



Acessibilidade e Tecnologias Assistivas: Novas Perspectivas para a Inclusão Social a partir da Digital

Josival dos Santos Silva¹, Marcelo Mendonça Teixeira¹, Cristiane Domingos de Aquino¹

¹Programa de Pós-Graduação em Informática Aplicada da Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dois Irmãos, R. Manoel de Medeiros, s/n, CEP: 52171-900, Recife, PE – Brasil

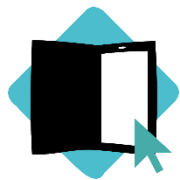
josivalssilva@hotmail.com, marcelo.ufrpe.br@gmail.com,
cris.aquino.info@gmail.com,

Resumo: *Se faz notório a necessidade de mudanças na sinalização de trânsito no Brasil, mas especificamente, no que tange a informação visual dos semáforos pelo uso exclusivamente de cores, ditando um modelo contrário a tudo que se refere a acessibilidade, bem como, a urgente necessidade dos portadores de discromatopsia de fazer uso de um aplicativo mobile que o auxiliem na interpretação das informações visuais usadas nos dias atuais. É nesse sentido que o estudo se orienta, ao descrever e propor uma solução em mobilidade para o benefício de portadores de deficiências visuais, como o Daltonismo. O trabalho foi desenvolvido de Janeiro a Novembro de 2017 com base numa revisão de literatura e proposição de um aplicativo mobile orientado pela metodologia de desenvolvimento de um protótipo.*

Palavras-chaves: *Daltonismo, Acessibilidade, Trânsito, Mobilidade, Tecnologia.*

Abstract: *Becomes evident the need for changes in traffic signals in Brazil, but specifically with respect to visual information through the use of semaphores only color, dictating a model contrary to everything that refers to accessibility as well as the urgent need of discromatopsia carriers to make use of a mobile app that assist in the interpretation of visual information used nowadays. It is in this sense that the study guides, to describe and propose a solution for mobility for the benefit of individuals with disabilities visiaus like Blindness. The study was conducted from January to November 2017 based on a literature review and proposal of a mobile application-driven methodology for development of a prototype.*

Keywords: *Daltonism, Accessibility, Traffic, Mobility, Technology.*



1. Introdução

A deficiência da informação visual semafórica para condutores portadores de discromatopsia no trânsito brasileiro se dá a partir de um assunto indispensável e que frequentemente tem sido discutido desde a década de 80, e com mais assiduidade nos dias atuais: a acessibilidade. Tal temática se reveste de grande relevância, tendo em vista a necessidade de inclusão social e diminuição das dificuldades encontradas por aqueles que vivem esta realidade, apesar da diminuta literatura a respeito. Observa-se em Teixeira (2012) que no Brasil há um histórico negro de exclusão social, econômica, tecnológica e, entre outras, informacional, vocacionada aos portadores de discromatopsia, mais conhecidos como "Daltônicos".

Daltonismo, nome conhecido da discromatopsia, é uma deficiência na visão que dificulta a percepção das cores. Foi descrito pela primeira vez em 1794 pelo químico-físico inglês John Dalton, também portador do distúrbio. A anomalia se dá na retina e é congênita, hereditária e incurável. Há casos com efeito temporário, decorrentes do uso de remédios ou até por meio de acidente que atiga a visão. A grande diferença entre o número de homens afetados comparando com o de mulheres se explica pelo fato de o daltonismo ser provocado por gene recessivo ligado ao cromossomo X. Para que uma mulher seja daltônica, seus dois cromossomos X devem estar afetados e, para isso, o pai teria de ser daltônico e a mãe, portar pelo menos um X anômalo. Para um homem nascer daltônico, é suficiente que seu único cromossomo X esteja afetado, bastando para isso que a mãe seja portadora do gene, mesmo sem ser daltônica – de fato, a mulher pode não ser daltônica e portar um gene anômalo; na Austrália, por exemplo, quase 15% das mulheres carregam ao menos um gene portador do daltonismo, sendo muito menor o número de daltônicas, explica Katia Vespucci (2007).

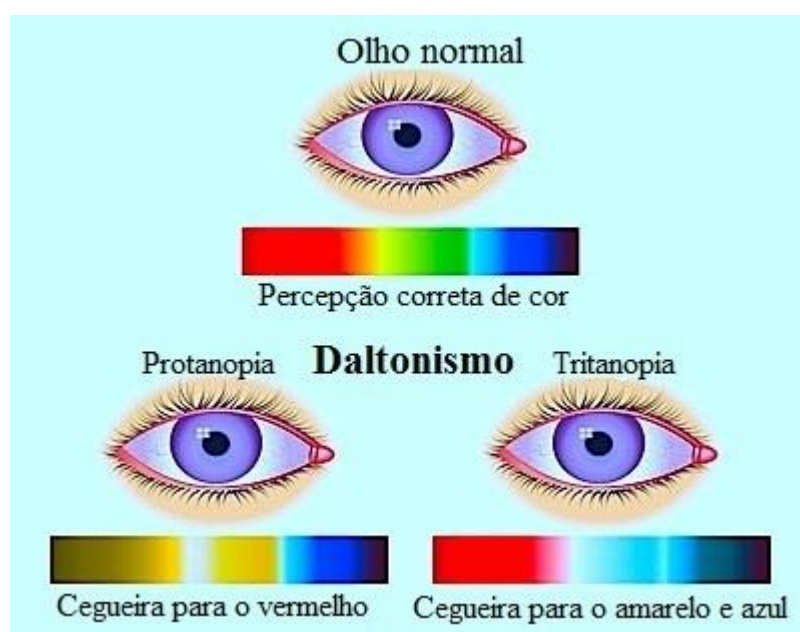
Para Guimarães (2000) citado em Vespucci (2007), para entender o fenômeno é necessário conhecer o funcionamento do nosso aparelho óptico. Quando olhamos um objeto, a imagem atravessa primeiramente a córnea, passa pela íris, que, como um diafragma, regula a entrada de luz pela pupila. Transposta a pupila, a imagem atravessa o cristalino, uma lente biconvexa que faz convergirem os raios luminosos para a retina. Na retina, as ondas luminosas são transformadas em impulsos eletroquímicos por dois conjuntos de células fotorreceptoras – bastonetes e cones – e enviados pelo nervo óptico ao cérebro, que os interpreta e classifica. Assim, as cores são percebidas na retina e misturadas no cérebro. Ou seja, os autores reconhecem que 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. Os cones, cerca de 3 milhões, são responsáveis pela visão das cores e formas, predominando no centro da retina. Há três tipos de cones. Um é responsável pela leitura da cor vermelha; outro percebe a cor verde; o terceiro, a cor azul. A combinação dos três grupos é capaz de produzir todas as cores que conhecemos, cerca de 5 a 8 mil. As tonalidades visíveis dependem do modo como cada tipo de cone é estimulado.

É nesse sentido que as adaptações para os daltônicos são justificadas pela frequência com que a disfunção é registrada na população. De acordo com estimativas de Machado

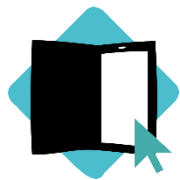
(2011), 10% dos homens tenham algum tipo de daltonismo, seja em menor ou maior grau. O índice é bem mais baixo em relação às mulheres (0,5%). Essa disfunção genética provoca uma confusão na percepção das cores, sendo que a maioria tem dificuldade para perceber a cor verde (75%), vermelho (24%) e azul (1%). Um dos agravantes é que muitas pessoas não sabem que têm o problema, porque aprendem naturalmente a conviver com ela, ou a descobrem tardiamente. Como na maior parte dos casos os daltônicos conseguem relacionar as cores pela textura e contraste, não há obstáculos para obter a Carteira Nacional de Habilitação (CNH) e muito menos foi comprovado que não estão aptos a dirigir. A aplicabilidade de mudanças no trânsito em nosso país, mas especificamente do contexto usado em nossos dias, no que tange a informação visual dos semáforos pelo uso exclusivamente de cores ditando um modelo contrário a tudo que se refere a acessibilidade, bem como a urgente necessidade dos portadores de discromatopsia, de fazer uso de um aplicativo mobile que o auxiliem na interpretação das informações visuais usadas nos dias atuais.

De acordo com Dantas (1996), os grupos mais conhecidos de daltonismo são: tricromacia anormal, dicromacia e monocromacia. O primeiro caracteriza-se pela aparência normal de visualização das três cores primárias, porém, uma delas apresenta-se anômala, trazendo assim, a confusão de certos comprimentos de onda (deuteranomia, protanomia ou tritanomia). O dicromata apresenta dificuldade de identificação de largas seções do espectro, confundindo certas tonalidades com branco e cinza (deuteranopia, protanopia ou tritanopia). Por fim, o monocromata percebe o espectro luminoso apenas através de luz e sombras, sem matizes. A saturação das cores representa um papel importante para a percepção dos espaços e objetos (ibidem). Quanto ao grau de severidade do distúrbio, têm-se os graus leve, médio e grave. A imagem abaixo descrita evidencia o daltonismo:

Figura 1. Características do Daltonismo



Fonte: Disponível em: <http://www.fisioterapiaparatodos.com/p/doencas-dos-olhos/daltonismo/>. Acesso em 17 de Outubro de 2017.



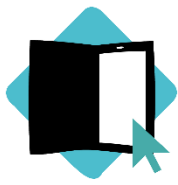
Para simplificar o entendimento dos diferentes tipos de daltonismo, criou-se uma tabela onde foram utilizadas as iniciais “protano”, “deutano” e “tritano” para designar as deficiências de sensibilidades às frequências do vermelho, do verde e do azul, respectivamente. Após isso, dividiu-se os tipos de daltonismo existentes (e.g.: dicromatismo) em conjunto às suas principais características (eg.: dois tipos de cones). Desta forma, foi possível compreender que, por exemplo, o dicromatismo é um tipo de daltonismo que ocorre em dois tipos de cone (protano, deutano ou tritano), e que pode ser chamado de deuteranomia, protanomalia ou tritanomia, dependendo de qual tipo de cone apresenta-se deficiente. Aqui, o presente artigo aborda o daltonismo no trânsito a partir do desenvolvimento de uma solução tecnológica em *mobile* que venha a produzir a melhoria na qualidade de vida das pessoas que convivem com este problema no Brasil.

2. Metodologia

O presente trabalho qualitativo baseia-se na metodologia de desenvolvimento de um protótipo, apesar da reduzida literatura sobre o tema, limitando-se as obras de Akker (1999) e Maren (1996), mas plenamente coerente com a nossa pesquisa. Ao nível dos métodos e técnicas, a metodologia de desenvolvimento recorre maioritariamente ao método do estudo de caso, focalizado na concepção, observação, desenvolvimento e apresentação da ferramenta ou objeto desenvolvido, de acordo com Van Der Akker (1999). É nesse sentido que o presente estudo foi realizado no segundo semestre de 2014, seguindo as fases mencionadas, apesar do protótipo está em operação desde o primeiro semestre de 2015. Caracteristicamente, é uma metodologia objetiva e centralizada no resultado final que o protótipo se propõe a implementar (Maren, 1996). Busca-se, a partir da pergunta de investigação, responder as seguintes indagações: quais as contribuições da tecnologia *mobile* para a melhoria de vida dos portadores de discromatopsia no trânsito brasileiro?

3. A Mobilidade

Os meios de comunicação fazem com o que a mobilidade tenha um papel decisivo no desenvolvimento social, econômico e cultural da humanidade, reflexo de uma cidadania digital em todos os campos do saber. Por isso, as vantagens da comunicação digital são inegáveis e vão além do simples ato comunicativo, considerando, inclusive, que o uso de dispositivos móveis como ferramentas de melhoria no processo comunicacional não altera os preceitos básicos da comunicação, pelo contrário, permite uma rápida transmissão de informação e a partilha simultânea da mesma informação por diferentes pessoas, independentemente do local em que se encontrem e da atividade que desenvolvem, afirma Teixeira (2012). Por outro lado, em termos de acessibilidade, as pessoas com mobilidade condicionada esperam da sociedade todos os mecanismos e instrumentos a serviço da construção de uma sociedade sem barreiras, mas carecem de enquadramento normativo, sensibilização e envolvimento da população em geral, afora algumas ações pontuais da iniciativa privada e minimamente públicas que, em muitas ocasiões, se fazem ausentes. Por isso, urge a necessidade de se investir em ações que venham a promover o bem estar social. Por isso, transformar esta realidade é condição essencial para melhorar a qualidade de vida dos cidadãos e dimensionar a participação cívica de cada um.



Como é notório, as comunicações móveis fazem parte do cotidiano das pessoas em diferentes atividades que elas desenvolvem ao longo do dia, fator que tornou os dispositivos móveis cada vez mais utilizados e consumidos massivamente na sociedade, conceituada por Castells (2002) como a “sociedade da informação e do conhecimento”. Aqueles possibilitam ao usuário efetuar todas as tarefas que normalmente executaria num computador, seja de forma completa ou com algumas limitações, face à diferença de memória de armazenamento e a utilização de determinados softwares e aplicativos. Todavia, a portabilidade é um dos grandes atrativos dos dispositivos móveis, com possibilidade de acesso a conteúdo multimídia, execução de tarefas em qualquer parte do mundo e flexibilidade de transporte. Seguindo esta lógica, Fernandes (2010) reforça que o fato dos dispositivos móveis permitirem ao usuário acessar a diversos conteúdos na Internet ou executar tarefas nos mais variados lugares, num único dispositivo de pequenas dimensões, é uma enorme vantagem para diferentes perfis de usuários (do doméstico ao profissional). Deste modo, é inegável que o mercado móvel se encontra bastante ativo e em pleno desenvolvimento, tendo como prova o crescente uso exponencial da Internet móvel por pessoas de todas as idades e de qualquer classe social (ibidem). Por este caminho, a evolução do mercado móvel atraiu inúmeras empresas de porte multinacional que começaram a desenvolver diferentes sistemas operativos e dispositivos móveis, reconhece Fernandes (2010) em outras palavras.

Tapscot e Williams (2009) dizem no livro *“Wikinomics: How Mass Collaboration Changes Everything”* que a interação global, baseada na partilha de informações e conhecimentos, e os avanços das tecnologias de comunicação mudaram o conceito de economia e sociedade: os consumidores tornam-se produtores, e os produtores tornam-se consumidores de conteúdo, bens e serviços, em um novo modelo econômico planetário, sem restrições ou barreiras, induzidos por um processo de colaboração massiva. A “rede” não apenas amplifica a formação de campos de comunicação social enquanto “meio”, mas também é capaz de fazer emergir construções culturais e sociais inéditas, ganhando vida própria no ciberespaço. Daí é criada uma nova consciência social que será aproveitada por uma sociedade da informação, a nível local e global. Cruzando estes dois contextos de comunicação, constitui-se numa rede globalizada, completa Teixeira (2012).

No que tange a mobilidade urbana, Neiva (2008) afirma que as pessoas com daltonismo podem vir a ter dificuldades de locomoção e serem incapazes de se localizar em ambientes, ou até mesmo encontrarem um destino. Isto particularmente diz respeito à percepção dos usuários daltônicos quanto às cores em representações de mapas. Estes são instrumentos que visam auxiliar nos deslocamentos em ambientes e na concepção de rotas. Assim, a falta de preocupação com as diferenciações cromáticas nas representações em mapas pode ocasionar o desuso destes dispositivos ou a desorientação por parte dos usuários daltônicos. Para o desenvolvimento eficaz e inclusivo da representação visual da informação do espaço urbano em mapas, faz-se necessário uma abordagem de design centrada nestes usuários, promovendo a participação do indivíduo no desenvolvimento de projetos, com intuito de atender as suas necessidades.

4. Daltônico no Trânsito e Suas Dificuldades

Tendo como base o fato de que a sinalização no trânsito prima pelo uso de elementos luminosos ou não como forma padrão de passar a informação semafórica ao motorista, pode-se afirmar de alguma forma, que este paradigma acaba excluindo a segurança da dirigibilidade

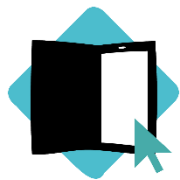


dos condutores daltônicos. Segundo Aravena (1998) “A visão é responsável por 95% das informações sensoriais recebidas pelo motorista durante o ato de dirigir”. E é justamente aí que se encontra o cerne do problema, as cores estão presentes no trânsito, no seu todo, seja nos semáforos, seja nas placas de sinalização ditando as regras. Percebe-se que até nos veículos isso é seguido piamente, na lanterna na parte traseira, por exemplo, tanto o acionamento do freio como a lanterna que indicada quando o farol está aceso, usam luz vermelha diferenciadas apenas pela intensidade da luz, pelo mesmo objeto na maioria dos modelos no mercado atual. O que parece ser é que tudo isso é bem simples e fácil de se perceber, pelo menos para quem não é daltônico, mas para os portadores desta deficiência não é bem assim.

Entende-se que o que seria mais adequado para solucionar o problema dos daltônicos, seria a adequação no trânsito, face as suas dificuldades, assim como há para outras problemáticas. Mas, até que isso ocorra, os motoristas daltônicos não tem onde buscar auxílio. Vê-se aí que uma oportunidade de se criar tecnologias portáteis para diminuir os efeitos do problema, já que os smartphone já são uma realidade na vida de boa parte da população. A engenharia de tráfego adotou padrões que regem a comunicação viária, fazendo com que o motorista possa ver e ser visto por outros motoristas e inclusive pedestres, porém, estes paradigmas estabelecidos obrigam aos motoristas distinguirem entre as cores: amarela, verde e vermelha para que assim seja aprovado na avaliação cromática, apesar de o CTB (Código Brasileiro de Trânsito) exigir diagnóstico negativo de daltonismo, nem tão pouco especifica que tipo de teste o indivíduo deve ser submetido para apreciação cromática. Segundo Sato et al., (2002) “A avaliação de motoristas não existe consenso científico a respeito da relação entre o número de acidentes de trânsito e o número de condutores portadores de discromatopsia congênita”. As cores usadas na sinalização de trânsito de um modo direto são associadas a missão que cada tem no subsistema da sinalização. No Brasil, no momento que o motorista visualiza uma placa de sinalização de trânsito, imediatamente através da cor, associa a algum princípio normativo, reconhecendo que comunicação advém daquela referida placa, seja ela de advertência, regulamentação ou indicação, antes até mesmo de identificar o texto contido nela. As cores dos semáforos são as mesmas na maioria dos países. Os semáforos surgiram pela primeira vez em Londres, no ano de 1868, segundo a pesquisa Sinais Luminosos, publicada por professores portugueses em 2005. Eles eram operados por comandos manuais a partir de um sistema a gás. Em 1918, surgem em Nova York as lâmpadas de três cores. O comando automático surgiu em 1926 no Reino Unido. Born, (2002).

Nas pessoas daltônicas, os cones não existem em número suficiente ou apresentam alguma alteração. Assim, a pessoa pode ser portadora de uma deficiência na identificação da cor ou pode apresentar ausência completa de sensibilidade a ela. O problema pode estar ligado a duas cores ou apenas a uma delas. Têm-se as seguintes situações:

- Deficiência em reconhecer um determinado grupo de cores. Pode ser reduzido o reconhecimento do vermelho (protanomalia); do verde (deutanomia); ou do azul, (tritonomia).
- Insensibilidade a um determinado grupo de cores. Pode ocorrer na identificação do vermelho (protanopia); do verde, (deuteranopia); ou do azul (tritonopia).
- Capacidade de enxergar apenas branco, preto e tons do cinza (acromatopsia ou monocromatismo). Embora bastante rara, há o conhecido caso da Ilha Pingelap, no



Pacífico, onde tal anomalia aparece em 5% da população. O motivo é uma herança disseminada a partir de 1775, quando após um tufão restaram apenas vinte habitantes, um deles portador do gene do daltonismo total (esse caso inspirou o neurologista inglês Oliver Sacks a escrever o livro “A ilha dos daltônicos”), contextualiza Vespucci (2007). A percepção das cores varia muito de uma pessoa com daltonismo para outra. E, apesar de existirem vários tipos de daltonismo, a grande maioria tem dificuldade de distinguir entre o vermelho e o verde.

A Legislação brasileira aborda a acessibilidade de forma bem clara e objetiva, conforme a Lei 10.098, de 19 de Dezembro de 2000, Art. 2 “barreiras nas comunicações”: qualquer entrave ou obstáculo que dificulte ou impossibilite a expressão ou o recebimento de mensagens por intermédio dos meios ou sistemas de comunicação, sejam ou não de massa. Conhecer melhor as necessidades e dificuldades dos daltônicos fornece subsídios para integrá-los, de forma mais segura, ao sistema de trânsito. Observa-se que os dados citados neste trabalho, revelam quão grande é a incidência de portadores de discromatopsia. Faz-se necessário frente a isto, buscarmos medidas que procurem mitigar os estorvos da comunicação visual no trânsito, introduzindo meios técnicos que torne menos difícil a interpretação visual a esse tipo de motorista, seja por auxílio de aplicativo mobile ou alterações melhorias nos modelos hoje utilizados no CTB. “A sinalização viária é um conjunto de sinais de trânsito colocados ao longo da via com o objetivo de transmitir ao usuário restrições, indicações e regulamentações, que promovem que o fluxo automotivo funcione, aumentam a segurança e servem como forma de comunicação da engenharia viária com todos os usuários do sistema viário” (Dias, 2005). Para Cristo (2009), “a condição mais importante para influenciar o comportamento humano no trânsito é a presença de estímulos que, além de percebidos, chamem a atenção dos usuários da via”. Os motoristas e pedestres podem visualizar de forma mais rápida ou mais lenta os vários elementos presentes no sistema viário, dependendo das cores em que esses elementos se apresentem. Isso ocorre porque cada cor é capaz de provocar alterações específicas no organismo humano, quando percebidas.

Resultados de pesquisas realizadas na Suécia, que apontam a relação entre cores e atropelamentos, ou seja, as distâncias entre o veículo e o pedestre no momento em que ele é percebido pelo motorista, conforme as diferentes cores de suas roupas. Foram testadas as cores azul, vermelha, amarela, branca e laranja. Esta última era a única refletiva. O ambiente considerado é noturno. Após a percepção do motorista, um veículo que trafega a 96 km/h, somente consegue parar a uma distância de aproximadamente 80 metros. Portanto, nessas condições, o veículo somente não atropelaria o pedestre que veste material refletivo, os demais seriam atropelados a velocidades distintas dependendo de qual distância o condutor conseguisse percebê-los Daros (2007).

Já Bocanera (2007), destaca que “certas cores têm efeitos universais. Cores quentes como a vermelha são capazes de aumentar a pressão sanguínea, a pulsação e a respiração, excitando o sistema nervoso e causando uma sensação de proximidade”. São, assim, percebidas de forma mais rápida que outras cores. Enquanto cores frias como a azul diminuem a pulsação e a temperatura corporal, aprofundam a respiração e possuem efeito calmante. Além de necessitarem de maior tempo para serem vistas, as cores frias também aumentam o tempo de resposta de seus observadores e causam uma sensação de distanciamento. As informações associadas a cada cor dependem de um processo educacional e de uma



convenção cultural de determinado local ou época, capazes de inclinar o indivíduo a determinadas ações automáticas e instantâneas. Independente do país, um motorista, ao chegar a um cruzamento semafórico e se deparar com a luz vermelha acesa, sabe que deve ter a reação de parar o veículo, já que a convenção do significado das cores semafóricas é adotada internacionalmente. De acordo com Soares, R.(2009). “As informações associadas a cada cor dependem de um processo educacional e de uma convenção cultural de determinado local ou época, capazes de inclinar o indivíduo a determinadas ações automáticas e instantâneas. Independente do país, um motorista, ao chegar a um cruzamento semafórico e se deparar com a luz vermelha acesa, sabe que deve ter a reação de parar o veículo, já que a convenção do significado das cores semafóricas é adotada internacionalmente”.

Um dos princípios básicos da sinalização é o da visibilidade e legibilidade. A legibilidade, nesse caso é definida como a capacidade de um determinado sinal ser lido e entendido, explica o CONTRAN (2007a, 2007b, 2007c). “A visibilidade por sua vez, é definida como a capacidade de um sinal ser visto, chamando a atenção de condutores e pedestres, fornecendo informações prévias antes mesmo que a leitura seja realizada” (Schwab, 1999). Sendo assim, fenômenos físicos da luz podem existir. Garrocho (2005), adiciona que ao incidir em uma superfície a luz pode sofrer absorção, refração ou reflexão. Na absorção, a luz é absorvida pela própria superfície em que incidiu. Na refração, a luz atravessa a superfície e passa para um meio de índice de refração diferente. Na reflexão, a luz retorna ao meio que a emitiu. O fenômeno da reflexão permite que objetos que não possuem luz própria possam ser vistos, não pela luz que emitem, mas sim por aquela que refletem.

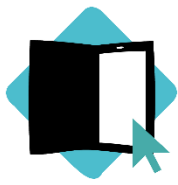
Justamente, observamos que no trânsito o daltônico não ver ou tem dificuldade de ver uma dessas três cores básicas citadas em epígrafe, ou se vê, em diferentes tonalidades. Este tipo de problema na percepção de cor não muda com o tempo. Um problema de visão de cor estará sempre presente no cotidiano do daltônico e em alguns casos, uma pessoa também pode passar a possuir um problema de sensibilidade às cores, provocado por acidente.

5. Materiais Utilizados na Sinalização Semafórica

O foco semafórico é o elemento modular de um semáforo no qual é inserida uma luz para transmitir informação a condutores e pedestres. Independentemente da fonte luminosa, todo semáforo de regulamentação é constituído das seguintes partes: dispositivo de fixação (destinado à sustentação do semáforo); anteparo e conjunto óptico. No caso dos semáforos de advertência os componentes são os mesmos, podendo o anteparo sofrer variações. Segundo Vilanova (2006), conjunto óptico é o conjunto de elementos responsável pela geração, coloração e direcionamento da luz emitida pelo foco semafórico. No caso dos grupos focais que utilizam lâmpadas, é constituído pela própria lâmpada, pelo refletor, pela lente e pela pestana. No caso dos grupos focais que utilizam LED, é constituído pelos próprios LED e pestana.

A utilização das cores deve ser feita seguindo os critérios estabelecidos pelo Padrão Münsell de cores. As placas da sinalização vertical podem apresentar sete cores (Dias, 2005):

- Vermelha: orla e tarja dos sinais de regulamentação em geral, fundos de placa R-1 (Parada obrigatória);



- Verde: fundo das placas de indicação para orientação do destino;
- Azul: fundo das placas de indicação de serviços auxiliares, turísticos, destinos de cidades, zonas de interesse de tráfego, identificação de pontes, viadutos, córregos, rios, lagos, limite de município e marcos quilométricos;
- Amarela: fundo de todas as placas de advertência;
- Preta: utilizada nos símbolos e nas legendas das placas de regulamentação, advertência e indicativa e obras;
- Branca: utilizada no fundo das placas de regulamentação, indicativas, educativas; nas legendas e orlas internas das placas R-1;
- Laranja: fundo das placas de sinalização de advertência e orientação, somente em obras;
- Marrom: utilizada no fundo de placas indicativas de atrativos turísticos.
- A sinalização semafórica é um subsistema da sinalização viária, composta de luzes acionadas de forma alternada ou intermitente que, por meio de sistema elétrico/eletrônico, controla os deslocamentos. A sinalização semafórica se divide em dois tipos (CTB, 2006):
 - Sinalização semafórica de advertência;
 - Sinalização semafórica de regulamentação.

Por outro lado, não resta dúvida que o Estado deve ter responsabilidade nisto, provendo o acesso seguro, diminuindo o desconforto visual de que tem este tipo de deficiência. A discromatopsia, não se constitui numa doença, mas numa deficiência da retina, sendo que os portadores, embora em pequeno grau, não deixam de ser considerados deficientes, uma vez que sofrem restrições no direito de dirigir e no exercício de determinadas profissões. A Constituição da República, dentre as repetidas vezes que consolida o dever do Estado em promover os meios necessários à adaptação dos deficientes, disciplina nos artigos 227, § 2º e 244 que a lei disporá sobre a adaptação de logradouros, dos edifícios de uso público e dos veículos de transporte coletivo atualmente existente a fim de garantir o acesso adequado às pessoas portadoras de deficiência (destacado). O legislador reprise-se, já adaptou inconscientemente as vias públicas padronizando a posição vertical e a horizontal da sinalização semafórica no código nacional de trânsito.

Entretanto, esta padronização é insuficiente para atestar o cumprimento do dever do Estado na promoção dos portadores desta deficiência, uma vez que a lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que regulamenta os dispositivos constitucionais retro citados, no artigo 17 reza que 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. Ademais, o artigo 3º desta lei ainda reza que 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 as pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida.

Este aperfeiçoamento da sinalização poderá ser executado através da sobreposição das figuras geométricas constantes do item 1.1.4 e 1.2.3 do anexo II do código de trânsito brasileiro sobrepostas sobre os sinais luminosos. Assim, o vermelho seria sobrestado pelo sinal de "parada obrigatória", modelo R-1, que já possui, segundo o 1.1.1 do mesmo anexo, o encarnado ao fundo; sobre o verde seria utilizado os sinais de regulamentação compatíveis constantes do item 1.1.4 como, de acordo com a via, o "siga em frente" (R-26), o "vire a esquerda" (R-25a), o "vire a direita" (R-25b), o "siga em frente ou à esquerda" (R-25c), o "siga em frente ou à direita" (R-25d) ou o "sentido circular obrigatório" (R-33) e, por fim, o amarelo (facultativo) se serviria do conjunto dos sinais de advertência do item 1.2.3 do anexo II.

Figura 2. Modelo Proposto pelo Projeto de lei 4937/2009



Fonte: Capturada e editada a partir de imagem disponível em:
<http://www.daltonicosnotransito.com.br/>, Acesso em 20 de março de 2017.

Visando minimizar a dificuldade dos daltônicos, há um projeto de lei 4937/2009 de autoria do Deputado Federal Fernando Gabeira, com a seguinte ementa: Altera o Anexo II da Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, que institui o Código de Trânsito Brasileiro, para dispor sobre o formato da sinalização semafórica. A referida Ementa estabelece formatos diferentes para os focos luminosos dos semáforos, para facilitar a condução de veículos por pessoas daltônicas.

6. A Tecnologia Mobile a Serviço do Daltonismo

Como já explicitamos sobre as potencialidades do universo mobile para a efetivação da cidadania digital, propomos um aplicativo que venha a auxiliar, orientar com um cronometro regressivo e alerta sonoros indicativo do estado atual do semáforo, não só daltônicos, assim como qualquer outro portador de deficiência visual. Objetivamente, trata-se de uma proposta de implantação de uma revisão no padrão de sinalização semafórica de trânsito do COTRAN e uma análise do uso de um aplicativo mobile que auxilie o motorista daltônico.

Figura 3. Protótipo da Aplicação Mobile para Daltônicos



Fonte: Editada a partir de imagem disponível em: http://thrumylens.org/wp-content/uploads/2012/03/IMG_0217-Edit.jpg Acesso em 20 de Agosto de 2017.

Percebe-se a necessidade dos motoristas daltônicos, em relação ao uso de um aplicativo mobile com recurso de GPS (Global Positioning System), que através de uma sincronia com a central que monitora os semáforos repassem de forma síncrona o estado atual. Arelado a um serviço de voz e sinais sonoros integrado no aplicativo, que exibam além das informações visuais na tela do Smartphone, um cronômetro regressivo no referido aplicativo devidamente instalado e ativo, podendo assim, oferecer algum benefício na hora de dirigir.

Figura 4. Sinais para Daltônicos em Tecnologia Mobile



Fonte: Disponível em: <http://www.dn.pt/>. Acesso em 15 de Outubro de 2017.

As diferenças de cor nos diversos tipos de placas não representam obstáculo à compreensão das mensagens. Se forem obedecidas às determinações do Código de Trânsito Brasileiro para contrastes de cores entre fundo e sinal – branco e vermelho, amarelo e preto, azul e branco, verde e branco –, a leitura está garantida. Entretanto, o uso de elementos



laranja sobre fundo verde ou cinza sobre verde, rosa sobre cinza, como se vê em algumas cidades, torna a informação totalmente invisível para os daltônicos, o que acontece também com os mapas e esquemas colocados em estações de transporte e centros comerciais com legendas em vários tons de verde, laranja, vermelho. Combinações como essas devem ser postas de lado.

Figura 5. Aplicação Mobile GPS



Fonte: Disponível em: <http://www.quickdrops.com.br/2014/09/gps-mobile.html>
Acesso em 25 de Outubro de 2017.

7. Conclusão

Os semáforos devem ser considerados à parte, tendo em vista que está na percepção do verde e do vermelho o maior problema dos portadores da anomalia. Algumas medidas simples podem ajudar os daltônicos nesse aspecto. Em primeiro lugar, deve-se destacar nos programas de educação de trânsito, principalmente nas escolas, a posição dos focos de semáforos, além de citar a cor – insistir em que o vermelho é o foco de cima e o verde, o de baixo. Incluir essa informação também nas campanhas educativas para o público em geral. Em muitas cidades, inclusive no Brasil, são colocados no grupo semaforico anteparos pretos com uma borda grossa branca em tinta refletiva, que permitem aos motoristas em geral identificar melhor à noite em qual posição está o foco aceso. A inclusão de uma tarja horizontal na altura da lente amarela mostraria aos daltônicos com maior clareza qual o foco aceso, o que está acima ou o que está abaixo da linha. Há também a possibilidade de que os vidros dos focos tenham texturas diferentes para cada cor. Praticamente invisível para as pessoas de visão normal, as texturas seriam de identificação imediata pelos daltônicos. Outra sugestão é que os focos tenham formatos diferentes para cada cor. Convém também destacar que a percepção dos focos a LEDs – light emitting diodes – é mais difícil para os portadores da anomalia, principalmente à noite, pois a luz muito brilhante que emitem se confunde com a dos postes de iluminação pública. Em termos de um aplicativo mobile, existem várias opções disponíveis no mercado, mas na "visão" de um daltônico, poucas são as iniciativas que atendem as demandas como um todo no trânsito. Estudos comprovam a necessidade de aplicação de mudanças, seja pelo uso de aplicação mobile, alteração das cores, mudança dos formatos ou



até de inserção de símbolos sobre o farol luminoso do semáforo que facilitem a interpretação da informação que está sendo passada. Apesar de tudo isto, o que mais parece, é uma forte resistência em impor essas necessárias mudanças nos padrões atuais, uma real falta de interesse dos gestores de trânsito e legisladores, não levando em conta que estatísticas apontam para dez por cento da população com esta deficiência visual, e ainda que fosse menor essa incidência, mesmo assim, igualar estes a motoristas não-daltônicos é necessariamente indispensável. Cabe, aqui, o incentivo público e privado para empresas que queiram investir em tecnologias de informação e comunicação voltadas ao daltonismo.

Referências

AKKER, J. (1996). *Principles and methods of development research*. In AKKER, J. (1999). *Design approaches and tools in education and training*. Netherlands: Kluwer Academic Publisher.

AKKER, J. (1999). *Design approaches and tools in education and training*. Netherlands: Kluwer Academic Publisher.

ARAVENA, C. J. (1998). *Efeitos do estresse físico no processamento das informações visuais periféricas em motoristas do transporte coletivo urbano*. Tese de Doutorado, Faculdade de Educação Física. São Paulo: Universidade Estadual de Campinas.

BOCCANERA, N. B. A. (2007). *Utilização das Cores no Ambiente de Internação Hospitalar*. Dissertação de Mestrado. Goiânia: Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Goiás.

CASTELLS, M. (2002). *A era da informação: economia, sociedade e cultura*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian.

CTB (2006). *Código de Trânsito Brasileiro*. Editora Saraiva. São Paulo.

CRISTO, F. (2009). *Condições para o Bom Comportamento no Trânsito*. Disponível em: <http://colunas.digi.com.br/fhvcs/condicoes_para_o_bom_comportamento_no_tr/>. Acesso em fevereiro de 2016.

DAROS, E. J. (2007). *O risco de atropelamento*. Associação Brasileira de Medicina de Tráfego. Vol. 25. São Paulo: Ática.

DANTAS, A. M. (1996). *Doenças da Retina*. Biblioteca Brasileira de Oftalmologia. 2ª. Edição. Editora Cultura Médica. Rio de Janeiro.

DIAS, R. C. (2005). *Sinalização Vertical*. Monografia de Graduação, Departamento de Engenharia Civil. São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi.

FERNANDES, V. H. C (2010). *Transposição de aplicações desktop para plataformas móveis*. Braga: Universidade do Minho.

GARROCHO, J. S. *Luz Natural e Projeto de Arquitetura: Estratégias para Iluminação Zenital em Centros de Compras*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Brasília: Universidade de Brasília.



- GUIMARÃES, L. (2000). *Cores para um Daltônico*. São Paulo: Editora Annalume, 2000.
- MACHADO, R. (2014). *CET vai adaptar 17 mil semáforos em São Paulo para Motoristas Daltônicos*. Disponível em: <http://sao-paulo.estadao.com.br/noticias/geral,cet-vai-adaptar-17-mil-semaforos-de-sao-paulo-para-motoristas-daltonicos-imp-,664079>. Acesso em junho de 2015.
- MAREN, J. M. (1996). *Méthodes de recherche pour l'éducation. Collection Méthodes en Sciences Humaines*. Bruxelles: DeBoeck Université.
- NEIVA, M. (2008). *Sistema de identificação de cor para daltônicos: código monocromático*. Dissertação de Mestrado. Braga: Universidade do Minho.
- SACKS, O. (1997). *A ilha dos daltônicos*. São Paulo: Cia da Letras.
- SATO, M. T.; Moreira, A. V. & Guerra, D. R.; Carvalho, A. C. A. (2002). *Discromatopsias congênitas e condução de veículos*, vol. 65, arquivo Brasileiro de Oftalmologia. São Paulo.
- SCHWAB, M. S. F. (1999). *Estudo de Desempenho dos Materiais de Demarcação Viária Retro refletivos*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Materiais da REDEMA. Belo Horizonte: Universidade Estadual de Minas Gerais.
- SOARES, R. (2009). *Avaliação dos Condutores Portadores de Discromatopsia Congênita na Percepção Cromática da Sinalização Viária*. Dissertação de Mestrado em Transportes. Brasília: Universidade de Brasília.
- TAPSCOTT, D. & WILLIAM, A. (2010). *Wikinomics: How mass collaboration changes everything*. New York: Penguin Group.
- TEIXEIRA, M. T. (2012). *As faces da comunicação*. Munique: Grin Velarg.
- VESPUCCI, Katia (2014). *Daltônicos ao volante*. Disponível em: http://www.sinaldetransito.com.br/artigos/daltonicos_ao_volante.pdf. Acesso em 15 de janeiro de 2016.
- VILANOVA, L. (2013). *Glossário dos termos empregados na sinalização*. Disponível em: http://www.sinaldetransito.com.br/artigos_area.php?tipo=Sem%E1foro. Acesso em março de 2015.