

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA
CLÍNICA MÉDICA

**Determinação da Dose Eritematosa Mínima
como Marcador de Risco e Sensibilidade
à Radiação Ultravioleta B**

Sérgio Ivan Torres Dornelles

Orientadora: Prof^a Dra. Tania Ferreira Cestari

Co-orientador: Prof. Dr. José Roberto Goldim

Dissertação de Mestrado

Porto Alegre

2001

ÍNDICE

1. Dedicatória / Agradecimentos	5
2. Abreviaturas.....	10
3. Introdução.....	13
4. Revisão da Literatura.....	16
a. Radiação Solar.....	16
b. Radiação Ultravioleta e Câncer da Pele	17
c. Eritema Solar – Patogenia	20
d. Classificação de Fitzpatrick	22
e. Dose Eritematosa Mínima e Colorimetria	24
f. Fototipos - Limitações do Método e Necessidade de Novas Abordagens.....	26
5. Objetivos e Hipóteses.....	28
6. Referências Bibliográficas	30
7. Artigo em Português	39
Sumário	40
Objetivos.....	40
Pacientes e Métodos	40
Resultados.....	40
Conclusões.....	40
Palavras-Chave	40
Introdução.....	41
Pacientes e Métodos.....	43
Voluntários Estudados.....	43
Critérios de Inclusão/Exclusão	43
Equipamentos	44
Procedimentos (Desenvolvimento).....	44
Análise Estatística	45
Considerações Éticas	46

Resultados	48
Discussão.....	52
Conclusão	59
Referências Bibliográficas.....	61
8. Artigo em Inglês.....	67
Abstract	68
Objective.....	68
Patients and Methods	68
Results.....	68
Conclusion	68
Key Words	68
Introduction	69
Patients and Methods	71
Subjects Studied.....	71
Inclusion/Exclusion Criteria	71
Equipments.....	71
Procedures (The development)	72
Statistical Analysis	73
Ethical Considerations	73
Results	76
Discussion.....	80
Conclusion	87
References.....	89
Anexo 1	95
Figuras e Tabelas.....	95
Annex 1	104
Figures and Tables	104

Anexo 2	111
Questionário e Protocolo de Investigação	111
Anexo 3	114
Termo de Consentimento Informado	114

DEDICO ESTE TRABALHO

Às pessoas que me transmitiram os modelos DE VIDA mais importantes que já conheci, com exemplos de dedicação e perseverança para alcançar seus objetivos máximos, sem esquecer em momento algum a vida de relação, o amor pelos filhos, pela justiça, pela estabilidade e equilíbrio familiar: Ivan e Yvette, meus Pais.

E às pessoas que souberam compreender a minha ausência nestes vários meses de trabalho, transmitindo-me tranquilidade, por manterem o apoio e o carinho em todos os meus passos; por aceitarem um aparente novo plano de importância, redimensionando um novo conceito de relação e alterando nossa escala de valores; o Marcel e o Lúcio, meus filhos, e a Susana, minha esposa, fizeram nascer, com isso, um vínculo maior e uma forte valorização da nossa convivência.

1. AGRADECIMENTOS

À Dra. Tania Ferreira Cestari, orientadora deste estudo, símbolo de dedicação acadêmica e científica, pela insistente e incansável forma com que se aplica ao desenvolvimento da pesquisa e à formação de novos profissionais nessa área. Pelo grande talento que tem mostrado na área de Dermatologia e especialmente em Fotomedicina, este estudo tem a honra de receber sua assinatura.

Ao Dr. José Roberto Goldim, co-orientador, profissional reconhecido pela sua capacidade e extraordinária dedicação ao ensino no Curso de Pós-graduação, pôde com a sua inestimável colaboração baseada nos seus criteriosos conhecimentos de Bioética, Epidemiologia e Bioestatística colaborar no avanço da identificação desses novos conhecimentos.

Ao Dr. Lucio Bakos, que, por ser o precursor nos cursos de pós-graduação “senso estrito” em Dermatologia no Rio Grande do Sul, facilitou esta caminhada aos colegas. Agradeço-lhe por possibilitar esta pesquisa no Serviço de Dermatologia do HCPA onde desempenha a difícil tarefa de chefia.

À Dra. Vania Naomi Hirakata, pelo seu notável conhecimento de informática em pesquisa e pela disponibilidade em ensinar-me os difíceis caminhos da Bioestatística. Em vários momentos deste estudo, seus achados motivaram-me a ir em busca de mais consistência estatística.

Ao Dr. Mario Wagner, professor da disciplina de Bioestatística, que, pelo seu enorme conhecimento e capacidade de ensino, auxiliou-me de forma incontestável no entendimento dos resultados obtidos por este estudo.

À Dra. Mariane Renh, pelo seu interesse, dedicação, fidelidade à pesquisa e idéias inovadoras em busca de voluntários de fototipo I, possibilitando também desta forma a realização da coleta dos dados de forma mais rápida.

Ao atual Dr. Ricardo Albaneze, que no início do estudo era um prodigioso acadêmico de 6º ano de Medicina, pôde, pela sua consistente experiência em estudos de pesquisa no Serviço de Dermatologia do HCPA, trazer proveitosas contribuições.

Às estudantes de Medicina Beatriz Leonidas Curcio e Emileine Di Domenico, que, apesar de suas atividades acadêmicas, estiveram sempre solicitando responsabilidades e participando ativamente deste estudo.

À enfermeira Doris Baratz Menegon, que, por seu esforço para estar disponível ao estudo e experiência em fototerapia, pôde somar com seus conhecimentos.

Aos Professores e Preceptores do Programa de Residência Médica em Dermatologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Drs. Lucio Bakos, Luiz Fernando Bopp Müller, Ane Maria Simões Pires, Isabel Cristina Palma Kuhl, Marcia Salete Zampese, Marlene Laks Weissbluth e Miriam Pargendler Peres, que, pela amizade que me dispensaram, permitiram que o trabalho fosse realizado, sempre acompanhado de muita tranquilidade.

Às residentes, Dras. Cristina da Cunha Brodt, Cristina Sperhacke Bianchessi, Cristine Kloeckner Kraemer e Taciana de Oliveira Dal' Forno, assim como aos cursistas, Drs. Cristiane Benvenuto Andrade, Fabiano Siviero Pacheco, Letícia Fanck Emer, Luciane Allgayer, Rafaela Correia Bergmann, e Tobias Orlandini, do Serviço de Dermatologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, que, por demonstrarem interesse e motivação pelo meu estudo, além de colaborarem no encaminhamento de voluntários, tiveram o seu espaço na formação desses conhecimentos.

Aos funcionários da zona 13 do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, que pela forma educada e aberta no trato interpessoal, colaboraram da sua forma com esta pesquisa.

À Dra. Magda Blessmann Weber que, por seu irrestrito apoio, vertiginoso crescimento científico, estímulo constante e fornecimento dos primeiros materiais bibliográficos para a organização do projeto de pesquisa, colaborou para que este estudo se realizasse.

Ao Dr. Renan Bonamigo, que, por sua qualificação e por já representar um símbolo de aplicação a uma pesquisa criteriosa e honesta, foi um dos primeiros profissionais a motivar-me nesta caminhada.

Ao Dr. Ney Girão, médico-chefe do Ambulatório de Dermatologia Sanitária, pelo seu inestimável apoio.

À colega, enfermeira e epidemiologista Regina Loureiro pela grande colaboração desde os primeiros estudos para ingressar neste Curso de Pós-Graduação.

Às ex-residentes, Dras Ana Rejane Wortmann e Thêmis da Rosa, Evodia Bet e Rosilaine Mohler, assim como àqueles que estão em formação, Dras Juliana Rietjens, Simone Arenzon, Karen da Rosa Borges e Luiz Felipe de Oliveira Blanco, do Ambulatório de Dermatologia Sanitária do Estado do Rio Grande do Sul, que, por serem profissionais dedicados e em constante exigência de novos conhecimentos, empurraram-me em busca de conhecimentos relativos à docência e à pesquisa.

A todos os colegas do Ambulatório de Dermatologia Sanitária, que, pelo constante interesse pelo meu desempenho em múltiplas atividades, trouxeram-me motivação para ir adiante.

Aos Professores do Curso de Pós-Graduação em Clínica Médica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que independentemente da situação do ensino público, pela forma como se aplicam às suas atividades, demonstraram ser verdadeiros educadores, devotados ao ensino e à pesquisa, sendo profissionais que respeitam não só seus prestigiosos nomes, mas também mostram uma enorme consideração pelos seus alunos.

Aos funcionários da secretaria do Curso de Pós-graduação em Clínica Médica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que, pela competência nas suas atividades, possibilitam a execução de nossas atividades acadêmicas.

Aos voluntários que formaram minha amostra, que de forma quase anônima colaboraram com a formação de novos conhecimentos e que poderão ser aproveitados em benefício de toda a sociedade.

Ao Laboratório Stiefel, pela enorme colaboração na realização deste estudo, cedendo por empréstimo o Colorímetro Minolta CR 300, sem o qual não poderia ter executado este trabalho.

2. ABREVIATURAS

a* - representa a coordenada de cromaticidade que varia do verde ao vermelho

ADS - Ambulatório de Dermatologia Sanitária

b* - representa a coordenada de cromaticidade que varia do amarelo ao azul

CIE - *Commision Internationale de l'Eclairage*

CIELAB - sistema espacial de cores L* a* b*

DEM - dose eritematosa mínima

DEMs - doses eritematosas mínimas

HCPA - Hospital de Clínicas de Porto Alegre

IL - interleucina

J/m² - joules por metro ao quadrado

L* - representa a claridade no sistema de cores

mJ/cm² - milijoules por centímetros quadrados

NO - óxido nítrico

NOS – sintetase do óxido nítrico

(O₂ -) - peróxido

(ONOO -) - peroxinitrito

PG D₂, PG E₂, PG F₂ α, 6-ceto PGF₁ α - tipos de prostaglandinas

PGs – prostaglandinas

r – correlação de Pearson

r_s – correlação de Spearman

r² – coeficiente de determinação

RUV - radiação ultravioleta

RUV-A - radiação ultravioleta A

RUV-B - radiação ultravioleta B

RUV-C - radiação ultravioleta C

TGF-β - *transforming growth factor*-β - fator transformador do crescimento β

TNF-α - *tumor necrosis factor*-α - fator de necrose tumoral α

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UVA - ultravioleta A

UVA I - ultravioleta A na faixa de 400-340 nm de comprimento de onda

UVA II - ultravioleta A na faixa de 340-320 nm de comprimento de onda

UVB - ultravioleta B

UVC - ultravioleta C

W/cm² - watt por centímetro quadrado

XO - xantina oxidase

INTRODUÇÃO

3. INTRODUÇÃO

A relação entre exposição solar e câncer da pele foi descrita pela primeira vez por Unna em 1894. Com isso, pesquisadores iniciaram suas tentativas de formular métodos capazes de identificar pessoas que tivessem maior sensibilidade às queimaduras solares e neoplasias malignas da pele. A descrição das características fenotípicas dos indivíduos é a forma mais antiga e ainda útil de identificar risco a essas doenças cutâneas, mas não mostra uma boa sensibilidade. Com o avanço dos conhecimentos das radiações eletromagnéticas no campo da Física, foi possível introduzir esses conceitos na área médica, revelando novas informações fotobiológicas. No entanto, foi só em 1975 quando Fitzpatrick publicou seu método, que ocorreu um grande avanço na descoberta de uma forma de classificar os indivíduos quanto às suas respectivas resistências à radiação ultravioleta (RUV). Essa classificação introduziu a definição de fototipos como uma forma de criar escores de sensibilidade, que é até hoje referida em diversos estudos dentro da especialidade dermatológica. Entretanto, ela tem demonstrado algumas limitações já que se baseia em fatores subjetivos, ficando na dependência da experiência do médico que examina e da resposta e memória do indivíduo sob análise. A necessidade de corrigir as deficiências desse método levou Wiete Westerhof e cols., em 1990, a elaborarem uma nova forma de avaliar sensibilidade à radiação ultravioleta, utilizando o que chamaram de curva de eritema dose-resposta. Para elaboração da curva, são usados valores resultantes de uma seqüência de exposições com dosagens crescentes de radiação e posterior mensuração dos eritemas resultantes com métodos colorimétricos. Alguns autores concordam com a maior acurácia dessa nova fórmula, mas reconhecem que, por ser uma maneira mais complexa e trabalhosa e por ter base na interpretação de curvas, também mostra limitações. Não resta dúvida de que o método de mais fácil desenvolvimento e de alta fidelidade que podemos considerar como o padrão-ouro na medida de sensibilidade da pele, é o da mensuração da dose eritematosa mínima (DEM). Ele consiste na leitura, em pele exposta à radiação ultravioleta B (RUV-B) da menor dose de irradiação capaz de determinar eritema, avaliado 24 horas à exposição.

A partir do final da década de 1980, passa-se a observar uma tendência ao uso da colorimetria em Dermatologia. Esse processo tem como característica sua altíssima validade na medida de cor. Baseia-se em critérios que passaram a ser considerados como uma descrição numérica da visão colorida humana. Sabendo-se que estudos já mostraram uma correlação do valor da DEM com o tamanho, a quantidade, a densidade e a distribuição dos melanossomos nas várias tonalidades de pele e considerando-se que os equipamentos disponíveis pela colorimetria medem a cor da pele, esses conceitos poderiam dar às medidas colorimétricas obtidas na pele um valor indireto inestimável na mensuração da sensibilidade solar individual.

O Rio Grande do Sul tem um alto índice de população de cor branca e ascendência européia e apresenta uma das maiores incidências de carcinomas da pele do País. Sendo assim, sugere-se que com a utilização da técnica colorimétrica talvez seja possível estabelecer índices que permitam orientar a população de forma mais precisa, em relação à exposição solar, prevenindo transformações malignas tardias. Essas medidas, a médio e longo prazo, fundamentados na educação e prevenção, poderão contribuir de forma direta para a redução dos índices de neoplasias cutâneas em nosso meio.

Considerando todos esses fatos, propomo-nos, então, a fazer a mensuração da dose eritematosa mínima (DEM) e dos valores colorimétricos CIELAB em voluntários previamente classificados segundo seus fototipos, correlacionando esses dados entre si, a fim de constituir critérios que estabeleçam relações de sensibilidade à radiação ultravioleta, de forma rápida e pouco agressiva.

REVISÃO DA LITERATURA

4. REVISÃO DA LITERATURA

a) Radiação Solar

Os seres humanos, desde o início dos tempos, relacionavam o sol com a sensação de bem-estar. A adoração ao sol como símbolo de força, autoridade e majestade também faz parte da história da humanidade. Os egípcios, no segundo milênio a.C., adoravam “Ra”, o Deus Sol. Pelo sexto século a.C., toda a Pérsia seguiu os ensinamentos de Zoroastro, em que Mithras veio a ser a divindade da verdade e da luz - essencialmente um Deus-Sol. Pelo ano 1000 a.C., os gregos desenvolveram o conceito de Deus imortal, tendo em Apolo o representante do Deus da luz (1). Na Ásia Menor também existiu a crença do sol como força onipotente, porque ele personificava a justiça, por irradiar luz e calor imparcialmente a todas as pessoas (1).

Passados os períodos das representações místicas e alegóricas, o sol levantou a curiosidade dos físicos e, principalmente no século XX, desenvolveu-se realmente o estudo científico das radiações solares. Ainda em 1893, em Copenhague, Niels Finsen, considerado o pai da fototerapia moderna, descreveu a importância biológica do componente ultravioleta solar, no seu primeiro artigo *On the Influence of Light on the Skin* (2). No entanto, foi somente em 1930, reconhecendo a ampla variação quanto à fotossensibilidade e os efeitos biológicos da radiação ultravioleta, que o Conselho de Terapia Física da Associação Médica Americana introduziu o conceito de *unidade eritematogênica*, definida como a exposição radiante de 296,7 nm necessária para produzir eritema perceptível na pele não-bronzeada de caucasianos (aproximadamente 15 mJ/cm²) (2, 3). Em 1932, durante Congresso realizado na capital da Dinamarca, foi recomendado por várias Instituições Internacionais, entre elas a *Commision Internationale de l'Eclairage* (CIE), que o espectro ultravioleta fosse dividido em três sub-regiões: ultravioleta A (UVA), ultravioleta B (UVB) e ultravioleta C (UVC).

As radiações eletromagnéticas são definidas em termos de comprimento de onda e frequência, sendo essas as características fundamentais para os estudos clínicos, pois elas têm comportamentos diversos e bem definidos.

b) Radiação Ultravioleta e Câncer da Pele

A radiação ultravioleta emitida pelo sol é subdividida em 3 faixas, cada qual com seus efeitos biológicos, sendo identificadas por seu comprimento de onda. Mais modernamente, a sub-região UVA tem sido dividida em UVA I (400-340 nm) e UVA II (340-320 nm), em função das novas descobertas com relação às suas diferentes ações fotobiológicas (4, 5, 6). Entre as faixas de ultravioleta, a UVC (280 - 200 nm) é a mais absorvida pelo DNA das células vivas e, portanto, altamente nociva; entretanto, ela não atinge a superfície da Terra, pois sua penetração é bloqueada pela atmosfera. Por outro lado, as radiações solares nas faixas de UVA (400-320 nm) e UVB (320-280 nm), apesar de serem filtradas em até 95% pela estratosfera, estão presentes em quantidades apreciáveis na superfície terrestre e podem ser altamente danosas (6, 7, 8, 9). A região do espectro mais ativa biologicamente é da RUV-B.

Analisando a irradiação solar sobre a Terra, vê-se também que a intensidade varia na dependência da latitude, altitude em relação ao mar, horário do dia, poluição ambiental, estação do ano e espessura da camada de ozônio (10). Além disso, para os seres humanos, essa energia varia também em função dos hábitos de lazer, rotinas profissionais, tipo de vestes e área da pele em análise (11). O excesso de exposição ao UV, tanto de origem solar quanto de fontes artificiais, pode induzir a um número significativo de efeitos danosos (12, 13). No homem, a reação cutânea aguda mais observada após exposição solar excessiva é o eritema, que pode alcançar até a queimaduras (6). Os efeitos crônicos vão ser representados pelos cânceres da pele e pelo fotoenvelhecimento (14, 15, 16, 17). A gravidade dos sinais e sintomas dependerá, dentre alguns fatores, do tempo de exposição e do fototipo individual.

Unna, em 1894, foi o primeiro pesquisador a descrever a relação entre exposição solar e câncer da pele (2). Atualmente a literatura médica mostra evidências epidemiológicas incontestáveis associando a exposição solar com o risco de desenvolvimento de câncer cutâneo de tipo basocelular ou epidermóide (6, 18). As pessoas de pele clara, que são incluídas nos fototipos I, II e III da classificação de Fitzpatrick (6, 14, 19, 20), são as de maior risco ao desenvolvimento de malignidades cutâneas, especialmente quando tiverem exposições em áreas da Terra em que a intensidade solar é maior, como nas proximidades da linha do Equador (6). A frequência dos carcinomas é significativamente maior nas regiões cutâneas expostas a doses maiores de radiação. Indivíduos com atividades profissionais que estão intimamente relacionadas a uma maior exposição solar estão mais precocemente sujeitos a apresentarem tais alterações, em função da ação cumulativa que é característica dessa radiação (6, 18). Com relação ao melanoma a situação é polêmica, mas a maioria dos trabalhos mostra a relação dessa neoplasia com exposição solar recreacional, ou seja, intermitente, e com história de um número aumentado de queimaduras solares dolorosas (principalmente na infância e adolescência). Assim, o risco é maior em pessoas que têm fototipo I e II e, conforme a literatura atual, com reduzidas doses eritematosas mínimas (19, 20, 21, 22).

O processo fotobiológico em nível tecidual ocorre por várias etapas, iniciando-se pela absorção dos fótons (*quantum* de energia) pelas moléculas da pele, tais como do DNA, das proteínas e outras. Quando isso ocorre, essas moléculas são chamadas de cromóforos, e nessa situação elas passam para um estado chamado “excitado” (8, 9, 18). A partir dessa forma, pode-se observar alterações químicas que vão determinar um fotoproduto. A formação de fotoprodutos induzida por radiação ultravioleta, como os dímeros de pirimidina no DNA, é a maior causa dos efeitos carcinogênicos da luz solar (23, 24, 25). Yoon JH e cols. afirmam que os efeitos mutagênicos da irradiação ultravioleta são sabidamente pela formação de fotoprodutos, mais notadamente os dímeros de pirimidina (CPDs) e fotoprodutos piridina (6-4) pirimidona ((6-4)PPs) (26). Com isso, complexos processos bioquímicos se iniciam para corrigir possíveis distorções, como proliferação, mutagênese, perda dos marcadores de superfície

celulares e toxicidade. Numa fase final podem ser observados os efeitos fotobiológicos como eritema na pele, aparecimento de hiperplasias, indução de tumores e muitos outros (9).

Com a função de evitar danos à pele induzidos por fotoexposição, existem alguns mecanismos biológicos de defesa intrínsecos bem conhecidos:

- a *camada córnea da epiderme* que tem sua espessura variável, conforme o local do tegumento analisado. Ela é formada por fibras de proteína e matriz amorfa, tendo capacidade de absorver fótons da faixa UVB e UVC. Além de absorver, ela reflete de 5 a 10% da radiação incidente (6, 18);

- a *melanina*, pigmento castanho escuro, não-homogêneo, sintetizado em células especializadas que são os melanócitos que, por sua vez, contêm organelas de pigmento (melanosomos), local onde é sintetizada a melanina. Os melanócitos transferem esse pigmento aos queratinócitos por meio de suas estruturas dendríticas. A melanina é a responsável pelas diferenças na coloração da pele entre os diversos grupos étnicos. O número de melanócitos na raça negra é essencialmente o mesmo que na branca, no entanto os melanócitos dos primeiros produzem melanosomos maiores e esses se dispõem de uma forma menos agregada, configurando a tonalidade mais escura da pele (6);

- o acúmulo seletivo de *pigmento carotenóide lipofílico* no tecido subcutâneo que, reagindo com uma variedade de radicais livres, funcionaria como estabilizador de membranas celulares em derme e epiderme (27, 28);

- a presença das *enzimas desmutase superóxido e glutathione peroxidase-reductase* na epiderme, protegendo contra o dano das lipoproteínas das membranas celulares, assim como da queratina, elastina e colágeno (6);

- e, por fim, os *mecanismos de reparação do DNA*, responsáveis pela reversão das alterações moleculares induzidas pela RUV (6).

Um outro fator citado como fotoprotetor biológico é o ácido urocânico, sintetizado nas células epidérmicas (queratinócitos) a partir do aminoácido histidina. Ele existe na epiderme humana sob a forma do isômero “trans” e, depois da absorção da radiação UVB, transforma-se no isômero “cis”. Não é bem entendido como ocorre essa isomerização fotomediada, mas é

sabido que o processo é de fundamental importância ao menos como coadjuvante na proteção contra os danos fotoinduzidos (6, 29, 30, 31).

c) Eritema Solar - Patogenia

Ultrapassadas as barreiras de proteção, a RUV inicia seus efeitos deletérios. O eritema é o primeiro a ser observado. Até poucos anos atrás, a maioria dos observadores considerava o eritema pós-irradiação por ultravioleta como um resultado da ação direta sobre a vascularização da derme. A natureza exata dessa dilatação vascular permanecia, no entanto, mal entendida. Contudo, a partir dos trabalhos de Partington (1954), foi identificada a participação de algumas substâncias, como a histamina, no processo de eritema pós-exposição solar (32). Em 1970, Greaves e Sondergaard questionaram essa participação (32); entretanto, em 1990 Pentland e cols., em um novo experimento, demonstraram que a pele submetida ao UVB determinava a liberação de histamina dos mastócitos (33). Eles porém, observaram também que a histamina atuaria de forma indireta no eritema solar, por induzir o aumento da síntese de prostaglandinas (PGs), D2, E2, F2 alfa e 6-ceto PGF1 alfa (33, 34).

Mais recentemente, alguns estudos confirmaram a ação do UVB como potente estimulador da atividade da sintetase do óxido nítrico (NOS) e da xantina oxidase (XO) dos queratinócitos humanos e células endoteliais, as quais atuariam liberando óxido nítrico (ON), peróxido (O_2^-) e peroxinitrito ($ONOO^-$). Esses óxidos possuem efeitos citotóxicos sobre os queratinócitos, células endoteliais e músculos lisos, levando à vasodilatação, principalmente pelo conhecido efeito vasodilatador do óxido nítrico, explicando a indução do processo inflamatório (35, 36, 37, 38, 39, 40).

A RUV promove também a liberação de citocinas pró-inflamatórias dos queratinócitos e de outras células da pele, como as interleucinas (IL) 1, 3, 6, 8 e 10, fator de necrose tumoral α (TNF- α), fator transformador do crescimento β (TGF- β) entre outras. Todos esses fatores formam um ambiente que induz a imunossupressão (41, 42, 43). Estudos têm mostrado, tanto *in vitro* quanto *in vivo*, que tanto a IL-1 quanto a IL-6 estão envolvidas no surgimento de febre e leucocitose, após exposição solar (44, 45).

Baseados nesses mecanismos moleculares que clinicamente vão determinar sinais inflamatórios, pode-se aplicar métodos de avaliação do eritema como uma forma indireta de mensurar os danos provocados pela exposição à RUV-B. Além disso, alguns autores têm medido as alterações provocadas no DNA das células irradiadas pela análise dos fotoprodutos. Vladimir Bykov e cols., em estudo recente realizado na Suécia, concluíram que, de uma forma geral, o eritema cutâneo pós-irradiação pela UVB acompanha as alterações nucleares; no entanto, não existe proporcionalidade quanto à magnitude dos danos, fazendo-os levantar a hipótese de uma suscetibilidade individual (46, 47). Em estudos anteriores, os mesmos autores observaram uma correlação negativa estatisticamente significativa entre a indução de fotoprodutos e a DEM (20). Alguns experimentos demonstraram a relação da presença do eritema e do grau de sensibilidade cutânea ao raio ultravioleta, com a formação de fotoprodutos os quais são identificados com técnicas que utilizam anticorpos monoclonais (23, 48). Ueda e cols., trabalhando com voluntários japoneses, afirmaram que a presença dos fotoprodutos participaria da iniciação do eritema induzido pela radiação (23). Resultados análogos foram alcançados por Young e cols., em estudo realizado em Londres, com amostras de pele retiradas das nádegas de voluntários com prévia exposição a diferentes doses de irradiação e comprimentos de onda, por concluírem que o DNA é o maior cromóforo para o eritema na faixa de 280-340 nm (24). Com isso, a análise da dose eritematosa mínima representa um importante fator clínico na avaliação da sensibilidade da pele à radiação solar. A DEM é expressa em mJ/cm^2 ou J/m^2 e representa a energia que é necessária para determinar o mínimo eritema perceptível na pele exposta à RUV. Quando se utiliza a RUV-B, o eritema é máximo após 24 horas, e por isso, para medir essa condição, a leitura do teste é feita com esse intervalo. Exposições acima de 4 vezes a DEM podem determinar importante queimadura, edema, dor e bolhas (6, 19, 49).

Mensuração similar pode ser feita com RUV-A, contudo sabe-se que a quantidade de energia a ser utilizada é de 600 a 1000 vezes maior do que com a RUV-B para que ocorra o eritema, que é precoce e atinge o pico máximo em 10 a 12 horas. O efeito prático dessa determinação ainda é discutível (6). Por sua vez com a RUV-C, o eritema pode ser obtido mais

precocemente após exposição a uma fonte (6 a 8 horas), mas é a que induz danos mais agudos e precoces, com menor capacidade de causar pigmentação.

d) Classificação de Fitzpatrick

Fototipo é o termo utilizado na medida de sensibilidade à radiação UV, determinando as diversas categorias de peles com suas particulares variações. Fitzpatrick sugeriu esse score para que, com uma simples história e exame físico, fosse possível classificar os indivíduos conforme sua resposta cutânea à exposição solar (19). Avalia-se uma área de pele não previamente exposta ao sol ou não-bronzeada, que tenha tido um intervalo de um inverno sem exposição, denominando-a como branca, castanha clara, castanha, ou castanha escura (ou negra); pela anamnese identifica-se a capacidade de fazer queimadura ou bronzeamento, avaliando o resultado de uma exposição de 45 a 60 minutos ao sol em pele não-bronzeada, no verão, ao meio-dia e em latitudes próximas a 30°. Estima-se que a dose de radiação ultravioleta nessas condições alcance cerca de 90-120 mJ/cm², ou seja, 3 DEM para o fototipo I (50). Com isso, as pessoas que tiverem a sua DEM maior que 120 mJ/cm² poderão ter resposta correspondente à classe VI dos tipos de pele, ou seja, não apresentarão eritema.

A **tabela** a seguir reproduz de forma simplificada a classificação da pele humana, baseada na avaliação dos dados citados anteriormente.

CLASSIFICAÇÃO POR FOTOTIPOS DA PELE HUMANA, SEGUNDO FITZPATRICK

(para uma exposição solar de 45 a 60 minutos em pele não-bronzeada, no verão, ao meio-dia e em latitudes próximas a 30°)

FOTOTIPOS	COR DA PELE NÃO EXPOSTA	HISTÓRIA DE QUEIMADURA BRONZEAMENTO
I	Branca	◆ Sempre queima facilmente, nunca bronzeia.
II	Branca	◆ Sempre queima facilmente bronzeia minimamente.
III	Branca	◆ Queima minimamente, bronzeia gradual e uniformemente.
IV	Castanha-clara	◆ Queima minimamente, sempre bronzeia bem (moderadamente castanha).
V	Castanha	◆ Raramente queima, bronzeia intensamente (castanha escura).
VI	Castanha escura ou preta	◆ Nunca queima, bronzeia profusamente.

Nessa **tabela** vê-se que o tipo VI tem como característica descrita o fato de nunca queimar, o que faria com que não fosse possível medir a sua dose eritematosa mínima. No entanto, sabe-se que isso é verdade somente para a condição proposta pelo método, já que este limita a uma exposição de no máximo 120 mJ/cm². Entretanto, presume-se que toda pele que seja submetida à exposição de 1 DEM para o seu fototipo mostrará eritema, com intensidade dependente da densidade de pigmentação; basta que se faça uma exposição com tempo suficiente para atingir a dose correspondente.

Baseado nas características fenotípicas e de história frente à radiação, pode-se prever a dose eritematosa mínima com RUV-B, para cada um dos fototipos. Porém, ocorrem variações da quantidade de energia empregada, em até 10 vezes, quando se comparam os fototipos I e VI (6).

A maioria das pessoas tem a capacidade de distinguir vários milhares de tons de cores. No entanto, a expressão dessas observações é limitada pelo número restrito de termos que as descrevem, comprometendo a comunicação entre os indivíduos e, em conseqüência,

dificultando a uniformidade das informações nas pesquisas científicas. A avaliação das cores por comparações visuais foi melhorada pelo sistema de ordem de cores de Munsell, mas que não é validada internacionalmente (51, 52, 53). Apesar de esse sistema ter trazido vantagens à comparação de cores, também é limitado pelo problema do metamerismo (54). Esse fenômeno ocorre quando duas cores pareadas são consideradas iguais sob determinada situação, mas, quando analisadas sob diferentes condições de iluminação, de superfície do objeto, assim como sob aspectos geométricos diversos, são referidas como diferentes (55).

e) Dose Eritematosa Mínima e Colorimetria

Dose eritematosa mínima é a menor dose de radiação ultravioleta B capaz de provocar eritema cutâneo quando medido 24 horas após a irradiação (**Figura 1**). A mensuração da DEM é usualmente feita baseada na visualização da cor por uma simples observação; no entanto, pelo que foi exposto, isso pode determinar algum índice de erro em função da luminosidade do ambiente onde se está examinando, das dificuldades inerentes às peles de fototipo alto, assim como pelas diferenças de experiência do observador. Para diminuir essas possíveis variações, também tem sido experimentado o uso da análise cromométrica e microfluxométrica (56, 57, 58). O uso de colorímetros e de espectrofotômetros também pode tornar as medidas de cor mais acuradas (54, 55, 58, 59).

Vários investigadores no passado projetaram métodos para quantificar as cores, expressando-as numericamente, o que possibilitaria a comunicação no que se refere às cores de forma mais acurada, já que as observações visuais contêm um grande componente subjetivo, faltando com isso uma precisão adequada na troca de informações para uso científico (55). O próprio Fitzpatrick em 1988 já citava métodos de quantificação numérica do grau de pigmentação da pele que poderiam ser realizados com a colorimetria e com espectrofotômetro (19). Como a percepção de cor de um objeto depende da natureza da iluminação, da sua variação pela interação com o objeto e das características do observador, a Commission International de l'Eclairage (CIE) criou um sistema de cor, pela qual estandarizou essas situações, conforme normas pré-estabelecidas e reconhecidas internacionalmente. Esses critérios metodológicos passaram a ser considerados como uma descrição numérica da visão colorida humana (55). Os colorímetros e espectrofotômetros usam esse sistema, tendo

por isso a capacidade de evitar que o metamerismo influencie as mensurações, pois utiliza fontes luminosas constantes conforme modelos padronizados. Para esses equipamentos é chamado de padrão de iluminação D_{65} aquele que utiliza uma fonte com emissão de radiação de modelo semelhante à luz do dia, incluindo o comprimento de onda ultravioleta. Ainda existem os padrões de iluminação “C” que têm modelos semelhantes à luz do dia sem o comprimento de onda ultravioleta e “A” que usa a luz incandescente.

Os dois métodos mais conhecidos utilizados até hoje e que expressam numericamente as cores são o *Yxy color space* de 1931 e o *L*a*b* color space* de 1976 (54, 55, 60). Eles têm como vantagem possibilitar o registro de uma medida objetiva da percepção visual, além de quantificar a magnitude das diferenças das cores. O segundo fornece diferenças de cor mais uniformes em relação às diferenças visuais (54, 61). Todos os métodos de medida se baseiam na mistura de três aspectos: cor, claridade e saturação (55, 60). A característica definida como cor é simples de ser entendida, já que é a forma como se identifica o vermelho, o amarelo, o verde, etc. O termo claridade identifica a capacidade de uma determinada cor em transmitir mais ou menos alvura, sendo independente do tipo de cor. A saturação é a propriedade que tem uma cor de ser mais vívida, ou seja, em tom mais intenso (54, 55). Considerando esses três atributos foi criada então, uma figura sólida e imaginariamente esférica de três dimensões em que o brilho forma um eixo vertical, a saturação constitui o eixo horizontal e os tons das cores ficam dispostos ao longo desta estrutura (**Figura 2**). Essa abordagem baseia-se na teoria dos três componentes da visão colorida, a qual define que os receptores oculares possuem receptores para três cores primárias (vermelho, verde e azul) e que todas as outras são vistas como uma mistura dessas três primárias (54, 55).

O sistema $L^*a^*b^*$, também denominado como CIELAB, é atualmente o mais popular para medir cores para objetos sendo expressas por um sistema tridimensional (**Figura 3**). Por esse método o índice L^* significa claridade e a^* e b^* são coordenadas de cromaticidade (55). A coordenada $+a^*$ exprime os diversos tons em vermelho, sendo $-a^*$ em verde, $+b^*$ em amarelo e o $-b^*$ em azul (**Figura 3**). O centro dessa estrutura esférica imaginária é acromática e tanto a^* quanto b^* mostram aumento da saturação das cores à proporção que se distanciam do centro (55, 62, 63). A medida do valor de L^* modifica-se ao longo de uma escala em cinza, do preto

ao branco. Teoricamente quanto mais claras forem as cores, maiores serão os valores de L^* (mais próximos de 100); quanto mais escuras mais próximas de zero serão esses valores (55, 60). Baseado nesses aspectos foi desenvolvido um instrumento, o colorímetro, que executa de forma prática a mensuração das cores em escala numérica. O sistema consiste de um processador de dados e um detector. Este possui uma lâmpada de arco de xenônio policromática, que provê iluminação à amostra e seis fotocélulas de silicone de alta sensibilidade; três delas monitoram a luz produzida pela lâmpada e três medem a luz refletida da amostra. Um pulso de luz visível é emitido da fonte para a superfície da pele e a luz refletida é analisada por uma unidade de análise ótica. A informação gerada é transmitida para o processador de dados, que transforma essa informação em valores numéricos mais facilmente analisáveis (54) (**Figura 4**). Fundamentando-se nessas características alguns estudos que usaram o sistema $L^*a^*b^*$ na medida da cor da pele determinaram que a coordenada L^* correlacionava-se linearmente com o índice de melanina, e outros com os valores da DEM (62, 64, 65).

f) Fototipos - Limitações do Método e Necessidade de Novas Abordagens

Estudos têm demonstrado que a classificação de Fitzpatrick apresenta falhas por ser subjetiva, mostrando variações dependentes de cada observador e de características da população em que está sendo realizada a análise (59, 65, 66, 67). Com isso, para que haja uma uniformização das informações relativas às cores da pele de uma forma precisa e não subjetiva, é necessário um método que quantifique numericamente as variações dos tons das cores da pele.

Alguns autores sugerem a relação direta da quantidade de melanina cutânea com o valor da dose eritematosa mínima (66, 68). O papel protetor da melanina epidérmica contra a exposição crônica à radiação ultravioleta é vastamente aceita. Começam a surgir, contudo, os primeiros trabalhos demonstrando superposição de valores das DEMs em pessoas de fototipos diferentes (65, 69, 70, 71). Com isso, abre-se um novo campo de estudo em que se pode demonstrar que a medida da sensibilidade da pele à luz solar não deve limitar-se à análise da classificação de Fitzpatrick, pois essa é falha ao misturar critérios objetivos e subjetivos e não considerar variações individuais determinadas pela própria carga genética do indivíduo (72).

Estudos desenvolvidos em nosso meio já demonstraram que o limiar de eritema tem grande variabilidade mesmo dentro de um fototipo (67). A variação desses valores foi de 65 a 300 mJ/cm², quando examinados os indivíduos de fototipo IV (67). Considerando que as alterações cutâneas determinadas pela foto-exposição dependem também do índice de queimadura e que o fotodano é cumulativo, torna-se claro que, pensando em termos profiláticos, é fundamental que exista uma forma de prever a tolerância da pele.

Com isso, conclui-se que ela deveria ser complementada com outros achados, baseados em resultados estatísticos comparativos que levem em consideração a cor da pele medida de forma objetiva pela colorimetria e os escores da classificação dos fototipos, para relacioná-los com os valores das DEMs.

5. OBJETIVOS E HIPÓTESES

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Determinar a dose eritematosa mínima, medida por exposição controlada à radiação ultravioleta-B, como limiar para dano solar agudo nos diversos fototipos, assim como, mensurar a cor da pele constitucional pelo sistema CIELAB ($L^*a^*b^*$ *color space*).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1º- Mensurar o grau de associação dos valores das DEMs com os valores colorimétricos da coordenada L^* do sistema CIELAB de medida de cor da pele.

2º- Correlacionar os valores das DEMs com os escores da classificação dos fototipos, a fim de medir a associação dessas variáveis.

3º - Comparar os valores das DEMs em regiões infra-axilar torácica e nádega, para excluir a intensidade de pigmentação como fator de erro.

4º- Correlacionar os valores da coordenada L^* com as classes de fototipos da classificação de Fitzpatrick, a fim de identificar a associação da cor da pele com o referido método.

HIPÓTESES

HIPÓTESE PRINCIPAL

Existem pessoas que se enquadram em classificações iguais quanto ao seu fototipo (conforme critérios de Fitzpatrick), mas apresentam sensibilidades diferentes à luz solar quando medidas as suas respectivas doses eritematosas mínimas (DEMs).

HIPÓTESES SECUNDÁRIAS

1º- As medidas colorimétricas da coordenada L^* do sistema CIELAB estão correlacionadas aos valores das DEMs.

2º- Indivíduos com pele muito pigmentada também respondem de forma inflamatória à foto-exposição, porém o eritema é mascarado pela pigmentação cutânea.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - HARBER LC. *Man, Myths, Gods, and Sun*. In: HARBER L.C.; BICKERS D.R. *Photosensitivity Disease Principles of Diagnoses and Treatment*. BC Decker Inc., Toronto, 1989, p. 2-9.
- 2 - MCGREGOR J.M. The history of human photobiology. In: Hawk JLM. *Photodermatology*. 1th ed., Arnold, London, 1999 p. 1-4.
- 3 - HOLUBAR, K. What is a caucasian? *J Invest Dermatol*. pag. 800. 1996
- 4 - SKOV L.; HANSEN H.; ALLEN M.; VILLADSEN L.; NORVAL M.; BARKER JN.; SIMON J.; BAADSGAARD O. Contrasting effects of ultraviolet A1 and ultraviolet B exposure on the induction of tumour necrosis factor-alpha in human skin. *Br J Dermatol*. V.138, n.2, p. 216-20, Feb 1998.
- 5 - MOLINA J.F.; McGRATH J.R. Longterm ultraviolet-A1 irradiation therapy in systemic lupus erythematosus. *J. Rheumatol*. V. 24, n. 6, p.1072-4, Jun 1997.
- 6 - PATHAK M.A. Acute and chronic effects of the sun. In: FREEDBERG I.M.; EISEN A.Z.; WOLFF K. *Fitzpatrick's Dermatology in General Medicine*. 5th ed. Mc-Graw Hill, New York, 1999, cap. 138, p.1598-1607.
- 7 - HARBER L.C.; BICKERS D.; KOCHEVAR I. *Introduction to ultraviolet and visible radiation*. In: HARBER L.C.; BICKERS D.R. *Photosensitivity Disease Principles of Diagnoses and Treatment*. BC Decker Inc., Toronto, 1989, p.12-24.
- 8 - KOCHEVAR I.E. Basic Principles in Photomedicine and Photochemistry. In: LIM H.W.; SOTER N.A. *Clinical Photomedicine*. Marcel Deccker Inc., New York, 1993, p.1-18.
- 9 - KOCHEVAR I.; BICKERS D.; HARBER L. *The Photochemistry of Cutaneous Molecules (Effects of excitations)*. In: HARBER L.C.; BICKERS D.R. *Photosensitivity Disease Principles of Diagnoses and Treatment*. BC. Decker Inc., Toronto, 1989, p.36-45.
- 10 - YOUNG A.R. The biological effects of ozone depletion. *Br J Clin Pract*. Suppl. 89: 10-5, May 1997.
- 11 - DIFFEY B.L. *Human exposure to ultraviolet radiation*. In: HAWK JLM. *Photodermatology*. 1th ed. London, Arnold, 1999. Cap. 2, p. 5-24.

12 - STERN R.S.; NICHOLS K.T.; VAKEVA L.H. Malignant melanoma in patients treated for psoriasis with methoxsalen (Psoralen) and ultraviolet A radiation (PUVA). The PUVA follow-up study [see comments]. *N Engl J Med.* 336(15): 1041-5, Apr 1997.

13 - BUCKLEY D.A.; ROGERS S. Multiple keratoses and squamous carcinoma after PUVA treatment of vitiligo. *Clin Exp Dermatol.* 21(1): 43-5, Jan 1996.

14 - ARMSTRONG B.K.; KRICKER A. Skin Cancer. *Dermatol Clin.* 13(3): 583-94, Jul 1995.

15 - LANGLEY R.G.; SOBER A.J. A Clinical Review of the Evidence for the Role of Ultraviolet Radiation in the Etiology of Cutaneous Melanoma. *Cancer Invest.* 15(6): 561-7, 1997.

16 - SLAPER H.; VELDERS G.J.; DANIEL J.S. Estimates of ozone depletion and skin cancer incidence to examine the Vienna convention achievements. *Nature.* 384 (6606): 256-8, 1996 Nov 21.

17 - WEINSTOCK. Overview of ultraviolet radiation and cancer: What is the link? How are we doing? *Environ Health Perspect.* 103 Suppl 8: 251-4, Nov 1995.

18 - KOCHEVAR I.E.; PATHAK M.A.; PARRISH J.A. *Photophysics, Photochemistry, and Photobiology.* In: FREEDBERG I.M.; EISEN A.Z.; WOLFF K. *Fitzpatrick's Dermatology in General Medicine.* 5th ed. New York, Mc-Graw Hill, 1999, cap. 16, p. 220-229.

19 - FITZPATRICK T.B. The Validity and Practicality of Sun-Reactive Skin Types I Through VI. *Arch Dermatol.* v.124, p.869-71, Jun 1988.

20 - BYKOV V.J.; MARCUSSON J.A.; HEMMINKI K. Effect of constitutional pigmentation on ultraviolet B-induced DNA damage in fair-skinned people. *Journal of Investigative Dermatology.* 114: 40-43, 2000.

21 - LANGLEY R.G.; BARNHILL R.L.; MIHM M.C. Jr. *Neoplasms: Malignant Melanoma.* In: FREEDBERG I.M.; EISEN A.Z.; WOLFF K. *Fitzpatrick's Dermatology in General Medicine.* 5th ed. New York, Mc-Graw Hill, 1999, cap. 92, p. 1080-1116.

22 - CLARIF M.; GELLER A.C.; KOH H.K. *Evidence for a Cutaneous Memory of Photodamage.* In: GILCHREST BA. *Photodamage.* Blackwell Science Inc, 1995, p. 100-122.

23 - UEDA M.; MATSUNAGA T.; BITO T. Higher cyclobutane pyrimidine dimer and (6-4) photoproduct yields in epidermis of normal humans with increased sensitivity to ultraviolet B radiation. *Photodermatol Photoimmunol Photomed.* 12(1): 22-6, Feb 1996.

24 - YOUNG A.R.; CHADWICK C.A.; HARRISON GI. The similarity of action spectra for thymine dimers in human epidermis and erythema suggests that DNA is the chromophore for erythema. *J Invest Dermatol.* 111: 982-88, 1998.

25 - DOUKI T.; COURT M.; CADET J. Electrospray-mass spectrometry characterization and measurement of far-UV-induced thymine photoproducts. *J. Photochem Photobiol.* 54(2-3):145-54, Feb 2000.

26 - YOON J.H.; LEE C.S.; O' CONNOR T.R. The DNA damage spectrum produced by simulated sunlight. *J Mol Biol.* 299(3): 681-93, Jun 9, 2000.

27 - BLACK H.S.; MATHEWS-ROTH M.M. Protective role of butylated hydroxytoluene and certain carotenoids in photocarcinogenesis. *Photochem Photobiol.* 53 (5): 707-16, May 1991.

28 - LEE J.; JIANG S.; LEVINE N. Carotenoid supplementation reduces erythema in human skin after simulated solar radiation exposure. *Proc Soc Exp Biol Med.* 223 (2): 170-4, Feb 2000.

29 - DE FINE OLIVARIUS F.; WULF H.C.; THERKILDSEN P.; POULSEN T.; CROSBY J.; NORVAL M. Urocanic acid isomers: relation to body site, pigmentation, stratum corneum thickness and photosensitivity. *Arch Dermatol Res* v. 289, n. 9, p. 501-5, Aug 1997.

30 - SNELLMAN E.; JANSEN C.T.; LAIHIA J.K.; MILAN T.; KOULU L.; LESZCZYNSKI K.; PASANEN P. Urocanic acid concentration and photoisomerization in Caucasian skin phototypes. *Photochem Photobiol*, v. 65, n. 5, p. 862-5, May 1997.

31 - OLIVARIUS F.; WULF H.C.; CROSBY J. The sunscreens effect of urocanic acid. *Photodermatol Photoimmunol Photomed.* 12(3):95-9, Jun 1996.

32 - HARBER L.C. *Sunburn (Ultraviolet Erythema)*. In: HARBER L.C.; BICKERS D.R. *Photosensitivity Disease Principles of Diagnoses and Treatment*. B. C. Toronto, Decker Inc., 1989, p.112-23.

33 - PENTLAND A.P.; MAHONEY M.; JACOBS S.C.; HOLTZMAN M.J. Enhance prostaglandin synthesis after ultraviolet injury is mediated by endogenous histamine stimulation. A mechanism for irradiation erythema. *J Clin Invest.* V. 86, n. 2, p. 566-74, Aug 1990.

34 - SOTER N.A. *Sunburn and Suntan: Immediate Manifestations of Photodamage*. In: GILCHREST BA. *Photodamage*. United States of America, Blackwell Science Inc., 1995, p.12-25.

35 - DELICONSTANTINOS G.; VILLIOTOU V.; STRAVRIDES J.C. Release by ultraviolet B (U.V.B.) radiation of nitric oxide (NO) from human keratinocytes: a potential role for nitric oxide in erythema production. *Br J Pharmacol*, v.114, n. 6, p.1257-65, Mar 1995.

36 - DELICONSTANTINOS G.; VILLIOTOU V.; STAVRIDES J.C. Inhibition of ultraviolet B-induced skin erythema by N-nitro-L-arginine and N-monomethyl-L-arginine. *J Dermatol Sci*, v. 15, n. 1, p. 23-3, may 1997.

37 - DELICONSTANTINOS G.; VILLIOTOU V.; STAVRIDES J.C. Alterations of nitric oxide synthase and xanthine oxidase activities of human keratinocytes by ultraviolet B radiation. Potential role for peroxynitrite in skin inflammation. *Biochem Pharmacol* , v. 51, n. 12, p. 1727-38, jun 28 1996.

38 - WARREN J.B. Nitric oxide and human skin blood flow responses to acetylcholine and ultraviolet light. *FASEB J.*, v 8, n. 2, p. 247-51, Feb 1994.

39 - DANIELA B.G.; THOMAS R.; VICTORIA K.B. Nitric oxide in human skin: current status and future prospects. *Journal of Investigative Dermatology*. 110(1): 1-7, Jan 1998.

40 - GEORGE D.; VASSILIKI V.; JOHN C.S. Nitric oxide and peroxynitrite released by ultraviolet B-irradiated human endothelial cells are possibly involved in skin erythema and inflammation. *Experimental Physiology*. 81: 1021-33, 1996.

41 - PIMENTEL M.I.F.; NASCIMENTO H.J.; FILGUEIRA A.L. Hanseníase, radiação ultravioleta e citocinas. *An Bras Dermatol*. 71(2): 141-46, Mar-Abr 1996.

42 - BARR R.M.; WALKER S.L.; TSANG W. Suppressed alloantigen presentation, increased TNF- α , IL-1, IL-1Ra, IL-10, and modulation of TNF-R in UV-irradiated human skin. *Journal of investigative Dermatology*. 112: 692-98, 1999.

43 - HIRAO T.; AOKI H.; YOSHIDA T. Elevation of interleukin 1 receptor antagonist in the stratum corneum of sun-exposed and ultraviolet B-irradiated human skin. *Journal of Investigative Dermatology*. 106: 1102-07, 1996.

44 - TEDESCO A.C.; MARTÍNEZ L.; GONZÁLES S. Photochemistry and photobiology of actinic erythema: defensive and reparative cutaneous mechanisms. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 30(5):561-75, May 1997.

45 - PETIT-FREIRE C.; CLINGEN P.H.; GREWE M. Induction of interleukin-6 production by ultraviolet radiation in normal human epidermal keratinocytes and in a human keratinocyte cell line is mediated by DNA damage. *Journal of Investigative Dermatology*. 111: 354-59, 1998.

46 - BYKOV V.J.; MARCUSSON J.A.; HEMMINK K. Ultraviolet B-induced DNA damage in human skin and its modulation by a sunscreen. *Cancer Research*. 58: 2961-64, July 1998.

47 - BYKOV V.J.; SHEEHAN J.M.; HEMMINKI K. In situ repair of cyclobutane pyrimidine dimers and 6-4 photoproducts in human skin exposed to solar simulating radiation. *J Invest Dermatol*. 112: 326-31, 1999.

48 - YOUNG A.R.; CHADWICK C.A.; HARRISON G.I. The in situ repair kinetics of epidermal thymine dimers and 6-4 photoproducts in human skin types I and II. *J Invest Dermatol*. 106(6): 1307-13, Jun 1996.

49 - SOTER N.A. *Acute Effects of Ultraviolet Radiation on the Skin*. In: LIM H.W.; SOTER N.A. *Clinical Photomedicine*. New York, Marcel Deccker Inc., 1993, p. 75-93.

50 - CHUNG J.H. et al. Relevance of Skin Phototyping to a Korean Population. *Clinical and Experimental Dermatology*. 19: 476-78, 1994.

51 - LITTLE A.C.; GAINES R. Perception of hue re-examined: an analytical consideration of color-oddity test results. *Percept Mot Skills*. 45(3 Pt 1): 795-804, Dec 1977.

52 - JUDD D.B.; NICKERSON D. Relation between Munsell and Swedish natural color system scales. *Journal of the Optical Society of America*. 65(1): 85-90, Jan 1975.

53 - EVANS R.M.; SWENHOLT B.K. Chromatic strengths of colors, part II. The Munsell system. *Journal of the Optical Society of America*. 58(4): 580-82, April 1968.

54 - MINOLTA Co. Ltd. Precise color communication - color control from feeling to instrumentation. 1994. 14 p.

55 - WEATHERALL I.L.; COOMBS B.D. Skin color measurements in terms of CIELAB color space values. *The Journal of Investigative Dermatology*. 99(4):468-73, 1992.

56 - PROCACCINI E.M.; RICCIO G.; CASULA L.; POSTERARO G.; MONFRECOLA G. Thirty hours' evaluation of UVB-induced erythema by chromometry and microflowmetry. *Dermatology*, v. 195, n. 4, p. 317-20, 1997.

57 - PETERSEN L.J.; KRISTENSEN J.K. Increased subcutaneous adipose tissue blood flow in UVB-inflamed human skin. The existence of a cutaneous-subcutaneous reflex mechanism? [see comments]. *Acta Derm Venereol*, v. 70, n. 5, p. 437-40, 1990.

58 - SERUP J.; AGNER T. Colorimetric quantification of erythema – a comparison of two colorimeters (Lange Micro Color and Minolta Chroma Meter CR-200) with a clinical scoring scheme and laser-Doppler flowmetry. *Clinical and Experimental Dermatology*. 15: 267-72, 1990.

59 - RUBEGNI P.; CEVENINI G.; FLORI M.L. Relationship between skin color and sun exposure history: a statistical classification approach. *Photochemistry and Photobiology*. 65(2): 347-51, 1997.

60 - DELEIXHE-MAUHIN F.; KREZINSKI M.; RORIVEG. Quantification of skin color in patients undergoing maintenance hemodialysis. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 27(6): 950-53, Dec 1992.

61 - ANDREASSI L.; FLORI L. Practical applications of cutaneous colorimetry. *Clinics in Dermatology*. 13: 369-73, 1995.

62 - TAKIWAKI H. Measurement of Skin Color : practical application and theoretical considerations. *Journal of Medical Investigation*. 44:121-126, 1998.

63 - QUEILLE-ROUSSEL C.; PONCET M.; SCHAEFFER H. Quantification of skin-colour changes induced by topical corticosteroid preparations using the Minolta Chroma Meter. *British Journal of Dermatology*. 124: 264-70, 1991.

64 - ANDREASSI L.; CASINI L.; SIMONI S. Measurement of cutaneous colour and assessment of skin type. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*. 7: 20-4, 1990.

65 - WEE L.K.; CHONG T.K.; QUEE D.K.S. Assessment of skin types, skin colours and cutaneous responses to ultraviolet radiation in an Asian population. *Photodermatol Photoimmunol Photomed* . v. 13, n. 5-6, p. 169-72, 1997.

66 - WESTERHOF W. et al. The relation between constitutional skin color and photosensitivity estimated from UV-induced erythema and pigmentation dose-response curves. *Journal of Investigative Dermatology*. 94(6): 812-16, June 1990.

67 - CESTARI T.F.; MIOZZO A.M.; ALBANEZE R.; BRODT C.C.; CENTENO A.D.; DEFFERRARI R.; BAKOS L.; PACHECO F.S. Avaliação da suscetibilidade à radiação ultravioleta B na população do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE DERMATOLOGIA, 53^o, 1998, Blumenau. Anais do Congresso, 1998, p. 303.

68 - OLSON R.L.; GAYLOR J.; EVERETT M.A. Skin color, melanin and erythema. *Arch Dermatol*. 108: 541-44, 1973.

69 - LOCK-ANDERSEN J.; THERKILDSEN P.; DE FINE OLIVARIUS F.; GNIADACKA M.; DAHISTROM K.; POULSEN T.; WULF H.C. Epidermal thickness, skin pigmentation and constitutive photosensitivity. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*. V. 13, n. 4, p. 153-158, Aug 1997.

70 - SNELLMAN E.; JANSEN C.T.; LESZCZYNSKI K.; VISURI R.; MILAN T.; JOKELA K. Ultraviolet erythema sensitivity in anamnestic (I - IV) and phototested (1 - 4) Caucasian skin phototypes: the need for a new classification system. *Photochem Photobiol*. V. 62, n. 4, p. 769-72, Oct 1995.

71 - BARON E.D. Correlating skin type and minimum erythema dose. *Arch Dermatol*. 135: 1278-79, Oct 1999.

72 - RHODES L.E.; FRIEDMANN P.S. A comparison of the ultraviolet B-induced erythematous response of back and buttock skin. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*. 9:48-51, 1992.

7. ARTIGO EM PORTUGUÊS

**Determinação da Dose Eritematosa Mínima
como Marcador de Risco e Sensibilidade
à Radiação Ultravioleta B**

Sérgio Dornelles, José Roberto Goldim, Tania Ferreira Cestari

Trabalho realizado no Serviço de Dermatologia do Hospital de Clínicas De Porto Alegre e Ambulatório de Dermatologia Sanitária da Secretaria De Saúde e Meio Ambiente do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil;

Programa de Pós-Graduação em Medicina: Clínica Médica, da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

Endereço para correspondência:

Sérgio Ivan Torres Dornelles
Rua dos Andradas, 1646 conj. 73
90020-012 - Porto Alegre, RS – Brazil

e-mail: sidornelles@aol.com

SUMÁRIO

Objetivos: Determinar a dose eritematosa mínima (DEM) medida por exposição controlada à radiação ultravioleta-B (RUV-B), como limiar para dano solar agudo nos diversos fototipos, e medir a cor da pele constitucional pelo sistema colorimétrico CIELAB.

Pacientes e Métodos: Um total de 194 voluntários, sadios, com idades acima de 18 anos, distribuídos em um mínimo de 30 participantes por fototipo. Todos foram classificados por fototipos segundo os critérios de Fitzpatrick. As regiões infra-axilar torácica e nádega foram irradiadas em 4 áreas de 1 cm², assim como foi registrada a cor da pele desses locais pelo sistema CIELAB.

Delineamento: Estudo transversal.

Resultados: A média de idade dos participantes foi de 38 anos, sendo 68% do sexo feminino. A avaliação da associação entre as medidas das DEMs e dos valores colorimétricos da coordenada L*, mostrou uma correlação de Pearson negativa com $r = -0,91$ para um valor $p < 0,05$. Para os valores das DEMs e os escores da classificação dos voluntários por fototipos, obteve-se correlação de Spearman (r_s) de $+0,95$ para $p < 0,05$ e, correlacionando os valores colorimétricos com os escores dos fototipos, encontrou-se em tórax um r_s de $-0,93$ e em nádega $-0,92$ para um $p < 0,05$.

Conclusões – Concluiu-se que: 1)- a mensuração dos valores colorimétricos da coordenada L* nas regiões infra-axilar torácica e nádega mostraram uma forte correlação com os valores das DEMs, sendo de menor poder invasivo e de maior praticidade para mensuração de sensibilidade à radiação ultravioleta; 2)- apesar de os escores de Fitzpatrick terem alta correlação com os valores das DEMs, mostraram superposição de valores nos fototipos adjacentes; 3)- o grau de associação das classes dos fototipos com a cor da pele permite dizer que a categoria numérica do fototipo aumenta à medida que a pele fica mais escura.

PALAVRAS-CHAVE: 1. Raios ultravioleta. 2. Colorimetria. 3. Radiação solar. 4. Eritema.

INTRODUÇÃO

Em 1894, Unna descreveu pela primeira vez a relação da exposição solar com câncer da pele (1). A partir dessa data vários autores levantaram fortes evidências epidemiológicas responsabilizando a radiação ultravioleta (RUV) como sendo o maior causador de cânceres da pele (2, 3, 4, 5, 6, 7). Começaram, então, a buscar métodos que fossem capazes de identificar características cutâneas que pudessem servir como indicadores de risco às transformações malignas determinadas pelo sol. Até o momento, a forma mais freqüentemente usada para se determinar a sensibilidade da pele ainda se baseia na classificação subjetiva utilizada pelo método de Fitzpatrick (8). Neste, a resposta da pele à exposição solar no que se refere ao eritema e à pigmentação, em condições padronizadas para que o indivíduo fique exposto a uma dose entre 90-120 mJ/cm², indica a capacidade de cada indivíduo em resistir às agressões provocadas pela radiação ultravioleta-B (RUV-B) (5). Entretanto, estudos mostram que pessoas classificadas por esse método e incluídas dentro de um mesmo grupo apresentam respostas bem diversas aos raios ultravioletas, demonstrando a necessidade de desenvolver critérios de medida mais precisos e reprodutíveis (9, 10, 11, 12).

Pesquisas têm demonstrado que o eritema cutâneo causado pela exposição à radiação ultravioleta é acompanhado de alterações no DNA, sem, no entanto, mostrar proporcionalidade quanto à magnitude dos danos, sugerindo a hipótese de uma suscetibilidade individual (13, 14, 15, 16, 17). Em animais de experimentação existem evidências concretas de que os defeitos de reparação do genoma parecem levar à suscetibilidade ao câncer da pele, mas não alteram as respostas aos efeitos agudos da RUV-B, como o eritema e edema (18). Todos esses resultados mostram a nítida relação da alteração visível e objetiva do eritema, com a molecular em nível de DNA pela formação de fotoprodutos, sugerindo uma forte correlação fisiopatogênica entre queimadura e o risco de neoplasias cutâneas malignas. Com isso, a análise do valor da dose eritematosa mínima, além de representar o mais importante índice de avaliação da sensibilidade aguda da pele à radiação solar, poderá indicar sinais de risco ao desenvolvimento de alterações malignas da pele.

Como o eritema cutâneo ocorre na dependência do grau de pigmentação da pele, alguns autores têm trabalhado com métodos colorimétricos, tanto na medida da cor da pele normal ou pós-pigmentação, quanto no eritema provocado pela radiação ultravioleta.

Para obter maior precisão na medida de cor, alguns pesquisadores na última década têm usado os colorímetros de alta precisão na investigação da cor da pele. (11, 19, 20). Os métodos colorimétricos utilizados até hoje e que expressam numericamente as cores foram introduzidos pela *Commission Internationale de l'Eclairage* (CIE). Os mais conhecidos são o *Yxy color space* de 1931 e o *L* a* b* color space* de 1976 (21). Este último também denominado como CIELAB é atualmente o mais popular para medir cores de objetos que são expressas por um sistema tridimensional. Por esse método o índice L^* significa claridade, sendo a^* e b^* coordenadas de cromaticidade. A coordenada $+a^*$ exprime os diversos tons em vermelho, $-a^*$ em verde, $+b^*$ em amarelo e $-b^*$ em azul. Teoricamente quanto mais claras forem as cores, maiores serão os valores de L^* (mais próximos de 100) e menores serão os valores de a^* (mais próximos de zero) (22, 23). Alguns pesquisadores que empregaram o sistema $L^*a^*b^*$ para estudos em pele passaram a dar mais importância à coordenada L^* para medida de cor, já que esta exprime uma escala que varia do branco ao preto, além de terem determinado que ela se correlaciona linearmente com o índice de melanina e com os valores da DEM (10, 24, 25).

Propomo-nos, então, a fazer a mensuração dos valores das doses eritematosas mínimas (DEMs) correlacionando-os com os valores colorimétricos em área de cor de pele constitucional, para fundamentar a sensibilidade à luz solar nos vários fototipos, já que isso ainda não foi realizado com uma amostra suficientemente grande para que se tenham resultados estatísticos válidos e afastando outras causas de erro o máximo possível.

PACIENTES E MÉTODOS

Voluntários Estudados

A amostra estudada foi constituída por indivíduos que procuraram atendimento dermatológico de rotina no Serviço de Dermatologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre e no Ambulatório de Dermatologia Sanitária do Estado do RS, no período compreendido entre março e novembro de 2000, ou seja, não-coincidente com o verão. Todos foram selecionados de forma estratificada pela cor da pele, formando os 6 grupos de fototipos, classificados segundo Fitzpatrick.

O cálculo do tamanho da amostra foi estabelecido com base na diferença das médias dos valores dos dados já encontrados em outros estudos com dose eritematosa mínima, utilizando-se um nível de significância (α) de 5 % e um poder estatístico de 80% (10, 26, 27). Ficou estabelecido que era necessário obter um mínimo de 30 (trinta) participantes em cada subgrupo.

Crítérios de Inclusão/Exclusão

Foram incluídas no estudo pessoas de ambos os sexos, com idade igual ou superior a 18 anos completos, não-gestantes, sem qualquer história ou sintoma de dermatose relacionada à luz solar e que aceitaram a proposta de pesquisa descrita no processo de consentimento informado.

Foram excluídos indivíduos que apresentaram: a) nos locais em que seriam realizadas as mensurações, alterações que pudessem induzir erros nas medidas colorimétricas, como presença de discromias, cicatrizes, trajetos venosos visíveis, estrias e pêlos; b) transplantados ou em hemodiálise; c) uso de medicações que comprometessem as respostas imunológicas, como corticóides e antineoplásicos; d) uso de medicações potencialmente fotossensibilizantes como antiinflamatórios, hipoglicemiantes orais, diuréticos tiazídicos e tetraciclina; e) uso sistêmico de vitaminas C e E; f) uso de medicamentos tópicos nas áreas padronizadas para a realização do teste.

Equipamentos

1- Fonte de RUV-B: Psora-Comb Dermalight 80 – (Dr. K. Hönle GmbH, Munique, Alemanha), conjunto composto por 2 lâmpadas fluorescentes que emitem um espectro contínuo com pico de emissão em 313 nm e intensidade de irradiação de $5,1 \times 10^{-4}$ W/cm² de UVB (320-280 nm) e $6,1 \times 10^{-4}$ W/cm² de UVA (400-320 nm) após 5 minutos de aquecimento (**Figura 4**); o aparelho é equipado com um afastador de estrutura rígida, que o mantém a uma distância fixa da pele (**Figura 5**).

2- Colorímetro Minolta CR 300 (Minolta Camera Co. Ltda - Japan), programado para usar o padrão (CIE) de iluminação D₆₅ (modelo encontrado na luz do dia, incluindo a região do espectro de RUV), calibrado com padrão branco estabelecido por Departamentos Internacionais e configurado para fornecer a média de três medidas (**Figura 6**);

3- Radiômetro - IL 1700 Research Radiometer (International Light Co – USA), utilizado a intervalos de 1 mês de uso para controlar a regularidade de emissão de UV-B (**Figura 7**).

Desenvolvimento

1)- Teste de Concordância:

Preliminarmente foi realizado um teste kappa ($\kappa = 0,91$) com 102 voluntários, avaliando concordância na classificação de fototipos pelos diferentes observadores.

2)- Aspectos da Tipificação:

Cada voluntário responde a questionário que continha informações sobre os dados pessoais e características familiares (**Anexo 2**). Após a entrevista foi realizado um exame dermatológico e determinado o fototipo embasado rigorosamente nas perguntas clássicas de Fitzpatrick propostas da seguinte forma: 1)- se estiveres há 3 meses sem te expor ao sol e fizeres uma só exposição no verão (nos meses de janeiro ou fevereiro), por um período de 45 a 60 minutos, no horário das 12:00 horas e sem filtro solar, qual a reação da tua pele quanto ao avermelhamento? 2)- nos sete dias subsequentes irá acontecer bronzeamento? 3)- qual a intensidade? (se a resposta da anterior for positiva) (28).

3)- Verificação e Registro Numérico da Cor da Pele

Foi realizada a mensuração de cor das regiões infra-axilar torácica e porção súpero-lateral da nádega por método colorimétrico, através da ativação do sensor do colorímetro, colocado perpendicularmente à pele onde seria aplicada a radiação ultravioleta B, registrando-se os valores das coordenadas L^* , a^* e b^* .

4)- Irradiação Ultravioleta e Registro da DEM

Posteriormente à medida colorimétrica, as regiões foram revestidas por uma película foto-opaca (papel-alumínio), com 4 aberturas de 1 cm^2 , através das quais se irradiava UVB por tempos estabelecidos previamente para cada fototipo, variando de 10 mJ/cm^2 (dose mínima testada no fototipo I) a 153 mJ/cm^2 (dose máxima testada no fototipo VI). As aberturas foram fechadas de forma progressiva nos tempos pré-determinados, com intervalos de $\sqrt[3]{2}$ dentro dos fototipos.

A leitura da DEM, foi realizada 24 horas após a exposição sendo considerada aquela que correspondesse ao menor eritema dentre as quatro irradiadas, desde que fossem visualizados todos os seus quatro ângulos correspondentes à abertura da película de papel-alumínio (**Figura 1**). Em situações em que um dos quatro locais expostos demonstrasse mínimo eritema sem delimitação dos ângulos e o seguinte eritema forte, registrou-se como DEM a média das doses irradiadas nesses dois locais.

Análise Estatística

A associação dos valores das DEMs com a cor da pele (coordenada L^*) foi avaliada pela correlação de Pearson (r), enquanto as associações das DEMs com os escores de fototipos, assim como os valores da coordenada L^* com as classes dos fototipos foram avaliadas pela correlação de Spearman (r_s) (29, 30, 31, 32). A comparação dos resultados obtidos pela mensuração das DEMs na região infra-axilar torácica e porção superior da nádega foi realizada pelo teste de Wilcoxon (para amostras pareadas) considerando cada fototipo (33, 34). Foi utilizada também a análise de variância (ANOVA) sendo o nível de significância (α) estabelecido em 5 % ($p < 0,05$) e o poder estatístico de 80% (35, 36, 37). Os cálculos estatísticos e gráficos foram realizados com os programas Epi Info 6.02 e SPSS 10.0.

Considerações Éticas

Os riscos associados ao experimento foram mínimos. Os voluntários receberam orientação quanto aos cuidados com a exposição solar, assim como, quando necessário, encaminhamento ao setor de atendimento de doenças fotorrelacionadas. Os participantes concederam seu consentimento informado após leitura e explicação dos aspectos básicos da pesquisa (**Anexo 3**). O estudo foi submetido e aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa do Hospital de Clínicas de Porto Alegre.

RESULTADOS

RESULTADOS

Um total de 194 voluntários foram selecionados para o estudo, sendo 30 do fototipo I, 35 do fototipo II, 35 do fototipo III, 31 do fototipo IV, 30 do fototipo V e 33 do fototipo VI. De todos, 32% eram do sexo masculino. A média de idade dos voluntários foi de 38 anos, sendo de 37 anos no fototipo I, 33 anos no II, 35 anos no III, 38 anos no IV, 44 anos no V e 43 anos no VI (**Tabela 1**).

As características fenotípicas dos integrantes da amostra, além dos dados citados a seguir, estão sumarizadas na **Tabela 1**. Em relação ao exame dermatológico, observou-se que:

1)- efélides e ceratoses actínicas foram observadas somente nos voluntários de fototipos I, II e III; além disso, numa amostra em que os valores da coordenada L^* no tórax variaram de 75,96 no fototipo I a 36,62 no fototipo VI, pôde-se verificar que todos os portadores desses sinais de exposição aguda e crônica à radiação ultravioleta, apresentaram o valor da variável que avalia claridade da pele maior do que 64,4. Por outro lado, considerando-se os 6 fototipos, os valores da DEM variaram de 13 a 153 mJ/cm^2 , tendo-se notado também que aqueles que apresentaram afecções relacionadas à foto-exposição, apresentaram doses eritematosas mínimas iguais ou menores do que 34 mJ/cm^2 ;

2)- queilite solar só foi identificada nos fototipos I e II, com valores da coordenada L^* maiores do que 64,4 e DEM menor ou igual a 20 mJ/cm^2 ;

3)- história pessoal de câncer da pele foi registrada somente nos fototipos III e IV;

4)- história familiar de neoplasia maligna de pele foi registrada em 12,7% de todos os voluntários, observada nos fototipos de I a IV, sendo em 33% dos voluntários do fototipo I, 14% do tipo II, 20% do tipo III e 10% do tipo IV;

5)- presença de elastose solar ocorreu em 18,4% dos voluntários em face e/ou pescoço, seguindo um modelo predominantemente decrescente do fototipo I ao VI, sendo de 40% dos indivíduos do fototipo I, 20% do tipo II, 14% do tipo III, 13% do tipo IV, 16% do tipo V e 9% do tipo VI.

O coeficiente de correlação de Pearson (r) para medir a intensidade da associação dos valores da DEM com os da coordenada L^* no tórax e nádega foi negativo, com o valor de $r = -0,91$ para um valor $p < 0,05$ (**Figura 8 e 9**). Com isso, verificou-se que, quanto menor for o

valor da dose eritematosa mínima, maior a coordenada L^* (mais clara deverá ser a cor da pele). O coeficiente de determinação ($r^2=0,83$), com base na correlação da DEM/claridade da pele, informou que 83% da variação da DEM no tórax e na nádega entre os indivíduos pode ser explicada pelo fato de que os valores da coordenada L^* (cor da pele) também variam entre eles.

A média e os intervalos dos valores das doses eritematosas mínimas encontradas por fototipos na região infra-axilar torácica e nádega estão referidas na **Tabela 2, Figura 10 e 11**. Utilizando ANOVA e o teste de Dunnett T3, observou-se que essas médias por fototipo, tanto em tórax quanto em nádega, mostram diferenças significativas ($p<0,05$).

Dentre os voluntários que foram incluídos apenas um, classificado como fototipo VI, não apresentou eritema em nenhum dos quatro locais irradiados do tórax, mas na nádega os achados puderam ser computados. Por outro lado, a falta de eritema pós-irradiação na nádega foi observada em dois voluntários de fototipo VI e um de fototipo II, tendo sido possível, entretanto, incluir nesses casos os resultados do tórax.

A avaliação da associação pelo método de Spearman, entre as medidas da DEM com o fototipo, tanto na nádega quanto no tórax teve uma correlação forte ($r_s = +0,95$, $p<0,05$). As análises demonstraram não haver diferenças estatisticamente significativas entre os valores das DEMs obtidos nas regiões infra-axilar torácica e porção superior da nádega. O resultado do teste de Wilcoxon (para amostras pareadas) considerando cada fototipo foi o seguinte: tipo I ($p=0,248$); II ($p=0,121$); III ($p=0,139$); IV ($p=0,291$); V ($p=0,176$); VI ($p=0,578$).

Em relação à colorimetria, utilizando ANOVA e o teste de Dunnett T3, observou-se que as médias dos valores da coordenada L^* nos 6 grupos de fototipos em tórax e nádega mostram diferenças significativas, com exceção dos tipos I e II na segunda região ($p=0,92$)(**Tabela 3, Figuras 12 e 13**).

Não foram considerados dois voluntários de fototipo VI que apresentaram a medida colorimétrica correspondente à coordenada L^* com valores inferiores a 30,00 (pigmentação intensa) e que não apresentaram nem eritema visível, nem modificação do valor da coordenada a^* (que mede o eritema) após a irradiação. Nesses casos notou-se edema em áreas correspondentes a pelo menos duas aberturas expostas.

O método de Spearman mostrou uma correlação negativa na análise da associação do fototipo com a medida numérica da coordenada L^* no tórax, demonstrando-se um r_s de $-0,93$ para um valor $p < 0,05$, enquanto na nádega o valor do r_s foi de $-0,92$ para um valor $p < 0,05$.

DISCUSSÃO

DISCUSSÃO

A população do Rio Grande do Sul é bastante heterogênea quanto à resposta cutânea ao sol, não sendo raro encontrarmos indivíduos com pele aparentemente resistente e com sinais nítidos de danos actínicos. Além disso, o nosso Estado apresenta um dos maiores índices de câncer da pele no âmbito nacional, confirmando que, somadas ao dano estético, existem conseqüências bem mais graves que dependem da fotossensibilidade individual. A avaliação dos grupos no presente estudo demonstrou nitidamente a observância deste comportamento, já que surgiram sinais de dano actínico agudo e crônico em boa percentagem deles, destacando-se também a ocorrência de história pessoal e familiar de neoplasias malignas. Sob essa análise, notou-se quão importante é encontrar um meio de avaliação individual de sensibilidade. Esse aspecto pode ser avaliado quando se observa a relação da claridade da pele (L^*) e da dose eritematosa mínima, com as manifestações relacionadas à exposição aguda e crônica ao ultravioleta, como efélide e ceratose actínica. Essas afecções só foram registradas em voluntários com valores colorimétricos de L^* em tórax maiores do que 64,4 e da DEM maiores do que 34 mJ/cm^2 . Mesmo não havendo outros estudos na literatura com esses dados para melhor análise, podemos dizer que os resultados estimam faixas de valores colorimétricos e de doses eritematosas mínimas, para grupos de maior risco a esses danos fotorrelacionados.

Dose Eritematosa Mínima e Valores da Coordenada L*

Neste estudo, encontrou-se uma correlação negativa entre os valores das DEMs e os da coordenada L*, assim como nas pesquisas de Wee e cols. (10), Andreassi L e cols. (25), e Noda T e cols. (38), mostrando nitidamente que a DEM aumenta à medida que a cor da pele fica mais escura. Por outro lado, Westerhof e cols. (3), em pesquisa realizada em Amsterdam, não encontraram esses resultados. Eles trabalharam com uma amostra de apenas 54 voluntários e na porção ventral do antebraço. Esse local, mesmo em países de baixa exposição solar, não representa área de pele constitucional, o que pode ter alterado seus resultados, já que voluntários de sensibilidades semelhantes podem ter exposições solares diferentes, e conseqüentemente cores de pele muito diversas (39). Considerando que a medida da DEM é atualmente o padrão ouro para mensurar sensibilidade, podemos dizer que o valor colorimétrico que avalia objetivamente a cor da pele pode também representar um predito importante de sensibilidade da pele à RUV-B. Em estudo recente Andreassi e cols. sustentam essa mesma conclusão (40).

Observa-se que os cinco voluntários de maior dose eritematosa mínima no tórax (153 mJ/cm²), conforme **Figura 8**, não são os que apresentaram os menores valores da coordenada L* (pigmentação mais intensa). Esse fato pode sustentar a hipótese de que outros fatores além da cor da pele estão envolvidos na resposta da pele à radiação ultravioleta. Além disso, o coeficiente de determinação ($r^2=0,83$) da correlação DEM / claridade da pele nos leva a crer que a pigmentação cutânea responde pela maior parcela entre os fatores que determinam a resistência cutânea à ação dos raios ultravioleta.

Dose Eritematosa Mínima e Fototipos

A correlação positiva dos valores das DEMs com os escores dos fototipos foi classificada como *muito forte*. Podemos afirmar que esse resultado estima estatisticamente que, quanto maior for o valor da DEM, maior deverá ser a classe do fototipo, dando uma base consistente para o achado usualmente verificado. Nos estudos de Rhodes e cols. (41) com voluntários caucasianos e Chung e cols.(42) com coreanos, não foi encontrada uma correlação dos valores das DEMs com fototipos. O primeiro foi realizado em Liverpool, trabalhando com apenas 36 voluntários de fototipos que variavam de I a IV. Uma das possíveis explicações para essa diferença é o fato de ter sido feita a classificação na latitude 55⁰. Acreditamos que os escores de Fitzpatrick sofrem distorções quando seus critérios não são integralmente respeitados. Além disso, é um estudo com uma amostra pequena, tendo presumivelmente menor poder estatístico. No estudo de Chung e cols., não houve citação de quantas aberturas de exposição foram usadas, assim como os autores relataram que os voluntários coreanos classificados como de fototipo I apresentavam bronzeamento, aspecto não previsto pelo método. Terminaram o trabalho, afirmando que o questionário de Fitzpatrick não serve para a população daquele país, o que é plausível em função das características raciais. Por outro lado, nos trabalhos de Andreassi e cols. (25), Wee e cols. (10) e Baron (12), os valores das DEMs aumentaram com os escores dos fototipos, resultados que coincidem com os nossos achados já que tiveram desenhos semelhantes.

No presente estudo foram encontrados valores diferentes de DEMs dentro do mesmo fototipo, assim como foi constatado por Damian e cols. (9), Wee e cols. (10), Westerhof e cols. (3), Baron (12) e outros autores, indicando uma deficiência do método de classificação de Fitzpatrick que usa medida subjetiva para valorizar a sensibilidade da pele à radiação ultravioleta. Além disso, observou-se uma superposição de valores das DEMs nos indivíduos de fototipos de classes adjacentes, o que mostra que se incluíram indivíduos de sensibilidades idênticas dentro de diferentes fototipos. Entretanto, existe um claro intervalo sem superposição entre os fototipos IV e V (**Figura 10 e 11**). Formam-se assim dois blocos separados por um intervalo, tendo de um lado os fototipos de I a IV e do outro o V e o VI, dentro dos quais existe um *continuum* de valores da dose eritematosa mínima (**Figura 10 e 11, Tabela 2**). Com base

nessa observação é possível separar os indivíduos em dois grandes grupos, ou seja, “sensíveis” e “pouco sensíveis”. Essa lacuna encontrada com relação às DEMs pode significar que um provável fator racial além da pigmentação estaria determinando uma maior proteção às agressões pela radiação ultravioleta B. Uma outra justificativa para o que foi encontrado seria uma possível resposta de menor intensidade no que tange aos mecanismos inflamatórios decorrentes dos danos provocados pela RUV-B nesses fototipos (V e VI). Analisando-se os valores absolutos das DEMs dentro dos fototipos, observou-se que o tipo VI apresenta a maior variação (67 mJ/cm^2), do que se pode concluir que nesse exista um maior número de classes de indivíduos com diferentes sensibilidades, já que essa magnitude é maior que a encontrada quando agrupamos os fototipos de I a IV. Nesta situação a variação foi de 42 mJ/cm^2 .

Com a realização da mensuração da dose eritematosa mínima em dois locais do tegumento num mesmo voluntário como infra-axilar torácica e nádega, teve-se maior segurança quanto aos achados, além de confirmar que a primeira região assim como a nádega quando submetidas à RUV-B têm respostas semelhantes quanto à sensibilidade (43).

Valores da Coordenada L* e Fototipos

Os valores colorimétricos encontrados da coordenada L* em pele normal com características mais semelhantes à pigmentação constitucional como nas regiões infra-axilar torácica e nádega possibilitaram montar intervalos numéricos para cada fototipo (**Figuras 12 e 13**). Entretanto, observou-se que há uma superposição de valores nas faixas limítrofes, demonstrando que existe uma grande variação de tons de pele dentro do mesmo fototipo, assim como no estudo de Wiete Westerhof e cols. (3) e Rubegni e cols. (44). Entretanto, as médias desses valores só não mostraram diferenças significativas entre os tipos I e II na nádega, o que revela que nessa localização esses grupos não são adequadamente discriminados pela claridade da pele. Esse fato pode ser explicado, se considerarmos que os métodos colorimétricos são objetivos e acurados na medida de cor da pele, já que levam em consideração o seu grau de pigmentação e aspectos dependentes da circulação superficial (24). Pela colorimetria determina-se uma caracterização de cor de forma mais precisa do que a observação visual, mesmo que bem treinada (20, 22). Essas situações devem ocorrer porque o método de Fitzparick está embasado em aspectos subjetivos, que incluem não só as características fenotípicas, mas também as respostas individuais aos estímulos do meio ambiente, as quais variam em função de vários fatores intrínsecos e principalmente do entendimento adequado do sujeito avaliado às perguntas inerentes a essa técnica. Constatou-se que as médias dos valores da coordenada L* encontrados em cada fototipo mostram diminuição (por aumento da pigmentação da pele) acompanhando a classificação de I a VI dos tipos fotorelacionados. Com isso, pode-se afirmar que o método de avaliação dos tipos foi adequado quanto à análise fenotípica (**Tabela 3**). Os intervalos dos valores de L* na região do tórax por fototipos em relação aos da nádega mostram desvios padrões menores nos tipos I, IV, V, VI, demonstrando que na primeira região a discriminação de cor dentro dos fototipos pode ser feita com menor variação em torno da média (**Tabela 3**). Esse fato apóia a hipótese de que, pela colorimetria, a região infra-axilar é mais adequada para fixar padrões numéricos mais específicos de cor nesses fototipos.

Observou-se que 25% dos voluntários do fototipo VI apresentaram na nádega uma pigmentação mais intensa em relação a outras áreas não expostas como a infra-axilar torácica,

provavelmente por característica racial. A facilidade de hiperpigmentações e aumento da camada córnea (que carregaria mais melanina) após atrito com as vestes e pressão no local pelo ato de sentar poderia explicar esse achado, justificando a importante diferença dos desvios padrões com relação aos valores da coordenada L^* encontradas nesse grupo, quando comparados os valores do tórax e nádega. A utilização da região infra-axilar torácica tem assim maior importância ainda no fototipo VI, quando se está escolhendo a área que melhor exprime a cor da pele constitucional.

CONCLUSÕES

CONCLUSÕES

A avaliação da sensibilidade cutânea individual utilizando a DEM e a colorimetria nos diferentes fototipos permitiu concluir que:

1)- Os valores das doses eritematosas mínimas associam-se fortemente à intensidade de claridade da pele (coordenada L^*). A medida da cor da pele de forma objetiva pela colorimetria, em região cutânea não-exposta ao sol como a infra-axilar torácica e nádega, pode ser um método de alta precisão, de menor poder invasivo e maior praticidade para mensuração de sensibilidade à radiação ultravioleta.

2)- Cada tipo da classificação de Fitzpatrick constitui um grupo distinto de indivíduos quanto à sensibilidade, mas a ocorrência de superposição de valores nos grupos adjacentes sugere-nos ser o escore de fototipos não tão preciso quanto habitualmente se espera.

3)- A medida das DEMs separa os indivíduos em 2 grandes grupos em relação à sensibilidade da pele, tendo o ponto de corte entre o fototipo IV e V. Como isso não acontece quando analisamos a cor da pele pela coordenada L^* , infere-se que fatores raciais devem estar associados à pigmentação, tendo fundamental importância no aumento abrupto da resistência cutânea à exposição ultravioleta.

4)- A região torácica infra-axilar e a nádega mostram-se iguais quanto à sensibilidade à exposição ultravioleta quando utilizamos os valores das DEMs para comparação, no entanto a primeira é mais adequada para fixar padrões numéricos mais específicos de cor. A região infra-axilar torácica deve ser indicada, então, como área padrão, pois parece dar respostas mais consistentes do que a nádega e sofre menor influência de fatores externos, como cicatrizes, pêlos, estrias e discromias.

5)- No fototipo I evidenciaram-se indivíduos com a menor variação de cor da pele dentre todos os fototipos, enquanto a maior registrou-se no fototipo V. Sendo assim, é nítida a necessidade de formar subgrupos nos tipos de pele mais escuras, pois elas agrupam indivíduos com um espectro maior de sensibilidade à RUV-B.

6)- Como os valores da coordenada L^* (claridade da pele) mostraram superposições com os fototipos mais próximos, pode-se afirmar, então, que o fator com maior relevância para definição de classe de sensibilidade desse método é a resposta do indivíduo quanto ao

comportamento cutâneo quando exposto ao ultravioleta. Com isso, a técnica de Fitzpatrick, quando utilizada, deve seguir rigorosamente os critérios metodológicos, limitando seu uso a regiões do mundo próximas à latitude 30° , em função da quantidade de radiação dessas áreas, sob pena de ser provocado um desvio na classificação.

Os resultados obtidos encorajam-nos a afirmar que já dispomos de outro elemento de medida de sensibilidade da pele à radiação ultravioleta B. Poderemos colocá-lo em prática, elaborando tabela ordinal de sensibilidade, estratificando-a com base em intervalos de valores numéricos pré-estabelecidos da coordenada L^* do sistema CIELAB. Esse método torna a avaliação do limiar de risco para queimadura solar mais fácil, precisa e rápida, permitindo que uma parcela maior da população possa ser atingida, dispensando treinamento específico e possibilitando um número maior de aplicações, além dos estudos tradicionais já desenvolvidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - MCGREGOR J.M. The history of human photobiology. In: Hawk JLM. *Photodermatology*. 1th ed., Arnold, London, 1999 p. 1-4.
- 2 - DIFFEY B.L. *Human exposure to ultraviolet radiation*. In: HAWK JLM. *Photodermatology*. 1th ed. London, Arnold, 1999. Cap. 2, p. 5-24.
- 3 - WESTERHOF W. et al. The relation between constitutional skin color and photosensitivity estimated from UV-induced erythema and pigmentation dose-response curves. *Journal of Investigative Dermatology*. 94(6): 812-16, June 1990.
- 4 - KRIPKE M.L. *Carcinogenesis:ultraviolet radiation*. In: FREEDBERG I.M.; EISEN A.Z.; WOLFF K. *Fitzpatrick's Dermatology in General Medicine*. 5th ed. New York: McGraw-Hill. 1999. Cap. 40, p.465-472.
- 5 - CHUNG J.H.; KOH W.S.; YOUN J.I. Relevance of skin phototyping to a Korean population. *Clinical and Experimental Dermatology*. 19: 476-78, 1994.
- 6 - LANGLEY R.G.; SOBER A.J. A clinical review of the evidence for the role of ultraviolet radiation in the etiology of cutaneous melanoma. *Cancer Invest*. 15(6): 561-7, 1997.
- 7 - WEINSTOCK. Overview of ultraviolet radiation and cancer: What is the link? How are we doing? *Environ Health Perspect*. 103 Suppl 8: 251-4, Nov 1995.
- 8 - KOCHEVAR I.E.; PATHAK M.A.; PARRISH J.A. *Photophysics, Photochemistry, and Photobiology*. In: FREEDBERG I.M.; EISEN A.Z.; WOLFF K. *Fitzpatrick's Dermatology in General Medicine*. 5th ed. New York, Mc-Graw Hill, 1999, cap. 16, p. 220-229.
- 9 - DAMIAN D.L.; HALLIDAY G.M.; BARNETSON RStC. Prediction of minimal erythema dose with a reflectance melanin meter. *British Association of Dermatologists*. 136: 714-16, 1997.
- 10 - WEE L.K.; CHONG T.K.; QUEE D.K.S. Assessment of skin types, skin colours and cutaneous responses to ultraviolet radiation in an Asian population. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*. 13: 169-72, 1997.
- 11 - WESTERHOF W.; ESTEVEZ-USCANGA O.; MEENS J. The relation between constitutional skin color and photosensitivity estimated from UV-induced erythema and

pigmentation dose-response curves. *The Journal of Investigative Dermatology*. 94(6):812-16, 1990.

12 - BARON E.D. Correlating skin type and minimum erythema dose. *Arch Dermatol*. 135: 1278-79, Oct 1999.

13 - BYKOV V.J.; MARCUSSON J.A.; HEMMINK K. Ultraviolet B-induced DNA damage in human skin and its modulation by a sunscreen. *Cancer Research*. 58: 2961-64, July 1998

14 - BYKOV V.J.; MARCUSSON J.A.; HEMMINKI K. Effect of constitutional pigmentation on ultraviolet B-induced DNA damage in fair-skinned people. *Journal of Investigative Dermatology*. 114: 40-43, 2000.

15 - BYKOV V.J.; SHEEHAN J.M.; HEMMINKI K. In situ repair of cyclobutane pyrimidine dimers and 6-4 photoproducts in human skin exposed to solar simulating radiation. *J Invest Dermatol*. 112: 326-31, 1999.

16 - UEDA M.; MATSUNAGA T.; BITO T. Higher cyclobutane pyrimidine dimer and (6-4) photoproduct yields in epidermis of normal humans with increased sensitivity to ultraviolet B radiation. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*. 12(1): 22-6, Feb 1996.

17 - YOUNG A.R.; CHADWICK C.A.; HARRISON G.I. The in situ repair kinetics of epidermal thymine dimers and 6-4 photoproducts in human skin types I and II. *J Invest Dermatol*. 106(6): 1307-13, Jun 1996.

18 - BERG R.J.; RUVEN H.J.; SANDS A.T. Defective global genome repair in XPC mice is associated with skin cancer susceptibility but not with sensitivity to UVB induced erythema and edema. *J Invest Dermatol*. 110(4):405-9, April 1998.

19 - ANDREASSI L.; FLORI L. Practical applications of cutaneous colorimetry. *Clinics in Dermatology*. 13: 369-73, 1995.

20 - SERUP J.; AGNER T. Colorimetric quantification of erythema – a comparison of two colorimeters (Lange Micro Color and Minolta Chroma Meter CR-200) with a clinical scoring scheme and laser-Doppler flowmetry. *Clinical and Experimental Dermatology*. 15: 267-72, 1990.

21 - MINOLTA Co. Ltd. Precise color communication - color control from feeling to instrumentation. 1994. 14 p.

22 - WEATHERALL I.L.; COOMBS B.D. Skin color measurements in terms of CIELAB color space values. *The Journal of Investigative Dermatology*. 99(4):468-73, 1992.

23 - DELEIXHE-MAUHIN F.; KREZINSKI M.; RORIVEG. Quantification of skin color in patients undergoing maintenance hemodialysis. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 27(6): 950-53, Dec 1992.

24 - TAKIWAKI H. Measurement of skin color : practical application and theoretical considerations. *The Journal of Medical Investigation*. 44:121-126, 1998.

25 - ANDREASSI L.; CASINI L.; SIMONI S. Measurement of cutaneous colour and assessment of skin type. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*. 7: 20-4, 1990.

26 - PATHAK M.A. Acute and chronic effects of the sun. In: FREEDBERG I.M.; EISEN A.Z.; WOLFF K. *Fitzpatrick's Dermatology in General Medicine*. 5th ed. Mc-Graw Hill, New York, 1999, cap. 138, p.1598-1607.

27 - CESTARI T.F.; MIOZZO A.M.; ALBANEZE R.; BRODT C.C.; CENTENO A.D.; DEFFERRARI R.; BAKOS L.; PACHECO F.S. Avaliação da suscetibilidade à radiação ultravioleta B na população do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE DERMATOLOGIA, 53^o, 1998, Blumenau. Anais do Congresso, 1998, p. 303.

28 - FITZPATRICK T.B. The Validity and Practicality of Sun-Reactive Skin Types I Through VI. *Arch Dermatol*. v.124, p.869-71, Jun 1988.

29 - JEKEL J.F.; ELMORE J.G.; KATZ D.L. *Epidemiologia, Bioestatística e Medicina Preventiva*. São Paulo, Artmed, 1999. 157 p. ISBN 0-7216-5258-1

30 - JEKEL J.F.; ELMORE J.G.; KATZ D.L. *Epidemiologia, Bioestatística e Medicina Preventiva*. São Paulo, Artmed, 1999. 162 p. ISBN 0-7216-5258-1

31 - ALTMAN D. *Practical Statistics for Medical Research*. 1th ed reprinted, London, Chapman & Hall, 1994. 295 p. ISBN 0-412-27630-5

32 - ALTMAN D. *Practical Statistics for Medical Research*. 1th ed reprinted, London, Chapman & Hall, 1994. 278 p. ISBN 0-412-27630-5

33 - JEKEL J.F.; ELMORE J.G.; KATZ D.L. *Epidemiologia, Bioestatística e Medicina Preventiva*. São Paulo, Artmed, 1999. 161 p. ISBN 0-7216-5258-1

34 - ALTMAN D. *Practical Statistics for Medical Research*. 1th ed reprinted, London, Chapman & Hall, 1994. 187 p. ISBN 0-412-27630-5

35 - ALTMAN D. *Practical Statistics for Medical Research*. 1th ed reprinted, London, Chapman & Hall, 1994. 205 p. ISBN 0-412-27630-5

36 - JEKEL J.F.; ELMORE J.G.; KATZ D.L. *Epidemiologia, Bioestatística e Medicina Preventiva*. São Paulo, Artmed, 1999. 196 p. ISBN 0-7216-5258-1

37 - WILL G. HOPKINS © 2001. A new view of statistics. Anova. Disponível em: <<http://www2.chass.ncsu.edu/garson/pa765/anova.htm>> Acesso em: 05 de jun de 2001.

38 - NODA T.; KAWAKA A.; HIRUMA M. The relationship among minimal erythema dose, minimal delayed tanning dose, and skin color. *Journal of Dermatology*. 20: 540-44, 1993.

39 - ECKARDT L.; MAYER J.A.; CREECH L. Assessing children's ultraviolet radiation exposure: the potential usefulness of a colorimeter. *Am J Public Health*. 86(12):1802-4, 1996.

40 - ANDREASSI L.; FLORI M.L.; RUBEGNI P. Sun and skin. Role of phototype and skin colour. *Adv Exp Med Biol*. 445: 469-75, 1999.

41 - RHODES L.E.; FRIEDMANN P.S. A comparison of the ultraviolet B-induced erythema response of back and buttock skin. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*. 9:48-51, 1992.

42 - CHUNG J.H.; KOH W.S.; YOUN J.I. Relevance of skin phototyping to a Korean population. *Clin Exp Dermatol*. 19(6):476-8, Nov 1994.

43 - DORNELLES S.I.T.; REHN M.; CURCIO B.L.; DI DOMENICO E.; ALBANEZE R.; CESTARI T.F. Avaliação de diferentes regiões anatômicas para mensuração colorimétrica da cor da pele. In: CONGRESSO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM SAÚDE NO MERCOSUL, 7^o, SEMANA CIENTÍFICA DO HCPA, 20^a, 2000, Hospital de Clínicas de Porto Alegre.

44 - RUBEGNI P.; CEVENINI G.; FLORI M.L. Relationship between skin color and sun exposure history: a statistical classification approach. *Photochemistry and Photobiology*. 65(2): 347-51, 1997.

8. ARTIGO EM INGLÊS

**DETERMINATION OF THE MINIMAL ERYTHEMA DOSE AS A MARKER OF
EXPOSURE HAZARDS AND PHOTSENSITIVITY TO THE UVB RADIATION**

Sérgio Ivan Torres Dornelles, José Roberto Goldim, Tania Ferreira Cestari

Study carried out at the Department of Dermatology of Porto Alegre Hospital de Clínicas and at the Clinic of Sanitary Dermatology of the Department of Health and Environment of the State of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil.

Mail Address:

Sérgio Ivan Torres Dornelles
Rua dos Andradas, 1646 conj. 73
90020-012 - Porto Alegre, RS - Brazil

e-mail: sidornelles@aol.com

ABSTRACT

Objectives: Determine the minimal erythema dose (MED) measured by controlled exposure to UVB radiation (UVBR) as an acute photodamage threshold for different skin phototypes, and measure the constitutional skin color by means of the colorimetric system CIELAB.

Patients and Methods: A total of 194 healthy individuals, over 18 years of age, were divided into groups with a minimum of 30 participants per phototype (Fitzpatrick criteria). Four 1-cm² areas of the lateral trunk and buttocks were exposed to radiation and the color of the skin at these sites was registered by the CIELAB system.

Design: Transversal study.

Results: The average age of the participants out of whom 68% were females was 38 years. The assessment of the association of the MED values with the colorimetric values of the coordinate L* both on the thorax and on the buttocks showed a negative Pearson correlation coefficient (r) of - 0.91 for $p < 0.05$. A Spearman's rank correlation coefficient (r^2) of +0.95 for $p < 0.05$ was obtained for the MED values and the scores of the classification of the volunteers by phototypes, and r_s of -0.93 on the thorax and r_s of -0.92 on the buttocks for $p < 0.05$ were found by correlating the colorimetric values with the scores of the phototypes.

Conclusions – It was concluded that: 1) the colorimetric values of the coordinate L* showed a strong correlation with the DEM values, which could be a less invasive and more practical method for measuring the sensitivity to ultraviolet radiation; 2) although the Fitzpatrick's scores have a high correlation with the MED values, they demonstrated the overlap of values in the adjoining phototypes; 3) the extent of association of the phototype classes with the color of the skin allows us to say that the numerical category of the phototype increases as the skin gets darker.

KEY WORDS: 1. Ultraviolet rays. 2. Colorimetry. 3. Solar radiation. 4. Erythema.

INTRODUCTION

In 1894, Unna first described the relationship between sunlight exposure and skin cancer (1). From that date on several authors have collected strong epidemiological evidence pointing to the ultraviolet radiation (UVR) as the main cause of skin cancer (2, 3, 4, 5, 6, 7). Since then, the search for methods of identifying skin characteristics that could serve as hazard markers of malignant transformations caused by the sun has begun. So far, the most frequently used way to determine skin sensitivity has been based on the subjective classification used by the Fitzpatrick's method (8). According to it, the response of the skin to sunlight exposure, regarding erythema and pigmentation, under standardized conditions when a subject is exposed to a dose between 90-120 mJ/cm², shows that any individual is capable of resisting harmful effects caused by UVB radiation (UVBR) (5). However, the studies have evidenced that people classified by this method and included into the same group show absolutely diverse responses to ultraviolet rays demonstrating the need for development of more accurate and reproducible measuring criteria (9, 10, 11, 12).

The researches show that skin erythema caused by exposure to UVR follows the DNA alterations. However, many times, the magnitude of the damage does not show the expected proportionality, suggesting a hypothesis of individual susceptibility (13, 14, 15, 16, 17). Test animals have provided concrete evidence that the failure to repair the genome seems to be leading to the susceptibility to skin cancer, but does not alter the response to the acute UVBR effects such as erythema and edema (18). All these results show us a clear relationship between the visible and objective alteration of the erythema and the molecular alteration on the DNA level through the formation of photoproducts, suggesting a strong physiopathogenic correlation between sunburns and a risk of developing malignant skin neoplasia. That is why, in addition to being the most important index for assessing acute skin sensitivity to solar radiation, the analysis of the value of the minimal erythema dose may point out the signs of likely development of malignant alterations of the skin.

As skin erythema depends on the degree of skin pigmentation, some researchers have been working with colorimetric methods of measuring the color of normal or post-pigmentation skin and erythema caused by UV radiation. In order to obtain superior precision when

measuring the color, some researchers have been using high precision colorimeters in their investigation of the skin color over the last decade (11, 19, 20). The colorimetric methods which numerically express the colors and are still used now, were introduced by the *Commission Internationale de l'Eclairage* (CIE). The most well-known methods are Yxy color space of 1931 and L*a*b* color space of 1976 (21). The latter also called CIELAB is now most popular for measuring colors of objects which are expressed by a tridimensional system. According to this method, L* means "brightness" and a* and b* are chromaticity coordinates. The coordinate +a* expresses different hues of red, -a* those of green, +b* those of yellow and -b* those of blue. Theoretically, the lighter the colors are, the greater L* values (closer to 100) and the smaller the a* values (closer to zero) will be. (22, 23). Some researchers who employed the L*a*b* color space system in their skin studies, have started attaching more importance to the coordinate L* when measuring the color, since it expresses a scale which varies from white to black, in addition to having determined that it linearly correlates with the melanin rate and MED values (10, 24, 25).

Therefore, we propose to measure the values of the minimal erythema dose (MED) correlating them with the colorimetric values of the constitutional skin colors in order to confirm the sensitivity to sunlight for several phototypes since it has not been done before with a sample big enough to obtain statistically valid results eliminating as much as possible other causes of errors.

PATIENTS AND METHODS

Subjects Studied

The study sample consisted of subjects who underwent routine dermatological examination at the Department of Dermatology of the Hospital de Clínicas de Porto Alegre and at the Clinic of Sanitary Dermatology of the State of Rio Grande do Sul from March to November of 2000, that is, a period which does not coincide with the summertime. All of them were selected in a stratified manner by the color of the skin, forming 6 groups.

The calculation of the sample size was based on the difference between the mean values of the data already found in other studies and the minimal erythema dose, using a significance level (α) of 5% and a statistical power of 80% (10, 26, 27). It was established that it was necessary to obtain a minimum of 30 (thirty) participants for each subgroup.

Inclusion/Exclusion Criteria

People of both sexes, of the same age or older than 18 years, not pregnant, with no history or symptoms of photodermatoses who accepted the research proposal described in the consent form, were included in the study.

People, a) who had clear alterations, such as dyschromia, scars, visible vein trajectories, striae and hair which could induce errors in colorimetric measurements, in areas to be used for measurements; b) with transplanted organs or under hemodialysis; c) who were on medication such as corticosteroids and antiproliferative agents which could compromise immunological responses; d) on photosensitizing medication such as anti-inflammatories, oral hypoglycemics, thiazide diuretics and tetracyclines; e) using systemically vitamins C and E; f) and topic medication applied to areas standardized for the conduct of the test, were excluded.

Equipment

1). UVB-R source: Psora-Comb Dermalight 80 – (Dr. K. Hönle GmbH, Munich, Germany), a device composed by 2 fluorescent lamps which emit a continuous spectrum with the emission peak at 313 nm and irradiance intensity of 5.1×10^{-4} W/cm² of UVB (320-280 nm) and 6.1×10^{-4} W/cm² of UVA (400-320 nm) after heating for 5 minutes (**Figure 4**); the device is equipped with an immovable frame which keeps it at a fixed distance from the skin (**Figure 5**).

2). Minolta CR 300 Colorimeter (Minolta Camera Co. Ltd. – Japan) programmed to use the standard illuminant D₆₅ (CIE) (average daylight, including the region of the UVR spectrum), calibrated with standard white established by International Departments, and set to provide the mean of the three measures (**Figure 6**).

3). Radiometer – IL 1700 Research Radiometer (International Light Co. – USA) used at one-month intervals to control the UVB emission (**Figure 7**).

Development

1). Kappa Test

A preliminary Kappa coefficient test ($\kappa = 0.91$) on 102 subjects was carried out to assess whether the classifications by phototypes provided by different researchers were in accord.

2). Typification Aspects

Each subject responded to the questionnaire providing such information as personal data and family characteristics. After interview, a dermatological examination was carried out and the phototype established strictly on the basis of Fitzpatrick's classical questions proposed in the following manner: 1) if you haven't been exposed to the sun for three months and then exposed once in the summer (from January to February) for 45-60 minutes at 12:00am without using a sunscreen, what would the response of your skin (in terms of reddening) be? 2) Will the tanning occur in subsequent seven days? 3) To what extent? (if the answer to the previous question is in the affirmative) (28).

3). Verification and Numerical Registration of the Color of the Skin

The color in the lateral trunk region and in the upper part of the buttocks was measured by the colorimetric method activating the colorimeter sensor placed perpendicularly to the skin which was exposed to the UVB radiation, and registering the values of the coordinates L*, a* and b*.

4). Ultraviolet Irradiation and MED Registration

After colorimetric measurement, the sites were coated with photo-opaque film (aluminum foil) with 4 1-cm² openings through which UVB was irradiated for a period of time previously established for each phototype varying from 10 mJ/cm² (minimal dose tested for phototype I) to 153 mJ/cm² (maximum dose tested for phototype VI). The openings were progressively closed at predetermined times.

The MED reading was taken 24 hours after exposure considering the value which corresponded to the smallest of the four irradiated erythemas provided that all of its four angles corresponding to the opening in the aluminum foil were visualized (**Figure 1**). If one of the four exposed sites showed the smallest erythema without delimitation of the angles, and the following erythema was strong, the MED was registered as the mean value of the irradiated doses at these two sites.

Statistical Analysis

The association of the MED values with the color of the skin (coordinate L*) was assessed by the Pearson correlation coefficient (r) while the association of the MEDs with the phototype scores as well as the association of the values of the coordinate L* with the classes of the phototypes were assessed by the Spearman's rank correlation coefficient (r^2) (29, 30, 31, 32). The results obtained by measuring the MEDs in the lateral trunk region and in the upper part of the buttocks were compared by the Wilcoxon test (for two-paired samples) considering each phototype (33, 34). The variance analysis (ANOVA) was used as well, the significance level (α) being established at 5% ($p < 0.05$) and the statistical power at 80% (35, 36, 37). The statistical calculations and charts were made by using the Epi Info 6.02 and SPSS 10.0 programs.

Ethical Considerations

The experiment related risks were minimal. The subjects received guidance on the care to be taken when exposed to the sun and, when necessary, were sent to the department of photorelated diseases. The participants gave their consent after reading the explanation of the basic aspects of the research. The study was submitted to and approved by the Commission on Research Ethics of the Hospital de Clínicas de Porto Alegre.

RESULTS

RESULTS

A total of 194 subjects were selected for the study, 30 of them being of the phototype I, 35 – phototype II, 35 – phototype III, 31 – phototype IV, 30 – phototype V, and 33 – phototype VI. 32% were men. The average age of the subjects was 38 years: 37 years in the phototype I, 33 years – phototype II, 35 years – phototype III, 38 years – phototype IV, 44 years – phototype V, and 43 years – phototype VI (**Table 1**).

The phenotypical characteristics of the subjects of the sample as well as the data below are summed up in the **Table 1**:

1) freckles and actinic keratosis were observed only in the subjects of the phototypes I, II and III; besides, it was noted that in the sample where the values of the coordinate L^* on thorax varied from 75.96 in the phototype I to 36.62 in the phototype II, all the subjects who manifested these signs of acute and chronic UV exposure showed that the value of this variable was greater than 64.4. On the other hand, considering the 6 phototypes, the MED values varied from 13 to 153 mJ/cm² observing that those affected demonstrated doses equal to or smaller than 34 mJ/cm²;

2) actinic cheilitis was identified only in the phototypes I and II, the values of the coordinate L^* being greater than 64.4 and MED smaller or equal to 20 mJ/cm²;

3) personal history of skin cancer was registered only in the phototypes III and IV;

4) family history of malignant skin neoplasia was registered in 12.7% of the subjects, and observed in the phototypes I through IV considering that of the total number of the sample 5.1% of the subjects were of the phototype I, 2.5% - phototype II, 3.3% - phototype III, and 1.5% - phototype IV;

5) actinic elastosis was observed on the face and on the neck of 18.4% of the subjects following a predominantly decreasing model of the phototype I – IV, 6% being of the phototype I, 3.5% - phototype II, 3% - phototype III, 2.1% - phototype IV, 2.3% - phototype V, and 1.5% - phototype 6.

The Pearson correlation coefficient (r) for measuring the intensity of association of the MED values with the coordinate L^* on the thorax and on the buttocks was negative, $r = -0.91$ for $p < 0.05$ (**Figure 8 and 9**). Therefore, it was established that the smaller the value of the minimal

erythema dose is, the lighter the color of the skin should be (greater coordinate L^*). The determination coefficient (r^2) evidenced that 82% of the DEM variation on the thorax and on the buttocks among the subjects is explained by the fact that the values of the coordinate L^* (color of the skin) varies among them as well.

The mean and the gaps of the values of the minimal erythema doses found by phototypes in the lateral trunk area and on the buttocks are shown in the **Table 2**, **Figure 10** and **11**. After applying ANOVA and Dunett's T3 test, it was observed that these means by phototypes demonstrated significant differences ($p < 0.05$) not only on the thorax but also on the buttocks.

Of all subjects included in the study just one classified as phototype VI did not demonstrate any erythema at any of the four irradiated sites on the thorax, but the findings on the buttocks could be computed. On the other hand, the lack of erythema on the buttocks after radiation was observed in two subjects of the phototype VI and in one subject of the phototype II, which allowed us to include the thorax results in these cases.

The association of the MED values with the phototype assessed by the Spearman's rank correlation coefficient both on the buttocks and on the thorax had a strong correlation ($r_s = +0.95$, $p < 0.05$) The analyses demonstrated that there were no statistically significant differences between the MED values obtained in the lateral trunk region and in the upper part of the buttocks. The results of the Wilcoxon test (for two-paired samples) considering each phototype were as follows: type I-($p=0.248$); II-($p=0.121$); III-($p=0.139$); IV-($p=0.291$); V-($p=0.176$); VI-($p=0.578$).

As for the colorimetry, after applying ANOVA and Dunett's T3 test, it was observed that the mean values of the coordinate L^* on the thorax and on the buttocks showed significant differences in 6 phototype groups except for types I and II in the second area ($p=0.92$) (**Table 3**, **Figure 12 and 13**).

The cases in which the correspondence between the incremental times of exposure and intensity of erythema was not observed, were excluded from the assessment. Two subjects of the phototype VI who demonstrated the colorimetric measurement corresponding to the coordinate L^* with values smaller than 30.00 (intense pigmentation), and who did not

demonstrate any visible erythema, nor modification of the value of the coordinate a^* (which measures the erythema) after radiation were also ignored. In these cases edema was observed at the sites corresponding to, at least, two exposed openings.

The Spearman's rank correlation coefficient showed a negative correlation in the analysis of the association of the phototype with the numerical measurement of the coordinate L^* on the thorax, $r_s = -0.93$ for $p < 0.05$; while on the buttocks r_s was -0.92 for $p < 0.05$.

DISCUSSION

DISCUSSION

The population of the State of Rio Grande do Sul is quite heterogeneous in its cutaneous response to sunlight, although it is not rare to find individuals with apparently resistant skin and with clear signs of photodamage at the same time. Besides, the highest rate of incidence of skin cancer registered in our State, confirm the fact that, in addition to esthetic damage, there are far worse consequences which depend on the individual photosensitivity. This situation was clearly observed even after examining the groups since the large percentage of them demonstrated signs of acute and chronic photodamage as well as the personal and family history of malignant neoplasia. This analysis revealed how important it is to find a reliable mean to evaluate individual sensitivity. This aspect can be assessed when observing the relationship between the brightness of the skin (L^*) and the minimal erythema dose with such acute and chronic UV exposure related manifestations as freckles and actinic keratoses. These were observed in subjects with the colorimetric values of the coordinate L^* on the thorax higher than 64.4 and MEDs larger than 34 mJ/cm². Even though there are no other studies in the literature which could provide such data for better analysis, we can say that these results estimate ranges of colorimetric values and minimal erythema doses for groups most at risk of photodamage.

A). Minimal Erythema Dose and Values of the Coordinate L*

This study as well as the research of Wee et al. (10), Andreassi et al. (25) and Noda T et al. (38) showed a negative correlation between the MED values and those of the coordinate L* demonstrating clearly that the MED increases as the color of the skin gets darker. On the other hand, Westerhof et al. (3) in their research carried out in Amsterdam did not find any evidence supporting these results. However, they investigated a sample of 54 subjects examining the internal part of the forearm. This site even in countries of low sun exposure does not represent an area of constitutional skin, which may have altered their results since the subjects with similar sensitivity may have different sun exposures, and, therefore, different colors of the skin (39). Considering that the mean MED is now the standard for measuring the sensitivity, we can say that the colorimetric value which objectively assesses the color of the skin may as well be an important predictor of the skin sensitivity to UVB-R. The recent studies of Andreassi et al. supports the same conclusion (40).

It can be observed in the **Figure 8** that five subjects with the highest minimal erythema dose (153 mJ/cm^2) are not those who demonstrated the lowest values of the coordinate L* (more intense pigmentation), this being a fact which may support the hypothesis that other factors, in addition to the color of the skin, are involved in the response of the skin to the UV radiation. Moreover, the determination coefficient ($r^2=0.82$ on the thorax and on the buttocks) based on the correlation of the MED with the brightness of the skin (coordinate L*) estimated that 82% of the MED variation on the thorax and on the buttocks in the subjects studied is explained by the fact that the color of the skin also varies among them, which led us to believe that the skin pigmentation accounts for most factors which determine the skin resistance to the effects of UV rays.

B). Minimal Erythema Dose and Phototypes

The positive correlation of the MED values with the scores of the phototypes was classified as *very strong*. Therefore, we can state that this finding statistically estimates that the bigger the MED value is, the higher the phototype class will be. A correlation of the MED values with the phototypes was not found in the research of Rhodes et al. (41) and Chung et al. (42) who studied Caucasians and Koreans, respectively. Rhodes' research was conducted in Liverpool involving only 36 subjects whose phototypes varied from I to IV. One of the possible explanations of this difference is that the classification had been made on the 55^o North latitude. We believe that the Fitzpatrick's scores are distorted when their criteria are not completely met. Furthermore, it is a study with a small sample which presumably has smaller statistical power. The number of irradiation openings was not mentioned in the study of Chung et al. The authors also reported that the Korean subjects classified as phototype I demonstrated a tan which was not estimated by the method. They finished the study stating that the Fitzpatrick's questionnaire was not suitable for the population of that country, which is plausible considering the racial characteristics. On the other hand, the MED values in the studies of Andreassi et al. (25), Wee et al. (10) and Baron (12) increased alongside the scores of the phototypes, these being the results which coincided with our findings since the studies were designed in the same manner.

This study showed different MED values within each phototype, which was also demonstrated by Damian et al. (9), Wee et al. (10), Westerhof et al. (3), Baron (12) and other researchers pointing to a fault in the Fitzpatrick's classification method which uses a subjective measurement to emphasize the importance of the skin sensitivity to UV radiation. Besides, an overlap of the MED values in the subjects of the phototypes of adjacent classes was observed, which shows that individuals with identical sensitivity were included in different phototypes. However, there is a clear gap without overlap between the phototypes IV and V (**Figure 9** and **10**). Thus, two blocks separated by a gap are formed where the phototypes I – IV are on one side, and V and VI are on the other, within which there is a *continuum* of the MED values (**Figure 10** and **11**, **Table 2**). Considering this observation, we can separate the subjects into two large groups, that is, "sensitive" and "little sensitive". This gap found in the MEDs may mean that, in addition to pigmentation, a likely racial factor would be determining higher protection

from the UVB radiation attacks. Another explanation of what was found could be a possible response of lower intensity regarding the inflammatory mechanisms triggered by the photodamage caused by the UVB radiation in these phototypes (V and VI). After analyzing the absolute MED values within the phototypes, we observed that the phototype VI demonstrated a greater variation (67 mJ/cm²), which led us to conclude that there is a larger number of classes of individuals with different types of sensitivity in this phototype since this value is higher than the one we found when we were grouping the phototypes from I to IV. In this case the variation was 42 mJ/cm².

After measuring the minimal erythema dose at the two sites of the integument of the same subject such as lateral trunk area and buttocks, the findings, in addition to confirming that both regions, when exposed to UVB radiation, have similar sensitivity responses, were more trustworthy (43).

C). Values of the Coordinate L* and Phototypes

The colorimetric values of the coordinate L* found on the normal skin with characteristics more similar to the constitutional skin pigmentation both in the lateral trunk region and on the buttocks enabled us to develop numerical gaps for each phototype (**Figures 12** and **13**). However, it was observed that there is an overlap of the values in the adjoining ranges as established in the studies of Wiete Westerhof et al. (3) and Rubegni et al. (44). This fact can be explained if we consider that the colorimetric methods are objective and precise in measuring the color of the skin since they take into account the extent of its pigmentation and aspects which depend on the surface circulation (24). The colorimetry determines the characterization of the color of the skin more accurately than the visual observation, however well trained it is (20, 22). This statement is supported by the evidence that the mean colorimetric values of the coordinate L* of the 6 phototype groups do not show only the significant differences only in the buttocks of phototypes I and II of the buttocks. In this case it was not possible to distinguish the two groups by the color of the skin. However, the extreme L* values found in a certain phototype can be included in the adjoining types, that is, there is a great variation of skin hues within the same phototype (**Table 3** and **Figures 12** and **13**). This may be explained by the fact that the Fitzpatrick's method, being based on subjective aspects, includes not only the phenotypical characteristics but also the individual responses to the environmental stimuli which vary depending on several intrinsic factors, and, mainly, on how the questions inherent to this technique are understood by the subjects studied. It was found that the mean values of the coordinate L* in each phototype show a decrease (as the skin pigmentation increases) which accords with the classification of the phototypes from I to VI. Therefore, we can state that the method of assessing the types was suitable for the phenotypical analysis (**Table 3**). The gaps of the L* values by phototypes in the thorax region, with relation to the buttocks, show smaller standard deviations in the phototypes I, IV, V, VI demonstrating that in the first region the discrimination of color within the phototypes can be made with a smaller variation around the mean (**Table 3**). This fact supports the hypothesis that, in terms of colorimetry, the lateral trunk region is more suitable for establishing more specific numerical color standards for these phototypes.

It was observed that 25% of the subjects of the phototype VI demonstrated more intense pigmentation on the buttocks than in other areas not exposed to the radiation such as the lateral trunk area, probably due to racial characteristics. The ease of hyperpigmentation and thickening of the horny layer (which carries more melanin) after friction with clothing and pressure at the site caused by sitting may explain this finding, justifying the important difference of the standard deviations with relation to the values of the coordinate L^* found in this group when compared to the thorax and buttocks values. Thus, the use of the lateral trunk region is of greater importance for the phototype VI when choosing an area which expresses the color of the constitutional skin best.

CONCLUSIONS

CONCLUSIONS

The assessment of the individual skin sensitivity by using the MED and the colorimetry in different phototypes allowed us to conclude that:

1) The values of the minimal erythema doses are strongly associated with the brightness intensity of the skin (coordinate L^*). The objective measurement of the color of the skin by means of the colorimetry in a cutaneous region not exposed to sunlight such as a lateral trunk region and buttocks, can be a high precision, less invasive and more practical method for measuring the sensitivity to UV radiation.

2) Each type of the Fitzpatrick's classification constitutes a distinct group of individuals in terms of sensitivity, but the occurrence of the overlap of values in the adjoining groups suggests that the score of phototypes is less accurate than the objective measurement of the skin color.

3) The measurement of the MEDs separates the individuals into 2 large groups in terms of skin sensitivity, the division line lying between the phototypes IV and V. As this did not happen when we analyzed the color of the skin by the coordinate L^* , it can be concluded that racial factors must be associated with the pigmentation, the sharp increase of the skin resistance to the UV exposure being of fundamental importance.

4) The sensitivity of the lateral trunk region and buttocks to ultraviolet exposure showed to be equal when we used the MED values for comparison, the former, however, being more suitable for establishing more specific numerical color standards. The lateral trunk region must be therefore indicated as a standard area because it seems to give more consistent responses than the buttocks, and is less influenced by external factors such as scars, hair, striae and dyschromia.

5) Of all phototypes, the phototype I showed the smallest variation of the color of the skin while the highest variation was observed in the phototype V. Therefore, the need for forming subgroups in the phototypes of darker skin is clear because they would group individuals with a broader spectrum of sensitivity to UVB radiation.

6) As the values of the coordinate L^* (brightness of the skin) showed an overlap with the closest phototypes, we can therefore state that the most relevant factor for definition of the sensitivity class of this method is the response of the individual's skin to UV exposure. Thus, the

Fitzpatrick's technique, whenever it is used, must strictly follow the methodological criteria limiting its use to parts of the world close to the latitude 30° due to the amount of radiation emitted in these areas, because it may otherwise lead to a deviation in the classification.

The obtained results have encouraged us to state that we already have another element of measurement of the skin sensitivity to UVB radiation. We will be able to put it into practice by elaborating a numerical table of sensitivity stratifying it on the basis of gaps of the pre-established numerical values of the coordinate L^* of the CIELAB system. In addition to making the assessment of the threshold hazardous dose for sunburns easier, more accurate and quicker, it will also allow to examine a larger population without special training, encompassing a larger number of applications besides traditional already developed studies.

REFERENCES

- 1 - MCGREGOR J.M. The history of human photobiology. In: Hawk JLM. *Photodermatology*. 1th ed., Arnold, London, 1999 p. 1-4.
- 2 - DIFFEY B.L. *Human exposure to ultraviolet radiation*. In: HAWK JLM. *Photodermatology*. 1th ed. London, Arnold, 1999. Cap. 2, p. 5-24.
- 3 - WESTERHOF W. et al. The relation between constitutional skin color and photosensitivity estimated from UV-induced erythema and pigmentation dose-response curves. *Journal of Investigative Dermatology*. 94(6): 812-16, June 1990.
- 4 - KRIPKE M.L. *Carcinogenesis:ultraviolet radiation*. In: FREEDBERG I.M.; EISEN A.Z.; WOLFF K. *Fitzpatrick's Dermatology in General Medicine*. 5th ed. New York: McGraw-Hill. 1999. Cap. 40, p.465-472.
- 5 - CHUNG J.H.; KOH W.S.; YOUN J.I. Relevance of skin phototyping to a Korean population. *Clinical and Experimental Dermatology*. 19: 476-78, 1994.
- 6 - LANGLEY R.G.; SOBER A.J. A clinical review of the evidence for the role of ultraviolet radiation in the etiology of cutaneous melanoma. *Cancer Invest*. 15(6): 561-7, 1997.
- 7 - WEINSTOCK. Overview of ultraviolet radiation and cancer: What is the link? How are we doing? *Environ Health Perspect*. 103 Suppl 8: 251-4, Nov 1995.
- 8 - KOCHEVAR I.E.; PATHAK M.A.; PARRISH J.A. *Photophysics, Photochemistry, and Photobiology*. In: FREEDBERG I.M.; EISEN A.Z.; WOLFF K. *Fitzpatrick's Dermatology in General Medicine*. 5th ed. New York, Mc-Graw Hill, 1999, cap. 16, p. 220-229.
- 9 - DAMIAN D.L.; HALLIDAY G.M.; BARNETSON RStC. Prediction of minimal erythema dose with a reflectance melanin meter. *British Association of Dermatologists*. 136: 714-16, 1997.
- 10 - WEE L.K.; CHONG T.K.; QUEE D. K. S. Assessment of skin types, skin colours and cutaneous responses to ultraviolet radiation in an Asian population. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*. 13: 169-72, 1997.
- 11 - WESTERHOF W.; ESTEVEZ-USCANGA O.; MEENS J. The relation between constitutional skin color and photosensitivity estimated from UV-induced erythema and

pigmentation dose-response curves. *The Journal of Investigative Dermatology*. 94(6):812-16, 1990.

12 - BARON E.D. Correlating skin type and minimum erythema dose. *Arch Dermatol*. 135: 1278-79, Oct 1999.

13 - BYKOV V.J.; MARCUSSON J.A.; HEMMINK K. Ultraviolet B-induced DNA damage in human skin and its modulation by a sunscreen. *Cancer Research*. 58: 2961-64, July 1998

14 - BYKOV V.J.; MARCUSSON J.A.; HEMMINKI K. Effect of constitutional pigmentation on ultraviolet B-induced DNA damage in fair-skinned people. *Journal of Investigative Dermatology*. 114: 40-43, 2000.

15 - BYKOV V.J.; SHEEHAN J.M.; HEMMINKI K. In situ repair of cyclobutane pyrimidine dimers and 6-4 photoproducts in human skin exposed to solar simulating radiation. *J Invest Dermatol*. 112: 326-31, 1999.

16 - UEDA M.; MATSUNAGA T.; BITO T. Higher cyclobutane pyrimidine dimer and (6-4) photoproduct yields in epidermis of normal humans with increased sensitivity to ultraviolet B radiation. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*. 12(1): 22-6, Feb 1996.

17 - YOUNG A.R.; CHADWICK C.A.; HARRISON G.I. The in situ repair kinetics of epidermal thymine dimers and 6-4 photoproducts in human skin types I and II. *J Invest Dermatol*. 106(6): 1307-13, Jun 1996.

18 - BERG R.J.; RUVEN H.J.; SANDS A.T. Defective global genome repair in XPC mice is associated with skin cancer susceptibility but not with sensitivity to UVB induced erythema and edema. *J Invest Dermatol*. 110(4):405-9, April 1998.

19 - ANDREASSI L.; FLORI L. Practical applications of cutaneous colorimetry. *Clinics in Dermatology*. 13: 369-73, 1995.

20 - SERUP J.; AGNER T. Colorimetric quantification of erythema – a comparison of two colorimeters (Lange Micro Color and Minolta Chroma Meter CR-200) with a clinical scoring scheme and laser-Doppler flowmetry. *Clinical and Experimental Dermatology*. 15: 267-72, 1990.

21 - MINOLTA Co. Ltd. Precise color communication - color control from feeling to instrumentation. 1994. 14 p.

22 - WEATHERALL I.L.; COOMBS B.D. Skin color measurements in terms of CIELAB color space values. *The Journal of Investigative Dermatology*. 99(4):468-73, 1992.

23 - DELEIXHE-MAUHIN F.; KREZINSKI M.; RORIVEG. Quantification of skin color in patients undergoing maintenance hemodialysis. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 27(6): 950-53, Dec 1992.

24 - TAKIWAKI H. Measurement of skin color : practical application and theoretical considerations. *The Journal of Medical Investigation*. 44:121-126, 1998.

25 - ANDREASSI L.; CASINI L.; SIMONI S. Measurement of cutaneous colour and assessment of skin type. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*. 7: 20-4, 1990.

26 - PATHAK M.A. Acute and chronic effects of the sun. In: FREEDBERG I.M.; EISEN A.Z.; WOLFF K. *Fitzpatrick's Dermatology in General Medicine*. 5th ed. Mc-Graw Hill, New York, 1999, cap. 138, p.1598-1607.

27 - CESTARI T.F.; MIOZZO A.M.; ALBANEZE R.; BRODT C.C.; CENTENO A.D.; DEFFERRARI R.; BAKOS L.; PACHECO F.S. Avaliação da suscetibilidade à radiação ultravioleta B na população do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE DERMATOLOGIA, 53^o, 1998, Blumenau. Anais do Congresso, 1998, p. 303.

28 - FITZPATRICK T.B. The Validity and Practicality of Sun-Reactive Skin Types I Through VI. *Arch Dermatol*. v.124, p.869-71, Jun 1988.

29 - JEKEL J.F.; ELMORE J.G.; KATZ D.L. *Epidemiologia, Bioestatística e Medicina Preventiva*. São Paulo, Artmed, 1999. 157 p. ISBN 0-7216-5258-1

30 - JEKEL J.F.; ELMORE J.G.; KATZ D.L. *Epidemiologia, Bioestatística e Medicina Preventiva*. São Paulo, Artmed, 1999. 162 p. ISBN 0-7216-5258-1

31 - ALTMAN D. *Practical Statistics for Medical Research*. 1th ed reprinted, London, Chapman & Hall, 1994. 295 p. ISBN 0-412-27630-5

32 - ALTMAN D. *Practical Statistics for Medical Research*. 1th ed reprinted, London, Chapman & Hall, 1994. 278 p. ISBN 0-412-27630-5

33 - JEKEL J.F.; ELMORE J.G.; KATZ D.L. *Epidemiologia, Bioestatística e Medicina Preventiva*. São Paulo, Artmed, 1999. 161 p. ISBN 0-7216-5258-1

34 - ALTMAN D. *Practical Statistics for Medical Research*. 1th ed reprinted, London, Chapman & Hall, 1994. 187 p. ISBN 0-412-27630-5

35 - ALTMAN D. *Practical Statistics for Medical Research*. 1th ed reprinted, London, Chapman & Hall, 1994. 205 p. ISBN 0-412-27630-5

36 - JEKEL J.F.; ELMORE J.G.; KATZ D.L. *Epidemiologia, Bioestatística e Medicina Preventiva*. São Paulo, Artmed, 1999. 196 p. ISBN 0-7216-5258-1

37 - WILL G. HOPKINS © 2001. A new view of statistics. Anova. Disponível em: <<http://www2.chass.ncsu.edu/garson/pa765/anova.htm>> Acesso em: 05 de jun de 2001.

38 - NODA T.; KAWAKA A.; HIRUMA M. The relationship among minimal erythema dose, minimal delayed tanning dose, and skin color. *Journal of Dermatology*. 20: 540-44, 1993.

39 - ECKARDT L.; MAYER J.A.; CREECH L. Assessing children's ultraviolet radiation exposure: the potential usefulness of a colorimeter. *Am J Public Health*. 86(12):1802-4, 1996.

40 - ANDREASSI L.; FLORI M.L.; RUBEGNI P. Sun and skin. Role of phototype and skin colour. *Adv Exp Med Biol*. 445: 469-75, 1999.

41 - RHODES L.E.; FRIEDMANN P.S. A comparison of the ultraviolet B-induced erythema response of back and buttock skin. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*. 9:48-51, 1992.

42 - CHUNG J.H.; KOH W.S.; YOUN J.I. Relevance of skin phototyping to a Korean population. *Clin Exp Dermatol*. 19(6):476-8, Nov 1994.

43 - DORNELLES S.I.T.; REHN M.; CURCIO B.L.; DI DOMENICO E.; ALBANEZE R.; CESTARI T.F. Avaliação de diferentes regiões anatômicas para mensuração colorimétrica da cor da pele. In: CONGRESSO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM SAÚDE NO MERCOSUL, 7^o, SEMANA CIENTÍFICA DO HCPA, 20^a, 2000, Hospital de Clínicas de Porto Alegre.

44 - RUBEGNI P.; CEVENINI G.; FLORI ML. Relationship between skin color and sun exposure history: a statistical classification approach. *Photochemistry and Photobiology*. 65(2): 347-51, 1997.

ANEXO 1

ANEXO 1

FIGURAS E TABELAS

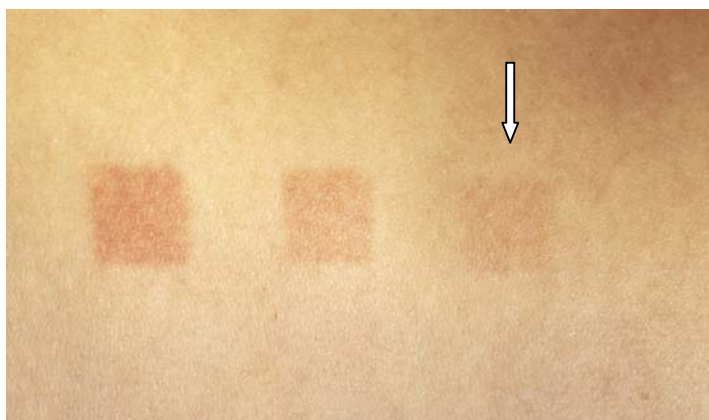


FIGURA 1 – ERITEMA CORRESPONDENTE À DOSE ERITEMATOSA MÍNIMA

FIGURA 2 - REPRESENTAÇÃO DO SISTEMA DE CORES L* a* b*

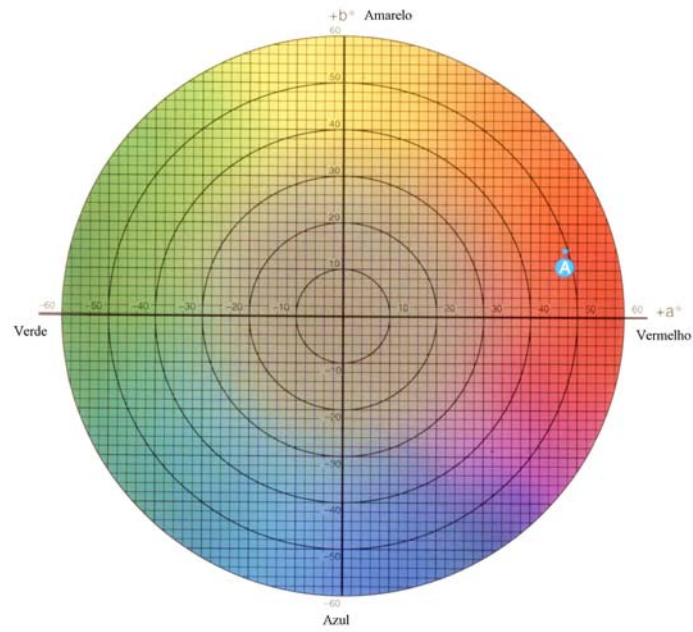


FIGURA 3 - DIAGRAMA DE CROMATICIDADE L*a* b*

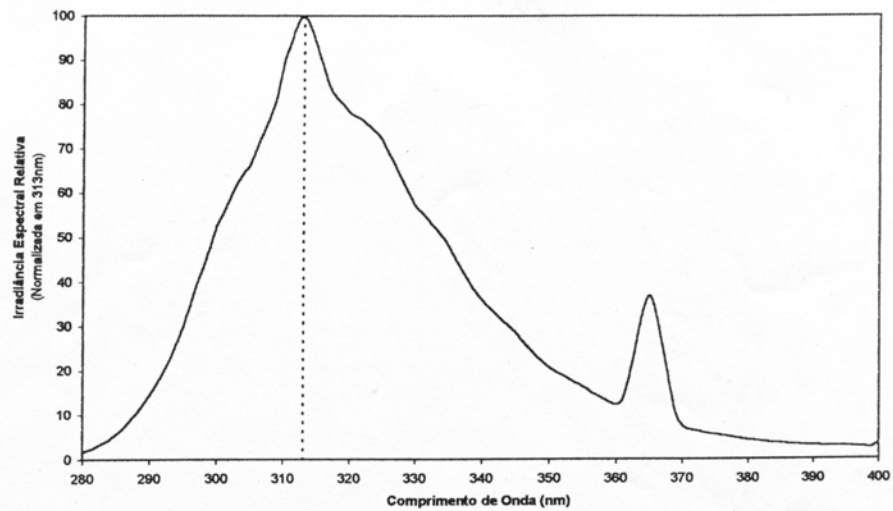


FIGURA 4 – CURVA DE IRRADIÂNCIA ESPECTRAL RELATIVA DA FONTE DE UV-B



FIGURA 5 – PSORA-COMB DERMALIGHT 80



FIGURA 6 – COLORÍMETRO MINOLTA CR 300



FIGURA 7 – RADIÔMETRO IL-1700

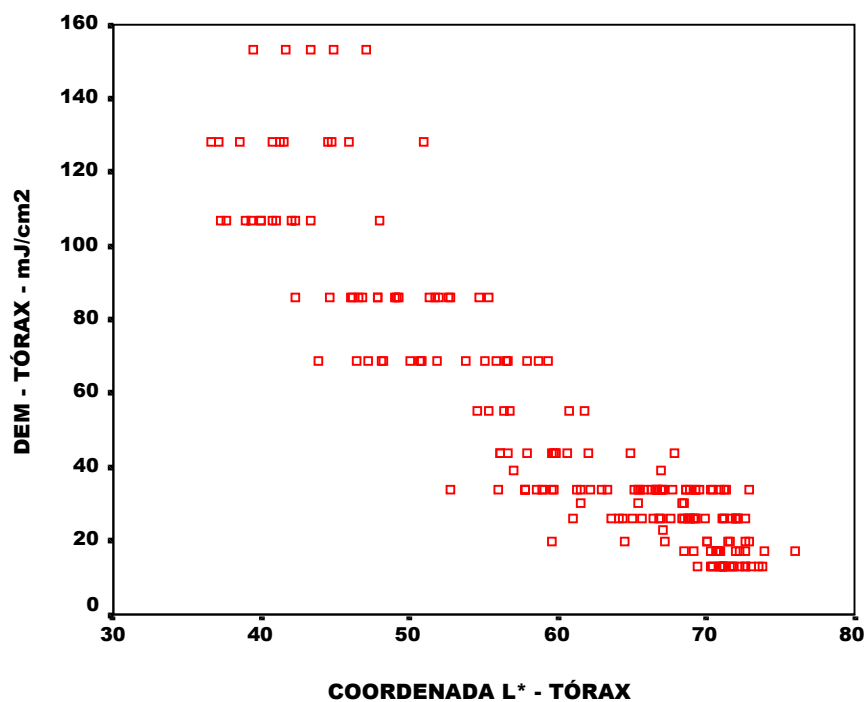


FIGURA 8 - Gráfico de dispersão de pontos dos valores das DEMs e dos valores da coordenada L* no tórax. Os pontos (∇) correspondem aos indivíduos.

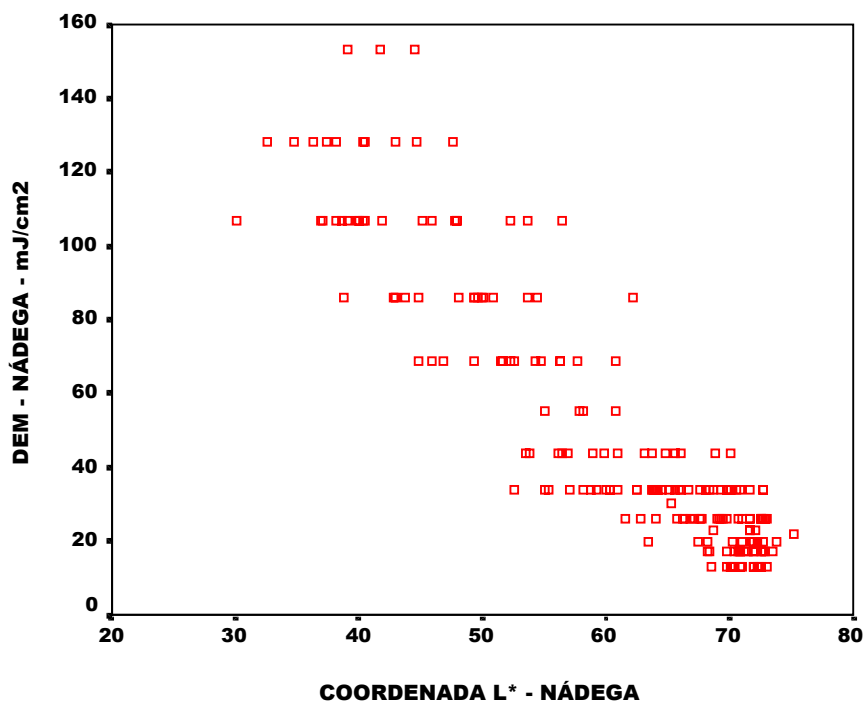


FIGURA 9 - Gráfico de dispersão de pontos dos valores das DEMs e dos valores da coordenada L* na nádega. Os pontos (∇) correspondem aos indivíduos.

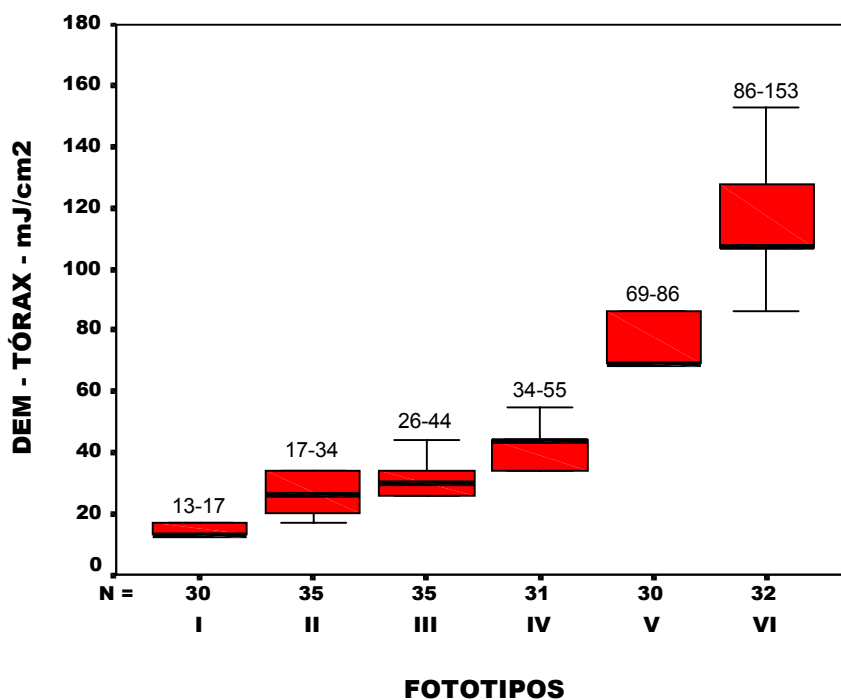


FIGURA 10: Gráfico *Box-plot* mostrando os valores das doses eritematosas mínimas do tórax nos diversos fototipos. Caixas coloridas representam os intervalos interquartílicos (Q_3-Q_1); linha horizontal das caixas coloridas indicam a mediana; linhas paralelas às caixas coloridas representam os valores extremos.

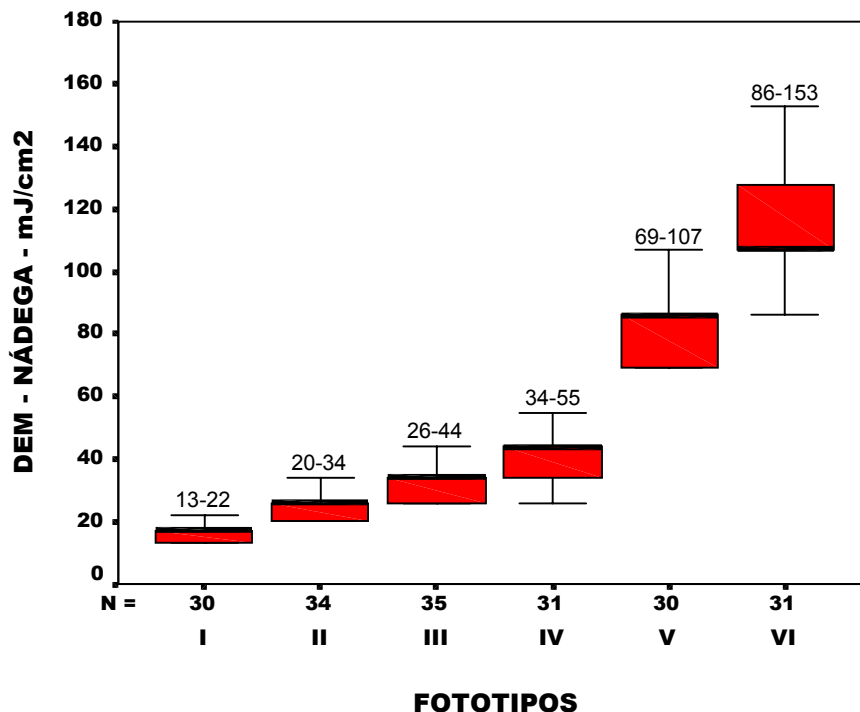


FIGURA 11: Gráfico *Box-plot* mostrando os valores das doses eritematosas mínimas na nádega nos diversos fototipos. Caixas coloridas representam os intervalos interquartílicos (Q_3-Q_1); linha horizontal das caixas coloridas indicam a mediana; linhas paralelas às caixas coloridas representam os valores extremos.

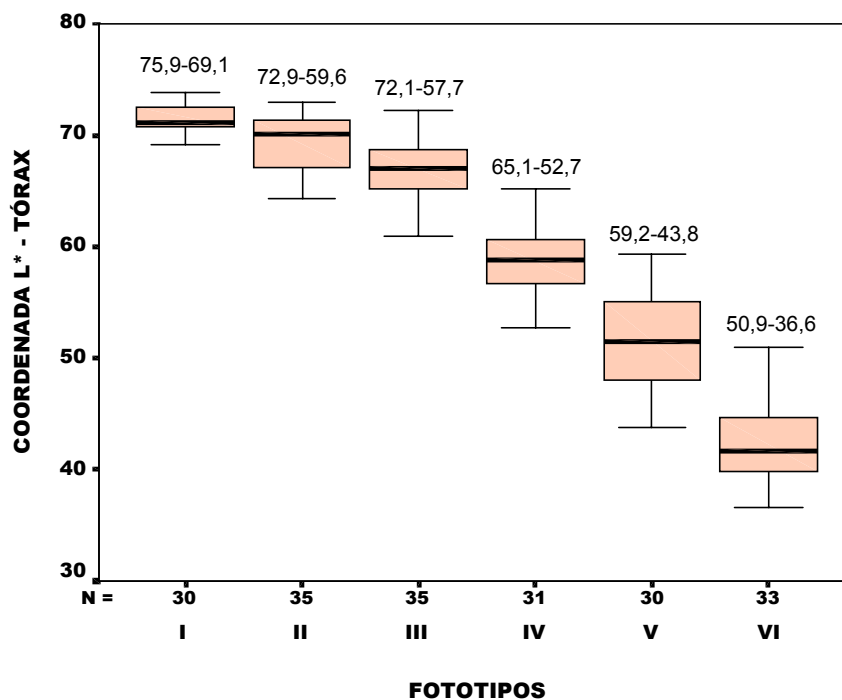


FIGURA 12: Gráfico *Box-plot* mostrando a variação das medidas colorimétricas da coordenada L* no tórax em seus diversos fototipos. Caixas coloridas representam os intervalos inter-quartílicos (Q_3-Q_1); linha horizontal das caixas coloridas indicam a mediana; linhas paralelas às caixas coloridas representam os valores extremos.

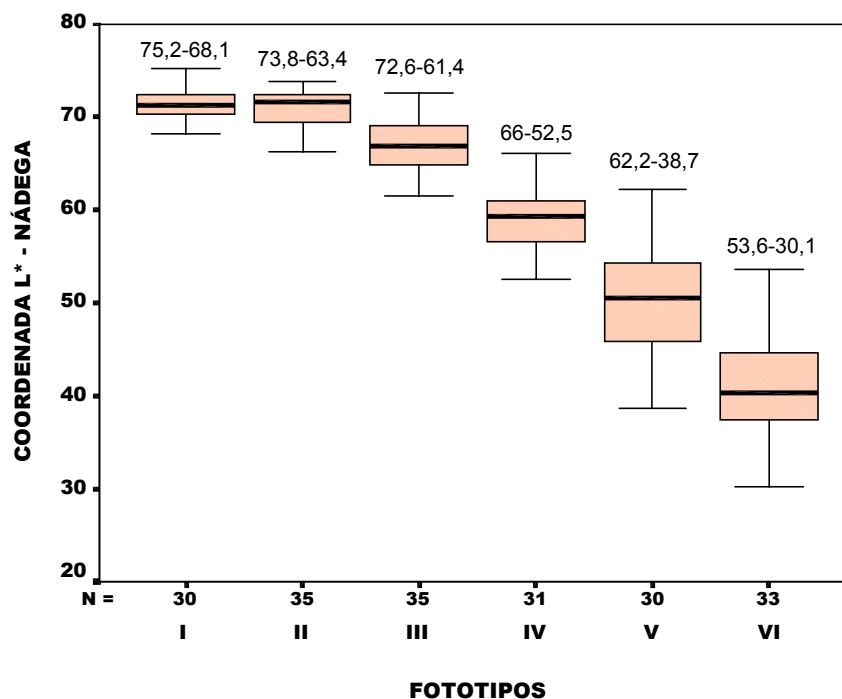


FIGURA 13: Gráfico *Box-plot* mostrando a variação de medidas colorimétricas da coordenada L* na nádega em seus diversos fototipos. Caixas coloridas representam os intervalos inter-quartílicos (Q_3-Q_1); linha horizontal das caixas coloridas indicam a mediana; linhas paralelas às caixas coloridas representam os valores extremos.

TABELA 1 – CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS E FOTOTIPOS

FOTOTIPOS	I (n=30)	II (n=35)	III (n=35)	IV (n=31)	V (n=30)	VI (n=33)
Cabelo loiro	47%	31%	6%	—	—	—
Cabelo ruivo	30%	3%	—	—	—	—
Cabelo castanho	23%	66%	66%	35%	23%	9%
Cabelo preto	—	—	28%	65%	77%	91%
Olhos azuis	50%	31%	14%	—	—	—
Olhos verdes	27%	23%	17%	—	—	3%
Olhos castanhos	23%	46%	69%	81%	47%	18%
Olhos pretos	—	—	—	19%	53%	79%
Eférides	57%	26%	23%	—	—	—
Ceratoses actínicas	23%	17%	11%	—	—	—
Queilite actínica crônica	7%	3%	—	—	—	—
Elastose solar	40%	20%	14%	13%	16%	9%
História pessoal de neoplasia maligna/pele	—	—	3%	3%	—	—
História familiar de neoplasia maligna /pele	33%	14%	20%	10%	—	—
Média de idade (anos) (Desvio Padrão)	37 (± 13,3)	33 (± 15,3)	35 (± 12,2)	38 (± 11,8)	44 (±15,7)	43 (± 15,3)

TABELA 2: VALORES DA DOSE ERITEMATOSA MÍNIMA (mJ/cm²) NA REGIÃO INFRA- AXILAR TORÁCICA E NÁDEGA NOS DIVERSOS FOTOTIPOS

Fototipos	<u>Tórax</u>					<u>Nádega</u>				
	n	min	máx	\bar{x}	s	n	min	máx	\bar{x}	s
I	30	13	17	14,8	2,0	30	13	22	15,3	2,4
II	35	17	34	26,8	5,8	34	20	34	25,5	5,0
III	35	26	44	30,8	5,1	35	26	44	31,7	5,3
IV	31	34	55	41,7	8,0	31	26	55	40,5	7,8
V	30	69	86	76,3	8,6	30	69	107	79,5	11,2
VI	32	86	153	117,4	21,0	31	86	153	117,5	16,0

n - número de casos; min - mínimo; máx - máximo;
 \bar{x} - média; s - desvio padrão

TABELA 3: VALORES DA COORDENADA L* NA REGIÃO INFRA- AXILAR TORÁCICA E NÁDEGA NOS DIVERSOS FOTOTIPOS

Fototipos	<u>Tórax</u>					<u>Nádega</u>				
	n	min	máx	\bar{x}	s	n	min	máx	\bar{x}	s
I	30	69,16	75,96	71,62	1,45	30	68,18	75,27	71,29	1,56
II	35	59,63	72,93	69,16	3,02	35	63,47	73,86	70,56	2,55
III	35	57,76	72,18	66,53	3,22	35	61,48	72,67	66,97	2,72
IV	31	52,76	65,14	58,80	2,84	31	52,53	66,07	59,16	3,54
V	30	43,84	59,27	51,59	4,10	30	38,71	62,23	50,59	5,55
VI	33	36,62	50,96	42,33	3,68	33	30,15	53,64	40,96	5,68

n - número de casos; min - mínimo; máx - máximo;
 \bar{x} - média; s - desvio padrão

ANNEX 1

FIGURES AND TABLES

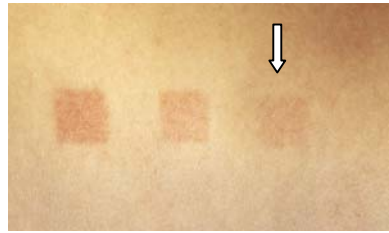


FIGURE 1 – MINIMAL ERYTHEMA DOSE, THORAX

**FIGURE 2 – REPRESENTATION OF SOLID COLOR
FOR L* a* b* COLOR SPACE**

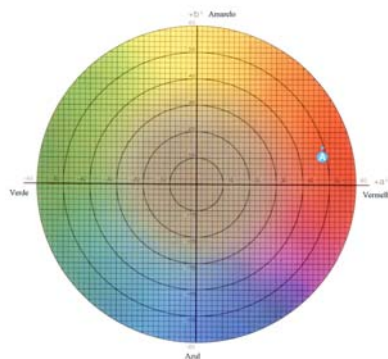


FIGURE 3 – L* a* b* CHROMATICITY DIAGRAM

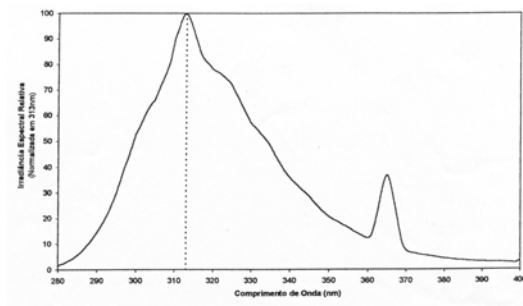


FIGURE 4 – CURVE OF THE RELATIVE SPECTRAL IRRADIANCE OF THE UVB SOURCE



FIGURE 5 – PSORA-COMB DERMALIGHT 80



FIGURE 6 – MINOLTA CR 300 COLORIMETER



FIGURE 7 – IL-1700 RADIOMETER

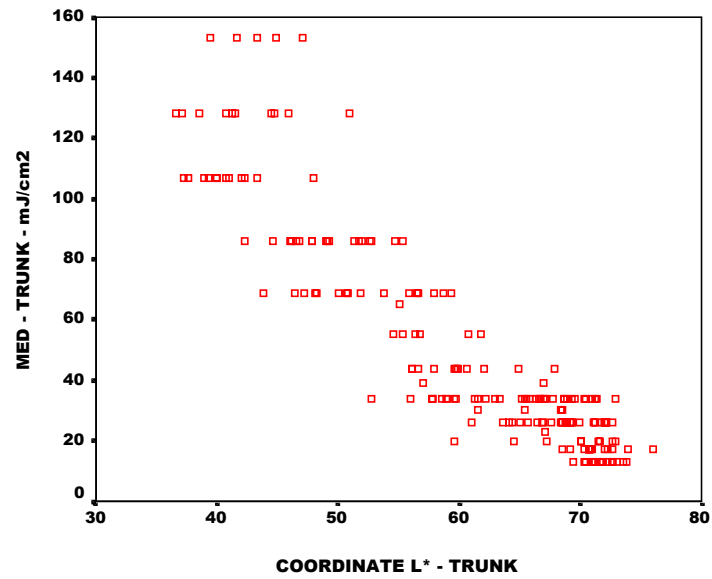


FIGURE 8 – Scatter plot of the MED and L* coordinate values on the thorax. Each point (∇) corresponds to one subject.

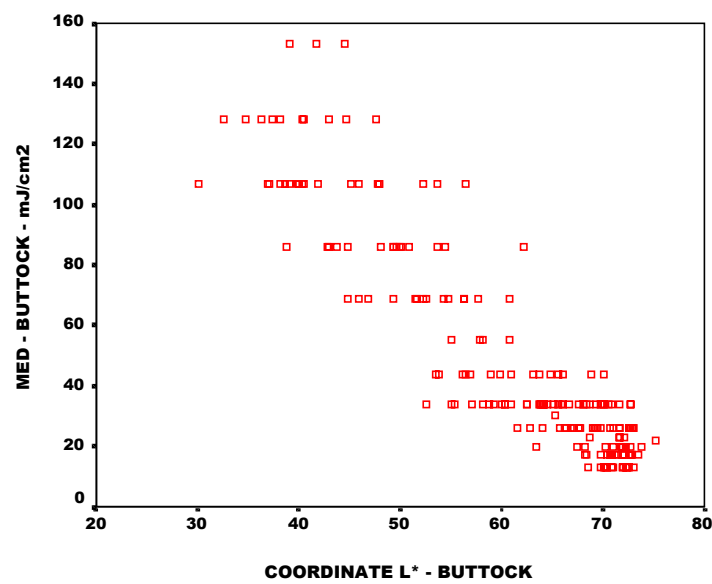


FIGURE 9 – Scatter plot of the MED and L* coordinate values on the buttock. Each point (∇) corresponds to one subject.

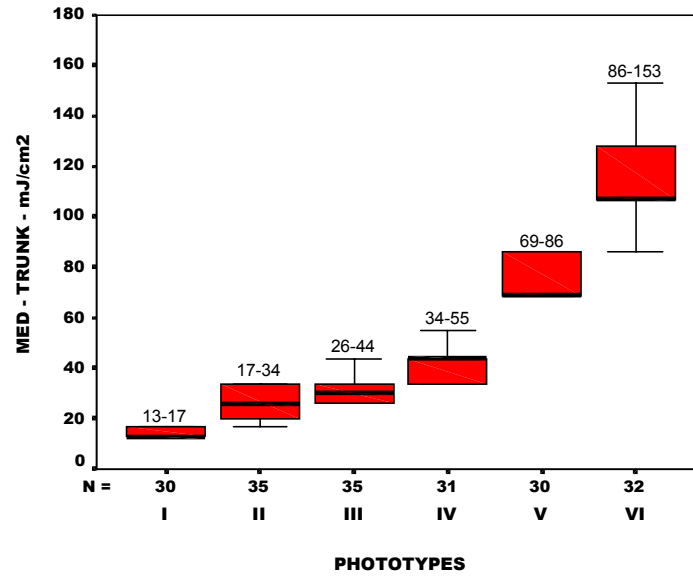


FIGURE 10: Box-plot showing the values of the minimal erythema doses for thorax in different phototypes. The colored boxes represent the inter-quartile range (Q_3-Q_1); horizontal line of the colored boxes indicate the median; parallel lines to the colored boxes represent the extreme values.

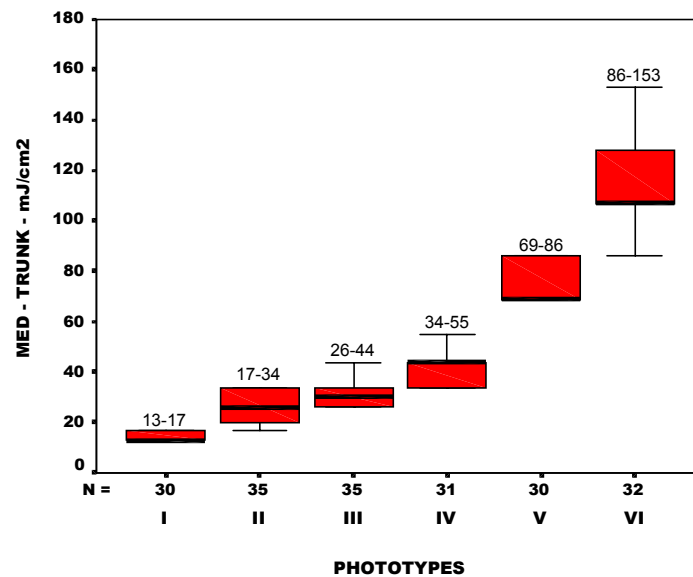


FIGURE 11: Box-plot showing the values of the minimal erythema doses for buttock in different phototypes. The colored boxes represent the inter-quartile range (Q_3-Q_1); horizontal line of the colored boxes indicate the median; parallel lines to the colored boxes represent the extreme values.

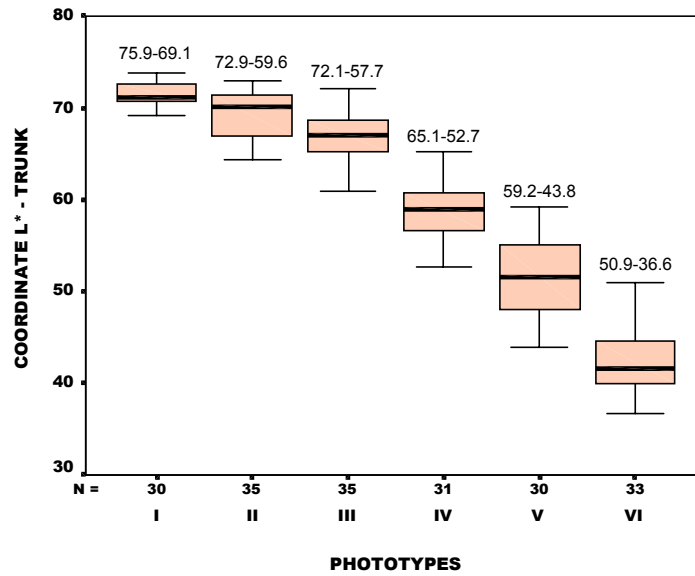


Figure 12: Box-plot showing the variation of the colorimetric measure of the coordinate L* on the thorax in different phototypes. The colored boxes represent the inter-quartile range (Q_3-Q_1); horizontal line of the colored boxes indicate the median; parallel lines to the colored boxes represent the extreme values.

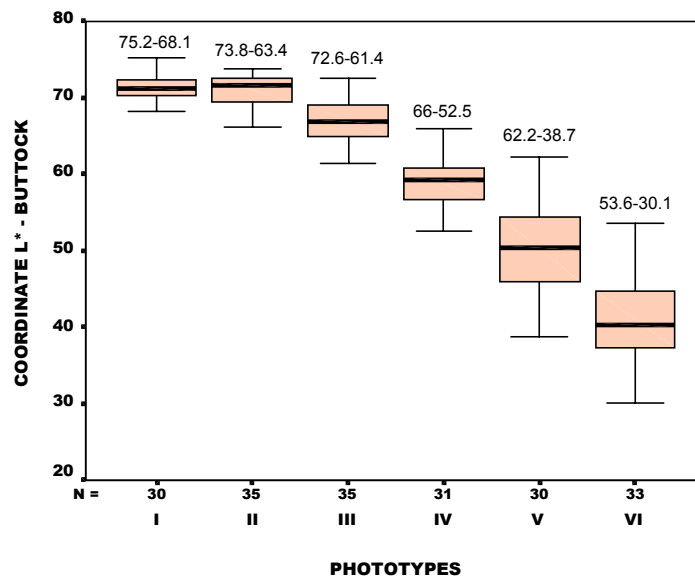


Figure 13: Box-plot showing the variation of the colorimetric measure of the coordinate L* on the buttock in different phototypes. The colored boxes represent the inter-quartile range (Q_3-Q_1); horizontal line of the colored boxes indicate the median; parallel lines to the colored boxes represent the extreme values.

TABLE 1 – DEMOGRAPHIC CHARACTERISTICS AND PHOTOTYPES

PHOTOTYPES	I (n=30)	II (n=35)	III (n=35)	IV (n=31)	V (n=30)	VI (n=33)
Blonde hair	47%	31%	6%	—	—	—
Red hair	30%	3%	—	—	—	—
Brown hair	23%	66%	66%	35%	23%	9%
Black hair	—	—	28%	65%	77%	91%
Blue eyes	50%	31%	14%	—	—	—
Green eyes	27%	23%	17%	—	—	3%
Brown eyes	23%	46%	69%	81%	47%	18%
Black eyes	—	—	—	19%	53%	79%
Freckles	57%	26%	23%	—	—	—
Actinic keratosis	23%	17%	11%	—	—	—
Chronic actinic cheilitis	7%	3%	—	—	—	—
Actinic elastosis	40%	20%	14%	13%	16%	9%
Personal history of malignant/skin neoplasia	—	—	3%	3%	—	—
Family history of malignant/skin neoplasia	33%	14%	20%	10%	—	—
Average age (years) (standard deviation)	37 (± 13,3)	33 (± 15,3)	35 (± 12,2)	38 (± 11,8)	44 (±15,7)	43 (± 15,3)

TABLE 2: VALUES OF THE MINIMAL ERYTHEMA DOSE (mJ/cm²) IN THE LATERAL TRUNK REGION AND ON THE BUTTOCKS IN DIFFERENT PHOTOTYPES

Phototypes	<u>Thorax</u>					<u>Buttocks</u>				
	n	min.	Max.	\bar{x}	s	n	min.	Max.	\bar{x}	s
I	30	13	17	14.8	2.0	30	13	22	15.3	2.4
II	35	17	34	26.8	5.8	34	20	34	25.5	5.0
III	35	26	44	30.8	5.1	35	26	44	31.7	5.3
IV	31	34	55	41.7	8.0	31	26	55	40.5	7.8
V	30	69	86	76.3	8.6	30	69	107	79.5	11.2
VI	32	86	153	117.4	21.0	31	86	153	117.5	16.0

n - number of cases; min. - minimum; max. - maximum;
 \bar{x} - mean; s – standard deviation

TABLE 3: VALUES OF THE COORDINATE L* IN THE LATERAL TRUNK REGION AND ON THE BUTTOCKS IN DIFFERENT PHOTOTYPES

Phototypes	<u>Thorax</u>					<u>Buttocks</u>				
	n	min.	Max.	\bar{x}	s	n	min.	Max.	\bar{x}	s
I	30	69.16	75.96	71.62	1.45	30	68.18	75.27	71.29	1.56
II	35	59.63	72.93	69.16	3.02	35	63.47	73.86	70.56	2.55
III	35	57.76	72.18	66.53	3.22	35	61.48	72.67	66.97	2.72
IV	31	52.76	65.14	58.80	2.84	31	52.53	66.07	59.16	3.54
V	30	43.84	59.27	51.59	4.10	30	38.71	62.23	50.59	5.55
VI	33	36.62	50.96	42.33	3.68	33	30.15	53.64	40.96	5.68

n - number of cases; min. - minimum; max. - maximum;
 \bar{x} - mean; s – standard deviation

ANEXO 2**QUESTIONÁRIO E PROTOCOLO DE INVESTIGAÇÃO**

HOSPITAL DE CLÍNICAS DE PORTO ALEGRE
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CLÍNICA MÉDICA
SERVIÇO DE DERMATOLOGIA SETOR DE FOTOMEDICINA

ESTUDO DA DETERMINAÇÃO DA DOSE ERITEMATOSA MÍNIMA COMO
MARCADOR DE RISCO E SENSIBILIDADE À RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA B

•Nº DO PROTOCOLO : _____

•Nº DO PRONTUÁRIO: _____

•DATA : _____

PROTOCOLO DE ANAMNESE E EXAME DERMATOLÓGICO

1•NOME DO PACIENTE : _____

2•SEXO : () (1) *masc* (2) *fem* 3•DATA DE NASCIMENTO : _____ 4• IDADE: _____

5•ENDEREÇO: _____ 6•TELEFONE : _____

7•PROCEDÊNCIA : () (1) *Porto Alegre* (2) *Grande Porto Alegre* (3) *Serra*
(4) *Campanha* (5) *Alto Uruguai* (6) *Litoral* (7) *Outros Estados*

8•NATURALIDADE: _____ 9•PROFISSÃO : _____

10•ASCENDÊNCIA : () ()

(1) *Alemã* (2) *Espanhola* (3) *Portuguesa* (4) *Italiana* (5) *Africana* (6) *Escandinava*
(7) *Francesa* (8) *Índigena* (9) *NÃO SABE* (10) *Polonesa* (11) *Outros*

NOTA: EXCLUIR VOLUNTÁRIO QUE ESTIVER EM USO DE MEDICAMENTOS FOTSENSIBILIZANTES, CAROTENÓIDES, VITAMINA E ou A, OU AUTOBRONZEADOR. O MESMO EM CASO DE DOENÇA FOTORELACIONADA.

11•HISTÓRIA PESSOAL DE NEOPLASIA CUTÂNEA MALIGNA : (1) *sim* (2) *Não*

12•Tipo: () (1) *Melanoma* (2) *Não melanoma* (9) *Não sabe*

13•Outros: () _____

14•HISTÓRIA FAMILIAR DE NEOPLASIA CUTÂNEA MALIGNA : ()

15•Tipo: () (1) *sim* (2) *não*

16•Outros () (1) *Melanoma* (2) *Não melanoma* (9) *Não sabe*

17•Grau de parentesco : _____

EXAME DERMATOLÓGICO

18•COR DA PELE : ()

(1) branca (2) preta (3) parda (4) amarela (5) indígena

19•CABELOS : () (1) loiros (2) ruivos (3) castanhos (4) pretos

20•OLHOS : () (1) verdes (2) azuis (3) castanhos (4) pretos

21•FOTOTIPO : ()

- (1) sempre queima facilmente, nunca bronzeia
 (2) sempre queima facilmente, bronzeia minimamente
 (3) queima facilmente, bronzeia gradual e uniformemente c/ pouca intensidade
 (4) queima minimamente, sempre bronzeia bem
 (5) raramente queima, bronzeia abundantemente (mulato)
 (6) nunca queima, bronzeia profusamente (preto)

22•SENSIBILIDADE AO SOL (informação do paciente) : ()

- (1) muito sensível (2) sensível (3) moderadamente sensível
 (4) minimamente sensível (5) insensível

23•PRESENÇA DE NEVOS MELANOCÍTICOS () ⇒ (1) sim (2) não

24•NEVOS MELANOCÍTICOS: em áreas cobertas () 25• em áreas descobertas ()

- (1) nenhum (2) de 0 a 10 (3) de 11 a 20 (4) de 21 a 30 (5) de 31 a 40 (6) + de 40

26•PRESENÇA DE CERATOSES ACTÍNICAS : () (1) sim (2) não

•CERATOSES ACTÍNICAS EM: (1) nenhuma (2) até 5 lesões (3) 6 - 10 lesões

27• Face () 28• Ms Ss () 29• Msls () (4) 11 – 20 lesões (5) mais de 20 lesões

30•EFÉLIDES : () (1) sim (2) não

31•QUEILITE ACTÍNICA CRÔNICA: () (1) sim (2) não

32•ELASTOSE SOLAR: () ⇒ (1) sim (2) não

ELASTOSE SOLAR: 33• Leve () 34• Média () 35• Intensa ()

36•PRESENÇA DE NEOPLASIA CUTÂNEA MALIGNA : () (1) sim (2) não

37•Tipo: Melanoma () 38• Não melanoma () 39• Outros () _____

APLICAÇÃO DO MÉTODO -

Primeira visita - Aplicação da radiação UV para determinação da DEM.

Data : _____

Regiões do tegumento : TÓRAX e NÁDEGA

Registro do colorímetro : **LOCAL I : TÓRAX**

1ª medida - L* a* b*

LOCAL II – NÁDEGA

1ª medida - L* a* b*

Segunda visita - Mensuração da DEM

Fotografado (a) : () (1) sim (2) não

Data : _____

Regiões do tegumento: TÓRAX e NÁDEGA

Registro do colorímetro : **LOCAL I : TÓRAX** JANELA nº - _____ DEM : _____ mJ/cm²

2ª medida - L* a* b*

LOCAL II – NÁDEGA JANELA nº - _____ DEM : _____ mJ/cm²

2ª medida - L* a* b*

Observações:

ANEXO 3

TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

**HOSPITAL DE CLÍNICAS DE PORTO ALEGRE - SERVIÇO DE
DERMATOLOGIA - SETOR DE FOTOMEDICINA
AMBULATÓRIO DE DERMATOLOGIA SANITÁRIA DO ESTADO
DO RIO GRANDE DO SUL**

TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

JUSTIFICATIVA -

O estado do Rio Grande do Sul tem um alto índice de sua população de cor branca. É uma das regiões com maior incidência de cânceres da pele, que são relacionados ao tipo de pele e à radiação ultravioleta do sol. Como muitas vezes o aspecto externo (tipo de pele) não corresponde à real sensibilidade do indivíduo, é importante que tenhamos índices para orientarmos à população em relação às exposições solares, pela identificação das pessoas com maior ou menor chance de apresentarem os efeitos agudos e crônicos desta radiação.

OBJETIVO -

O objetivo principal é determinar a menor quantidade de radiação ultravioleta capaz de determinar avermelhamento cutâneo em cada indivíduo, em duas regiões do corpo, como forma de encontrar a chance de queimaduras e efeitos não desejados do excesso de exposição solar.

CARACTERÍSTICA -

Neste estudo será utilizada uma fonte artificial de radiação ultravioleta B, que simula os efeitos dos raios danosos do sol.

Na primeira visita, serão coletados dados de identificação e será realizado um exame dermatológico completo. Além disso, será realizada exposição de áreas não bronzeadas da pele por poucos minutos, com acompanhamento de um profissional responsável.

Numa segunda e última visita, 24 horas após, será realizado um exame da área de aplicação da radiação ultravioleta, ocasião em que se fará a leitura e mensuração dos seus efeitos.

Os riscos envolvidos nesta pesquisa são mínimos, podendo ocorrer ardor de leve a médio, nos locais testados, correspondente à intensidade de uma queimadura solar média.

Declaro que fui detalhadamente informado sobre as características do estudo do qual farei parte: “Determinação da dose eritematosa mínima como marcador de risco e sensibilidade à radiação ao ultravioleta B”.

Sei que se trata de um trabalho de investigação, visando determinar as características de nossa população em relação à sensibilidade à luz solar, procurando encontrar com isso, os indivíduos com maior risco de desenvolver doenças de pele agudas e crônicas causadas pelo sol.

Sou sabedor que os dados serão mantidos em banco de dados, com garantia de sigilo e anonimato em sua utilização.

Comprometo-me a comparecer regularmente nas datas marcadas e a colaborar com a realização dos testes referidos, podendo abandonar o projeto a qualquer momento, sem prejuízo do meu tratamento junto a este hospital.

NOME:..... DATA:.....

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Dr. Sérgio Ivan T. Dornelles