

## **NÍVEIS DE INSOLAÇÃO NO SERIDÓ POTIGUAR E SUAS IMPLICAÇÕES: O CASO DE CAICÓ/RN**

Sandro Damião Ribeiro da Silva  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
sandroastge@hotmail.com.

Almir Miranda Ferreira  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
almirmir@yahoo.com.br

Rebecca Luna Lucena  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
rebeccaosvaldo@yahoo.com.br

George dos Santos Marinho  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
gmarinho@ct.ufrn.br

### **CLIMA E SAÚDE**

#### **Resumo**

Este artigo tem como objetivo apresentar resultados de uma análise estatística, referente a dados de insolação no município de Caicó (Rio Grande do Norte - Brasil). Ele traz dados referentes ao comportamento sazonal e interanual da radiação solar que chega a superfície neste município. O trabalho iniciou-se com a coleta e digitação de dados brutos de insolação; posteriormente foram feitos cálculos de média e desvio padrão para a elaboração da “meia normal climatológica” e uma análise de tendência a partir da regressão linear. Os resultados indicam a forte insolação a que o município de Caicó está submetido, em média de 2.852 horas/ano de insolação. No entanto, em 15 anos, não observou-se tendência de elevação ou declínio nos níveis de insolação. Outro ponto observado é que os níveis de insolação apresentam-se mais baixos durante o primeiro semestre do ano, aumentando no segundo semestre e tendo o mês de outubro como o recordista dos maiores índices. Com estes resultados, são evidenciadas possíveis consequências positivas e negativas para os cidadãos caicoenses, devido à alta disponibilidade de energia solar.

**Palavras-chave:** Radiação solar, insolação, Seridó.

#### **Abstract**

This paper aims to presented results from a statistical analysis of the insolation index data from Caicó (Rio Grande do Norte state – Brazil). In this analysis, there were considered the aspects of seasonality and year to year behavior of the solar radiation levels that reaches the ground of that city. The research began with insolation brute data gathering and typing; afterwards mean and standard deviation were calculated in order to elaborate the “half climatological normal” as well as a tendency analysis from the linear regression. Based on the results, it was identified a high level of local insolation, around

2,852 hours/year, decreasing during the first semester of the year and increasing during the second semester, where the highest level occurs in October. There was not observed any tendency of increase or decrease of the insolation level in the 15 years considered in the present study. With these results, some possible positive and negative consequences of these results to the city of Caicó and its inhabitants were pointed out, due to the high availability of solar energy.

**Key-words:** Solar radiation; Insolation; Seridó region.

## **Introdução**

O clima é o elemento natural que mais influencia as atividades humanas, através de benefícios e prejuízos. Não há dúvida de que as condições climáticas influenciam o conforto físico e mental, a vitalidade e mesmo o poder de resistência à doença, (AYOADE, 2007; ARAGÃO, 2009).

Os elementos do clima trazem incontáveis benefícios à humanidade, no entanto, os efeitos maléficos parecem ser mais fortes ou, no mínimo, parecem chamar mais a atenção das pessoas. Um dos melhores exemplos disso é o excesso de radiação solar, visto nas regiões intertropicais mais como um problema do que como uma vantagem pela população em geral.

O Sol é a principal fonte de energia do nosso planeta, emitindo radiação eletromagnética em forma de comprimentos de ondas específicos (espectro eletromagnético), (INPE, 2012). Estes raios, assim como outros tipos de energia, se propagam pelo vácuo a uma velocidade de, aproximadamente, 299.800 km/s, isto é, a velocidade da luz, (FERREIRA, 2006). A energia solar é necessária para o desenvolvimento de quase todos os organismos vivos além de possibilitar o processo de evaporação das águas, que age diretamente no ciclo hidrológico, permitindo a renovação das águas. A energia solar também é importante para a saúde humana, pois age no combate ao raquitismo e aumenta a força cardíaca (ARAGÃO, 2009). Porém, a energia solar também pode trazer agravos, a exemplo das doenças de pele que esta pode causar, como o câncer.

Diante destas circunstâncias, este artigo tem como objetivo principal apresentar resultados de uma análise estatística, referente a dados de insolação no município de Caicó/RN e discutir suas possíveis implicações positivas e negativas para os cidadãos caicoenses.

## **Objetivos**

O presente artigo procura explicitar reflexões relativas à insolação, através da análise estatística dos dados de insolação do município de Caicó/RN e das consequências positivas e negativas que a grande disponibilidade de energia solar pode trazer para os cidadãos de Caicó. Para tal, faz-se necessária uma consulta e um entrelaçamento de dados estatísticos, provenientes de estudos da Climatologia e de suas diversas relações com a saúde.

### **Caracterização da área de estudo**

O Rio Grande do Norte é um Estado situado no extremo nordeste do Brasil. Possui uma área quadrada de 52.810,6 km<sup>2</sup>, o que representa 3.39% da Região Nordeste e 0.62% do território brasileiro. A população, segundo o Censo Demográfico de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE é de 3.168.027 habitantes, sendo 1.548.887 (48.89%) homens e 1.619.140 (51.10%) mulheres (IBGE, 2010).

A capital do estado, a cidade de Natal, está situada na faixa litorânea (IDEMA, 2002), cujos índices de insolação estão sempre entre os maiores das capitais do Brasil (SILVA; OLIVEIRA; MARINHO, 2008).

O município de Caicó, está localizado no interior do estado do Rio Grande do Norte (FIG.01), a aproximadamente 280km da capital, na microrregião do Seridó ocidental, e está sob domínio do clima semi-árido. Nessa região há um ritmo desigual e pouco frequente das precipitações com fortes deficiências hídricas anuais, irregularidades no volume global de precipitações, de ano para ano, com eventuais anos secos. As temperaturas são altas durante o ano todo, ficando em torno de 26° C. O município de Caicó é o mais importante da microrregião do Seridó ocidental e é um dos mais importantes de toda a região do Seridó potiguar, devido ao forte desenvolvimento relativo às atividades comerciais, da pecuária, dos grandes eventos festivos, do número de estabelecimentos de ensino, etc. Sua população é de 62.709 mil habitantes (IBGE, 2010). Caicó também é um município que apresenta um bom Índice de Desenvolvimento Humano, se comparado ao IDH de outros municípios da região Nordeste, sendo o de Caicó maior que 0.700 (MMA, 2007).



**Figura 1** – Mapa do RN, destacando o município de Caicó  
**Fonte:** IBGE, 2012.

Apesar dos bons indicadores sócio-econômicos, a elevada temperatura do ar em Caicó somada à irregularidade das chuvas, expõe o município à situação de vulnerabilidade hídrica além de afetar diretamente no conforto térmico da população. As altas temperaturas registradas são resultado da energia solar que chega ao solo, aquecendo o ar próximo a superfície. Neste sentido, tornou-se necessário analisar os níveis de insolação no município, no intuito de diagnosticar o comportamento sazonal e interanual desta variável, visando um melhor conhecimento climático da região que sirva de assistência ao desenvolvimento sócio-econômico e a saúde da população local.

### Metodologia/Procedimentos

A Estação Climatológica de Caicó faz medições horárias de vários fenômenos naturais, dentre os quais a precipitação pluviométrica e a insolação. O Laboratório de Hidrografia e Climatologia do Centro de Ensino Superior do Seridó – CERES, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, por sua vez, realiza medições horárias de variáveis ambientais, como a insolação (já mencionado), medida em horas, é monitorada por meio de um heliógrafo da marca *Campbell*.

O heliógrafo Campbel (FIG.02) é o instrumento que registra a insolação ou a duração do brilho solar em horas ou décimos. A sua parte superior consiste numa esfera de vidro compacto e transparente, que atrelado a uma fita de papel graduado, queima-a. Assim, as horas de insolação são registradas, sendo que o instrumento atua como uma espécie de “queimador” de papel, onde se registra as horas do dia. A medida de insolação é realizada através do instrumento mencionado posto sobre uma superfície a partir de um ângulo de  $2\pi$ . A leitura do instrumento é feita após a queima de toda a fita, isto é, quanto maior a insolação, menor a fita.



**Figura 2** - Heliógrafo da estação do CERES.  
**Fonte:** acervo do autor.

A partir de uma coleta sistemática de dados sobre insolação para o município de Caicó, procedeu-se a análise estatística. Nessa análise estatística, foram consideradas médias e desvio padrão de dados mensais e anuais de insolação. Também foi elaborada a “meia normal climatológica” desta variável, uma vez que os dados existentes contemplam apenas 15 (quinze) anos. (gráfico 1).

Para analisar a tendência da insolação a partir da série temporal do período de 1996 a 2010, com dados médios anuais, realizou-se um estudo exploratório e uma análise de regressão linear para o modelo estimado, dado pela equação 01.

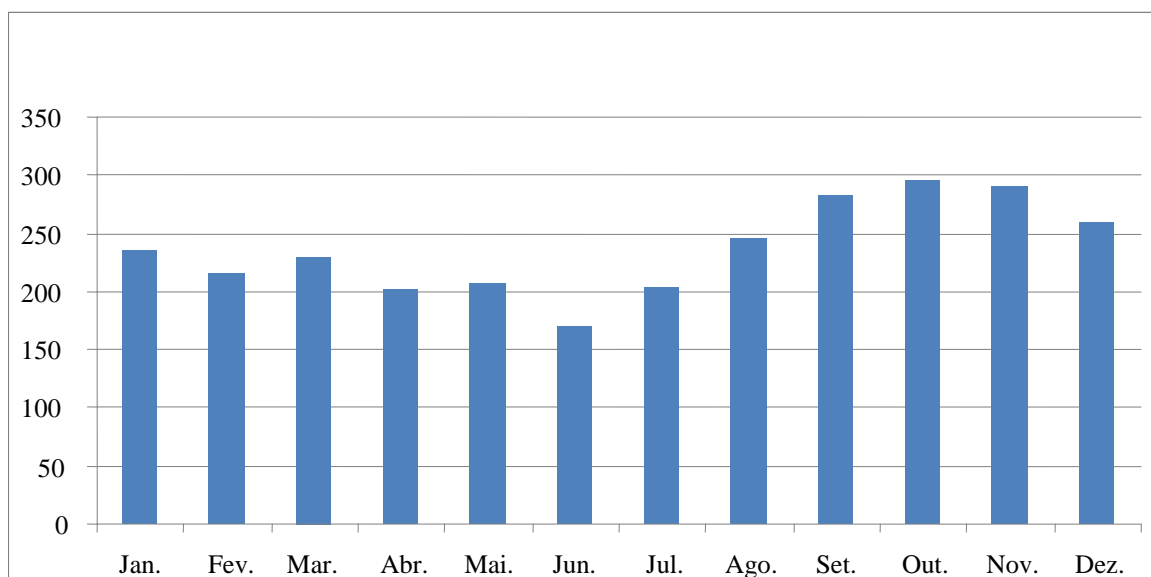
➤  $\hat{y} = b_0 + b_1x$  Equação (1)

Onde  $\hat{y}$  representa a insolação estimada,  $b_0$  é o intercepto da reta de regressão estimada com o eixo y e  $b_1$  é o coeficiente angular desta reta, cujas hipóteses estabelecidas foram:  $H_0: b_1 = 0$  e  $H_1: b_1 \neq 0$ .

Os resultados estatísticos foram confrontados ao referencial teórico existente sobre os níveis de insolação e suas conseqüências (benéficas e maléficas) encontradas em trabalhos científicos.

## Resultados e discussão

Considerando-se um período de 15 anos (1996 – 2010) de coleta de dados de insolação no município de Caicó / RN, obteve-se uma média anual de 2.852 horas, o que equivale à cerca de 237 horas/mês, ou aproximadamente, 8 horas/dia de insolação. Esse valor pode ser considerado bastante elevado se comparado a outros lugares do mundo e até mesmo ao restante do Brasil. Entretanto, as médias não refletem completamente a realidade, tendo em vista que a distribuição dos valores varia de ano pra ano e também com as estações do ano. Sendo assim, foi necessária uma análise mais cautelosa desse dado. Na figura 03 representa-se a variação sazonal da insolação mensal média no município de Caicó.

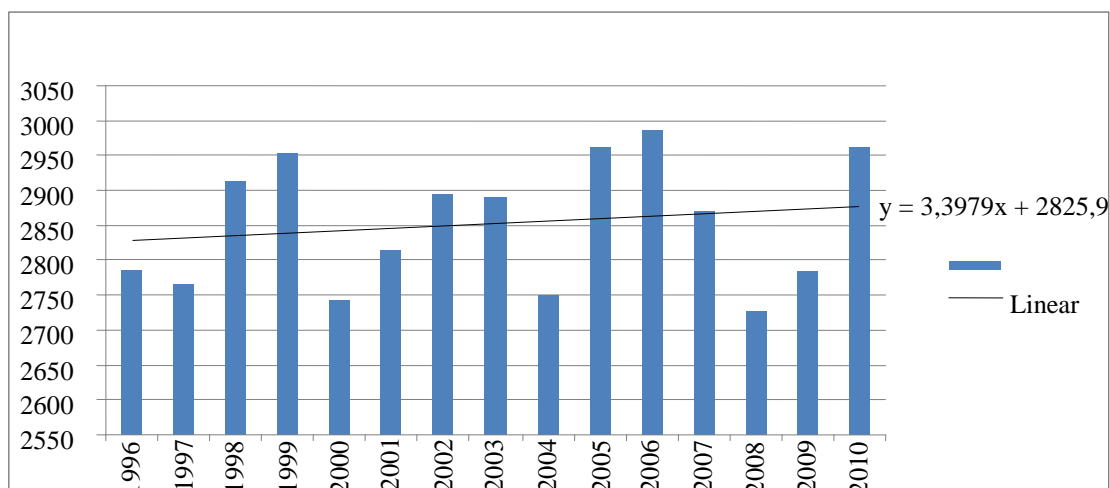


**Figura 03 – Insolação média mensal no período de 1996-2010 (meia normal climatológica) referente ao município de Caicó.**

**Fonte: acervo do autor.**

Observa-se na figura 03 que os níveis apresentam-se mais baixos durante o primeiro semestre do ano e aumentam no segundo semestre. Os meses de abril, maio, junho e julho são os de menores valores de insolação e correspondem aos meses de temperaturas mais amenas naquela cidade. Dentro do período considerado, o mês de junho sempre se destacou por apresentar os menores índices de insolação, apesar de março ser o mês mais chuvoso do município (FERREIRA & LUCENA, 2011). É provável que isso se deva ao fato de que grande parte da chuva que cai na região (em geral, de origem convectiva) ocorre no fim da tarde e início da noite, permitindo que mesmo no mês mais chuvoso a insolação ainda apresente níveis altos. Os meses de setembro, outubro, novembro e dezembro são caracterizados pelos maiores índices de insolação, com o mês de outubro detendo os valores máximos anuais. Na figura 04, apresenta-se a variação anual dos totais de insolação entre 1996 e 2010.

Como pode ser observado na figura 4, o ano de 2006 apresentou o maior total anual de insolação, atingindo 2.985,8 horas, correspondendo a uma média de 8,18 horas / dia. Em seguida, aparecem os anos de 2005 e 2010, empatados em exatas 2.960,5 horas, correspondendo a uma média de 8,11 horas / dia. Fazendo-se uma análise da série temporal anual, constata-se um comportamento estacionário, onde o teste  $t$  para regressão linear não revelou significância estatística para o coeficiente angular  $b_1$  com  $p = 0,55$ . Logo, a suposta tendência mostrada no gráfico pelo modelo de regressão linear simples não é estatisticamente significativa, ou seja, a série temporal tratada aqui é estacionária no período estudado. Conseqüentemente, o modelo de regressão não é apropriado para fazer previsões. Assim, os altos níveis de insolação parecem não ter variado significativamente em Caicó nos últimos 15 anos, apesar de terem ocorrido no período analisado variações interanuais que chegam perto de 300 horas. Mesmo nos anos de índices mais baixos (e. g., 2000, 2004 e 2008), o total anual mostrou-se bastante elevado (cerca de 2.700 horas / ano), mantendo a cidade sob taxas de insolação extremamente altas.



**Figura 04 - Insolação anual para o município de Caicó – RN para o período de 1996-2010 com linha de tendência linear.**

**Fonte: acervo do autor.**

### Consequências

Como foi colocado na introdução deste artigo, a energia solar é fonte de vida, origina o aquecimento da superfície do planeta Terra, é o motor do processo de evaporação das águas, traz saúde para pessoas raquíticas e com deficiência de vitamina D, dentre outros benefícios. Atualmente, também, vem se pesquisando muito a respeito da energia solar como fonte limpa e sustentável de energia para o abastecimento das casas e das cidades, através da captação desta via painéis solares (ALMEIDA; FERREIRA, 2010). Mas, mesmo com tantos benefícios que podem ser oriundos da energia solar, para entender melhor porque nas regiões intertropicais do planeta, a exemplo de Caicó/RN, a população deve tomar cuidado com a exposição excessiva aos raios de Sol, faremos uma breve revisão sobre a energia solar.

A energia solar abundante, como se sabe, pode trazer benefícios e problemas. Em Caicó, o problema mais evidente diz respeito ao desconforto térmico, que pode acarretar queda de rendimento na aprendizagem e perda na produtividade (UFRRJ, online, 2012). Contudo, os elevados índices de insolação diária também podem estar na raiz de questões mais graves, entre elas as doenças da pele e da visão. Segundo Guimarães; Binsfeld (2008), a exposição contínua à radiação solar constitui um dos principais fatores de risco no desenvolvimento de tumores cutâneos. Considerando-se que a prevenção



ainda é a melhor defesa contra essas doenças, cabe aqui ressaltar o papel preponderante da educação na preservação da saúde da população (SILVA, OLIVEIRA e MARINHO, 2012).

O espectro eletromagnético é um canal que contém todos os comprimentos de onda, por onde passa a radiação solar. É o intervalo completo da radiação eletromagnética. O espectro visível é uma fina camada e corresponde à luz solar (ou branca) que contemplamos todos os dias no horizonte. De acordo com Oliveira (2010), a faixa visível localiza-se entre os comprimentos de 400 e 700 nm; a radiação ultravioleta ou UV está inserida entre 100 e 400 nm; o infravermelho próximo é verificado como estando situado entre 700 e 1500 nm; e, o infravermelho detém os valores de 1500 nm e superiores. A parte incluída entre 100 e 400 nm (radiação ultravioleta) é mais nociva para a saúde humana, podendo ser dividida em UVA, UVB e UVC, totalizando cerca de 7% da radiação emitida pela estrela solar.

De acordo com o INPE (2012), a radiação UVC (100-280 nm) não oferece riscos à saúde humana, pois é completamente absorvida pelo ozônio estratosférico, quase não chegando à superfície. A UVB (280-320 nm) é extremamente prejudicial ao homem, podendo causar queimaduras e, até o câncer dermatológico. A UVA (320-400 nm), por sua vez, constitui-se importante reguladora de vitamina D no organismo humano. Mas, o excesso de exposição a esta última pode provocar o envelhecimento precoce.

Silva; Oliveira; Marinho (2008) trazem alguns dados relevantes em sua pesquisa, tais como: o câncer de pele como responsável por cerca de 20% de todos os tipos de câncer do Brasil; e, uma informação interessantíssima: Natal – RN possui os maiores índices de radiação solar e insolação do país. Tais autores também mostram que a camada de ozônio é responsável por bloquear aproximadamente 5% da radiação UVA e 95% da UVB, influenciando positivamente na saúde humana.

Guimarães; Binsfeld (2008) reforça a exposição à radiação solar incidente como a grande responsável pelo surgimento de tumores cutâneos. E, ressalta a falta de consciência da população brasileira, a qual não se protege devidamente e promove raras campanhas de incentivo ao uso de protetores solares, por exemplo. Com relação a doenças, a autora afirma: *“Estudos realizados afirmam que a exposição aos raios ultravioleta é um dos principais fatores de risco para desenvolver tumores cutâneos, seja para Melanoma maligno ou tumores de pele do tipo não melanoma como o Carcinoma Basocelular ou Espinocelular”*, (GUIMARÃES; BINSFELD 2008, p. 05).

Para além do já exposto, ressalta-se a alta incidência de radiação solar como causadora do desconforto humano. O desconforto térmico é capaz de fazer como que o homem perca a motivação, a

vontade de realizar atividades, a produtividade e a velocidades caem, dentre outras sensações, (UFRRJ, online, 2012).

Diante do referencial exposto e dos dados gerados neste artigo, fica comprovado que o município de Caicó é contemplado com muita luz solar durante todos os meses do ano e que é possível tirar proveito de toda essa energia disponível, por outro lado, a população caicoense deve tomar cuidado a exposição aos raios solares uma vez que este pode trazer problemas de saúde.

### **Considerações finais**

Diante do que foi mencionado, este artigo procurou fazer uma correlação entre aspectos da climatologia (mais especificamente o parâmetro da insolação) com aspectos ligados às ciências da saúde (câncer de pele), através de uma análise estatística de dados provenientes da Estação Climatológica do Seridó potiguar. Os gráficos mostraram um comportamento interanual pouco variado da quantidade de radiação solar que chega a superfície do município de Caicó/RN.

Além disso, chegou-se a conclusão que os fortes índices de insolação geram uma excepcional disponibilidade de energia solar para o município caicoense, em virtude de sua posição latitudinal. Este caráter influencia diretamente a vida de seus cidadãos, tanto negativamente (podendo provocar a aparição de tumores malignos e uma possível detecção de câncer de pele), como positivamente (saúde e energia solar para aqueles que necessitam, como idosos, além da possibilidade de aumento de vitamina D para todos os seres humanos), (AYOADE, 2007; ARAGÃO, 2009).

As análises estatísticas atinentes aos dados solarimétricos de Caicó / RN permitiram evidenciar elevados índices de insolação naquele município. Mesmo nos meses em que há redução da insolação, os níveis ainda são considerados elevados. Com 8 horas diárias de iluminação solar direta, a cidade está sujeita ao desconforto térmico e à condições favoráveis à implantação de projetos para aproveitamento da energia solar visando gerar eletricidade e calor para indústria local. Seja em escala doméstica ou comercial, a economia obtida na geração de eletricidade a partir da energia solar poderia amortizar os custos de investimentos em painéis fotovoltaicos e na compra e manutenção de aparelhos condicionadores de ar, resultando em melhoria do conforto térmico da população. Do ponto de vista da saúde, os autores destacam a necessidade urgente de estudos que permitam estimar a relação entre os índices de insolação e doenças da pele e da visão.

Por fim, evidencia-se que este estudo possui um caráter uniforme, sendo, até então, inédito, podendo gerar subsídios capazes de influenciar outros posteriores que se seguirem, além de promover uma análise primeira das consequências provocadas pelas grandes taxas de insolação registradas, quase sempre, no Seridó do Rio Grande do Norte.

### **Agradecimentos**

Ao INMET, Instituto Nacional de Meteorologia, por fornecer os dados de insolação que necessitávamos para a execução desse trabalho.

A PROPESQ, Pró-reitoria de pesquisa, por conceder uma bolsa de pesquisa PIVICTI.

### **Referencias bibliográficas**

ALMEIDA, Felipe Simões de; FERREIRA, Thales da Silva. **Estudo sobre a produção, utilização e uso dos painéis solares como fonte de energia renovável.** Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense v. 1, p. 257-261, 2010.

ARAGÃO, M. J. **História do clima.** 1ª Edição. Interciência: Lisboa, 2009.

AYOADE, J.O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos.** 12º Edição. Bertrand Brasil: Rio de Janeiro, 2007.

CPRM, 2012. **Diagnóstico do município de Caicó – RN.** Disponível em: < <http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/rgnorte/relatorios/CAIC025.PDF> >. Acesso em: 29 mai. 2012.

FERREIRA, Artur Gonçalves. **Meteorologia Prática.** Oficina de textos: São Paulo, 2006. 192 p.

FERREIRA, H. F. P. A. ; LUCENA, R. L. . Análise da precipitação no município de Caicó, RN. In: Arminda Saconi Messias, Maria Célia Alves Feitosa. (Org.). **A influência das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos**. FASA: Recife, 2011, v. , p. 70-79.

GUIMARÃES, Carolinne Teixeira Moraes; BINSFELD, Pedro. **Risco de câncer de pele associado à incidência de radiação solar em Palmas**. Pontifícia Universidade Católica de Goiás. 2008. Disponível em: < <http://www.cpgls.ucg.br/6mostra/artigos/SAUDE/CAROLINNE%20TEIXEIRA%20MORAE%20S%20GUIMARAES.pdf> >. Acesso em: 29 jun. 2012

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> >. Acesso em: 12 jun. 2012.

IBGE, 2012. Disponível em: < [http://www.ibge.gov.br/7a12/mapast/ufs/rio\\_grande\\_norte.pdf](http://www.ibge.gov.br/7a12/mapast/ufs/rio_grande_norte.pdf) >. Acesso em: 27 ago. 2012.

IDEMA - Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio ambiente. Secretaria de Estado do Planejamento e das Finanças do Rio Grande do Norte. **Perfil do Estado do Rio Grande do Norte**. Natal, 2002. 85 p.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2012. Disponível em: < <http://www.inpe.br/> >. Acesso em: 30 jun. 2012.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. SANTANA, Marcos Oliveira (Org). **Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil**. Brasília: MMA, 2007.

NUNES, Gabriel Baptista; SILVA, Marcia de Azevedo; NETO, Adolpho Braga Marinho. **Painéis solares: seu uso e contribuição para a preservação do meio ambiente**. Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense v. 2, n. 1, p. 341-343, 2012.

OLIVEIRA, Marcia Maria Fernandes de. **Índice ultravioleta e câncer de pele no Estado do Paraná** (Tese de Doutorado). Curitiba, 2010.

SILVA, Francisco Raimundo da; OLIVEIRA, Hugo Sérgio Medeiros; MARINHO, George Santos. **Varição do índice de radiação solar ultravioleta em Natal – RN entre 2001 e 2007**. II Congresso Brasileiro de Energia Solar e III Conferência Regional Latino-Americana da ISES. Florianópolis, 2008.

SILVA, Francisco Raimundo da; OLIVEIRA, Hugo Sérgio Medeiros; MARINHO, George Santos. Sol, praia, fuso horário e saúde. *Ciência Hoje*, v. 49, p. 42-45, 2012. UFRJ, 2012. **Riscos de câncer de pele.** Disponível em: < <http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/riscos.htm>>. Acesso em: 23 jun. 2012.