

ASPECTOS ÉTICO-JURÍDICOS QUE ENVOLVEM OS PORTADORES DA DISCROMATOPSIA HEREDITÁRIA FATOR CAUSAL DO DALTONISMO

Carla Battistetti Medeiros Basoli¹
Lucas Pampana Basoli¹
Mariana Medeiros Candeloro²
Paula Battistetti Medeiros Frohlich²
Marcelo Teiji Kimura³
Mauro Osvaldo Medeiros⁴

RESUMO: O daltonismo, também chamado de discromatopsia, é uma perturbação da percepção visual que se caracteriza pela incapacidade de diferenciar todas ou algumas cores. Essa perturbação tem normalmente origem genética, mas pode também resultar de lesão nos órgãos responsáveis pela visão, ou ainda de lesão de origem neurológica. Assim, esta pesquisa teve como objetivo, retratar os tipos de discromatopsia ou daltonismo, a sua origem, as formas de adquirir esta deficiência, os constrangimentos que podem advir desta limitação a nível visual, bem como os dispositivos legais que contemplam a sua proteção. A pesquisa foi realizada baseada em informações científicas publicadas, relacionadas ao estudo em questão. Concluiu-se que as cores são habitualmente usadas na identificação de informações visuais, podendo tornar-se uma possível barreira de acessibilidade para as pessoas com Discromatopsia ou Daltonismo, mas não os incapacita. Diante disso, a qualidade de vida dos portadores dessa patologia pode ser afetada, merecendo uma maior atenção da sociedade. Neste quesito, destacamos como a legislação brasileira vem sofrendo modificações a fim de promover a inclusão social destes cidadãos, assegurando-lhes o direito de ir e vir.

Palavras-chaves: Daltonismo; Cromossomo X; Visão em cores; Inclusão social; Direito de ir e vir; CNH.

ETHICAL-LEGAL ASPECTS INVOLVING CARRIERS OF HEREDITARY DYSTOPSIA CAUSAL FACTOR OF COLOR BLINDNESS

ABSTRACT: Color blindness, also called dyskinromatopsia, is a disturbance of visual perception that is characterized by the inability to differentiate all or some colors. This disorder usually has genetic origin, but may also result from injury to the organs responsible for vision, or from injury of neurological origin. Thus, this research aimed to portray the types of dyskinromatopsia or color blindness, its origin, the ways of acquiring this deficiency, the constraints that may result from this limitation at the visual level, as well as the legal provisions that contemplate its protection. The research was conducted based on published scientific information related to the study in question. It was concluded that colors are usually used in the identification of visual information, and may become a possible accessibility barrier for people with Dyskinromatopsia or Color Blindness, but does not incapacitated them. Therefore, the quality of life of patients with this pathology can be affected, deserving greater attention from society. In this area, we highlight how Brazilian legislation has been undergoing changes in order to promote the social inclusion of these citizens, ensuring them the right to come and go.

Keywords: Color blindness; X chromosome; Color vision; Social Inclusion; Right to come and go; CNH.

¹Defensor público: carlabame@hotmail.com; lucasbasoli@gmail.com

²Advogadas: marianamcandeloro@outlook.com; paulabattistetti@advocaciamb.com.br

³Biólogo/UFMT/CUR/UFMT - Rondonópolis, MT., marcelokimura99@gmail.com,

⁴Professor Associado do Dep. Biologia ICEN/CUR/UFMT: mauroosvaldo@bol.com.br

INTRODUÇÃO

Quando nascemos, herdamos de nossos pais os genes que são a informações químicas recebidas no momento da concepção e esses genes determinam a nossa constituição biológica. São eles que nos formam similares aos nossos pais e controlam o nosso crescimento e a nossa aparência como a cor da pele, dos olhos, tipo e cor do cabelo, o tipo físico etc. Também determinam a nossa resistência a determinadas doenças ou predisposição em relação a outras.

Assim, podemos também, herdar anomalias ou doenças genéticas que são defeitos causados no DNA, que podem causar disfunções metabólicas ou/e alterações físicas no indivíduo. Essas doenças podem ser gênicas, cromossômicas ou ainda, multifatoriais.

Essas alterações genicas são transmitidas para sua descendência, causando doenças genéticas que podem ser explicadas pelas leis de Mendel. Portanto, entre as principais doenças gênicas encontramos o daltonismo.

A discromatopsia congênita ou daltonismo é uma disfunção hereditária que resulta de uma alteração congênita nos cones, células da retina responsáveis pela visão das cores. E entre os indivíduos daltônicos, a maioria não consegue distinguir a cor verde do vermelho. Outros não conseguem identificar a cor azul ou o amarelo. E mais raros são os que veem o mundo em preto e branco.

Segundo Vespucci (2011) apesar de não haver pesquisas significativas que quantifiquem o número de daltônicos no Brasil, estima-se que 10% dos homens e 1% das mulheres sejam portadores desse distúrbio. De acordo com a OMS – Organização Mundial da Saúde, o daltonismo atinge 350 milhões de pessoas no mundo, sendo 8 milhões no Brasil.

No Brasil, o que se verifica é que o país tem tentado caminhar cada vez mais no sentido de promover a inclusão social da pessoa portadora de discromatopsia congênita.

No plano jurídico nacional, a Constituição Federal de 1988 significou um marco ao prever como um dos fundamentos da República Federativa do Brasil a dignidade da pessoa humana. Ainda, elencou como um dos objetivos fundamentais a promoção do bem de todos, sem preconceitos de origem, raça, sexo, cor, idade e quaisquer outras formas de discriminação. Para robustecer ainda mais, a Carta Magna prevê como direito fundamental a igualdade de todos perante a lei sem distinção de qualquer natureza. Por fim, o Brasil, através do Decreto nº 3.956/2002, promulgou a Convenção Interamericana para a Eliminação de Todas as Formas de Discriminação contra Pessoas Portadoras de Deficiência, garantindo aos portadores de daltonismo todos os direitos ali estabelecidos.

Nesse sentido, e visando promover a inclusão social destes cidadãos, foi editada a Resolução nº 425/12 do Contran, que revogou a antiga normativa vigente, alterando requisito para a obtenção da Autorização para Conduzir Ciclomotor – ACC e da Carteira Nacional de Habilitação – CNH ou para a sua renovação, adição e mudança de categoria, passando a exigir dos candidatos, quando da realização do exame específico de avaliação oftalmológica consistente no teste de visão cromática, que sejam capazes do reconhecimento das luzes semafóricas em posição padronizada, tal como prevista no atual Código de Trânsito Brasileiro, afastando a necessidade de identificação de cores.

Portanto, vemos que o Direito não pode se distanciar das ciências, notadamente daquelas que envolvem a vida. As normas jurídicas têm que pautar suas premissas nos anseios da sociedade, precisa refletir a vontade dos grupos sociais. Assim, para normatizar os avanços da genética não basta escrever um rol de artigos regulamentadores. Faz-se necessário que a medida tenha maturidade e seja gerada no seio da sociedade para que atenda aos reclamos, resolva as angústias, supere as expectativas sem, entretanto, conflitar com o rumo filosófico, sociológico e humanístico das ciências.

Assim, esta pesquisa teve como objetivo, retratar os tipos de discromatopsia ou daltonismo, a sua origem, os fatores responsáveis por desencadear esta deficiência, os

constrangimentos que podem advir desta limitação a nível visual, bem como os dispositivos legais que contemplam a sua proteção.

MATERIAL E MÉTODOS

Quanto aos procedimentos técnicos é uma pesquisa por levantamento, porque envolve a realização de uma revisão bibliográfica conforme Minayo (1992) e Gil (1999; 2009), para demonstrar numericamente, risco de recorrência e até o planejamento reprodutivo, utilizando as informações de livros, artigos de revistas e trabalhos de pós-graduação.

A partir de contribuições teóricas são apresentados princípios e indicativos de como reconhecer o daltonismo.

Com base no conhecimento das classes genóticas e fenóticas, foram apresentadas tabelas que permitem prever a distribuição genotípica e fenotípica da progênie resultante de todos os cruzamentos possíveis na população e figuras ilustrativas, que indicam como é representada pela herança genética, a visão de um daltônico e de uma pessoa sem essa patologia.

Para estimarmos as frequências relativas fenóticas e genóticas, para genes recessivos localizados no cromossomo X, devemos verificar que a apresentação dos genótipos para esse tipo de herança é diferente nos homens e nas mulheres. Na população de homens esse alelo ocorre em hemizigose ($X^D Y$, $X^d Y$) enquanto que na população de mulheres ocorrem em homozigose ($X^D X^D$, $X^d X^d$) ou em heterozigose ($X^D X^d$). E assim, fazendo uso de casamentos ilustrativos, analisar as probabilidades de um casal gerar um descendente com característica para o daltonismo. Sabendo-se que o loco do gene para o daltonismo está no cromossomo X, e ausente no Y.

Procurou-se também, analisar, compreender e associar a forma como o portador desse distúrbio genético é tratado nas discussões de literatura com ênfase em livros e artigos científicos publicados na área de direito constitucional. Também foi realizada pesquisa na legislação brasileira correlata com o intuito de identificar a atual normativa, que legitima a prática inclusiva.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Sistema visual humano

A visão é o único sentido que através de estímulos visuais consegue impressionar e transmitir para o cérebro mensagens captadas de maneira rápida e que conseguem chamar atenção antes mesmo da interpretação da mensagem pelo indivíduo (CAMERON & ARAÚJO, 2011).

Na retina humana existem três tipos de células receptoras que são sensíveis a determinados comprimentos de onda, os cones contêm três tipos de pigmentos seletivos e assim apresentam sensibilidades diferentes. Os cones possuem 3 fotopigmentos fundamentais, o cianopigmento - cones S - (λ curto) - 426nm, o cloropigmento - cones M - (λ médio) - 530nm e o eritopigmento - cones L - (λ longo) - 557nm.

Cada um dos tipos de cones é sensível a uma determinada faixa de comprimentos de onda do espectro luminoso, picos situados a 419 nm (azul-violeta), 531 nm (verde) e 559 nm (verde-amarelo).

Pelo fato da maioria dos seres humanos possuírem os três tipos de cones, a visão humana normal é chamada de tricromática. E como relatou Harrison (2001) a explicação para a visão

em cores tem como fundamento a teoria tricromática, que descreve a existência de três classes de cones na retina, com pigmentos visuais de sensibilidade diferente: vermelho (560nm), verde (530nm) e azul (430nm).

Anomalia da Visão das Cores

Discromatopsia é um termo usado para designar qualquer tipo de alteração na visão de cores (URBANO, 1978). E a expressão "daltonismo" é popularmente usada como sinônimo de discromatopsia (MELO; GALON; FONTANELLA, 2014). Originou-se do nome do físico e químico inglês John Dalton (1766 – 1844), que em 1794 publicou um estudo revelando que tinha dificuldade para distinguir certas cores (UNONIUS; FARAH; SALLUM, 2003).

Portanto, o daltonismo ou discromatopsia não é uma forma de cegueira, mas uma deficiência na forma como a pessoa enxerga as cores. Assim, a maioria das pessoas com essa deficiência, consegue visualizar as cores, porém certas cores aparecem desbotadas e são facilmente confundidas com outras cores.

A percepção pela visão normal das cores é efetuada por três diferentes tipos de cones (TASMAN, 2000; ARAÚJO, 2002). Esses tipos de cones são células fotorreceptoras especiais da retina que absorvem diferentes luzes coloridas. Cada tipo de cone é sensível a um determinado comprimento de onda de luz, os que são ativados pelo comprimento de onda da luz vermelha, os ativados pela luz verde e os ativados pela luz azul (NEUMAIER, 2005).

Na retina humana, existem aproximadamente cinco milhões de cones e cada um contém um tipo específico de fotopsina: vermelha, verde ou azul. A fotopsina é a proteína responsável por converter o sinal luminoso em sinal elétrico, que é conduzido pelo nervo óptico até o córtex cerebral, onde a visão cromática é interpretada. Cada fotopsina é sensível à luz com um comprimento de onda distinto.

Qualquer alteração associada a diminuição do número de tipos de cones ou na constituição destas células, em seu sistema visual, poderá originar alterações na recepção das imagens através da retina e processar diferentemente a informação luminosa da cor.

A dificuldade de percepção de cores pode ocorrer pela falta de um ou mais tipos de cones ou pela menor produção de alguns pigmentos. Um gene autossômico controla a produção de cones azuis, e a produção de cones verdes e vermelhos é controlada por genes do cromossomo X (LINHARES; GEWANDSZNAJDER, 2010).

Em humanos, o mecanismo de visão de cores é fundamentalmente tricromática, pois as diferentes proporções de estimulação dos três tipos específicos de cones explicam todas as outras cores (ARAÚJO, 2002). Os bastonetes, cerca de 100 milhões, são sensíveis à luz e à sua mudança, mas não têm sensibilidade à cor. São responsáveis pela visão noturna, em condições de pouca luz e pela visão periférica, pois se concentram na periferia da retina (VESPUCCI, 2015).

Tipos de daltonismo existentes

Segundo Harrison (2001) o gene da opsina que identifica a cor azul, está localizado no cromossomo 7, enquanto que os genes das opsinas que identificam as cores verde e vermelho estão localizados no cromossomo X.

Em uma pessoa com a visão normal, os pigmentos verde, vermelho e azul são bem definidos. E Segundo Vespucci (2011) de acordo com a insensibilidade na identificação de um determinado grupo de cores, podem ser classificados três tipos principais de daltonismo: do vermelho (Protanopia); do verde, (Deuteranopia) e do azul (Tritanopia).

Tipo Protanopia

Este tipo de daltonismo é o mais comum de todos e é caracterizado, pela diminuição ou ausência total do pigmento vermelho. Segundo Costa (2011) na visão do daltônico, o que ele enxerga são tons de marrom, verde ou cinza, mas, varia de acordo com a quantidade de pigmentos que o objeto possui. Neste tipo, o verde tende a parecer semelhante ao vermelho

Tipo Deuteranopia

Este tipo de daltonismo é caracterizado pela pessoa não ser capaz de enxergar a cor verde. Da mesma forma como ocorre na Protanopia, os tons vistos geralmente mais aproximados da cor marrom. Segundo Costa (2011) na visão do daltônico, quando está observando uma árvore, ele a enxergará geralmente em apenas uma cor, com uma pequena diferença de tonalidade entre tronco e folhas.

Tipo Tritanopia

Este tipo de daltonismo é o mais raro, sendo caracterizado pela interferência na distinção e reconhecimento na visão das cores azul e amarelo. Segundo Costa (2011) nesse tipo de caso não ocorre perda da visão total do azul, enxergando, mas em tonalidades, que são diferentes. O amarelo como rosa claro, e a cor laranja não consegue enxergar.

Teste para identificar a presença de daltonismo

Existem testes para identificar a presença do daltonismo e determinar em que grau ele afeta a percepção das cores de uma pessoa. O mais conhecido método para detectar deficiências na percepção das cores vermelha e verde é o Teste de Ishihara, desenvolvido em 1917 pelo médico japonês Shinobu Ishihara.

Desta forma, os autores Araújo (2002); Vespucci (2011) citaram que este exame consiste na exibição de uma série de cartões coloridos, cada um com vários pequenos círculos de cores levemente diferentes daqueles localizados próximos a estes. Assim, alguns círculos estão agrupados com o objetivo de formarem um número que só poderá ser visto por pessoas com visão normal, ou seja, os daltônicos, que não distinguem muito bem certas cores, não conseguem ver este número. Os demais, por distinguirem as cores similares umas das outras conseguem enxergar o número escrito no centro do cartão.

Em condições normais, o ser humano enxerga as cores vermelha, verde e azul e suas demais combinações. Para o daltônico, essas cores são alteradas ou estão ausentes.

A Tabela 1, apresenta uma caracterização de como o teste de Ishihara funciona na prática. Para isso, são mostradas as figuras (A, B, C e D) com diferentes cores.

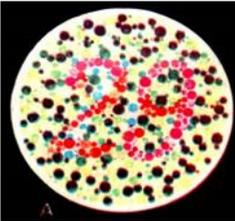
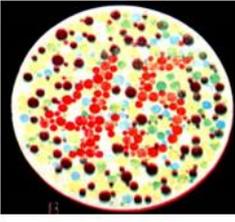
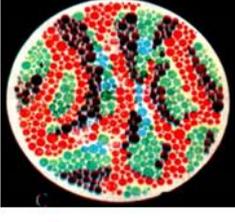
Na figura A, quem tem visão normal enxerga o número 29, já o daltônico relacionado a deficiência verde/vermelho enxergara o número 70 na imagem da mesma figura.

Na figura B, quem tem visão normal enxerga o número 45. Aqueles que possuem daltonismo não observarão nenhum número na imagem.

Na figura C, quem tem visão normal enxerga apenas figuras sem qualquer sentido. Quem é daltônico provavelmente enxergará o número 5 na imagem.

Na figura D, quem tem visão normal enxerga o número 26 na imagem. Aqueles que possuem daltonismo não observarão nenhum número.

Tabela 1. Comparativo de como as pessoas com a visão normal e com a visão daltônica distinguem os números (29, 45, nada e 26), respectivamente, entre as mesmas figuras (A, B, C e D).

Figuras	Pessoa com visão normal	Pessoa com visão daltônica
A. 	A. Número 29	A. Número 70
B. 	B. Número 45	B. Nada
C. 	C. Nada	C. Número 5
D. 	D. Número 26	D. Nada

Vários trabalhos demonstraram que o teste de Ishihara é o de mais fácil aplicação e o método mais eficiente e sensível na detecção da deficiência vermelho-verde (BIRCH, 1997; LINKSZ, 1971). Para o uso da Tabela de Ishihara, algumas condições devem ser observadas, como: usá-la na distância de 75 cm dos olhos, com luz natural Ishihara (1978), Malaspina et al. (1986); ou semelhante que oferecem luz natural de aproximadamente 350-400 lx a 1 m da fonte (BIRCH, 1997).

Também temos o teste de eletrorretinografia, que é um exame que avalia a função da retina por meio de mecanismos que captam a atividade elétrica que responde a estímulos luminosos (DALTONISMO, 2016).

Causas de alteração da sensibilidade cromática

As possíveis causas de distúrbios que comprometem a sensibilidade cromática podem ser divididas em duas grandes classes: causas congênitas e causas adquiridas, sendo de extrema importância entender e diferenciar estas duas condições para melhor conseguir proceder quanto ao acompanhamento e à eventual terapêutica.

Causas Congénitas

O primeiro estudo a ser feito sobre as alterações congênitas da visão de cores foi o do cientista inglês John Dalton, em 1798, baseando-se na sua própria dificuldade para ver as cores, pois era portador de Protanopia. Por isso a deficiência congênita para visão de cores é popularmente conhecida como daltonismo (BRUNI, 2006). E segundo o mesmo autor, os defeitos congênitos acontecem quando existe uma anomalia dos fotopigmentos dos cones, ou quando não estão todos os cones ativos.

Classificação das pessoas de acordo com as causas congénitas

No caso de o distúrbio ser hereditário ou genético, este é chamado de discromatopsia congênita (CREPALDI, 2003).

No defeito da percepção em cores congênito, os indivíduos possuem geralmente ambos os olhos acometidos e uma boa acuidade visual (exceto monocromatas). Não há piora, nem melhora na evolução da doença com o passar do tempo (WAHYS, ADAM NETTO, DARUGNA, 2002). A deficiência para o vermelho e verde é a mais comum, sendo herdada de forma recessiva ligada ao cromossomo X. É, portanto, mais frequente no sexo masculino, atingindo cerca de 8% dos homens caucasianos, 4 a 5% dos homens asiáticos e 1 a 4% dos africanos e homens nativos americanos. As mulheres caucasianas representam 0,5% dos casos de discromatopsia (JORDE 2000). O distúrbio para o azul é raro e é de herança autossômica dominante. A acromatopsia é de herança autossômica recessiva (DANTAS 1989; 2009).

Causas Adquiridas

Os defeitos adquiridos obtêm-se ao longo da vida, devido a algum fator e estes tendem em sofrer alterações no tipo e na severidade.

Segundo Pavan (2001); Swanson (2003). as causas adquiridas podem ser várias como alterações nos filtros pré-receptores (cristalino, pigmentos maculares, pupila), redução da densidade ótica dos fotopigmentos dos cones (vermelhos, verdes ou azuis), perda desequilibrada dos tipos de cones e alterações nos níveis de processamento pós-receptores.

Existe uma igualdade de incidência tanto no género feminino como no género masculino, e o defeito predominante é o tritan (MOTA, 2011).

As doenças oculares ou sistêmicas, medicamentos, drogas ou substâncias tóxicas podem ser a causa destes defeitos adquiridos.

O glaucoma, a retinopatia diabética, e a degenerescência macular relacionada com a idade, são as principais causas do defeito cromático adquirido. A retinopatia diabética causa defeito no eixo azul-amarelo, a catarata causa um defeito do tipo Tritan e a degenerescência macular relacionada com a idade leva a um defeito mais severo na população idosa (PAVAN, 2001).

Segundo os autores Jefferson & Harvey (2006) é possível também que danos sofridos na retina ou no nervo óptico causem a discromatopsia.

Além disso, a exposição a alguns produtos químicos como certos fertilizantes e o sulfureto de carbono podem danificar os cones da visão; e contribuir para o problema.

Bruni (2006) relatou três tipos de causas adquiridas: tipo I, defeito vermelho- ocorrendo em processos distróficos da mácula envolvendo perda de função dos cones; tipo II, defeito vermelho verde- acompanhado por uma perda menos pronunciada da sensibilidade azul-verde e ocorrem em doenças que afetam a transmissão de sinais do nervo óptico; tipo III, defeito azul-amarelo, às vezes acompanhado por uma deficiência vermelho-verde menos pronunciada.

Cromossomo X

O cromossomo X possui característica única no genoma humano. De acordo com Griffiths et al. (2015) os indivíduos do sexo feminino apresentam em homozigose em relação a herança dos cromossomos X, já os indivíduos do sexo masculino em hemizigose, com apenas uma cópia do cromossomo X herdado.

Os genes da porção heteróloga do cromossomo X não encontram correspondência com os genes da porção heteróloga do cromossomo Y. Logo, não há genes alelos nessas regiões, quando um cromossomo X se emparelha com um cromossomo Y, proporcionando uma manifestação diferenciada nos sexos (ARAÚJO, 2002; VESPUCCI, 2011; AMABIS & MARTHO, 2013). Esse tipo de composição genética do conjunto de genes referentes ao padrão de transmissão genética do daltonismo explica porque razão a doença é mais rara nas mulheres e relativamente mais frequente nos homens.

Interpretação genotípica e fenotípica para o daltonismo nos gêneros

Por se tratar de uma anormalidade relacionada ao sexo, existe distinta interpretação genotípica para os gêneros masculino e feminino.

Durante a fecundação cada indivíduo receberá um cromossoma do pai e outro da mãe para formar os seus pares de cromossomas. Assim, indivíduos do sexo feminino herdam um cromossoma X do pai e outro cromossoma X da mãe. No caso dos indivíduos do sexo masculino, eles herdam o cromossoma X da mãe e um cromossoma Y do pai. Então, para um homem daltônico apresentar um gene com a patologia só tem de aparecer no seu cromossomo X. No caso da mulher daltônica devem estar presentes em ambos os seus cromossomas X. Se uma mulher tem apenas defeito num gene ela é conhecida como uma "transportadora", todavia não vai ser daltônica. Portanto, como sabemos que o D sobrescrito X^D representa o alelo dominante sendo considerado o gene que determina a característica visão normal e o d sobrescrito X^d que representa o alelo recessivo a visão daltônica, é possível conhecer os genótipos e os fenótipos que as pessoas podem apresentar.

A Tabela 2, evidencia as combinações dos genes ocorridas durante a fecundação. Sendo possível a observação de três variações genotípicas no sexo feminino e duas no sexo masculino.

Durante a fecundação cada indivíduo receberá um cromossoma do pai e outro da mãe para formar os seus pares de cromossomas. Assim, indivíduos do sexo feminino herdam um cromossoma X do pai e outro cromossoma X da mãe, podendo ser homozigoto ($X^D X^D$) visão normal ou ($X^d X^d$) visão daltônica, o que é muito raro. Contudo estes indivíduos do sexo feminino podem ser heterozigotos ($X^D X^d$) neste caso possuem visão normal, mas são portadores e podem transmiti-la aos filhos.

No caso dos indivíduos do sexo masculino, se eles herdarem o cromossoma X^d da mãe serão sempre daltônicos uma vez que são hemizigoto ($X^d Y$), possuem um só cromossoma X.

Se for daltônico poderá transmitir o seu cromossoma X^d às filhas que serão daltônicas ou portadoras conforme herdarem da mãe um cromossoma com o gene daltônico ou normal. Aos filhos do sexo masculino nunca transmitirão o gene para o daltonismo uma vez que só passam o cromossoma Y.

Tabela 2. Classes fenotípicas e genotípicas ilustrativas de pessoas de sexos masculino e feminino relacionados a visão normal e daltonismo. XY = cromossomos para o sexo masculino; XX = cromossomos para o sexo feminino; (X^d) existência do gene para o daltonismo e (X^D) ausência do gene para daltonismo.

Sexo	Genótipo	Fenótipo
Masculino	$X^D Y$	Normal
Masculino	$X^d Y$	Daltônico
Feminino	$X^D X^D$	Normal
Feminino	$X^D X^d$	Normal portadora
Feminino	$X^d X^d$	Daltônica

Na Tabela 3, está representado ilustrações com várias combinações de cruzamento aleatórios entre maridos e mulheres, que evidencia exemplos da transmissão do Daltonismo de pais para filhos. Assim, podemos demonstrar que a hereditariedade da patologia para o Daltonismo pode funcionar da seguinte maneira:

No primeiro cruzamento (Tabela 3), onde o marido possui visão normal com genótipo ($X^D Y$) e a mulher visão normal ($X^D X^D$), não existe chance de nascer descendente daltônico ou portador, pois ambos, marido e mulher são normais sendo a mulher homozigota.

No segundo cruzamento onde o marido possui visão normal com genótipo ($X^D Y$) e a mulher visão normal ($X^D X^d$), existe 50,0% de chance de nascer descendente do sexo masculino daltônico, pois a mãe é heterozigota e o gene do daltonismo é encontrado no cromossomo X. O cromossomo X, em descendentes do sexo masculino, é herdado da mãe, sendo assim, se a mãe é normal heterozigota, há 50,0% de riscos de transmitir a doença, sendo que há a probabilidade de 50% de descendentes do sexo feminino serem portadoras do gene.

No terceiro cruzamento onde o marido possui visão normal com genótipo ($X^D Y$) e a mulher daltônica ($X^d X^d$), existe 100,0% de chance de os descendentes do sexo masculino nascerem daltônicos, pois a mãe é daltônica homozigota e o gene do daltonismo é encontrado no cromossomo X. O cromossomo X, em filhos homens, é herdado da mãe, sendo assim, se a mãe é daltônica, todos os descendentes do sexo masculino serão daltônicos e todas as descendentes do sexo feminino serão portadoras.

No quarto cruzamento onde o marido possui visão daltônica com genótipo ($X^d Y$) e a mulher visão normal ($X^D X^D$), não existe chance de os descendentes de sexo masculino nascerem daltônicos, pois a mãe é normal homozigota e o gene do daltonismo é encontrado no cromossomo X. O cromossomo X, em filhos homens, é herdado da mãe, sendo assim, se a mãe é normal, não há riscos de transmitir a doença. Neste caso, mesmo o pai sendo daltônico, os seus descendentes de sexo masculino nunca serão daltônicos, pois, herdarão do pai apenas o cromossomo Y, que não possui o gene que determina a doença, porém, 100,0% dos descendentes do sexo feminino serão portadoras do gene (X^d) determinante do daltonismo.

No quinto cruzamento onde o marido possui visão daltônica com genótipo ($X^d Y$) e a mulher visão normal ($X^D X^d$), existe 50,0% de chance de os descendentes de sexo masculino e feminino nascerem daltônicos, pois a mulher é normal heterozigota e o gene do daltonismo é encontrado em um dos cromossomos X. O cromossomo X, em filhos homens, é herdado da mãe, sendo assim, se a mãe é normal heterozigota, há riscos de transmitir a doença. E o pai

sendo daltônico, ele transmitirá a doença para os descendentes de sexo feminino, e assim existe a chance de 50,0% de descendentes mulheres nascerem com daltonismo.

No sexto cruzamento onde o marido possui visão daltônica com genótipo (X^dY) e a mulher também visão daltônica (X^dX^d), todos os descendentes, ou seja, 100,0% do sexo masculino e 100,0% de sexo feminino serão evidentemente daltônicos.

Portanto, para a distribuição cromossômica nos exemplos de combinações de cruzamentos marido x mulher, constatamos que existem quatro possibilidades de cruzamentos para nascimento de indivíduos do sexo masculino que apresentam a patologia para Daltonismo, enquanto que, para o sexo feminino, existem duas possibilidades, confirmando que a maior incidência da patologia por causa genética ocorre no sexo masculino.

De acordo com Linhares & Gewandszajder (2010); Amabis & Martho (2013); Griffiths et al. (2015) mulheres filhas de pai não daltônico sempre terão visão normal, pois recebem um alelo normal do pai. Se uma mulher transmitir o cromossomo X com o alelo mutante (X^d) para um filho, ele certamente será daltônico, uma vez que recebeu do pai um cromossomo Y. Assim, cerca de 50% dos filhos homens de uma mulher heterozigótica quanto ao daltonismo herdarão o cromossomo portador do alelo alterado e serão daltônicos. Homens daltônicos, por outro lado, só transmitem para as filhas seu cromossomo X portador do alelo alterado.

Tabela 3. Exemplos de transmissão ligados ao cromossomo X das diferentes combinações de casais, quando se levam em conta os alelos D e d de pais para filhos. XY = cromossomos para o sexo masculino; XX = cromossomos para o sexo feminino; (X^d) existência do gene para o daltonismo e (X^D) ausência do gene para daltonismo.

Combinações		Frequências genótípicas esperada na descendência				
		Sexo masculino (%)		Sexo feminino (%)		
Cruzamentos	Marido x Mulher	X^DY	X^dY	X^DX^D	X^DX^d	X^dX^d
1º	X^DY x X^DX^D	100,0	0,0	100,0	0,0	0,0
2º	X^DY x X^DX^d	50,0	50,0	50,0	50,0	0,0
3º	X^DY x X^dX^d	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0
4º	X^dY x X^DX^D	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0
5º	X^dY x X^DX^d	50,0	50,0	0,0	50,0	50,0
6º	X^dY x X^dX^d	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0

Questões sociais associadas às pessoas portadoras de discromatopsia

Dependendo do grau, o daltonismo pode limitar ou impedir o exercício das atividades cotidianas de uma pessoa, condição que pode defini-la como pessoa com deficiência, segundo o Decreto n° 3.956, de 08 de outubro de 2001, que promulgou a Convenção Interamericana para a Eliminação de Todas as Formas de Discriminação contra as Pessoas Portadoras de Deficiência. Segundo referida Convenção, entende-se por "deficiência" qualquer "restrição física, mental ou sensorial, de natureza permanente ou transitória, que limita a capacidade de exercer uma ou mais atividades essenciais da vida diária, causada ou agravada pelo ambiente econômico e social" (Artigo I, item 1).

O daltonismo, por ser uma deficiência visual sensorial, enquadra-se na seção de distúrbios visuais, sendo enquadrado no CID H53: "CID 10 - H53 Distúrbios visuais; [...] CID 10 - H53. 5 Deficiências da visão cromática" (CID 10, 2016).

Assim, o daltônico em algumas ocasiões¹ é subestimado em sua deficiência:

Por não ser uma deficiência percebida, não é possível para a maioria das pessoas entenderem o quanto a dificuldade de enxergar corretamente uma cor pode atrapalhar. Nos bancos escolares, poucos professores tratam o daltônico como tratariam outra pessoa que tivesse uma deficiência percebível. No trabalho, mesmo tendo conhecimento, os colegas dificilmente se lembram que trabalham ao lado de um daltônico e que certas tarefas deveriam ser adaptadas. No trânsito, os sinais não são acessíveis ao daltônico, conforme manda a legislação. O daltonismo é um problema de acessibilidade como tantos outros que temos facilidade em identificar.

Ser portador de uma patologia como a do daltonismo não é propriamente uma vantagem. É considerada uma doença limitadora, tendo em vista que pode gerar algumas limitações e situações que podem levar o indivíduo a um isolamento no âmbito social. Além do mais, em um mundo em constante evolução, utilizando códigos de cores, por serem mais práticos, seja em mapas, seja nos livros didáticos, ônibus, metrô, ou seja, para as pessoas que possuam daltonismo em um grau que lhe prejudique, acabam sendo praticamente excluídos dessa comunicação (MAIA et al., 2013).

O indivíduo dependendo do grau do daltonismo, pode torna-se incapaz de trabalhar em serviços comuns que exijam principalmente a identificação das cores para a execução do próprio labor, tais como: trabalhar como design gráfico, assistente de moda, ser fotógrafo, ser vendedor de veículos, trabalhar com roupas e tecidos, ser pintor, eletricista, arquiteto, decorador de ambiente, trabalhar em marketing publicitário, ser técnico de manutenção de computadores e máquinas, piloto de avião, controlador de voo, entre outros que necessitam da percepção das cores para melhor atuar (DALTONISMO, 2016). Torna-se notório e inquestionável que o daltônico tem o seu direito de livre escolha de trabalho reduzido em comparação aos outros indivíduos considerados normais.

As pessoas portadoras de discromatopsia por vezes também são impedidas de obter ou renovar a CNH - Carteira Nacional de Habilitação. Isso ocorre porque alguns órgãos ainda estabelecem empecilhos ao exercício deste direito, exigindo requisitos em nítida afronta a princípios constitucionais e à própria lei, modificada com o claro propósito de promover a inclusão social e garantir a igualdade de direitos aos daltônicos.

Legislação brasileira de trânsito

Apenas a título de informação, a anterior legislação de trânsito, por meio da Resolução nº 80/98 do Conselho Nacional de Trânsito, exigia para a obtenção ou renovação da carteira de motorista uma série de exames, dentre os quais incluía-se (e ainda inclui) a avaliação oftalmológica. Uma das exigências desta antiga normativa, todavia, era a de que o candidato deveria “*ser capaz de identificar as cores vermelha, amarela e verde*”. Ou seja, na avaliação oftalmológica da referida resolução era exigida **visão cromática** (item 3.3.4), que implicava na capacidade do candidato de “*identificar as cores vermelha, amarela e verde*” (item 3.8.1).

Em 2008, a Resolução nº 80/98 foi revogada pela Resolução nº 267, que manteve, no Anexo II, os requisitos da avaliação oftalmológica, especificamente no teste de visão cromática, exigindo a capacidade de “*identificar as cores verde, amarela e vermelha*” (item 3.1).

Sob a égide dessa legislação, os candidatos portadores de discromatopsia, ou daltonismo, quando submetidos a exame oftalmológico, e aplicados os critérios dispostos nas Resoluções anteriores do CONTRAN, eram considerados inaptos para reconhecer as cores básicas.

¹ <http://www.daltonicos.com.br/daltonico/> Acesso em 22/11/2021.

Finalmente, foi emitida a Resolução CONTRAN nº 425 de 27/11/2012, que assim estabeleceu:

Art. 1º. O exame de aptidão física e mental, a avaliação psicológica e o credenciamento das entidades públicas e privadas para realização destes, de que tratam o art. 147, I e §§ 1º a 4º e o art. 148 do Código de Trânsito Brasileiro, bem como os respectivos procedimentos, obedecerão ao disposto nesta Resolução.

Art. 2º. Caberá ao Departamento Nacional de Trânsito - DENATRAN, criar e disciplinar o uso do formulário Registro Nacional de Condutores Habilitados - RENACH, destinado à coleta de dados dos candidatos à obtenção da Autorização para Conduzir Ciclomotor - ACC, da Carteira Nacional de Habilitação - CNH, renovação, adição e mudança de categoria, bem como determinar aos órgãos ou entidades executivos de trânsito dos Estados e do Distrito Federal, no âmbito de suas circunscrições, a sua utilização.

§ 1º O preenchimento dos formulários com o resultado do exame de aptidão física e mental e da avaliação psicológica é de responsabilidade das entidades credenciadas pelos órgãos ou entidades executivos de trânsito dos Estados e do Distrito Federal.

§ 2º As informações prestadas pelo candidato são de sua responsabilidade.

Art. 3º. Para fins desta Resolução considera-se candidato a pessoa que se submete ao exame de aptidão física e mental e/ou à avaliação psicológica para a obtenção da ACC, da CNH, renovação, adição ou mudança de categoria.

Parágrafo único. Ficam dispensados da realização dos exames previstos no caput deste artigo, os candidatos que se enquadrem no § 5º do Artigo 148 do CTB.

CAPÍTULO I

DO EXAME DE APTIDÃO FÍSICA E MENTAL E DA AVALIAÇÃO PSICOLÓGICA

Art. 4º No exame de aptidão física e mental são exigidos os seguintes procedimentos médicos:

III - exames específicos:

avaliação oftalmológica (Anexo II);

Anexo II

AVALIAÇÃO OFTALMOLÓGICA

3. Teste de visão cromática:

*3.1. Candidatos à direção de veículos devem ser **capazes do reconhecimento das luzes semafóricas em posição padronizada, prevista no CTB** (grifo nosso).*

Portanto, atualmente, a legislação brasileira de trânsito estabelece como requisito para a obtenção da Autorização para Conduzir Ciclomotor – ACC e da Carteira Nacional de

Habilitação – CNH ou para a sua renovação, adição e mudança de categoria, um exame específico de avaliação oftalmológica consistente no teste de visão cromática, onde os candidatos à direção de veículos devem ser capazes do reconhecimento das luzes semafóricas em posição padronizada, tal como prevista no atual Código de Trânsito Brasileiro.

Como se vê, não há mais, no regulamento vigente, referência à necessidade de identificação de cores.

A Resolução nº 425/12 visou promover a inclusão social, garantindo o direito de ir e vir aos daltônicos.

Imperioso destacar também que a Lei da Acessibilidade (Lei nº 10.098 de 19 de dezembro de 2000), que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, dispõe em seus artigos 3º e 17, respectivamente, que:

CAPÍTULO II

DOS ELEMENTOS DA URBANIZAÇÃO

Art. 3o O planejamento e a urbanização das vias públicas, dos parques e dos demais espaços de uso público deverão ser concebidos e executados de forma a torná-los acessíveis para todas as pessoas, inclusive para aquelas com deficiência ou com mobilidade reduzida. (Redação dada pela Lei nº 13.146, de 2015) (em vigor)

CAPÍTULO VII

DA ACESSIBILIDADE NOS SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO E SINALIZAÇÃO

Art. 17. O Poder Público promoverá a eliminação de barreiras na comunicação e estabelecerá mecanismos e alternativas técnicas que tornem acessíveis os sistemas de comunicação e sinalização às pessoas portadoras de deficiência sensorial e com dificuldade de comunicação, para garantir-lhes o direito de acesso à informação, à comunicação, ao trabalho, à educação, ao transporte, à cultura, ao esporte e ao lazer.

E, a par da legislação infraconstitucional, temos o respaldo da Constituição da República Federativa do Brasil, que estabeleceu uma série de direitos e garantias a todos os indivíduos. Dentre estes, destaca-se o dever do Estado de desenvolver os meios necessários para a consequente acessibilidade das pessoas portadoras de deficiências.

O artigo 227, §2º, da Constituição Federal dispõe que, “A lei disporá sobre normas de construção dos logradouros e dos edifícios de uso público e de fabricação de veículos de transporte coletivo, a fim de garantir acesso adequado às pessoas portadoras de deficiência”. No mesmo sentido, em seu artigo 244, a Carta Magna ratifica o artigo anterior, afirmando que: “A lei disporá sobre a adaptação dos logradouros, dos edifícios de uso público e dos veículos de transporte coletivo atualmente existentes a fim de garantir acesso adequado às pessoas portadoras de deficiência, conforme o disposto no art. 227, § 2º”.

Houve, portanto, uma tentativa de uniformização da lei, visando garantir a acessibilidade de todos os cidadãos com alguma deficiência na visão de cores (portadores de discromatopsia ou daltônicos).

Da necessidade da padronização das luzes semafóricas para a garantia do direito de ir e vir da pessoa portadora de discromatopsia ou daltônica

Como já aduzido anteriormente, o Daltonismo é uma condição, um distúrbio, uma insuficiência da retina e, embora de menor complexidade, é considerado uma deficiência, no sentido de que seus portadores sofrem restrições, dentre elas para o exercício de determinadas profissões e para a direção de veículos automotores.

Cumpra observar que há diferentes espécies de discromatopsias. São elas: as Monocromacias que resultam da ausência de um tipo específico de cones; as Dicromacias em que há ausência de cones "verdes" ou de comprimento de onda intermédia, acarretando na impossibilidade de discriminar cores no segmento verde-amarelo-vermelho do espectro e Tricromacias Anômalas que resultam de uma mutação no pigmento dos fotorreceptores dos cones retinianos. Essas espécies ainda se dividem em subespécies.

A espécie que pode confundir o verde, vermelho e o amarelo é a dicromacia. As outras não fazem esta confusão, podem até confundir estas cores com outras, mas não entre as três. Na Tritanopia, uma subespécie de Dicromacia, não há confusão do amarelo com o verde e o vermelho.

Daí a importância da padronização das luzes semafóricas para a inclusão social e garantia do direito de ir e vir da pessoa portadora de discromatopsia ou daltônica.

Importante referir que o grande óbice para o pleno exercício deste direito pelo cidadão daltônico consiste na inobservância pelo Poder Público ou mesmo por particulares da padronização das luzes semafóricas e do regramento legal, respectivamente.

Assim é que a Resolução do CONTRAN nº 425/12 foi editada com o fito de promover a inclusão social e garantir o direito de ir e vir aos daltônicos.

Com efeito, o daltonismo não impede a verificação dos semáforos porque estes têm (ou deveriam ter) posição de cores pré-estabelecidas, que é de conhecimento público e notório, independentemente do discernimento dos entretens. Nesse sentido, mesmo sendo a pessoa portadora de discromatopsia, pode ela ter plenas condições de distinguir os sinais de trânsito em razão da sequência de luzes convencionalizada no semáforo.

Por isso, com a edição da resolução em comento passou a ser utilizada na avaliação oftalmológica dos condutores de veículos automotores uma imitação de semáforo nas cores e posições estabelecidas como padrão, que deve ser adotado em todo o país. Dessa maneira, os portadores de deficiência na visão de cores são capazes de realizar o teste associando a posição da luz à cor.

Visando, portanto, garantir a acessibilidade das pessoas com deficiência na visão das cores, a lei determinou a padronização dos semáforos das cidades brasileiras, colocando-os em posição vertical ou horizontal. Na vertical o padrão é a luz vermelha em cima, amarela no meio e verde embaixo (Figura 1). Na horizontal temos da esquerda para a direita a luz vermelha, depois a amarela e depois a verde.

Por isso, passou a ser utilizada na avaliação da visão de cores de quem vai tirar ou renovar a CNH (Carteira Nacional de Habilitação) uma imitação de semáforo com luzes nas cores e posições adotadas no país (Figura 1).



Figura 1. Posição das luzes do semáforo: vermelho, amarelo e verde de cima para baixo ou da esquerda para a direita.

Desse modo, entendemos que a garantia de acessibilidade é de grande relevância e, em qualquer nível, deve ser contemplada pelas várias esferas da sociedade, devendo-se empregar esforços para promover a inclusão de pessoas que por alguma limitação, congênita ou adquirida, lhes é vedado ou restringido o direito de ir e vir, consideradas todas as modalidades de tarefas.

Apesar da sociedade, em geral, ter rotulado, por muitos anos, a deficiência em tela como doença, segundo a Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF), que elenca e dá uma linguagem padronizada e única ligada à saúde, as deficiências podem ser uma expressão de saúde, mas não indicam, necessariamente, a presença de uma doença ou que o indivíduo seja considerado doente. A importância desta ponderação reside no fato de que essa diferenciação permite que ele tenha participação, interação real com o cotidiano, mesmo que possua limitação para a realização de alguma atividade.

CONCLUSÃO

Neste estudo foi verificado que a Discromatopsia ou Daltonismo representa uma anomalia hereditária recessiva ligada ao cromossomo sexual X, caracterizando a incapacidade na distinção de algumas cores primárias, associada a 8% das pessoas de sexo masculino e 0,5% das de sexo feminino do planeta. Quando não tem relação com a genética, pode ser consequência de doenças ou problemas de retina, danos físicos nos olhos, tumores cerebrais e até lesões neurológicas.

Verificou-se também que essa inabilidade na identificação de informações visuais relacionada a determinadas cores consiste sim numa limitação para a pessoa portadora de Discromatopsia ou Daltonismo, que pode interferir na execução de alguns trabalhos, mas essa condição não a torna incapaz ou inapta para o exercício de seus direitos. É necessário analisar caso a caso, com todas as suas particularidades, buscando sempre assegurar o direito de igualdade de todos. Em que pese se tratar de uma deficiência, somente os casos mais graves de daltonismo devem ser tratados de forma diferenciada, visando-se, entretanto, a promoção de políticas públicas de inclusão.

Nesta senda, conclui-se que, muito embora essa parcela da população ainda enfrente dificuldades no exercício de seus direitos, a legislação infraconstitucional brasileira tem procurado se adequar aos princípios constitucionais e tratados internacionais de direitos humanos, aliando-se concomitantemente à ciência, com constantes alterações a fim de promover a acessibilidade e a inclusão social das pessoas portadoras de daltonismo, garantindo-lhes a igualdade de direitos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. *Biologia em Contexto*. 1. Ed. São Paulo: Moderna, 2013.
- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. *Fundamentos da Biologia Moderna*. Editora Moderna/4ª Edição. ISBN: 9788516052690. 2019.
- ARAÚJO, K. S. Qualificação no desenvolvimento e controle de qualidade visual das cores. *Cerâmica Industrial*. v. 7, n. 4. julho/agosto, 2002.
- BORN, Rogério Carlos. O direito assegurado dos daltônicos à obtenção da carteira de habilitação. *Jus Navigandi*, Teresina, ano 7, n. 55, 1 mar. 2002.
- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil, de 5 de outubro de 1988.
- BRASIL. Resolução do CONTRAN n. 734 de 20 de outubro de 1989.
- BRASIL. Decreto 1205/94 | Decreto no 1.205, de 1º de agosto de 1994. <https://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/112895/decreto-1205-94>.
- BRASIL. Lei 8926/94 | Lei nº 8.926, de 9 de agosto de 1994. <https://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/127457/lei-8926-94>.
- BRASIL. Código Trânsito Brasileiro. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997.
- BRASIL. Resolução do CONTRAN n. 51 de 21 de maio de 1998.
- BRASIL. Lei n. 10.098, de 19 de dezembro de 2000.
- BIRCH, J. Efficiency of the Ishihara test for identifying red-green colour deficiency. *Ophthalmic Physiol Opt*, v. 17, n. 1, p. 403-408, 1997.
- BORN, Rogério Carlos. O direito assegurado dos daltônicos à obtenção da carteira de habilitação. **Revista Jus Navigandi**, ISSN 1518-4862, Teresina, ano 7, n. 55, 1 mar. 2002.
- BRUNI, L. F.; CRUZ, A. A. V. Sentido cromático: tipos de defeitos e testes de avaliação clínica. *Arq. Bras. Oftalmol.*, São Paulo, v. 69, n. 5, p. 766-775, 2006.
- COLE, B. L. Assessment of inherited colour vision defects in clinical practice. *Clin Exp Optom*, v. 90, n. 3, p. 157-175, 2007.
- CAMERON, L. E.; ARAUJO, S. T. C. Visão como instrumento da percepção na assistência em enfermagem traumato-ortopédica. *Rev. Esc. Enferm. USP*. v. 45, n. 1, p. 95-9, 2011.
- COSTA, G. L. S. C. Daltonismo e suas conseqüências. *Rev. Oftalmologia*. Goiás. Agosto. 2011.

- CREPALDI, T. O. M. Desempenho de Acromatas no Preenchimento Perceptual. 2003. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, 2003.
- CZERWONKA, M. Código de trânsito brasileiro inclui daltônicos. Portal do trânsito, setembro, 2014.
- DANTAS, A. M. Doenças da retina. Rio de Janeiro: Editora Cultura Médica Ltda, 1989:55-63.
- DANTAS, A. M.; MONTEIRO, M. L. R. Neuro Oftalmologia. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009.
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. Dicionário Aurélio Básico da Língua Portuguesa. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1988.
- GIL, A. C. Método e técnicas de Pesquisa social. 5 ed. São Paulo: Editora Atlas, 1999.
- GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2009.
- GRIFFITHS, A. J. F. et al. **Introdução à Genética**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.
- HARRISON, T. R. Medicina interna. 15a ed. Rio de Janeiro: Mac Graw Hill, 2001:179.
- ISHIHARA, S. The series of plates designed as a test for colour-deficiency. 24 plates ed. Tokyo: Kanehara; 1978.
- JORDE, L. B. Genética médica. 2a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000:93-5.
- LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F. Biologia Hoje. 1. Ed. São Paulo: Ática, 2010.
- LINKSZ, A. Color vision tests in clinical practice. Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol 1971; 75: 1078-90.
- MAIA, A. F.; SPINILLOB, C.G. Como os daltônicos percebem as representações gráficas de mapas: um estudo de caso dos códigos de cores utilizados nos diagramas e estação- tubo do transporte público de Curitiba. Maio 2013.
- MALASPINA, P.; CIMINELLI, B. M.; PELOSI, E.; SANTOLAMAZZA, P.; MODIANO, G.; SANTILLO, C. Colour blindness distribution in the male population of Rome. Hum Hered 1986;36:263-5.
- MELO, D. G; GALON, J. E. V; FONTANELLA, B. J. B. Os "daltônicos" e suas dificuldades: condição negligenciada no Brasil? Revista de Saúde Coletiva. Rio de Janeiro. v. 24, n. 4. Outubro/novembro 2014.
- MINAYO, M. C. S. *Interdisciplinariedade: Uma questão que atravessa o saber, o poder e o mundo vivido*. Ribeirão Preto: Vozes, V.24, p.70-77, 1992.

MOTA, C. Visão das Cores e Sistemas de análise do teste Farnsworth Munsell 100-Hue. Covilhã; (2011).

NEUMAIER, R. Prevalência de Discromatopsia em Estudantes de Medicina da Universidade Federal de Santa Catarina. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. (2005)

PAVAN, D. Manual de Oftalmologia: Diagnóstico e Tratamento. 4ª Edição. Rio de Janeiro. (2001).

SWANSON, W. H.; COHEN, J. M. Color vision. *Ophthalm Clin North Am.* 2003;16 (2):179-203.

TASMAN, W.; JAEGER, E. A. Duane's ophthalmology. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000:1-13

THOMPSON, J. S.; THOMPSON, M. W. Genética médica. 5a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1993.

URBANO, L. C. V. Discromatopsia: métodos de exame. *Arq. Bras. Oftalmol.* 1978; 41(5):236-52.

UNONIUS, N; FARAH, M.E; SALLUM, J. Classificação diagnóstica dos portadores de doenças degenerativas de retina, integrantes dos grupos Retina São Paulo e Retina Vale do Paraíba. *Arq. Bras. Oftalmol.* v. 66. 2003.

VESPUCCI, K. M. Daltônicos ao volante. Conheça melhor certos motoristas que enxergam de um jeito muito especial e ideias para melhorar a relação deles com a sinalização de trânsito. 2011.

WAHYS, L. F.; ADAM NETTO, A.; DARUGNA, M. Prevalência de discromatopsia em motoristas de transporte coletivo da grande Florianópolis. *Rev. Bras. Oftalm.* 2002; 61(2):115-9.