limitando-se ao norte com Granito, Serrita e Bodocó, ao sul com Santa Maria da Boa Vista e Orocó, a leste com Terra Nova e Cabrobó e a oeste com Ouricuri e Santa Cruz.

A sede do município tem uma altitude aproximada de 392 metros e coordenadas geográficas de 08 graus 05 min. 26 seg de latitude sul e 39 graus 34 min. 42 seg de longitude oeste, distando 550,7 km da capital (Recife), cujo acesso é feito pela BR-232/316 (CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2005).

O município de Ouricuri está localizado na mesorregião sertão. Limitando-se a norte com Araripina, Trindade e Ipubi, ao sul com Santa Cruz e Santa Filomena, a leste com Parnamirim e Bodocó e a oeste com o Estado do Piauí.

A sede do município tem uma altitude aproximada de 451 metros e coordenadas geográficas de 07 graus 52 min. 57 seg de latitude sul e 40 graus 04 min. 54 seg de

longitude oeste, distando 620,6 km da capital (Recife), cujo acesso é feito pela BR-232/316 (CPRM, 2005).

Já o município de Bodocó limita-se a norte com Estado do Ceará, a sul com Parnamirim, Exu e Granito, a leste com Exu e Granito e a oeste com Ipubi e Ouricuri.

A sede do município tem uma altitude aproximada de 443 metros e coordenadas geográficas de 07 graus 46 min. 42 seg de latitude sul e 39 graus 56 min. 28 seg de longitude oeste, distando 639,8 km da capital (Recife), cujo acesso é feito pela BR-232/316/122 (CPRM, 2005).

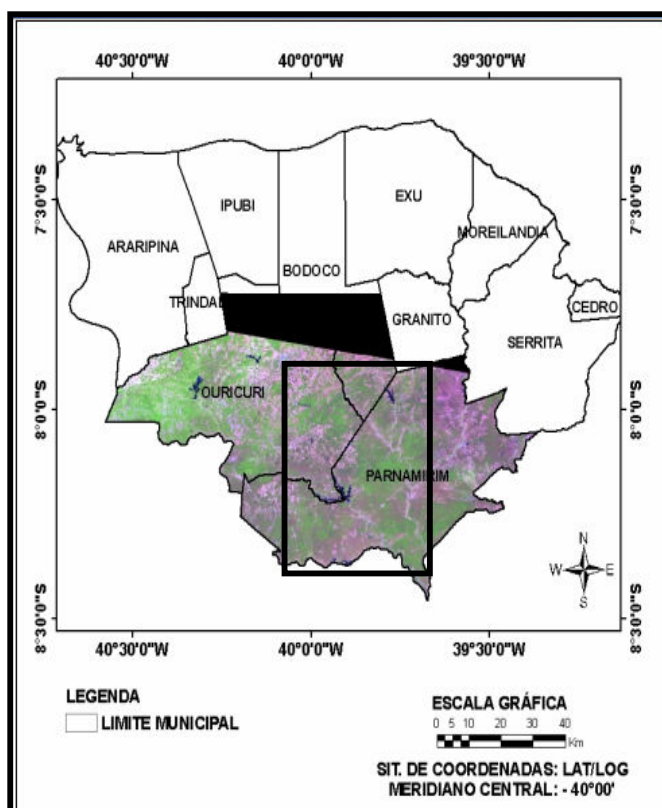


Figura 1 – Área de estudo – Cidade de Parnamirim, Ouricuri e Bodocó – Localizado no Semi-árido de Pernambuco. **Fonte:** LANDSAT 7 - INPE, 2004.

3. Materiais e métodos

Os índices analisados seguem uma seqüência, esboçada em um fluxograma que retrata cada etapa a serem analisadas. Para isto foi necessário fazer um recorte na imagem gerada pelo satélite, a fim de facilitar a análise.

O fluxograma torna a análise mais explicativa e nos remete ao entendimento detalhado do processo.

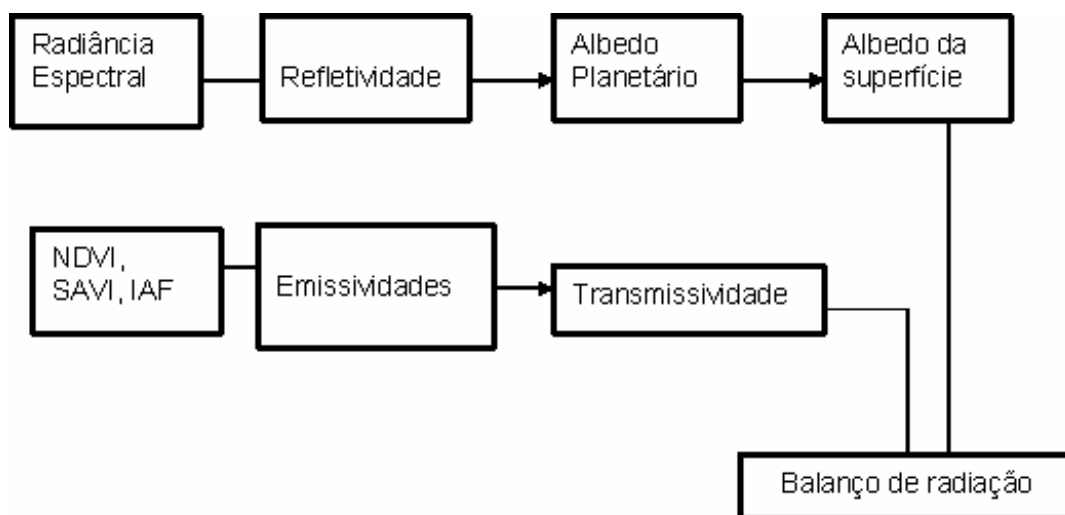


Figura 2 - Fluxograma com as etapas do processamento do Balanço de Radiação à Superfície.

4 Resultados e discursão

4.1 Calibração radiométrica

4.1.1 Radiância

A radiância representa a energia solar refletida por cada pixel, por unidade de área, de tempo, de ângulo sólido e de comprimento de onda, medida ao nível do satélite Landsat nas bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7. Para a banda 6, denominada banda termal, essa radiância representa a energia emitida por cada pixel. O conjunto da radiância monocromática de todas as sete bandas do TM - Landsat 7, é obtida por (ALLEN et al., 2002):

$$L_{\lambda_i} = a_i + \frac{b_i - a_i}{255} ND$$

Onde a e b são as radiâncias espectrais mínimas e máximas, ND é a intensidade do pixel que varia de 0-255, e o índice corresponde às bandas espectrais 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7.

A **figura 3** é o resultado do processamento da imagem gerada pelo satélite LANDSAT 7 com a finalidade de mostrar a utilização da radiação espectral para monitoramento ambiental.

Na radiancia a energia radiante interage com a estrutura foliar por absorção e por espalhamento. A energia é absorvida seletivamente pela clorofila e é convertida em calor ou fluorescência, e também convertida fotoquimicamente em energia estocada na forma de componentes orgânicos através da fotossíntese.

Analisando a figura percebe-se que a vegetação está em tom vermelho e os corpos hídricos em tons azul escuro (letra K). Percebe-se também que a vegetação acompanha o curso dos rios (Letras A, B e C). Conforme estudos realizados, estas áreas possuem boa capacidade de armazenar água no subsolo, solos férteis, vegetação fechada, sempre verde, que durante períodos secos são utilizadas pela população local para a perfuração de poços.

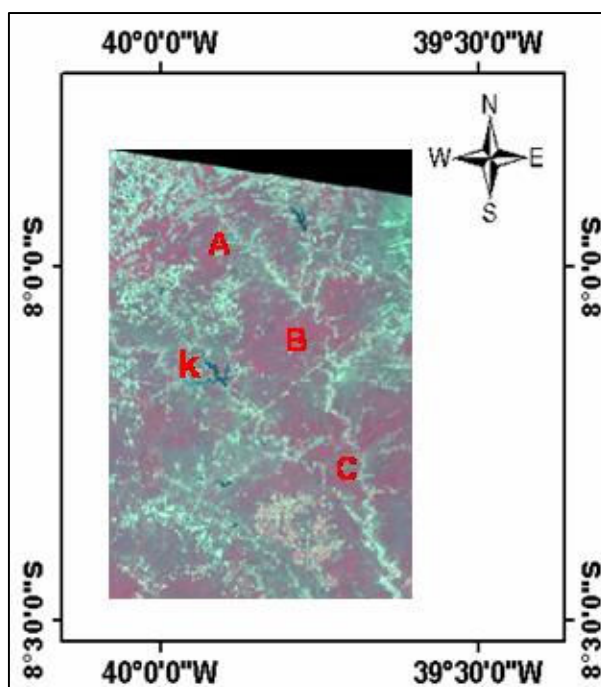


Figura 3 – Imagem em radiância espectral em composição colorida. Vegetação (Letras A, B e C), corpos hídricos (letra K). **Fonte:** LANDSAT 7 - INPE, 2004.

4.1.2 Reflectância

Esta etapa representa o cômputo da reflectância monocromática de cada banda ($\rho_{\lambda i}$), definida como sendo a razão entre o fluxo de radiação solar refletido pela superfície e o fluxo de radiação solar global incidente, que é obtida com a equação (ALLEN et al., 2002):

$$\rho_{\lambda_i} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda_i}}{K_{\lambda_i} \cdot \cos Z \cdot d_r}$$

Onde, L_{λ_i} é a radiância espectral de cada banda ($Wm^{-2}sr^{-1}\mu m^{-1}$); K_{λ_i} , é a irradiância solar espectral de cada banda no topo da atmosfera ($Wm^{-2}\mu m^{-1}$); Z , é o ângulo zenital solar; d_r , é o quadrado da razão entre a distância média terra-sol (r_0).

A **figura 4** é o resultado do processamento da imagem gerada pelo LANDSAT 7; e tem a finalidade de mostrar a utilização da reflectância espectral para monitoramento do solo. A imagem gerada com a reflectância, o solo é destacado e representado pela cor verde (letra Z). A vegetação e a área urbana aparecem em tons: vermelho e vermelho claro (letras F e H). Os cursos fluviais ganham delineamento, visto que se encontram em período seco. Cabe frisar que a reflectância observada é causada pelos sedimentos que se encontram na calha fluvial. A vegetação próxima ao leito dos rios é mais verde, pois estas áreas possuem boa capacidade de armazenar água no subsolo (cristalino fissurado), denotando áreas molhadas, com solos bem drenados e caatinga arbustiva perenifólia. No entanto à medida que se distancia este ambiente se inverte.

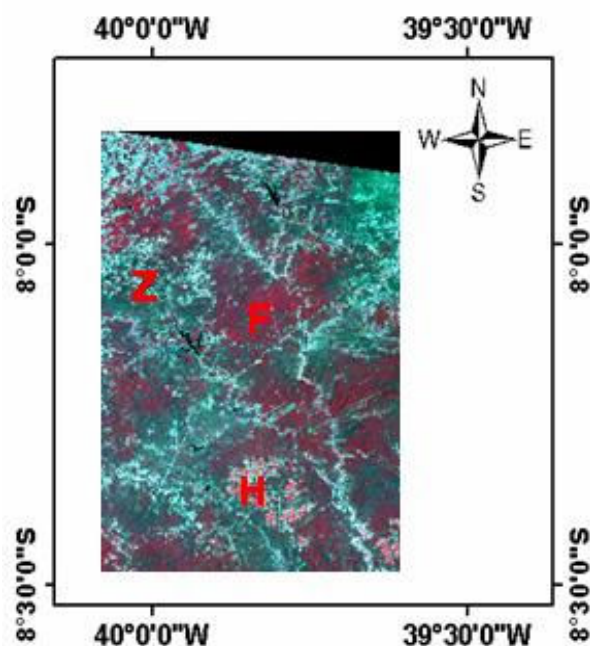


Figura 4 – Imagem da reflectância espectral em composição colorida. Letra F (Vegetação) e H (Área Urbana). **Fonte:** LANDSAT 7 - INPE, 2004.

4.1.3 Índices de vegetação: NDVI

O Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (IVDN) foi obtido através da razão entre a diferença das refletividades do infravermelho próximo (ρ_{IV}) e do vermelho (ρ_V) e a soma entre elas (TUCKER, 1979 apud TASUMI, 2003):

$$NDVI = \frac{(\rho_{INV} - \rho_{VER})}{(\rho_{INV} + \rho_{VER})}$$

em que ρ_{IV} e ρ_V correspondem, respectivamente, às refletividades das bandas 4 e 3 do ETM+ - Landsat 7. O NDVI é um indicador da quantidade e da condição da vegetação verde da área e seus valores variam de -1 a +1.

Portanto, para a imagem foi produzido o NDVI, mostrando os valores entre -1 (em preto) (Letra t) denotando a não-presença de vegetação e +1 (em branco) (letras X e Z) indicando a presença caatinga arbustiva perenifólia (figura 5).

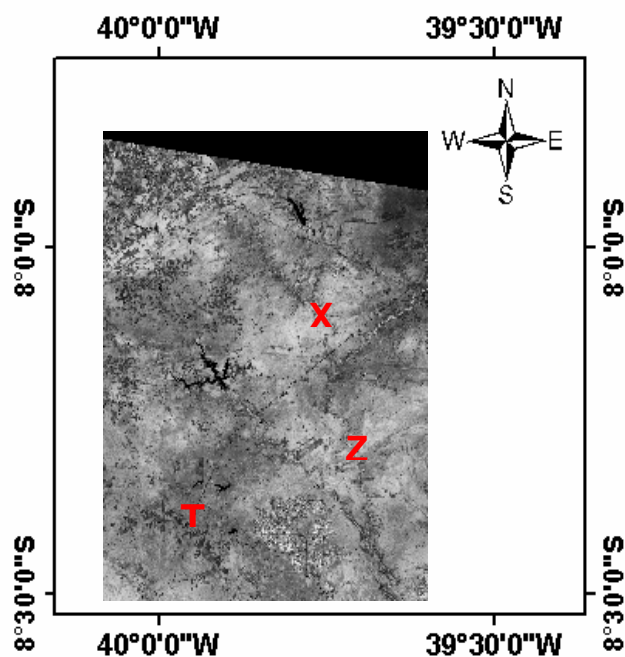


Figura 5 – Índices de vegetação: NDVI. Letra T (área sem vegetação), letras X e Z (área com vegetação)
Fonte: LANDSAT 7 - INPE, 2004.

4.1.4 Albedo no topo da atmosfera

Representa o cômputo do albedo planetário (α_{toa}), isto é, o albedo não ajustado a transmissividade atmosférica, que é obtida pela combinação linear das reflectâncias monocromáticas dos canais reflectivos do TM-Landsat (ALLEN et al., 2002):

$$r_{p_i} = 0,293r_{p_1} + 0,274r_{p_2} + 0,233r_{p_3} + 0,157r_{p_4} + 0,033r_{p_5} + 0,011r_{p_7}$$

Onde $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4, \rho_5$ e ρ_7 são as reflectâncias monocromáticas das bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7. Na **figura 6** os corpos hídricos ganham destaque (letra G).

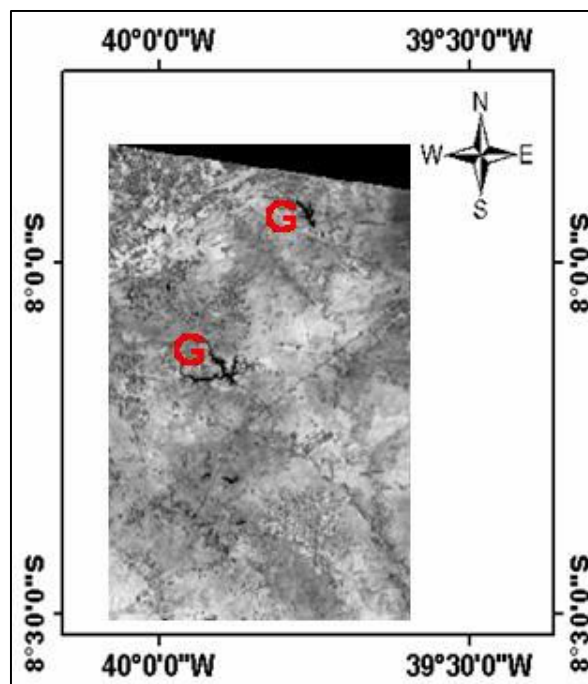


Figura 6 – Imagem Albedo no topo da atmosfera. Letra G (corpos hídricos). **Fonte:** LANDSAT 7 - INPE, 2004.

4.1.5 Albedo da superfície

Nesta etapa obtém-se o albedo corrigido ou albedo de superfície para os efeitos atmosféricos α , através da equação (ALLEN et al., 2002):

$$\alpha_{co} = \frac{\alpha_{toa} - \alpha_p}{\tau_{atm}^2}$$

Onde, α_{toa} , é o albedo planetário; α_p , é a radiação solar refletida pela atmosfera, que varia entre 0,025 e 0,04, mas para o modelo SEBAL é recomendado o uso do valor de 0,03 e τ_{sw} , é a transmissividade atmosférica.

A calibração da imagem do albedo da superfície **figura 7** o solo ganha maior destaque, principalmente solo exposto que sofre maior reflectância (letra R), possuindo valores maiores em relação à vegetação.

Os cursos fluviais (letra F) também se destacam, pois se encontra em período seco, refletindo e absorvendo mais calor devido a grande quantidade de sedimentos na calha do rio.

A vegetação aparece em tons mais escuros (letra N) devido a maior absorção pela clorofila e menor reflectância.

A imagem mostra um mapa de albedo da superfície em tons de cinza. O mapa é delimitado por coordenadas geográficas: longitude de 40°0'0"W a 39°30'0"W e latitude de 8°30'0"S a 8°0'0"S. Há um compasso no canto superior direito. Três áreas são marcadas com letras vermelhas: 'R' no canto superior esquerdo, 'N' no lado direito central, e 'F' no lado direito inferior. O mapa mostra variações de albedo, com áreas mais claras (solo exposto) e áreas mais escuras (vegetação).

Figura 7 – Imagem Albedo da superfície. Letras: R, N e F (Solo exposto, Vegetação e Calha Fluvial). **Fonte:** LANDSAT 7 - INPE, 2004.

VIII ENCONTRO NACIONAL DA ANPEGE
“Espaço e Tempo: Complexidade e desafios do pensar e do fazer geográfico”
22 de setembro a 02 de outubro de 2009 - Curitiba – PR
VIII ENANPEGE ISSN: 2175-8875

4.1.6 Transmissividade

O τ_{sw} , é a transmissividade atmosférica que para as condições de céu claro é obtida pela equação (ALLEN et al., 2002): $\tau_{sw} = 0.75 + 2 \times 10^{-5} \times z$. Onde, z é representado pela média da altitude da cidade de Parnamirim, Ouricuri e Bodocó.

Para o calculo da transmissividade utilizou-se à imagem do SRTM – Modelo de Elevação Digital – EMBRAPA, o processamento da imagem gera a **figura 8**, transmissividade; e demonstra muito bem o delineamento da malha fluvial, rio principal e seus afluentes (setas vermelhas).

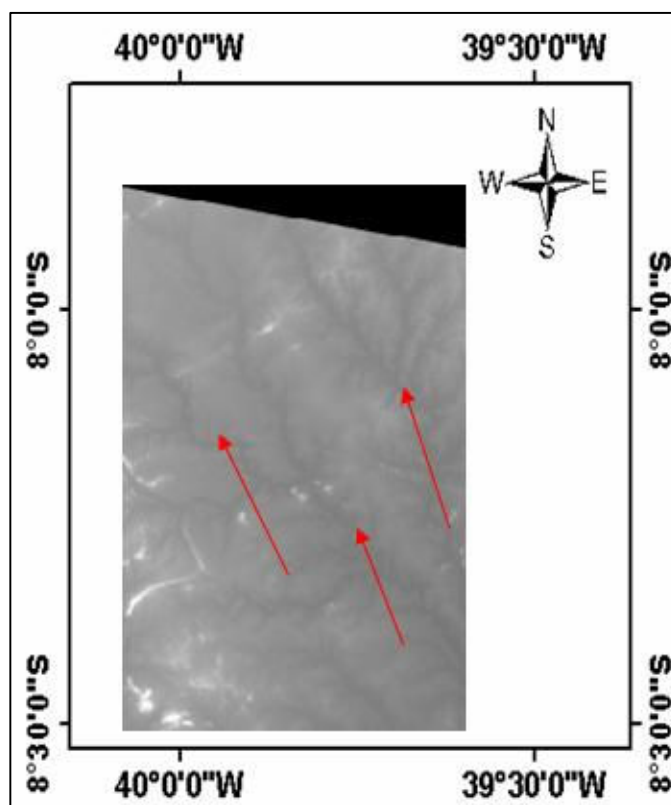


Figura 8 – Imagem Transmissividade. Fonte: LANDSAT 7 - INPE, 2004.

4.1.7 Índices de vegetação: SAVI

Para o cálculo do Índice de Vegetação Ajustado para os Efeitos do Solo (Soil Adjusted Vegetation Index – SAVI) que é um índice que busca amenizar os efeitos do “background” do solo, é utilizada a expressão (HUETE, 1998):

$$SAVI = \left[\frac{(\rho_{INV} - \rho_{VER})}{(\rho_{INV} + \rho_{VER} + L)} \right] \cdot (1 + L)$$

Onde, L é uma constante de valor igual a 0,5.

O SAVI nos mostra a vegetação ajustada ao solo. Nos ambientes, **figura 9** (letra P e T), tem-se solos pedregosos, rasos, poucos drenados, baixa fertilidade, com presença de vegetação de Caatinga herbácea caducifólia. Nestas áreas o grau de vulnerabilidade é preocupante, visto que são áreas de caatinga pouco desenvolvida, habitadas por pequenas comunidades que vivem exclusivamente da criação de pequenos animais e da agricultura de subsistência; e convivem com praticas pouco conservacionistas como: roçados (desmatamentos), criação de cabras que comem tudo que vêm pela frente pisoteando o solo (compactando-os) e degradando-os.

Como nestes ambientes o grau de regeneração é lento, porém de grande resistência, o solo torna-se frágil e susceptível a desertificação.

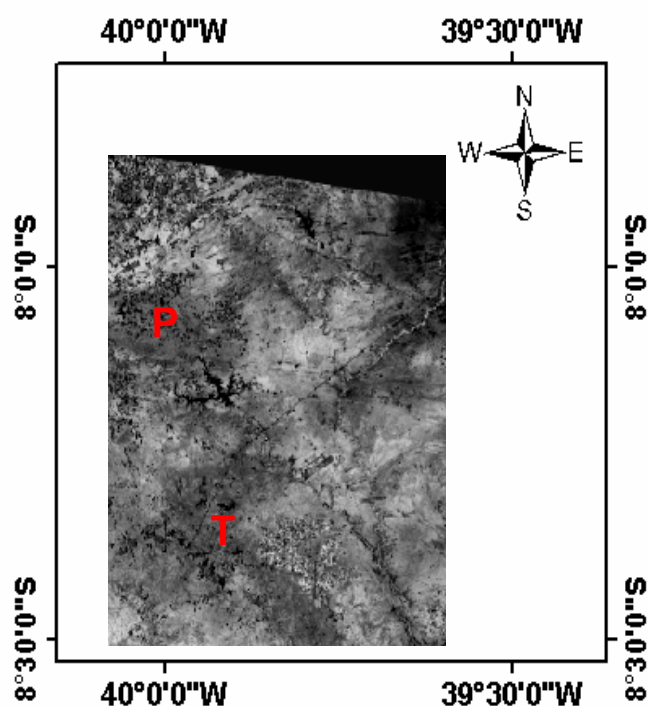


Figura 9 – Imagem Índices de vegetação: SAVI. Fonte: LANDSAT 7 - INPE, 2004.

4.1.8 Índices de vegetação: IAF

Para o cálculo do índice de área Foliar – IAF é necessário utilizar o modelo do SAVI corrigido (*savi_sz*), onde se eliminam os valores negativos. O Índice de área Foliar (IAF) é definido pela razão entre a área foliar de toda a vegetação por unidade de área utilizada por essa vegetação. O IAF é um indicador da biomassa de cada pixel da imagem e o mesmo é computado pela seguinte equação empírica obtida por Allen et al. (2002):

$$IAF = - \frac{\ln\left(\frac{0,69 - SAVI_SZ}{0,59}\right)}{0,91}$$

O IAF é diagnosticador de biomassa e indica na **figura 10** que a biomassa está distribuída pelo curso dos rios, como relatado nos outros índices de vegetação, onde a vegetação é de caatinga arbustiva perenifólia, desenvolvida, sob solos bem drenados de boa capacidade de armazenar água, rios intermitentes e temporários.

As letras B e D revelam que a biomassa caatinga segue o delineamento dos rios e que estão mais presentes no encontro destes afluentes.

Apesar de ser rios temporários, estarem sobre climas semi-áridos, com índices de precipitações baixos; estes rios recebem água do escoamento superficial e subterrâneo, e parte desta água se acumula em pequenas fissuras formadas no cristalino; e é nestes ambientes que a vegetação se destaca na paisagem.

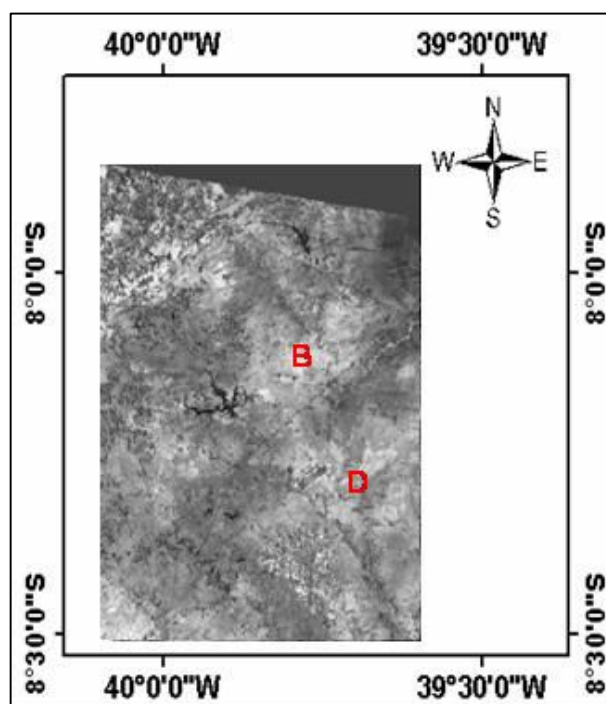


Figura 10 – Imagem Índices de vegetação: IAF. Letras B e D (Biomassa Caatinga). **Fonte:** LANDSAT 7-INPE, 2004.

4.1.9 Emissividade

Para o cálculo da emissividade é necessário utilizar o modelo do IAF corrigido, onde se eliminam valores negativos ou iguais à zero.

Para a obtenção da temperatura na superfície, é utilizada a equação de Plank invertida, válida para um corpo negro. Como cada pixel não emite radiação eletromagnética como um corpo negro, há a necessidade de introduzir a emissividade de cada pixel no domínio espectral da banda termal imageada pelo canal termal (ϵ_{NB}). Por sua vez, quando do cômputo da radiação de onda longa emitida por cada pixel, há de ser considerada a emissividade no domínio da banda larga ϵ_0 (5-100 μ m). Segundo Allen et al. (2002) as emissividades ϵ_{NB} e ϵ_0 podem ser obtidas, para $NDVI > 0$ e $IAF < 3$, segundo:

$$\epsilon_{NB} = 0,97 + 0,00331IAF$$

$$\epsilon_0 = 0,95 + 0,01IAF$$

Para pixels com $IAF \geq 3$, $\epsilon_{NB} = \epsilon_0 = 0,98$

A emissividade **figura 11** prova o IAF, revelando praticamente os mesmos resultados, não cabendo aqui descrição detalhada, pois a mesma já foi descrita acima.

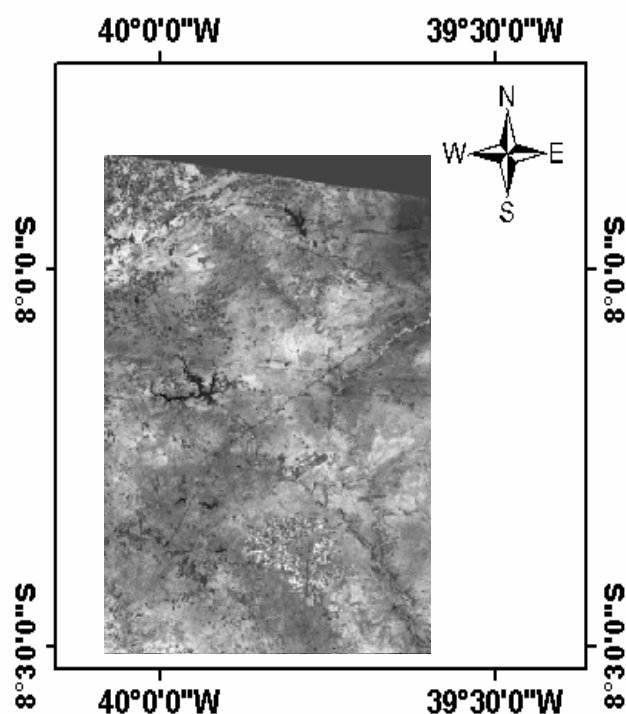


Figura 11 – Imagem Emissividade. Fonte: LANDSAT 7 - INPE, 2004.

5. Considerações Finais

Em resumo, o balanço da radiação é um método eficaz para análise da biomassa, vegetação, solos e recursos hídricos. Além disso, existe uma forte contribuição da atmosfera na reflectância planetária associada à vegetação, recursos hídricos e solo. Sendo assim, a correção atmosférica é fundamental para melhor classificação temática de superfícies da terra, ou seja, melhor discriminação entre os recursos naturais.

Os índices calculados tiveram uma boa resposta, pois demonstraram em detalhes os diferentes alvos da região em estudo, revelando que esta técnica é eficaz e que detalha as diferenças espectrais dos diferentes alvos. Com esta intenção pode-se verificar que a vegetação de caatinga perenifólia, desenvolvida, solos férteis, bem drenados se localizam próxima ao encontro dos rios, pois estas áreas possuem boa capacidade de armazenamento de água no subsolo (cristalino fissurado), denotando áreas molhadas.

De acordo com a análise dos índices podemos perceber que à medida que nos distanciamos dos cursos fluviais o ambiente de caatinga se inverte, para um domínio de caatinga rala, pouco desenvolvida, solos pobres, rasos, pouco drenados, erodido, com algumas gretas de desertificação, clima semi-árido, evaporação elevada, água escassa no subsolo, pois o escoamento superficial supera a infiltração, restando pouca água para alimentar o escoamento subterrâneo.

6. Referências

ALLEN, R.G., TASUMI, M. and TREZZA, R. SEBAL (**Surface Energy Balance Algorithms for Land**). Advance Training and Users Manual – Idaho Implementation, version 1.0, 97 p., 2002.

BRASIL. Serviço Geológico do Brasil. CPRM. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Parnamirim, estado de Pernambuco** / Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Manoel Julio da Trindade G. Galvão, Simeones Néri Pereira, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 12 p, 2005.

BRASIL. Serviço Geológico do Brasil. CPRM. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Ouricuri, estado de Pernambuco** / Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Manoel Julio da Trindade G. Galvão, Simeones Néri Pereira, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 12 p, 2005.

BRASIL. Serviço Geológico do Brasil. CPRM. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Bodocó, estado de Pernambuco** / Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Manoel Julio da Trindade G. Galvão, Simeones Néri Pereira, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 12 p, 2005.

PARISE, F.J.O.; VETTORAZZI, C.A.; **Análise de dados de produção em um pomar jovem de laranjeiras** Hamlin: I. Relações com a resposta espectral. Revista Brasileira de Fruticultura, v.27, n.1, abr.2005.

RONDEAUX, G.; STEVEN, M.; BARET, F. **Optimization of soil-adjusted vegetation indices. Remote Sensing of Environment**, v. 55, p. 95-107, 1996.

SHIMABUKURO, Y.E.; NOVO, E.M.; PONZONI, F.J. **Índice de vegetação e modelo linear de mistura espectral no monitoramento da região do pantanal**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.33, n.Especial, p.1729-1737, out, 1998.

HUETE, A.R. **A soil-adjusted vegetation index (SAVI)**. Remote Sensing of Environment 25:295-309, 1998.

VIII ENCONTRO NACIONAL DA ANPEGE

“Espaço e Tempo: Complexidade e desafios do pensar e do fazer geográfico”

22 de setembro a 02 de outubro de 2009 - Curitiba – PR

VIII ENANPEGE ISSN: 2175-8875