



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL  
CAMPUS DE POMBAL-PB**

**MAYSA KEVIA LINHARES DANTAS**

**DESENVOLVIMENTO DE UM ÍNDICE DE RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA (RUV)  
ASSOCIADO À SAÚDE DA POPULAÇÃO EM POMBAL – PB**

**POMBAL-PB**

**2016**

**MAYSA KEVIA LINHARES DANTAS**

**DESENVOLVIMENTO DE UM ÍNDICE DE RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA (RUV)  
ASSOCIADO À SAÚDE DA POPULAÇÃO EM POMBAL – PB**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador (a): Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. VIRGÍNIA DE FÁTIMA BEZERRA NOGUEIRA

**POMBAL - PB**

**2016**

**MAYSA KEVIA LINHARES DANTAS**

**DESENVOLVIMENTO DE UM ÍNDICE DE RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA (RUV)  
ASSOCIADO À SAÚDE DA POPULAÇÃO EM POMBAL – PB**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador (a): Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. VIRGÍNIA DE FÁTIMA BEZERRA NOGUEIRA

Aprovado em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Virgínia de Fátima Bezerra Nogueira  
(Orientador (a) – CCTA/UFCG/ *Campus* de Pombal-PB)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Jussara Silva Dantas  
(Examinador (a) Interno - CCTA/UFCG/ *Campus* de Pombal-PB)

---

Dr. Valner da Silva Nogueira  
(Examinador Externo - Campina GEOHEC)

Dedico aos meus pais, Antônio e Marlene,  
por tanto amor.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por iluminar sempre o meu caminho e me guiar. Por tornar tudo possível.

Aos meus pais, pelo companheirismo e por todo o esforço para a realização deste sonho.

As minhas irmãs, por todo o apoio.

Ao meu noivo Cláudio Galeno, pela paciência, ajuda e por todo o incentivo.

À toda minha família, por estar sempre presente.

À orientadora Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Virgínia de Fátima Bezerra Nogueira, pela dedicação e atenção. A você minha imensa admiração e agradecimento!

À minha amiga Gabriela Braga, por toda ajuda, apoio e amizade.

Aos meus colegas, Adalberto Filho e Sayonara Costa, pela ajuda com as medições na coleta dos dados.

À todos os professores da Unidade Acadêmica de Ciência e Tecnologia Ambiental – UACTA, pelos conhecimentos transmitidos.

Aos meus colegas do curso, pelos momentos vividos e a certeza da torcida pelo sucesso um do outro.

À banca examinadora, pela disposição em avaliar este trabalho.

À Universidade Federal de Campina Grande– UFCG, pela oportunidade.

Aos funcionários da UFCG, por toda presteza e simpatia, em especial à Everton Ferreira e Gerusia Trigueiro.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Classificação do IUV .....	17
Figura 2 – A pele humana e suas divisões.....	20
Figura 3 – Radiação ultravioleta na pele humana .....	21
Figura 4 – Estrutura do olho humano .....	26
Figura 5 – Toxicidade das radiações ultravioletas para o olho humano .....	27
Figura 6 – Localização do município de Pombal no Estado da Paraíba .....	29
Figura 7 – Visualização aérea da Praça Getúlio Vargas (ponto de medição) .....	30
Figura 8 – Medidor de luz ultravioleta (RS-232).....	31

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Efeitos da radiação solar sobre o olho humano .....	26
Tabela 2 – Espectro da radiação solar .....	33
Tabela 3 – Valores máximo e mínimos médios diários de RUVA, dia de ocorrência e condição do céu em Pombal nos meses de março de 2015 a fevereiro de 2016 .....	34
Tabela 4 – Média mensal, total de dias medidos e a quantidade de dias com valores acima da média mensal .....	35
Tabela 5 – Número de casos de catarata e câncer de pele na Paraíba.....	40
Tabela 6 – Número de casos de catarata e câncer de pele em Pombal-PB .....	41

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>14</b>
2.1 Geral .....	14
2.2 Específicos .....	14
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>15</b>
3.1 Radiação Ultravioleta .....	15
3.2 O Índice Ultravioleta .....	16
3.3 Uma visão geral sobre a relação radiação ultravioleta e saúde .....	18
3.4 Aspectos fisiológicos dos efeitos da radiação ultravioleta sobre os seres humanos .....	19
3.4.1 Anatomia da pele humana .....	19
3.4.2 Efeitos da radiação ultravioleta sobre a pele .....	20
3.4.3 O olho humano .....	25
3.4.4 Efeitos da radiação ultravioleta sobre os olhos .....	26
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>29</b>
4.1 Localização e caracterização da área de estudo .....	29
4.2 Localização do ponto de medições .....	29
4.3 Medições da radiação UVA .....	30
4.4 Índice Ultravioleta A- IUVA.....	31
4.5 Comparação com o Índice Ultravioleta do CPTEC/INPE.....	32
4.6 Unidades de Saúde .....	33
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>34</b>
5.1 Dados observados de radiação UVA .....	34
5.2 Dados calculados do IUVA.....	37
5.3 IUVA calculado e a comparação com o IUVA do CPTEC/INPE.....	37
5.4 Dados referentes à saúde.....	39
<b>6. CONCLUSÕES.....</b>	<b>42</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>43</b>

## RESUMO

A exposição excessiva a radiação ultravioleta pode provocar diversos efeitos nocivos à saúde humana. Assim, o objetivo deste trabalho foi realizar um monitoramento da intensidade da radiação solar UVA diária na cidade de Pombal-PB, bem como relacionar os problemas de saúde da população decorrentes da exposição à radiação ultravioleta. As medições foram realizadas nos anos de 2015 e 2016, no centro da cidade que apresenta uma concentração elevada de pessoas. Utilizou-se um equipamento digital e portátil para a coleta dos dados de radiação UVA. Os resultados indicaram valores elevados de radiação UVA na cidade, sugerindo assim, uma relação com os casos de cânceres de pele e catarata na região. Os valores do Índice Ultravioleta calculados atingiram níveis considerados extremos em sete meses do ano, além disso, foram maiores quando comparados com o IUV do CPTEC/INPE em boa parte do ano.

**Palavras-chave:** Radiação ultravioleta. Catarata. IUV. UVA.

## **ABSTRACT**

The excessive exposure to ultraviolet radiation can cause various harmful effects on human health. The objective of this work was to monitor the intensity of daily solar radiation UVA in the city of Pombal-PB, as well as relate the health problems of the population from exposure to ultraviolet radiation. The measurements were performed in the years of 2015 and 2016, in the city center that has a high concentration of people. We used a digital and portable equipment for the collection of UVA radiation data. The results indicated high levels of UVA radiation in the city, thus suggesting a relationship with cases of skin cancers and cataracts in the region. The values of UV index calculated reached considered extreme levels in seven months of the year, moreover, it were higher compared to the UVI CPTEC / INPE in much of the year.

**Keywords:** Ultraviolet Radiation. Cataracts. UVI. UVA.

## 1. INTRODUÇÃO

A radiação solar é formada pelo espectro contínuo de radiação eletromagnética e classificada de acordo com o intervalo de comprimento de onda em: radiação ultravioleta (RUV) (<400nm), luz visível (400-700nm) e infravermelho (>700 nm).

O Sol emite energia em, praticamente, todos os comprimentos de onda do espectro eletromagnético e essa energia emitida apresenta-se assim distribuída: 44% de luz visível, 48% de infravermelho e 7% de radiação ultravioleta (CPTEC, Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos; 2016).

A RUV representa um papel essencial à vida, exercendo tanto efeitos benéficos como também efeitos indesejáveis para a saúde humana. As radiações ultravioletas são absorvidas pela camada de ozônio que envolve a Terra a uma altitude aproximada de 25 quilômetros. A camada de ozônio é um dos fatores de manutenção da vida no planeta, uma vez que esse tipo de radiação é letal quando incide com grande intensidade (BRAGA et al., 2002).

No que se refere à intensidade que a RUV é absorvida pelo oxigênio e ozônio e, também aos efeitos à saúde humana, a radiação UV é dividida em três intervalos, UVC (100 - 280 nm), UVB (280 - 320 nm) e UVA (320- 400 nm).

A radiação UVC corresponde a cerca de 1% da emissão solar e não atinge a superfície terrestre devido à forte absorção pelo oxigênio (O<sub>2</sub>) e pelo ozônio (O<sub>3</sub>) estratosférico (GROFF, 2008; FREDERICK, 1994). A radiação UVB é intensamente absorvida pelo ozônio presente na estratosfera, mas uma parcela considerável ainda atinge a superfície terrestre. Já a radiação UVA sofre pouca absorção pela atmosfera, dessa forma compõe a maior parte da RUV que atinge a superfície terrestre.

As radiações UVB e UVA, quando há exposição de forma excessiva, são as principais responsáveis pela formação de queimaduras na pele, câncer de pele, envelhecimento precoce, problemas nos olhos e outros efeitos nocivos à saúde humana. Por esta razão, a exposição à radiação solar é uma questão de saúde pública que vem sendo incrementada por descobertas recentes da ação da RUV no organismo humano (SILVA, 2008).

Diversos estudos realizados recentemente apontam que muitos brasileiros tem se exposto de forma excessiva, em seu dia a dia, a radiação solar e geralmente

não possuem conhecimento das consequências severas dessa exposição. Em decorrência disso, a incidência do câncer de pele vem aumentando nos últimos tempos (BENVENUTO-ANDRADE et al., 2005; SZKLO, 2007).

Dentre os tipos de cânceres que atingem a população brasileira, o câncer mais frequente é o de pele, correspondendo à cerca de 25% de todos os tumores diagnosticados em todas as regiões geográficas (COELHO, 2005). Em pessoas de pele clara e que habitam em lugares onde há alta incidência de luz solar este tipo de câncer é o mais comum.

O câncer de pele é o crescimento anormal e descontrolado das células que compõem a pele. Essas células se dispõem, formam camadas e, dependendo da camada afetada, tem-se os diferentes tipos de câncer (POZZEBON, 2009).

A exposição à RUV é a principal causa de câncer de pele. Esse malefício é em geral o mais temido dentre os efeitos da RUV e pode ser dividido em duas categorias: melanoma e não-melanoma (SILVA, 2008). De acordo com o Instituto Nacional de Câncer (INCA) são estimados 5.670 novos casos de câncer de pele do tipo melanoma e 175.760 do tipo não melanoma no Brasil em 2016.

O tipo melanoma possui origem nos melanócitos (células produtoras de melanina, substância que determina a cor da pele), sendo mais comum em adultos brancos. O melanoma representa apenas 4% das neoplasias malignas da pele, sendo o tipo mais grave devido à sua alta possibilidade de metástase. Já o tipo não melanoma é o tipo de câncer de pele mais frequente no Brasil, sendo o de maior incidência e menor mortalidade (INCA, 2015).

O Brasil localiza-se geograficamente em uma área de alta incidência de RUV e segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2009, 48,2 % de sua população possui pele branca. Portanto, pelo fato de se exporem diariamente de forma descuidada ao Sol, temos uma alta ocorrência do câncer de pele entre os brasileiros.

A radiação ultravioleta pode acarretar tanto malefícios à pele humana, quanto pode provocar ou acentuar problemas e doenças nos olhos. Seja qual for o tipo de radiação a que se expõe de forma excessiva essa radiação poderá causar algum tipo de prejuízo à saúde dos olhos.

Da mesma forma que a pele humana, os olhos podem ser mais ou menos sensíveis às radiações. De acordo com a cor, cuidados, idade e condições de saúde do indivíduo, essa sensibilidade tende a ser maior ou menor (PIOTTO, 2007).

A radiação UVA é apontada como responsável pelo desenvolvimento de cataratas, portanto, exposições prolongadas, mesmo a baixas intensidades, pode produzir essa enfermidade. Quanto menor o comprimento de onda da radiação, maior o dano causado à estrutura ocular. Por esta razão, as radiações UV são mais nocivas do que a luz nos comprimentos de onda visível e infravermelho (CORRÊA, 2003).

A catarata é uma opacificação do cristalino, parcial ou completa, em um ou ambos os olhos, que interfere na visão, podendo causar cegueira. Os diversos tipos de catarata são classificados de acordo com sua morfologia (tamanho, forma e localização) ou etiologia (causa e período de ocorrência) (MINISTÉRIO DA SAÚDE DO BRASIL, 2001).

De acordo com a Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) 2013, a proporção de pessoas diagnosticadas com catarata em uma ou ambas as vistas, na população de 60 anos ou mais de idade foram de 28,7% no Brasil, sendo as maiores proporções observadas nas Regiões Nordeste (31,9%) e Centro-Oeste (33,7%), enquanto a menor, na Região Sul (21,8%). No que se refere à cor ou raça, a branca (30,5%) apresentou a maior proporção em relação à parda (27,0 %) e a preta (23,2 %).

A intensidade da radiação UV é medida pelo Índice Ultravioleta (IUV), no qual representa o valor máximo diário da radiação e depende de elementos como posição geográfica da localidade, altitude, horário, estação do ano e condições atmosféricas (CPTEC, 2016).

Assim sendo, o Semiárido nordestino, por apresentar uma localização próxima a linha equatorial, se constitui uma das áreas que mais recebe radiação UV, como também possui a população mais pobre e menos informada sobre os riscos dessa exposição à saúde. Os dados de radiação solar UV na região de Pombal são obtidos de satélite, portanto não existe monitoramento dessa variável em superfície.

Este trabalho surgiu da necessidade de provê informação à população da cidade de Pombal-PB quanto à exposição à radiação UV e estabelecer uma relação com os casos de doenças de pele e olhos relacionados com a RUV na cidade.

Neste sentido, serão realizadas medições de radiação UVA com o intuito de obter tais informações e verificar a ligação com os danos à saúde humana, sendo assim, um trabalho de grande relevância no que concerne a temática ambiental.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Realizar um monitoramento da intensidade da radiação solar UVA diária na cidade de Pombal-PB, bem como relacionar as consequências da exposição a essa radiação com os problemas de saúde decorrentes da RUV.

### **2.2 Específicos**

- Realizar medições da radiação UVA em horários com maior incidência solar;
- Calcular um IUVA para Pombal e comparar com o IUV do sitio do CPTEC/INPE obtido por satélite.
- Proceder um levantamento nas unidades de saúde da cidade sobre a incidência de câncer de pele e casos de catarata ocorridos na população local;

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 Radiação Ultravioleta**

O Sol é a fonte essencial de energia para todo o sistema solar e, em virtude da sua elevada temperatura, gera uma enorme quantidade de energia que é irradiada para todo o espaço (STEFFEN, 2015). A energia emitida pelo Sol constitui-se de radiações com comprimentos de onda diferenciados, abrangendo os raios gama, os raios X, o ultravioleta, o infravermelho (IV), as microondas e as ondas de rádio.

A radiação ultravioleta (RUV) é apenas uma pequena parte do espectro solar sendo definida como toda a radiação com comprimento de onda menor que 400nm ( $\lambda < 400\text{nm}$ ) e vem preocupando os especialistas, principalmente, a partir da década de 1970, quando a diminuição da camada de ozônio foi observada (POZZEBON, 2009). Sua principal fonte é o sol (a porção UV é menos de 10% do total de sua energia) e uma grande parcela é absorvida ou espalhada pela atmosfera, especialmente pelo ozônio (SEELIG, 2015).

Para Santos (2010), a radiação UVA é popularmente conhecida como luz negra e chega normalmente à superfície terrestre, não existindo nenhum componente atmosférico capaz de absorvê-la. A radiação UVA corresponde a um total de 6,3 % da irradiação de energia do Sol (FREDERICK, 1994). A exposição a altas doses de radiação UVA pode causar danos indiretos ao DNA, envelhecimento da pele, câncer de pele e danos aos olhos (UV AWARENESS, 2015). Possui intensidade constante no decorrer do ano e do dia, tendo intensidade um pouco maior entre as 10 e 16 horas.

A radiação UVB, apesar de representar uma pequena porção do espectro eletromagnético, é a maior responsável pelas lesões crônicas na pele, como o eritema e o câncer cutâneo (SANTOS, 2010). A radiação UVB é mais forte que a UVC, correspondendo a um total de 1,5% da energia total irradiada pelo Sol, possuindo efeito biológico altíssimo na superfície terrestre, o maior entre os raios UV.

A radiação UVC, denominada radiação germicida é a faixa mais energética (SANTOS, 2010). Possui o menor comprimento de onda e é fortemente penetrante e

danosa à saúde, assim, se teriam sérios problemas se ela atingisse a superfície terrestre.

A radiação ultravioleta é absorvida pela camada que envolve a Terra chamada de camada de ozônio. A camada de ozônio é um dos elementos de manutenção da vida no planeta, uma vez que esse tipo de radiação é prejudicial quando incide com forte intensidade (BRAGA et al., 2002).

Sobre a superfície da Terra incide a radiação direta e a radiação difusa, e as porcentagens de cada uma delas dependem principalmente da composição da atmosfera.

O espalhamento pode se dar de duas formas, a primeira, causada por moléculas de oxigênio e nitrogênio, espalha a radiação de tal forma que a energia espalhada é inversamente proporcional ao comprimento de onda elevado a quarta potência, tal espalhamento é mais fortemente pronunciado em raios UVB do que nos UVA. Já a segunda forma, causadas por pó, gotas de água e aerossóis, tem um espalhamento diferente conforme o momento do dia, mais próximo ao meio dia, contribui aproximadamente igual à radiação direta, e ao amanhecer e anoitecer o espalhamento é maior (OKUNO, 2005).

Okuno (2005) afirma que fatores temporais, geográficos e meteorológicos afetam a irradiância espectral da RUV na superfície da Terra, sendo esses principais fatores: hora do dia, estação do ano, latitude geográfica, altitude, nuvem, reflexão na superfície e ozônio.

### **3.2 O Índice Ultravioleta**

O Índice Ultravioleta (IUV) é uma medida da intensidade da radiação UV, relevante aos efeitos sobre a pele humana, incidente sobre a superfície da Terra. O IUV representa o valor máximo diário da radiação ultravioleta. Isto é, no período referente ao meio-dia solar, o horário de máxima intensidade de radiação solar (CPTEC, 2016).

O índice é apresentado como um número inteiro e possibilita alertar sobre os níveis de RUV de risco para a saúde dos seres vivos. Para Corrêa (2003) o IUV se trata de um valor de referência para a irradiância global biologicamente ativa incidente na superfície terrestre.

Através de iniciativas internacionais, o IUV foi desenvolvido pela Organização Mundial de Saúde (OMS), o Programa das Nações Unidas para o Ambiente e pela Organização Meteorológica Mundial (OMM). Conforme pode ser observado na

Figura 1, o IUV é escalonado em baixo, moderado, alto, muito alto e extremo (WHO, World Health Organization; 2003).

Figura 1- Classificação do IUV

CATEGORIA	ÍNDICE ULTRAVIOLETA
BAIXO	< 2
MODERADO	3 a 5
ALTO	6 a 7
MUITO ALTO	8 a 10
EXTREMO	> 11

Fonte: CPTEC (2016)

O IUV é um veículo importante para sensibilizar o público para os riscos da exposição excessiva à RUV e para alertar as pessoas sobre a necessidade de adotar medidas de proteção. Incentivar as pessoas a reduzir a sua exposição ao Sol pode diminuir os efeitos nocivos para a saúde e reduzir significativamente os custos de cuidados com a saúde (WHO, 2015).

Ainda segundo a Organização Mundial de Saúde, para as categorias de IUV muito alto e extremo deve-se ter extra proteção, evitar o sol ao meio dia, permanecer na sombra e usar camisa, boné e protetor solar.

O IUV é uma escala independente do tipo de pele, por isso não pode estar associado ao tempo de exposição ao sol, mas aos riscos danosos que a exposição excessiva pode causar a saúde humana (SANTOS, 2010).

Para o cálculo do IUV, os elementos temporais, geográficos e meteorológicos que afetam a irradiância espectral da RUV na superfície da Terra são fundamentais. Esses elementos são descritos abaixo:

**Hora do dia:** Cerca de 20 a 30% da quantidade de energia UV no verão chega a Terra em torno do meio-dia (entre 11h e 13h), e cerca de 70 a 80% entre as 9h e 15h (CPTEC, 2016).

**Estação do ano:** A irradiância (quantidade de energia por área) UVB diária em torno de 20°, apresenta variação sazonal de +25 % no verão e -30 % no inverno em relação à primavera/outono. Na zona temperada (40° N), esses valores correspondem a + 70 % e -70 %, respectivamente (OKUNO, 2005).

**Latitude geográfica:** O fluxo de radiação UV diminui com o aumento da distância ao Equador. Ou seja, regiões mais próximas à linha do Equador recebem maior quantidade de energia solar (CPTEC, 2016).

**Altitude:** O conteúdo de ozônio integrado na coluna atmosférica varia de acordo com a altitude, conseqüentemente, a quantidade de RUV incidente na superfície terrestre também tende a variar (SANTOS, 2010). A quantidade de ozônio decresce em torno de 1 % para cada quilômetro, o que provoca aumento de cerca de 6 a 8 % a quantidade de energia UV incidente (CPTEC, 2016).

**Nuvem:** A presença de nuvens e aerossóis (partículas em suspensão na atmosfera) atenua a quantidade de radiação UV em superfície. Porém, parte dessa radiação não é absorvida ou refletida por esses elementos e atinge a superfície terrestre. Deste modo, dias nublados também podem oferecer perigo, principalmente para as pessoas de pele sensível (CPTEC, 2016).

**Reflexão na superfície:** Superfícies como areia e neve possuem uma capacidade de reflexão da RUV, respectivamente, em cerca de 30% e 80%. Em superfícies urbanas, o percentual médio de reflexão da RUV varia entre 3 a 5%. Logo, mesmo em áreas sombreadas, a intensidade da RUV pode ser elevada em decorrência da radiação refletida (SILVA, 2007 apud SANTOS, 2010).

**Ozônio:** É o fator mais importante de absorção da RUV, principalmente da radiação UVB e UVC dirigida à superfície terrestre (OKUNO, 2005). A concentração de ozônio é distribuída verticalmente de acordo com perfis atmosféricos teóricos relativos a posição geográfica da localidade. A concentração máxima de ozônio localiza-se na estratosfera (CPTEC, 2016).

### **3.3 Relação radiação ultravioleta e a saúde**

A RUV é vital para os seres vivos, ela é responsável por sintetizar a vitamina D no organismo. A vitamina D tem uma função importante no aumento da absorção de cálcio e fósforo a partir de alimentos e desempenha um papel crucial no desenvolvimento do esqueleto, da função imunológica e formação de células sanguíneas (WHO, 2015).

Por outro lado, a radiação ultravioleta causa efeitos biológicos indesejáveis no organismo humano, principalmente na pele e no aparelho ocular, esses são os dois órgãos mais afetados pela RUV devido a sua pequena capacidade de penetração no corpo humano (OKUNO, 2005).

A exposição ao Sol de forma inadequada é cancerígena para a pele, leva à depressão imunológica e ao fotoenvelhecimento, como também causa lesões oculares, como cerato-conjuntivite, pterígio e catarata (OKUNO, 2005).

O câncer de pele é considerado um problema social relevante em todo o mundo, cerca de 2 a 3 milhões de câncer de pele não melanoma são diagnosticados por ano e aproximadamente 130.000 melanomas malignos ocorrem em todo o mundo a cada ano (WHO, 2015).

Todo ano 16 milhões de pessoas no mundo sofrem de cegueira devido à perda da transparência do cristalino. Estimativas da OMS sugerem que 20 por cento dos casos de catarata pode ser causada por exposição excessiva à radiação UV e são, por conseguinte, evitáveis (WHO, 2015).

Assim sendo, campanhas para conscientização e esclarecimento da população são bastante eficazes para conter o crescimento de doenças relacionadas à exposição excessiva ao Sol, podendo ter uma imensa influência na saúde pública.

### **3.4 Aspectos fisiológicos dos efeitos da radiação ultravioleta sobre os seres humanos**

#### **3.4.1 Anatomia da pele humana**

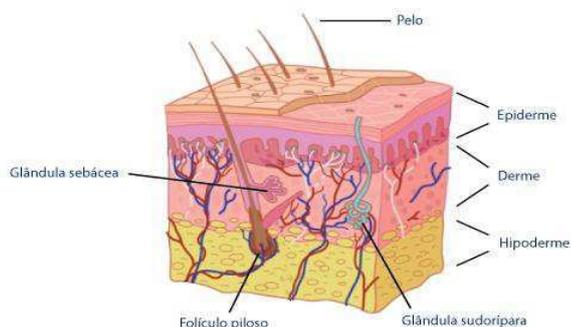
A pele é um órgão que reveste praticamente toda área do corpo humano e representa cerca de 15 % do peso de uma pessoa (BARROS, 2016).

A pele é o principal tecido que protege o corpo contra substâncias nocivas, constitui uma barreira contra os micro-organismos, ajuda a regular a temperatura corporal, através do suor, excreta água e os produtos do metabolismo. Além disso, constitui o maior órgão sensitivo para a percepção de estímulos tácteis, térmicos e dolorosos (LEESON, 1988 apud COARITI, 2011).

Vários fatores como a má alimentação, stress, depressão, tabagismo e a radiação solar, causam danos e são facilmente refletidos em nossa pele (SANTOS, 2013). A pele reage imediatamente quando danificada por fatores externos ou internos, por ser a primeira linha de defesa do nosso corpo.

Ela é constituída pela epiderme, derme e hipoderme (Figura 2). O limite entre a epiderme e a derme é irregular e a espessura da epiderme varia com a região cutânea (OKUNO, 2005).

Figura 2- A pele humana e suas divisões



Fonte: Dermatologia (2016)

A epiderme é a porção mais externa da pele, a espessura da epiderme varia de 0,05 mm nas pálpebras a 1,5 mm na palma da mão e na sola dos pés. Existem quatro tipos de células ramificadas na epiderme: os queratinócitos, o melanócito, que sintetiza pigmento (melanina); as células de Langerhans, que servem como um elemento de linha de frente nas reações imune da pele; e as células de Merkel (HABIF, 2012).

Na maioria das regiões do corpo, a epiderme contém quatro estratos ou camadas (TORTORA, 2012). As células da epiderme, chamadas queratinócitos, estão dispostas na camada basal, espinhosa, granulosa e córnea (OKUNO, 2005).

A derme varia em espessura de 0,3 mm na pálpebra a 3,0 mm no dorso, ela é composta de três tipos de tecido conjuntivo: colágeno, tecido elástico e fibras reticulares. A derme é dividida em duas camadas: a camada superior, mais delgada, denominada camada papilar e a camada inferior espessa, denominada camada reticular (HABIF, 2012).

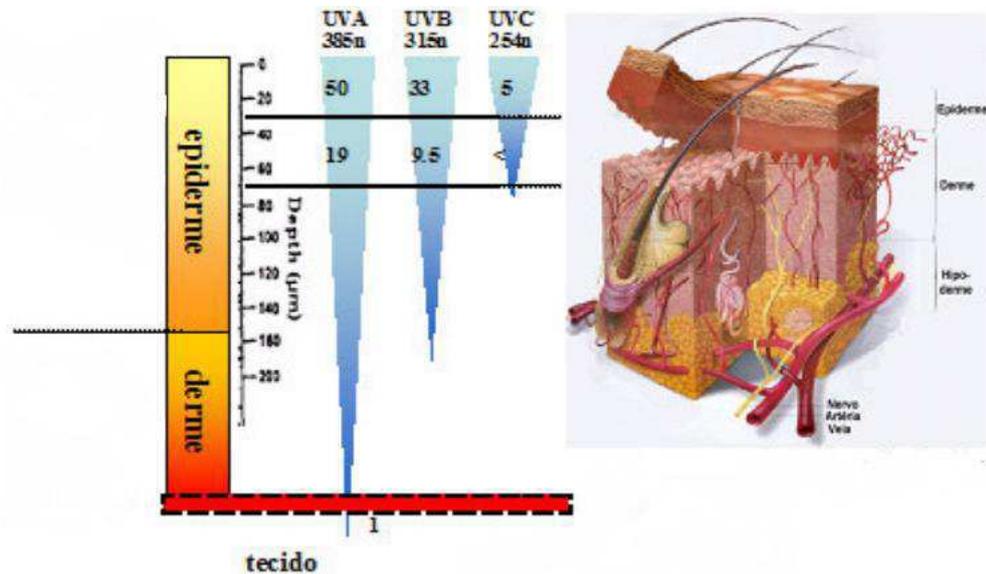
A hipoderme é a camada mais profunda da pele, com espessura variável, formada exclusivamente por células adiposas e, além de exercer a função nutricional de reserva, participa do isolamento térmico, da proteção às pressões e traumas externos e facilita a mobilidade da pele em relação às estruturas subjacentes (OKUNO, 2005).

### 3.4.2 Efeitos da radiação ultravioleta sobre a pele

A interação entre a pele e a luz solar é inevitável. O potencial de dano depende do tipo e da duração da exposição. A luz solar tem efeitos profundos sobre a pele, e está associada a uma variedade de doenças (SIMIS, 2006).

Na Figura 3 mostra-se como as radiações UVA, UVB e UVC penetram na pele humana.

Figura 3- Radiação Ultravioleta na pele humana



Fonte: Adaptado de Corrêa (2003)

Os raios UVA penetram nas camadas profundas da pele e afetam o tecido conjuntivo e os vasos sanguíneos: a pele perde progressivamente a sua elasticidade e começa a enrugar-se. Os raios UVB são responsáveis pelo enfraquecimento e espessamento das camadas superficiais da pele (OLIVEIRA, 2010).

As reações da pele humana à exposição à RUV podem ser classificadas como agudas ou crônicas. Os efeitos agudos surgem algumas horas ou alguns dias após a exposição e os efeitos crônicos surgem quando são consequências da somatória de exposições agudas, repetitivas no decorrer da vida (KIGUTI, 2009). Como reações agudas citam-se queimaduras, bronzeamento e produção de vitamina D, já as reações crônicas tem-se o fotoenvelhecimento e o câncer de pele.

#### a) Produção de Vitamina D<sub>3</sub>

Uma das funções benéficas da R-UV sobre a pele humana é a capacidade de sintetizar a vitamina D<sub>3</sub>. O processo de formação dessa vitamina se inicia na conversão, pela radiação UVB, do 7-deidrocolesterol, presente na epiderme, em pré-vitamina D<sub>3</sub> (CPTEC, 2016). A pré-vitamina se isomeriza em vitamina D<sub>3</sub> num processo controlado pela temperatura da pele e que se finaliza em até três dias. Pequenos períodos de exposição ao sol já são suficientes para desencadear o

processo de formação dessa vitamina (CORRÊA, 2003). Em países tropicais, como o Brasil, cerca de 15 minutos de exposição das mãos, braços e face entre as 9 e as 16h, já são suficientes para regular a produção (CPTEC, 2016).

b) Queimaduras

Queimaduras solares, ou eritema, é uma lesão aguda após exposição excessiva à radiação solar UV. A vermelhidão da pele é resultado de um aumento do teor de sangue da pele, devido à dilatação dos vasos sanguíneos superficiais da derme, principalmente as vênulas subpapilares (DIFFEY, 1991). Ainda para Diffey (1991), a exposição da pele por longos períodos ao forte sol de verão antecipa o aparecimento de eritema, alonga a sua persistência, e aumenta sua intensidade. Doses elevadas podem resultar em edema, dor, formação de bolhas e, após alguns dias, o descascamento.

Para Corrêa (2003), pessoas com pele mais clara possui maiores chances de desenvolver um processo eritematoso quando comparado com indivíduos negros ou morenos. Outras características que também podem influenciar a susceptibilidade a queimaduras solares são a cor do cabelo, a cor dos olhos e a presença de sardas. Um resumo da influência destas características de acordo com os seis tipos de pele é apresentado no Quadro 1:

Quadro 1- Tipos de pele e reações ao Sol

<b>Tipo</b>	<b>Reações da pele á radiação solar</b>	<b>Exemplos</b>
I	Sempre queima com facilidade e severamente (queimadura dolorosa); bronzeia um pouco ou quase nada e ocasiona despelamento.	Pessoas na maioria das vezes com pele clara, olhos azuis, sardas; a pele não exposta é branca.
II	Normalmente, queima com facilidade e severamente (queimadura dolorosa); bronzeia minimamente ou levemente, também ocasiona despelamento.	Pessoas com pele clara, olhos claros ou castanhos, sardas, cabelos loiros ou ruivos; a pele não-exposta é branca.
III	Queima moderadamente e apresenta bronzeamento médio.	Média dos caucasianos; a pele não exposta é branca.
IV	Mínima queimadura, bronzeia de forma fácil e acima da média em cada exposição; geralmente exhibe reações de IPD (pigmento de escurecimento)	Pessoas com a pele branca ou morena, cabelos e olhos castanhos escuros

	imediatamente).	(mediterrâneos, mongolóides, orientais, hispânicos, etc.); a pele não-exposta é branca ou morena.
V	Raramente se queima, bronzeia-se facilmente e substancialmente; sempre exhibe IPD.	Mulatos e mestiços (ameríndios, índios, hispânicos, etc.).
VI	Nunca queima e se bronzeia abundantemente; sempre exhibe IPD.	Negros; a pele não exposta é negra.

**Fonte:** Adaptado de Diffey (1991)

#### c) Bronzeamento

A pigmentação de melanina da pele pode ser de dois tipos: (i) constitutivo: a cor da pele visto em diferentes raças e determinada por fatores genéticos únicos; e (ii) facultativo: o aumento reversível no bronzeamento em resposta à radiação solar UV (e outros estímulos externos) (DIFFEY, 1991). De acordo com Corrêa (2003), no caso facultativo, podem ocorrer dois tipos distintos de bronzeamento. O primeiro tipo é o bronzeamento imediato (IPD – pigmento de escurecimento imediato), um escurecimento transitório da pele induzido pelas radiações UVA e visível. O bronzeamento imediato pode tornar-se evidente dentro de 5-10 min de exposição ao sol de verão e normalmente desaparece dentro de uma ou duas horas (DIFFEY, 1991). A forma mais familiar de bronzeamento é aquela que se inicia após um ou dois dias da exposição, aumenta nos dias seguintes e perdura por semanas ou meses (CPTEC, 2016). Após a exposição à RUV, há um aumento da atividade da enzima tirosinase e do número de melanócitos em funcionamento, levando a formação de novas melaninas. Embora essa cobertura de pigmentos ofereça um grau moderado de proteção, não se pode dizer que a mesma constitui um mecanismo efetivo para proteger a pele humana (CORRÊA, 2003).

#### d) Fotoenvelhecimento

O fotoenvelhecimento da pele ocorre pela exposição aos raios ultravioleta, podendo vir acompanhados por flacidez muscular e cutânea (TOFETTI, 2006). Os sinais do envelhecimento precoce causado pela exposição ao sol são: o ressecamento da pele, rugas e marcas profundas, perda da elasticidade e a pigmentação excessiva de cores e formas variadas (CPTEC, 2016). A maioria dos

dermatologistas aponta que cerca de 80% das razões do foto-envelhecimento de uma pessoa, com exceção daquelas que exercem atividades diárias sob o sol, é fruto da exposição excessiva aos raios UV até os 20 anos de idade (CORRÊA, 2003).

e) Sardas

As sardas ou efélides são manchas onde a distribuição dos pigmentos melânicos costuma ser homogêneo, embora possa ter a borda irregular (SOARES, 2008). As sardas não representam risco de transformação para o melanoma. A presença das sardas se torna saliente em períodos de grande exposição ao Sol. A presença de uma grande quantidade de sardas pode indicar o hábito de exposição ao Sol de forma excessiva.

f) Pintas

No falar médico as pintas são nomeadas nevos (do latim: defeito, marca) melanocíticos. Os nevos podem existir já no nascimento (congênitos) ou surgirem no decorrer da vida, apresentando diferentes tamanhos, como os pequenos (até 1,5 cm), médios (entre 1,5 e 20,0 cm) e gigantes (superiores a 20,0 cm) (CORRÊA, 2003). Alguns nevos atípicos, cujas dimensões são maiores, podem indicar um fator de predisposição para o aparecimento de melanomas (CPTEC, 2016).

g) Cânceres de pele

-Carcinoma espinocelular: Forma de câncer não-maligno, geralmente denominado câncer não-melanoma. Manifesta-se nas células escamosas, que constituem a maior parte das camadas superiores da pele. Pode se desenvolver em todas as partes do corpo, embora seja mais comum nas áreas expostas ao sol, como orelhas, rosto, couro cabeludo, pescoço etc (SBD, Sociedade Brasileira de Dermatologia; 2016).

-Carcinoma basocelular: Também é um tipo de câncer não-melanoma. É o mais prevalente dentre todos os tipos de câncer. Ele surge nas células basais, que se encontram na camada mais profunda da epiderme (a camada superior da pele). Tem baixa letalidade, e pode ser curado em caso de detecção precoce (SBD, 2016). Possui crescimento lento e pode se apresentar como alterações de pigmentação ou ulcerações.

-Melanoma cutâneo: Entre os três tipos de cânceres de pele mais comuns este é o pouco frequente, mas aquele que produz as consequências mais violentas. Caracterizado por uma pinta de crescimento progressivo, que tenha mudado alguma de suas características de modo repentino ou no decorrer de um período (como cor, tamanho, aspecto, etc) (SOARES, 2008). Em estágios iniciais, o melanoma se desenvolve apenas na camada mais superficial da pele, o que facilita a remoção cirúrgica e a cura do tumor. Nos estágios mais avançados, a lesão é mais profunda e espessa, o que aumenta a chance de metástase para outros órgãos e diminui as possibilidades de cura (SBD, 2016). O cuidado na exposição ao sol é a principal maneira de prevenção tanto deste, como de qualquer outro tipo de câncer de pele. Esse cuidado deve ser principalmente ao longo da infância e adolescência.

### 3.4.3 O olho humano

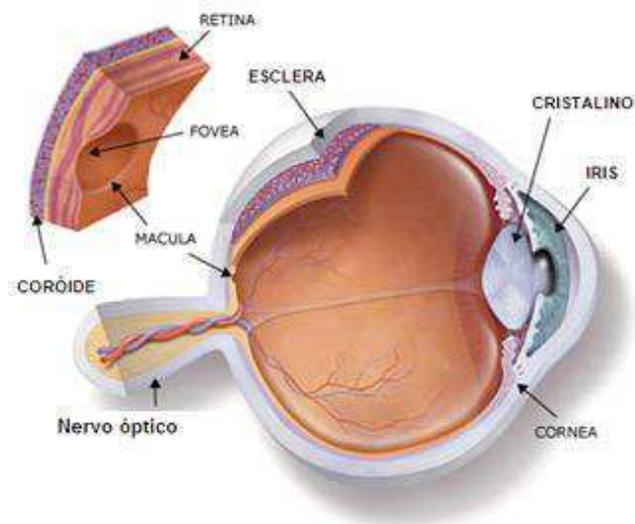
O olho ocupa menos de 2% de toda a área de superfície do corpo, mas representa o sistema do órgão único para permitir a penetração da luz visível profundamente no corpo humano (WHO, 2016).

O olho humano pode ser dividido em seis funções físicas fundamentais, a refração, cujos elementos responsáveis são a córnea, o cristalino e os humores aquoso e vítreo; a auto-focalização, feita pelo cristalino e pelos músculos ciliares; o controle da luminosidade interna feito pela íris e pupila; a detecção, feita pela retina (pelos cones e bastonetes); a transmissão da informação ao cérebro, feita pelo nervo e as vias ópticas; e a refrigeração da retina feita pela coroide (VENTURA, 2005).

De acordo com o Conselho Brasileiro de Oftalmologia (CBO), quando olhamos na direção de algum objeto, a imagem atravessa a córnea e chega à íris, que regula a quantidade de luz recebida por meio de uma abertura chamada pupila. Passada a pupila, a imagem chega ao cristalino e é focada sobre a retina. A lente do olho produz uma imagem invertida e o cérebro a converte para a posição correta. Na retina, mais de cem milhões de células fotorreceptoras transformam as ondas luminosas em impulsos eletroquímicos, que são decodificados pelo cérebro.

Na Figura 4 mostra-se um corte esquemático do olho humano.

Figura 4- Estrutura do olho humano



Fonte: Instituto de Retina (2016)

### 3.4.4 Efeitos da radiação ultravioleta sobre os olhos

Da mesma maneira que a radiação ultravioleta pode acarretar danos à pele humana, ela também pode produzir ou acentuar problemas e doenças nos olhos. Durante a evolução humana uma série de mecanismos evoluíram para proteger o olho humano, que é um órgão muito sensível, contra os efeitos nocivos dos raios do sol (WHO, 2016).

Na Tabela 1 apresenta-se um resumo desses possíveis problemas com os respectivos espectros de radiação.

Tabela 1- Efeitos da radiação solar sobre o olho humano.

<b>Espectro</b>	<b>Tecido afetado</b>	<b>Local de absorção</b>	<b>Tipo de dano</b>
<b>UVC / UVB</b>	Córnea	Epitélio	Fotoquímico: fotoqueratite e opacidades na córnea
<b>UVB / UVA</b>	Cristalino	Núcleo	Fotoquímico: Catarata
<b>Visível</b>	Retina	Epitélio pigmentário Hemoglobina Pigmento macular	Térmico: diminuição da visão Hemorragia intraocular

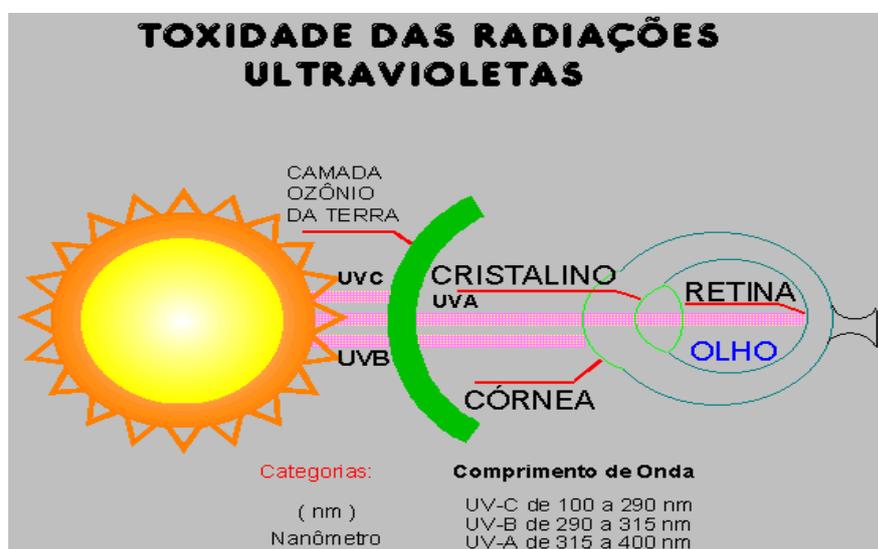
			Alterações na percepção de cores
<b>IVA</b>	Retina Cristalino	Epitélio pigmentário Epitélio	Térmico: diminuição da visão Catarata
<b>IVB</b>	Córnea	Epitélio	Opacidades
<b>IVC</b>	Córnea	Epitélio	Queimaduras superficiais

Fonte: Vergaz (2001)

O espectro está dividido em: UVC (< 280nm), UVB (280–320nm), UVA (320–400nm), Visível (400–750nm), IVA (780–1400nm), IVB (1400–3000nm) e IVC (3000–10000nm), onde UV: Ultravioleta e IV: Infravermelho (CPTEC, 2016).

A radiação UVA passa com facilidade pela córnea, a maior parte dela é filtrada pelo cristalino, mas uma vez transmitida para a retina, prejudica o cristalino. Desta forma, a RUVA é a de maior potencial de agressão à retina, como pode ser observado na Figura 5.

Figura 5- Toxicidade das radiações ultravioletas para o olho humano.



Fonte: CETESB (2016)

Os danos causados à vista podem ser divididos em dois tipos distintos de acordo com a forma de exposição: curtas exposições a intensas quantidades de radiação e longas exposições a baixas intensidades de radiação (CORRÊA, 2003). Alguns desses danos serão descritos em seguida.

a) Fotoqueratite e Fotoconjuntivite

Fotoqueratite é uma inflamação da córnea, enquanto fotoconjuntivite se refere a uma inflamação da conjuntiva, a membrana que reveste o interior da órbita do olho e das pálpebras. Essas reações inflamatórias podem ser comparadas a uma queimadura solar de tecidos parecidos com a pele muito sensíveis do globo ocular e da pálpebra, normalmente aparecem dentro de algumas horas após a exposição. Fotoqueratite e fotoconjuntivite podem ser muito dolorosos, no entanto, eles são reversíveis e não parece resultar em danos a longo prazo para o olho ou visão (WHO, 2016).

b) Pterígio

O pterígio é uma membrana vascularizada que cresce do ângulo interno do olho em direção à córnea, distorcendo-a, e gerando o astigmatismo. Este crescimento da conjuntiva sobre a superfície do olho está provavelmente relacionado com a exposição prolongada a RUV. O pterígio pode estender-se ao longo do centro da córnea e, assim, reduzir a visão (WHO, 2016).

c) Catarata

A catarata é uma patologia ocular que consiste na opacidade parcial ou total do cristalino. A catarata é a principal causa de cegueira no mundo. Proteínas do cristalino do olho desvendam, emaranham e acumulam pigmentos que obscurecem o cristalino e, eventualmente, levam à cegueira (WHO, 2016).

Na formação da catarata, um número de fatores ambientais estão envolvidos. Os dois que recebem maior atenção são a radiação ultravioleta e a temperatura do meio (FIGUEIREDO, 2012). A radiação UVA é apontada como responsável pelo desenvolvimento de cataratas (CPTEC, 2016).

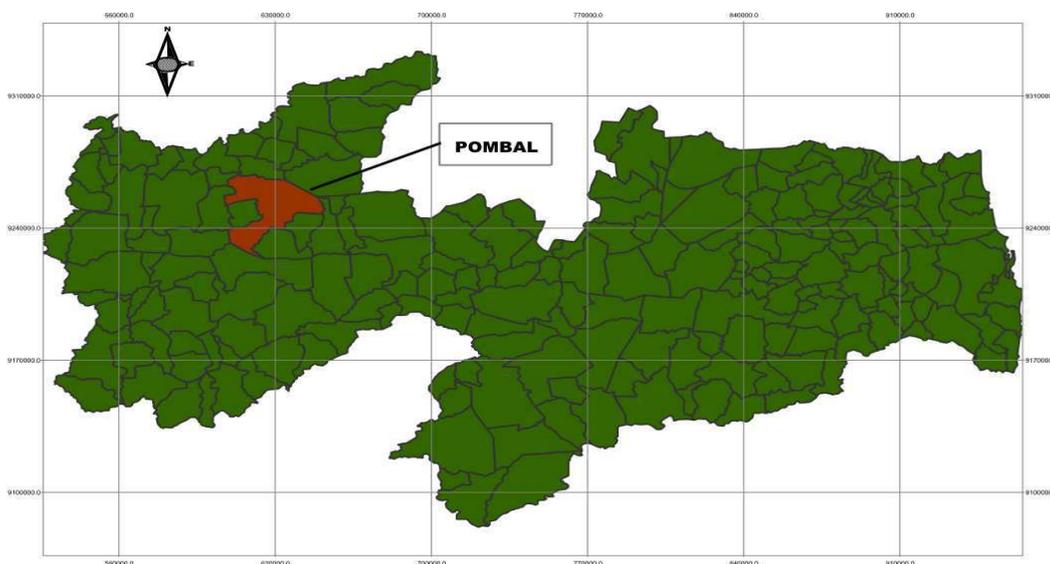
A catarata pode ser removida cirurgicamente e uma lente artificial ou outros meios de correção óptica pode restaurar a visão (WHO, 2016).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Localização e caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado no município de Pombal localizado no oeste do estado da Paraíba (Figura 6), situado na região Nordeste do Brasil. O município apresenta coordenadas geográficas de 06 ° 42 ' 58 " de latitude S e 37 ° 49 ' 58" de longitude W e altitude de 184 metros. Pertence à mesorregião do Sertão Paraibano e microrregião de Sousa. Possui uma população de 32.110 habitantes e uma área de 666,7 km<sup>2</sup>, com área territorial de 888, 807 km<sup>2</sup> (IBGE, 2010).

Figura 6 – Localização do município de Pombal no Estado da Paraíba



Fonte: Azevedo (2015)

Pombal está inserida no Bioma Caatinga, apresentando clima do tipo Tropical Semi-Árido. Segundo Santos (2016) o período chuvoso começa em janeiro e se estende até maio. A precipitação média anual é de 773,4 mm. A cidade é caracterizada por apresentar céu claro e intensa insolação na maior parte do ano. A vegetação é basicamente composta por Caatinga Hiperxerófila com trechos de Floresta Caducifólia (CPRM, 2005).

## 4.2 Localização do ponto de medições

As medições de radiação UVA foram realizadas na zona urbana do município. O referido ponto situa-se na praça Getúlio Vargas (Figura 7), localizada no centro da cidade.

A praça do relógio como é popularmente conhecida, é bem arborizada e possui uma grande quantidade de lojas comerciais em seu entorno. A escolha do local é justificada por ser o ponto com uma maior concentração de pessoas.

Figura 7 - Visualização aérea da Praça Getúlio Vargas (ponto de medição)



Fonte: Google Earth (2016)

## 4.3 Medições da radiação UVA

A coleta de dados foi realizada entre março de 2015 a fevereiro de 2016. Os horários de monitoramento dos dados foram das 12h às 14h30min em dias alternados da semana e das 09h às 16h aos sábados. Foram realizadas quatro medições a cada 30 minutos para posteriormente realizar o cálculo da média e do desvio padrão. Realizou-se também medição sensorial sobre a condição do céu nos horários de coleta dos dados.

Para a medição da radiação UVA foi utilizado o instrumento Medidor de luz ultravioleta digital (RS-232), modelo MRUR-202 (Figura 8) fornecido pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. O medidor de luz ultravioleta permite a medição de radiação ultravioleta de onda longa de 365 nm (UVA), pesa

335g, possui um circuito com microprocessador que assegura máxima precisão, um sensor UV com filtro de correção e um display LCD. Além disso, conta com registro de memória de máximo e mínimo, como também de congelamento de dados.

Figura 8- Medidor de luz ultravioleta (RS- 232)



Fonte: Autoria própria (2016)

#### 4.4 Índice Ultravioleta A- IUVA

O instrumento utilizado realiza medições de radiação ultravioleta apenas na faixa do UVA, para realizar uma comparação com o IUV divulgado no sitio do CPTEC foi necessário criar um índice IUVA.

A elaboração do Índice Ultravioleta – A (IUVA) se baseou na metodologia apresentada por Jesus (2015) para se obter o IUV.

A irradiância espectral é ponderada pela resposta da pele humana à radiação ultravioleta, formulada segundo a norma da CIE (*Commission on Illumination*), denominada Espectro de Ação Eritêmica (JESUS, 2015). Esse espectro corresponde à "resposta" biológica de pele humana a este tipo de radiação. Uma vez ponderada, a irradiância, agora chamada de Irradiância Eritêmica, é integrada no intervalo espectral entre 280 e 400nm (UVB e UVA) (CPTEC, 2016). Matematicamente tem-se que:

$$IUV=C \int_{280 \text{ nm}}^{400 \text{ nm}} E_{GL}(\lambda) \varepsilon(\lambda)d(\lambda)$$

Na qual,  $E_{GL}(\lambda)$  é a irradiância espectral em superfície [ $W/m^2/nm$ ],  $\epsilon\lambda$  é o espectro de ação eritêmica e  $C$  é a constante de conversão equivalente a  $40 w/m^2$ .(CPTEC, 2016).

Assim, de acordo com Jesus (2015), para o cálculo do IUV, utilizam as seguintes formulações de  $\epsilon\lambda$ :

$$\begin{aligned} \epsilon(\lambda) &= 1,0 & 250 < \lambda \leq 298nm \\ \epsilon(\lambda) &= 10^{0,094(298-\lambda)} & 298 < \lambda \leq 328nm \\ \epsilon(\lambda) &= 10^{0,015(140-\lambda)} & 238 < \lambda \leq 400nm \end{aligned}$$

Sabendo-se que a radiação UVA possui o intervalo espectral de 315 a 400 nm, calculou-se o valor de  $\epsilon(\lambda)$  para o UVA, no qual tem-se que:

$$\int_{315\text{ nm}}^{400\text{ nm}} \epsilon\lambda d\lambda = 10^{0,094(298-\lambda)} \Big|_{315}^{328} + 10^{0,015(140-\lambda)} \Big|_{329}^{400}$$

Dessa forma, considerando os valores de  $E_{GL}(\lambda)$  como os valores das médias mensais das medições de radiação UVA e considerando  $C= 40 w/m^2$ , elaborou-se o IUVA para cada mês utilizando a seguinte fórmula:

$$IUVA = C \int_{315\text{ nm}}^{400\text{ nm}} E_{GL}(\lambda) \epsilon(\lambda) d(\lambda)$$

#### 4.5 Comparação com o Índice Ultravioleta do CPTEC/INPE

Utilizando as porcentagens de cada banda espectral da radiação solar, (Tabela 02) e sabendo-se que:  $IUV = \text{Índice UVB (IUVB)} + \text{Índice UVA (IUVA)}$ , calculou-se as porcentagens da radiação UVA e UVB do índice IUV, no qual se obteve que a radiação UVA compõe 80% do IUV e a radiação UVB 20%. Assim, tendo os valores do IUVA acrescentou-se 20% e obteve-se os valores do IUV para cada mês.

O IUV do CPTEC/INPE para Pombal foi obtido do acervo de imagens no site do próprio Centro. Então, comparou-se os dois Índices.

Na Tabela 2 mostra as porcentagens de cada faixa do espectro de radiação solar.

Tabela 2- Espectro de radiação solar

<b>Faixa de <math>\lambda</math> (nm)</b>	<b>Irradiância (W/m<sup>2</sup>)</b>	<b>%</b>
UVC (<280)	6,4	0,5
UVB (280 - 315)	21,1	1,5
UVA (315 - 400)	85,7	6,3
Luz visível (400 - 700)	532,0	38,9
Infravermelho (>700)	722,0	52,8

Fonte: Corrêa (2006)

## 4.6 Unidades de Saúde

O levantamento dos dados relacionados à saúde foi realizado nos principais órgãos referente à saúde, sendo eles:

-Secretaria Municipal de Saúde, na qual foi obtido o número de casos diagnosticados com catarata nos anos de 2013, 2014 e 2015. Tais dados foram adquiridos pelo servidor da Secretaria de Saúde, através de um tabulador genérico de domínio público pelo endereço eletrônico <http://tabnet.saude.pb.gov.br/tabnetpb.html>, conforme cadastrados nesse site esses dados compõem um banco de dados de âmbito nacional, o Departamento de Informática do SUS chamado de DATASUS. Também obteve-se através de uma relação dos pacientes portadores de câncer regulados pela Secretaria Municipal de Saúde, o total geral dos casos de câncer de pele para o período dos anos de 2010 a 2015.

-Hospital Regional de Pombal: Foi informado pela direção do hospital que o mesmo não possui dados referentes aos casos de câncer de pele e de catarata, pois os arquivos com os dados de atendimento médicos referentes a todas as especialidades médicas encontram-se todos juntos, compostos por fichas arquivadas em pastas por dia, se tornando dessa forma inviável a separação apenas dos dados referentes ao câncer de pele e catarata.

Obteve-se através das estimativas do INCA para os anos de 2012/2013 e 2014/2015 o número de casos de câncer de pele para o Estado da Paraíba. O número de casos de procedimentos cirúrgicos de catarata também a nível Estadual, foi adquirido através da Secretaria de Saúde do Estado da Paraíba.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Dados observados de Radiação UVA

A radiação solar é um dos elementos meteorológicos mais afetados pela existência de nuvens. Os menores níveis de incidência de radiação solar sobre a superfície terrestre são observados em condições de céu nebuloso, enquanto os maiores ocorrem em condições de céu claro.

Na Tabela 3 pode-se observar que os valores elevados de UVA foram observados em grande parte do ano e que a principal influência está na nebulosidade.

Tabela 3- Valores máximos e mínimos médios diários de RUVA, dia de ocorrência e condição de céu em Pombal nos meses de março de 2015 a fevereiro de 2016

	Valores máximos (mW/cm <sup>2</sup> )	Dia de ocorrência	Condição de céu	Valores mínimos (mW/cm <sup>2</sup> )	Dia de ocorrência	Condição de céu
<b>Março</b>	1,86	24	Céu claro	0,48	19	Nublado
<b>Abril</b>	2,02	19	Céu claro	0,88	13	Nublado
<b>Mai</b>	1,92	03	Céu claro	1,15	22	Nublado
<b>Junho</b>	1,95	19	Céu claro	0,34	08	Nublado
<b>Julho</b>	2,15	26	Céu claro	0,38	29	Nublado
<b>Agosto</b>	2,24	19	Céu claro	1,07	15	Nublado
<b>Setembro</b>	2,34	16	Céu claro	1,14	09	Nublado
<b>Outubro</b>	2,29	09	Céu claro	1,21	07	Parcialmente nublado
<b>Novembro</b>	2,33	26	Céu claro	1,66	01	Parcialmente nublado
<b>Dezembro</b>	2,34	09	Céu claro	1,02	22	Nublado

<b>Janeiro</b>	1,90	27	Céu claro	0,74	20	Nublado
<b>Fevereiro</b>	2,23	27	Céu claro	1,92	20	Céu claro

Fonte: Autoria própria (2016)

Na Tabela 4 estão mostradas as médias mensais observadas, pode-se perceber que a RUVA média começa a aumentar em agosto e vai até fevereiro, ou seja, mais da metade do ano a radiação é bastante elevada. Além disso, a quantidade de dias com valores acima da média, de cada mês, é bastante alto. A exposição da radiação UVA com valores maiores que a média ocorreu em dez dos doze meses de observação, exceto para os meses de maio/2015 e de fevereiro/2016, e em proporção aos dias de medição apresentaram mais de 50% dos dias com valores acima da média. Isso deve-se, principalmente, devido à localização de Pombal ser próxima a linha do Equador e pôr estar no Semiárido a maioria dos dias se encontram em condição de céu claro ou sem nuvens. O que já foi observado por Kiguti (2006), que relatou que quanto mais próximo à linha do Equador, maior a média anual de radiação e menor a diferença entre as estações do ano.

Tabela 4- Média mensal, total de dias medidos e a quantidade de dias com valores acima da média mensal

	<b>Média mensal (mW/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Total de dias medidos</b>	<b>Quant. de dias com valores acima da média</b>
<b>Março</b>	1,259	08	04
<b>Abril</b>	1,505	16	09
<b>Mai</b>	1,468	17	07
<b>Junho</b>	1,484	11	08
<b>Julho</b>	1,537	14	08
<b>Agosto</b>	1,922	22	14
<b>Setembro</b>	1,958	20	10
<b>Outubro</b>	1,946	20	13
<b>Novembro</b>	2,104	11	08
<b>Dezembro</b>	2,084	15	11
<b>Janeiro</b>	1,397	11	06
<b>Fevereiro</b>	2,012	05	01

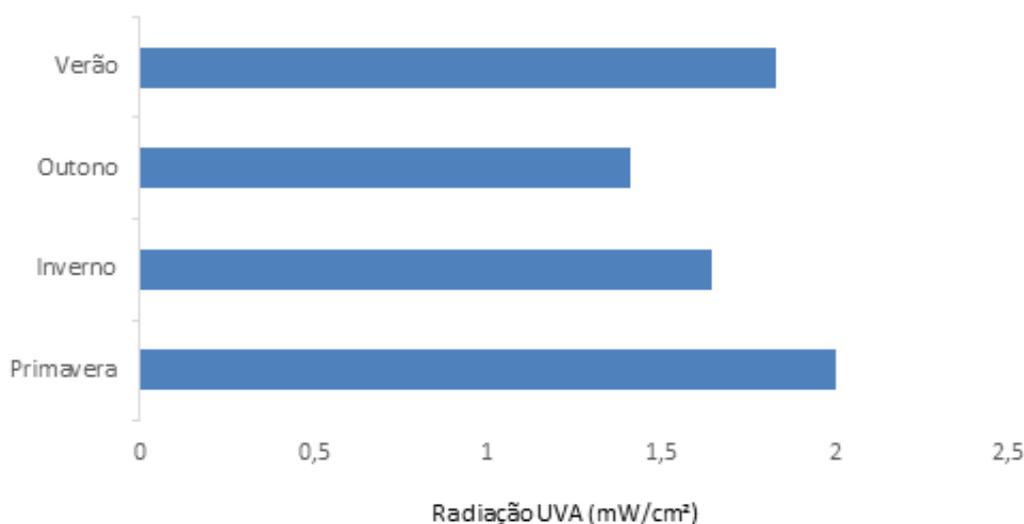
Fonte: Autoria própria (2016)

No Gráfico 1 encontram-se as médias mensais para cada estação do ano, no qual se verifica que a incidência de radiação UVA é maior entre a primavera e o verão e menor entre o outono e o inverno.

Observa-se ainda no Gráfico 1 que o outono obteve uma média menor em relação ao inverno, o outono faz parte do período chuvoso, o que significa uma quantidade maior de nebulosidade, e o inverno faz parte do período seco. Segundo a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA), durante o período do outono a precipitação acumulada foi de 372,1 mm e de 45,9 mm para o inverno.

Percebe-se que durante o verão apesar de coincidir com o início do período chuvoso, apresentou valores elevados de radiação, isso pode ser justificado pelo fato de que nesse período de medição a quantidade de chuvas foi abaixo da média para o período.

Gráfico 1- Incidência de radiação UVA por estação do ano



Fonte: Autoria própria (2016)

De acordo com a AESA, durante a primavera, isto é, no trimestre setembro, outubro e novembro, a maior parte da Região Nordeste encontra-se na sua estação seca. Neste período, a temperatura do ar começa a entrar em gradativa elevação até a chegada do verão. Na Paraíba, o período da primavera coincide com o período de estiagem, onde as chuvas são bastante reduzidas. Durante a primavera há uma maior perpendicularidade dos raios solares nessa região, como consequência da menor declinação solar no período.

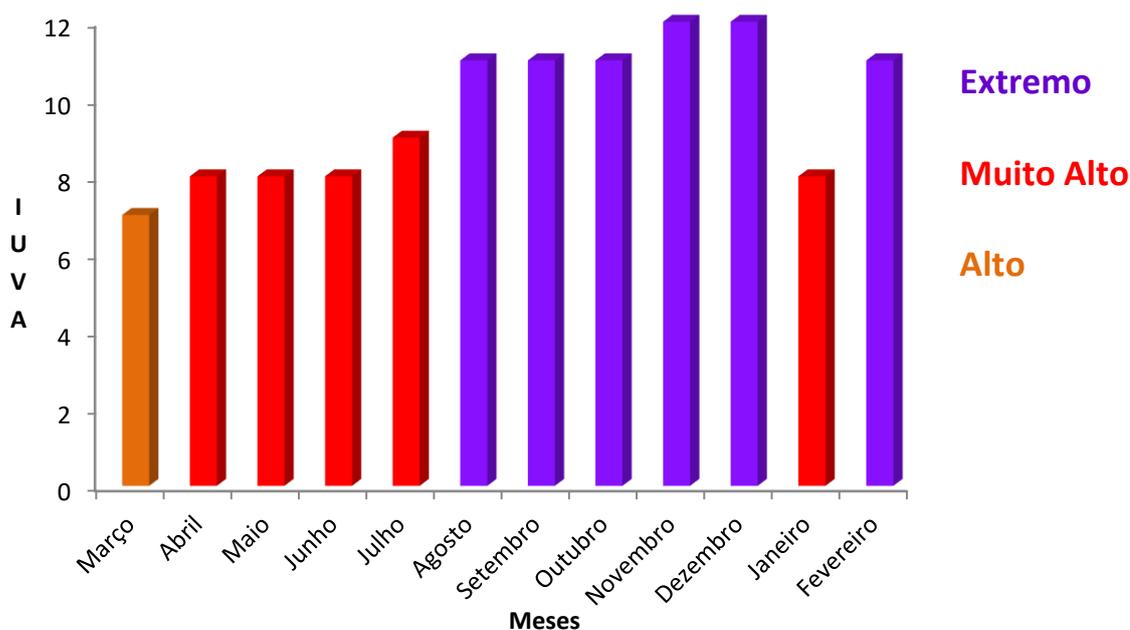
## 5.2 Dados calculados do IUVA

Utilizou-se os dados registrados de RUVA e obteve-se um IUVA.

No Gráfico 2 apresenta-se os valores obtidos do IUVA para cada mês, no qual se verifica que em boa parte do ano o índice variou de muito alto (8 a 10) a extremo (> 11). Verifica-se uma predominância da faixa de IUVA extrema em 6 meses do ano, muito alta em 5 e alta em 1 mês, refletindo o que já havia sido observado com os valores de UVA apresentados nas Tabelas 3 e 4.

Ressalta-se que Pombal obteve esses valores altos que são resultados apenas do IUVA em que representa cerca de 80 % do IUV, faltando ainda a parte do IUVB que representa cerca de 20 % do IUV.

Gráfico 2- Índices UVA para cada mês



Fonte: Autoria própria (2016)

## 5.3 IUV calculado e a Comparação com o IUV do CPTEC/INPE

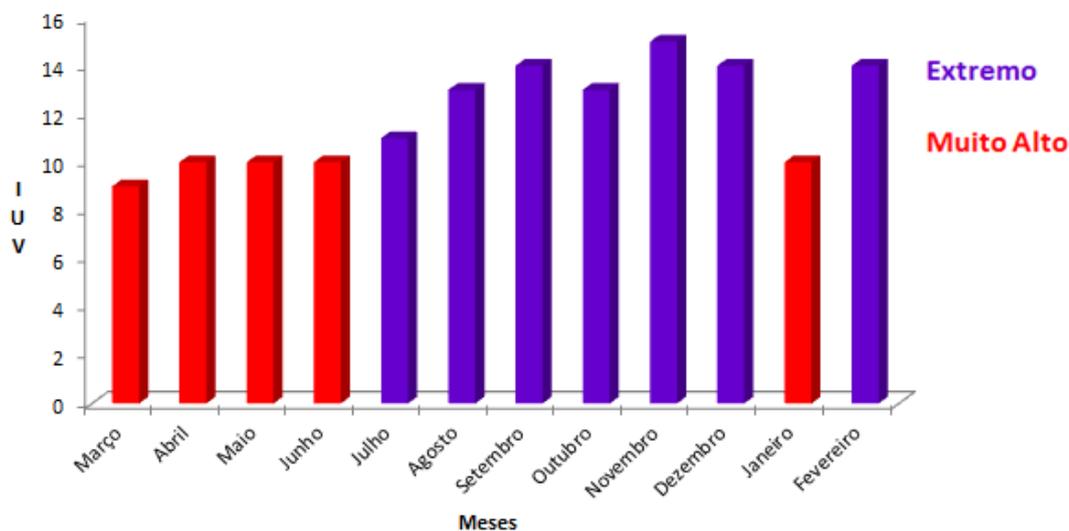
Com base nas razões que os valores do IUVA e IUVB representam do IUV, foi acrescentado os 20% ao IUVA e se obteve o IUV permitindo a comparação com o IUV disponibilizado pelo sitio do CPTEC/INPE.

Os valores do IUV para a cidade de Pombal-PB durante todo o ano variou de muito alto a extremo (Gráfico 3). Este índice apresenta as categorias: Baixo, Moderado, Alto, Muito Alto e Extremo. A radiação da cidade de Pombal ficou com as

maiores categorias demonstrando o quão elevado é essa radiação que a população está exposta. O IUV no mês de novembro atingiu o valor 15, sabendo que o máximo da escala de IUV é 16.

É interessante observar que fevereiro apresentou valor extremo, isso pode ser porque foram poucos dias de medições de UVA neste mês. Além disso, fevereiro faz parte do período chuvoso de Pombal, com média mensal climatológica de 116,90 mm, segundo a climatologia realizada por Santos (2016); mas em fevereiro de 2016 choveu apenas 78,4 mm, segundo AESA.

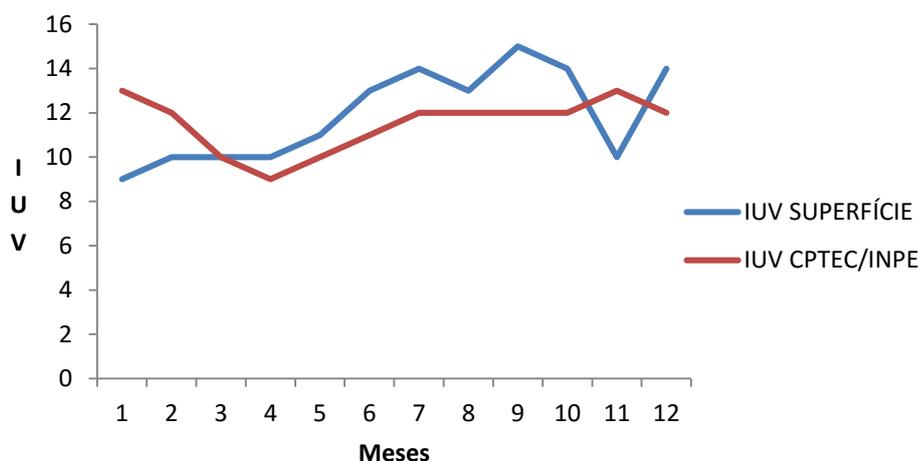
Gráfico 3- Valores do IUV em Pombal-PB



Fonte: Autoria própria (2016)

No Gráfico 4 encontra-se a comparação do IUV calculado com o IUV do CPTEC/INPE, no qual percebe-se que na maior parte do ano o Índice obtido em superfície apresentou valores superiores ao Índice obtido por modelos do CPTEC com base em dados observado por satélite. O que mostra que os valores medidos em superfícies, as vezes, são maiores do que perfis teóricos utilizados nos modelos para os cálculos do IUV.

Gráfico 4- Valores referentes ao IUV calculado e o IUV do CPTEC/INPE



Fonte: Autoria própria (2016)

## 5.4 Dados referentes à saúde

De acordo com informações da Sociedade Brasileira de Dermatologia e do INCA, o número de casos de câncer de pele está em ascensão no Brasil e segundo especialistas, esse aumento da incidência pode ser atribuído a uma série de fatores (CORRÊA, 2003). Além do câncer de pele, a catarata é outra doença consequente do excesso de exposição à RUV, portanto as campanhas preventivas devem ser incentivadas, pois além de obviamente trazer benefícios para o próprio indivíduo, os gastos de tratamento prévio dessas doenças são muito menores.

Na Tabela 5 mostra-se o número de procedimentos cirúrgicos de catarata realizados na Paraíba para os anos de 2012 a 2015, como também indica segundo a estimativa da incidência de câncer no Brasil do INCA a estimativa do número de casos de câncer de pele melanoma e não melanoma para os anos 2012/2013 e 2014/2015 também a nível Estadual. Os dados apresentados na Tabela 05 mostram que houve um aumento de 4540 novos casos de catarata em 2015, em relação a 2012, ou seja um aumento de 36%.

O INCA é o órgão responsável pelas análises e estatísticas sobre todos os tipos de câncer. A previsão para o número de casos de uma determinada enfermidade é realizada com base na evolução da doença nos últimos cinco anos (CORRÊA, 2003). No Brasil, as estimativas são realizadas por região e por Estado separadamente.

Tabela 5- Número de casos de catarata e de câncer de pele na Paraíba

	<b>Ano</b>	<b>Número de casos</b>
<b>Catarata</b>	2012	8.025
	2013	11.526
	2014	11.146
	2015	12.565
<b>Pele Melanoma</b>	2012/2013	50
	2014/2015	60
<b>Pele Não-Melanoma</b>	2012/2013	2.230
	2014/2015	2.070

Fonte: Autoria própria (2016)

Na Tabela 6 são apresentados os números de casos de catarata durante os anos de 2013, 2014 e 2015 e um valor geral de câncer de pele dos anos de 2010 a 2015 para o município de Pombal.

Como pode ser observado os dados referentes aos casos de câncer de pele fornecidos pela Secretaria Municipal de Saúde não há uma separação de quais deles são casos de pele melanoma e não melanoma como também não há um valor referente para cada ano separadamente.

Outro fato importante é que esses dados referem-se apenas a um levantamento de casos que foram registrados na Secretaria Municipal de Saúde, portanto não reflete a situação total do município já que existe também outra unidade de saúde na cidade que da mesma forma faz um diagnóstico de câncer de pele que é o Hospital Regional de Pombal, e como comentado no tópico 4.4 não foi possível realizar o levantamento dos dados do hospital.

Quando se compara estes dados aos da Paraíba resulta em valores baixos, no entanto é importante ressaltar que grande parte da população utiliza os serviços do programa Sistema Único de Saúde (SUS) e tendo um prognóstico de algo mais grave estes casos são encaminhados para o hospital, recomendados a procura de especialistas, etc. A maioria da população utiliza os serviços médicos especializados das cidades de maior porte como Patos, Campina Grande e a capital do Estado, não ficando em Pombal o registro desses casos. Assim, subtende-se que o número de casos de câncer de pele na região é maior do que estes valores que foram apresentados.

Tabela 6- Número de casos de catarata e câncer de pele no município de Pombal.

	<b>Ano</b>	<b>Número de casos</b>
<b>Catarata</b>	2013	148
	2014	122
	2015	145
<b>Câncer de pele</b>	2010 a 2015	08

Fonte: Autoria própria (2016)

## 6. CONCLUSÕES

Diante das informações discutidas no presente trabalho, verificou-se a ocorrência de valores elevados de radiação UVA, sendo influenciado principalmente pela condição do céu. Assim como, a estação do ano onde apresentou os maiores valores de radiação UVA foi a primavera. A região Semiárida por estar sob os ramos subsidentes das células de Walker e Hadley apresenta-se com poucas nuvens em grande parte do ano o que favorece a maior incidência da radiação UV.

Constatou-se, em relação aos dados de câncer de pele e de catarata, que há uma falta de dados digitalizados por parte de uma das unidades de saúde e por esse motivo não foram contabilizados; assim, supõe-se que o número casos são maiores do que os obtidos para o município, como também pelos elevados valores de radiação registrados.

Foi verificado que houve um aumento de 36% no número de casos de catarata de 2012 a 2015 em Pombal, sendo este tipo de problema de saúde que possui ligação direta com a radiação UVA. Houve 08 casos de cânceres de pele observados de 2010 a 2015. Sabe-se que grande parte da população do município procura os serviços de saúde de outras cidades de maior porte, isso faz com que grande parte dos casos não sejam registrados na cidade.

Foi criado um índice na faixa de radiação do UVA, o IUVA. Posteriormente foi estimado o IUV com base nos dados medidos de UVA e comparados ao IUV disponibilizado no sitio do CPTEC.

Os valores calculados do Índice Ultravioleta, resultaram em um IUV que variou nas faixas de muito alto a extremo, em boa parte do ano. Quando comparado o IUV obtido em superfície com o IUV obtido por satélite observou-se que na maior parte do ano o IUV obtido em superfície apresentou maiores valores.

Conclui-se que é de extrema importância a divulgação destes resultados e a conscientização da população sobre os riscos que a exposição de forma inadequada à radiação ultravioleta pode causar, como também indicar medidas de prevenção e campanhas incentivando ao uso habitual de métodos de proteção individual.

## REFERÊNCIAS

AESA (AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA). **Monitoramento**. Disponível em: <http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/monitoramentoPluviometria.do?metodo=listarMesesChuvasMensais>. Data de acesso: 22 de abril de 2016.

AZEVEDO, P. B.; LEITE, J. C. A.; OLIVEIRA, W. S. N.; SILVA, F. M.; FERREIRA, P. M. L.. **Diagnóstico da degradação ambiental na área do lixão de Pombal – PB**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Pombal, v. 10, n. 1, p. 20-34, 2015.

BARROS, A. L. B. L.. **Anamnese e exame físico: avaliação diagnóstica de enfermagem no adulto**. 3. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2016.

BENVENUTO-ANDRADE C, ZEN B, FONSECA G, DE VILLA D & CESTARI T. 2005. **Sun exposure and sun protection habits among high-school adolescents in Porto Alegre, Brazil**. Photochem. Photobiol., 81: 630-635.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S.. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CETESB (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO). **Ilustrações/Desenhos**. Disponível em: <http://prozonesp.cetesb.sp.gov.br/galeria-de-imagens/ilustracoes-desenhos/>. Data de Acesso: 23 de jan. de 2016.

COARITI, J. R.. **Análise dos Efeitos da Radiação Solar Ultravioleta (R-UV) em Populações Habitantes a Diferentes Altitudes**. 2011. 88 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Itajubá. Itajubá, 2011.

COELHO, V. H. M.. **Fluorescência Óptica no Diagnóstico de Lesões Teciduais**. 2005. 67 f. Dissertação (Mestrado em Bioengenharia) – Universidade de São Paulo. São Carlos, 2005.

CONSELHO BRASILEIRO DE OFTALMOLOGIA. **Como Funciona o Olho Humano?**. Disponível em: [http://www.cbo.net.br/novo/publico-geral/olho\\_humano.php](http://www.cbo.net.br/novo/publico-geral/olho_humano.php). Acessado em: 11/12/15

CORRÊA, M. P.. **Índice Ultravioleta: Avaliações e Aplicações**. 2003. 243 f. Tese (Doutorado em Ciências – Metrologia) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

CORRÊA, M. P. **Estudos sobre a radiação UV no Brasil: Uma amostra da necessidade imediata da conscientização da população quanto à proteção solar**. Reunião da ANVISA. Brasília, 2006.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Projeto de Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea. Diagnóstico do Município de Pombal, Estado da Paraíba**. Recife, 2005.

CPTEC (CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS). **Índice Ultravioleta**. Disponível em: <http://satelite.cptec.inpe.br/uv/>. Data de Acesso: 25 de fev. de 2016.

DIFFEY, B. L.. **Solar Ultraviolet Radiation Effects on Biological Systems**. Phys. Med. Biol., vol. 36, no. 3, 299-238. United Kingdom, 1991.

FREDERICK, J. E.; LUBIN, D. **Solar ultraviolet irradiance at Palmer Station, Antarctica. Ultraviolet Radiation in Antarctica: Measurements and Biological Effects**. Antarctic Research Series, v. 62, p. 43-52, 1994.

GROFF, A. A.. **O Tambaqui (*Colossoma macropomum*) e o Pirarucu (*Arapaima gigas*) como Organismos Bioindicadores do Efeito Genotóxico da Radiação Ultravioleta (UVA e UVB)**. 2008. 77f. Dissertação (Mestrado em Biologia Celular e Molecular) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2008.

HABIF, T. P.. **Dermatologia Clínica: Guia Colorido para Diagnóstico e Tratamento**. Editora Elsevier. 5ª ed., 2012.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Censo 2010**. Disponível em: [http://www.censo2010.ibge.gov.br/primeiros\\_dados\\_divulgados/index.php?uf=00](http://www.censo2010.ibge.gov.br/primeiros_dados_divulgados/index.php?uf=00). Data de acesso: 11 de mar.de 2016.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Distribuição da população**. Disponível em: <http://teen.ibge.gov.br/mao-na-roda/cor-ou-raca.html>. Data de acesso: 21 de dez.de 2015.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Pesquisa nacional de saúde: 2013: ciclos de vida: Brasil e grandes regiões**. Rio de Janeiro, 2015. 92 p.

INCA (INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA). **O que é**. Disponível em: <http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/cancer/site/oquee>. Data de Acesso: 15 de dez. de 2015

INCA (INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA). **Estimativa 2014: Incidência de Câncer no Brasil**. Rio de Janeiro, 2014. 124 p.

INCA (INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA). **Pele Não Melanoma** Disponível em: [http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/tiposdecancer/site/home/pele\\_ao\\_melanoma](http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/tiposdecancer/site/home/pele_ao_melanoma). Data de Acesso: 14 de dez. de 2015

INSTITUTO DE RETINA. **Anatomia**. Disponível em: <http://www.institutoderetina.com.br/home/anatomia/>. Data de Acesso: 17 de fev. de 2016

JESUS, H. S.. **Estudo Teórico e Observacional dos Efeitos da Nebulosidade na Radiação Ultravioleta**. 2015. 113 f. Dissertação (Mestrado em Metrologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, 2015.

KIGUTI, V. A. K., SEO, E. S. M., VILELA-JUNIOR, A.. **Radiação Ultravioleta: Uma Avaliação em São Paulo**. Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente. São Paulo, 2006;

LIMA, R. B.. **A Pele**. Disponível em: <http://www.dermatologia.net/a-pele/>. Data de Acesso: 11 de fev. de 2016

MINISTÉRIO DA SAÚDE DO BRASIL. **Doenças relacionadas ao trabalho: manual de procedimentos para os serviços de saúde**. Brasília, 2001. 580 p.

OKUNO, E., VILELA, M. A. C.. **Radiação Ultravioleta: Características e Efeitos**. Editora Livraria da Física: Sociedade Brasileira de Física. 1ª ed., 2005.

PIOTTO, A. G.. **Processamento Digital de Dispositivo para Medida de Proteção UVA e UVB em Óculos e Lentes**. 2007. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de São Paulo. São Carlos, 2007.

POZZEBON, P. G. B., RODRIGUES, N. V.. **Radiação Ultravioleta em Trabalhadores da Construção Civil: Problemas e Soluções**. Disc. Scientia. Série: Ciências Naturais e Tecnológicas, v. 10, n. 1, p. 15-26. Santa Maria, 2009.

SANTOS, J. C.. **Radiação ultravioleta: estudo dos índices da radiação conhecimento e prática de prevenção a exposição na região de Ilhéus/Itabuna - Bahia**. 2010. 174 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus, 2010.

SANTOS, A. C. P., SÁ, A. C.. **Fotoenvelhecimento: Uma Questão de Proteção**. 2013. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdades Integradas Ipiranga. Belém, 2013.

SANTOS, E.A.. **Análise do microclima urbano na perspectiva do planejamento ambiental para a cidade de Pombal-PB**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Campina Grande. Pombal, 2016.

SEELIG, M. **Radiação Ultravioleta**. Disponível em: <http://www.segurancaetrabalho.com.br/download/rad-uv-seelig.pdf>. Data de acesso: 16 de dez. de 2015.

SILVA, A. A.. **Medidas de Radiação Solar Ultravioleta em Belo Horizonte e Saúde Pública**. Revista Brasileira de Geofísica, p 417-425, 2008.

SILVA, A. C.. **Meio Ambiente e Saúde Humana: Variabilidade Temporal da Radiação Ultravioleta e Epidemiologia do Câncer de Pele na Região Oeste do Estado de São Paulo**. 2001. 132 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Presidente Prudente. 2007

SIMIS, T., SIMIS, D. R. C.. **Doenças da Pele Relacionadas à Radiação Solar**. Rev. Fac. Ciênc. Med. Sorocaba, v.8, n.1, p.1-8, Sorocaba, 2006.

SOARES, H. B.. **Análise e Classificação de Imagens de Lesões da Pele por Atributos de Cor, Forma e Textura Utilizando Máquina de Vetor de Suporte**. 2008. 180 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica e Computação) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2008.

STEFFEN, C. A.. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. Disponível em: <http://www.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/apostila.htm>. Data de acesso: 18 de dez. de 2015.

SZKLO A. S., ALMEIDA L. M., FIGUEIREDO V., LOZANA J.A., MENDONÇA G. A. S., MOURA L., SZKLO M. **Comportamento relativo à exposição e proteção solar na população de 15 anos ou mais de 15 capitais brasileiras e Distrito Federal, 2002-2003.** Cad. Saúde Pública, 23: 823-834, 2007.

TOFETTI, M. H. F. C., OLIVEIRA, V. R.. **A Importância do Uso do Filtro Solar na Prevenção do Fotoenvelhecimento e do Câncer de Pele.** Revista Científica da Universidade de Franca, v. 6, n. 1, p. 59-66. Franca, 2006.

TORTORA, G. J., DERRICKSON, B.. **Corpo Humano: Fundamentos de Anatomia e Fisiologia.** Editora Artmed. 8ª ed., 2012.

UV AWARENESS. **What is UV?** Disponível em: <http://www.uvawareness.com/uv-info/uv-information.php>. Data de acesso: 12 de dez. de 2015.

VENTURA, L.. **O Olho Humano e as Ametropias Oculares.** Disponível em: <http://www.sel.eesc.usp.br/lio/sel388/aulas/apostilaBIOENGOCULAR.pdf>. Data de Acesso: 11 de dez. de 2015.

VERGAZ, R. **Efectos oculares de la radiación solar.** Informe del Instituto Universitario de Oftalmobiología Aplicada de la Universidad de Valladolid, 2001.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **The Known Health Effects of UV.** Disponível em: <http://www.who.int/uv/faq/uvhealthfac/en/index2.html>. Data de Acesso: 11 de dez. de 2015.