

FACULDADE CATÓLICA SALESIANA DO ESPÍRITO SANTO

CARLOS ALBERTO DE PAULA JÚNIOR

**PROPOSTA DE UM APLICATIVO MÓVEL *OPEN SOURCE* EM AUXÍLIO A
INDIVÍDUOS COM DISCROMOPSIA BASEADO EM UM ESTUDO QUALITATIVO**

VITÓRIA

2014

CARLOS ALBERTO DE PAULA JÚNIOR

**PROPOSTA DE UM APLICATIVO MÓVEL *OPEN SOURCE* EM AUXÍLIO A
INDIVÍDUOS COM DISCROMOPSIA BASEADO EM UM ESTUDO QUALITATIVO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade Católica Salesiana do Espírito Santo,
como requisito obrigatório para obtenção do título de
Bacharel de Sistemas de Informação.

Orientador: Prof. Otávio Lube

VITÓRIA

2014

CARLOS ALBERTO DE PAULA JÚNIOR

PROPOSTA DE UM APLICATIVO MÓVEL *OPEN SOURCE* EM AUXÍLIO A INDIVÍDUOS COM DISCROMOPSIA BASEADO EM UM ESTUDO QUALITATIVO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade Católica Salesiana do Espírito Santo, como requisito obrigatório para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Aprovado em _____ de _____ de _____, por:

Prof. MSc. Otávio Lube dos Santos - Orientador

Prof. Maurício Barbosa e Castro

Prof. MSc. Rômulo Ferreira Douro

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Carlos Alberto de Paula e Maria de Fátima Raposo Paula pelo apoio em todas as situações importantes, pela educação e exemplos ao longo da vida que me fizeram ser a pessoa que sou. Eles foram as maiores referências que tive em toda a minha vida, e por eles tenho gratidão eterna.

À minha namorada Josiane Augusto Fraguas pelo companheirismo, apoio, incentivo e principalmente paciência ao longo da elaboração deste Trabalho de Conclusão de Curso. Não é fácil suportar um namoro à distância, quão menos acompanhado de um trabalho deste porte, portanto tenho uma grande gratidão por tudo isso e por toda a tranquilidade e força que ela me passa.

Ao Professor Otávio Lube, por todas as orientações objetivas que foram ministradas, pela forma aberta e transparente de tratar todos os assuntos; a minha admiração por sua didática leve e pelo conhecimento amplo e generalista, este pelo qual vou procurar me basear em diversos aspectos caso siga a profissão de professor ou alguma atividade correlata.

“Não sabendo que era impossível, foi lá e fez”

RESUMO

Este trabalho tem como principal finalidade promover uma proposta de projeto voltado a ajuda social e comunitária, que também servirá como base para uma Iniciação Científica promovida pela Faculdade Católica Salesiana do Espírito Santo e desenvolvida por Gustavo Marcos que está programada para ser apresentada no fim do primeiro semestre de 2015, sendo que o autor também participará como voluntário em todas as suas fases. O projeto envolveu a seleção da disfunção visual daltonismo, que atinge 10% da população mundial masculina, para elaborar uma proposta de um aplicativo móvel escalável, gratuito e de código aberto voltado para melhoria da qualidade de vida dos indivíduos daltônicos. Para isso, foi feito um estudo bibliográfico a fim de se entender melhor sobre o tema, desde as deficiências visuais, daltonismo, testes para detecção até as soluções já existentes. Foi feita também uma análise dos principais problemas a partir de uma pesquisa de campo feita com 9 indivíduos daltônicos e 1 médico, junto à análise quantitativa de 22 aplicativos móveis com os sistemas operacionais *Android* e *iOS*. Tudo isso foi desenvolvido para que fosse criada uma base sólida para a proposta de projeto de desenvolvimento, levando em conta a metodologia de desenvolvimento, a arquitetura, as fases de análise e de projeto, o modelo de qualidade, as revisões e retrospectivas para gerar um *feedback* aos interessados a cada iteração. Após o estudo, todos os levantamentos e todas as informações geradas pelas pesquisas e pelas análises, foi concluído que era realmente interessante prosseguir com a ideia da proposta de um novo *software* pois não há nenhum sistema que atenda a todos os atributos propostos. Com isso, foi gerado todo o material necessário para dar prosseguimento com a Iniciação Científica.

Palavras-chave: Daltonismo. Daltônico. Projeto. Aplicativo Móvel. Código Aberto.

ABSTRACT

This college work has as main purpose to promote a project proposal aimed at social assistance and community that will also serve as the basis for a scientific initiation research promoted by the Faculdade Católica Salesiana do Espírito Santo and developed by Gustavo Marcos, which is scheduled to be presented at the end of the first half of 2015, and the author will also participate as a volunteer in all steps. The project involved the selection of visual dysfunction "color blindness", which reaches 10% of the world male population, to develop a proposal for a scalable, free and open source mobile application aimed at improving the quality of life of colorblind people. To do that, a literature study was made to understand more about the subject, since visual impairment, color blindness, tests for detection and existing solutions to help them. An analysis of the main problems was also made from a research with 9 colorblind individuals and 1 doctor, and with a quantitative analysis of 22 mobile apps with the Android and iOS operating systems. All of this was designed to do a solid foundation for the proposed development of project, seeing the development methodology, the architecture, the phases of analysis and design, quality model, revisions and retrospectives to generate a feedback to stakeholders at each iteration. After the study, all surveys and all information generated by the research and the analysis, was known that it was really interesting to proceed with the idea of proposing a new software because there is no system that meets all the attributes proposed. So, were generated all material necessary to proceed with the Scientific Initiation Research.

Keywords: Color blindness. Color blind. Project. Mobile app. Open-source.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Cresce acesso à internet no país.....	22
Figura 02 - Simulação de monocromatismo.....	29
Figura 03 - Simulação de dicromatismo.....	30
Figura 04 - Simulação de tricromatismo anômalo.....	31
Figura 05 - Teste de Ishihara.....	33
Figura 06 - Modelo de comunicação apresentado por WADSWORTH.....	34
Figura 07 - Modelo de comunicação de Shannon-Weaver.....	35
Figura 08 - Ciclo simplificado do Scrum.....	55
Figura 09 - Tela do Aplicativo - Menu.....	59
Figura 10 - Tela do aplicativo – Função Câmera.....	60
Figura 11 - Tela do Aplicativo – Função Calibragem.....	61
Figura 12 - Tela do Aplicativo – Função Galeria de Imagens.....	61
Figura 13 - Tela do Aplicativo – Função Cadastro.....	62
Figura 14 - Tela do Aplicativo – Menu Ajuda.....	63
Figura 15 - Arquitetura do Novo Aplicativo.....	66

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
2	REFERENCIAL TEÓRICO	25
2.1	DEFICIÊNCIAS VISUAIS	25
2.2	DALTONISMO	27
2.3	TESTES PARA DETECÇÃO DO DALTONISMO	32
2.4	SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS EXISTENTES	33
3	METODOLOGIA	39
4	ANÁLISE DO PROBLEMA E PROJETO DE DESENVOLVIMENTO	41
4.1	ANÁLISE DO PROBLEMA	41
4.1.1	Estudo de caso através de pesquisa de campo	41
4.1.2	Análise de soluções já existentes	46
4.1.2.1	Principais critérios	47
4.1.2.2	Consolidação das funcionalidades	48
4.1.2.3	Principais <i>softwares</i> e observações relevantes	50
4.1.2.3.1	“Colorgrab”	50
4.1.2.3.2	“Coloradd”	50
4.1.2.3.3	“Colorblind Vision”	50
4.1.2.3.4	“Color Blindness Test” e “Daltonizer”	50
4.1.2.3.5	“Color Blind Correction”	51
4.1.2.3.6	“Vision Check Up”, “Visual Acuity Test” e “Vision Test”	51
4.1.2.3.7	“Eyexam”	51
4.1.2.3.8	“Colortopattern Camera”	51

4.1.2.3.9 “iDaltonizer”	52
4.1.2.3.10 “Color id free”	52
4.2 PROJETO DE DESENVOLVIMENTO.....	52
4.2.1 Ciclo de vida e metodologias de desenvolvimento	52
4.2.2 Fase de pré-planejamento	56
4.2.2.1 <i>Product backlog</i> simplificado	57
4.2.2.2 Arquitetura.....	65
4.2.3 Fase de desenvolvimento	66
4.2.4 Fase de pós-planejamento	68
5 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS DE CONTINUIDADE DO TRABALHO	71
REFERÊNCIAS.....	75
APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO – DALTÔNICO	81
APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO – OFTALMOLOGISTAS	83
APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO PARA DALTÔNICOS.....	85
APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO PARA MÉDICOS OFTALMOLOGISTAS	87

1 INTRODUÇÃO

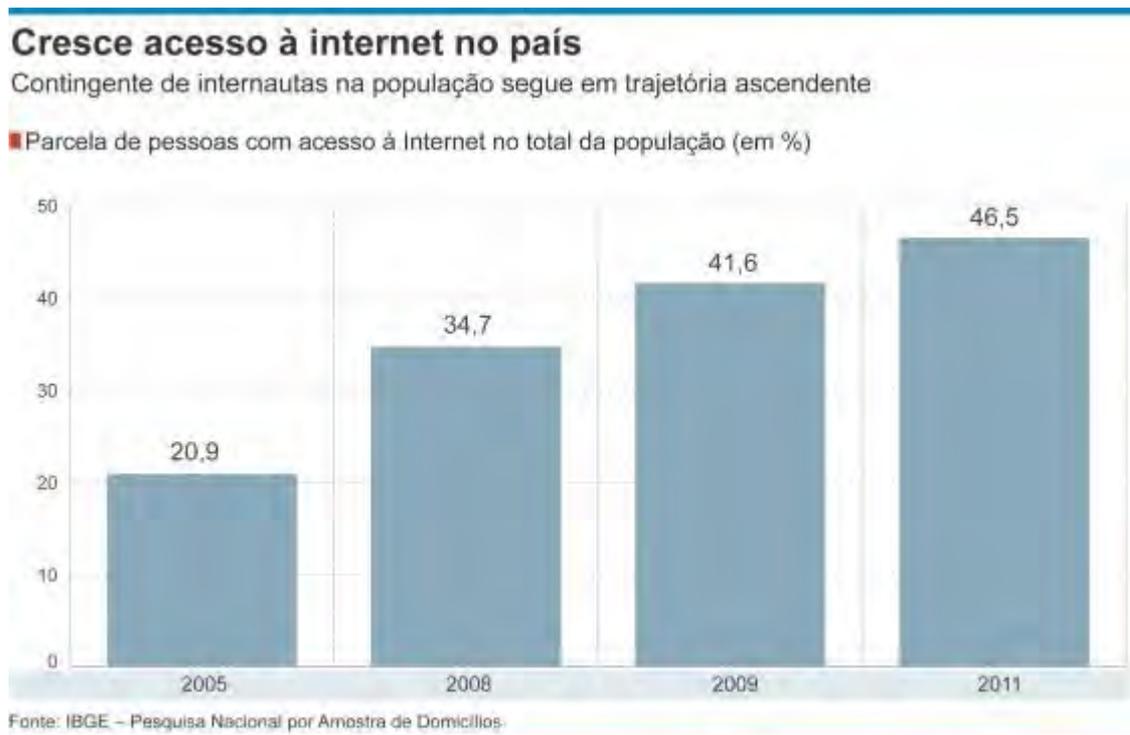
Estima-se que 10% dos homens e 1% das mulheres sejam portadores da deficiência visual sobre cores, chamada por discromatopsia ou discromopsia, que é popularmente conhecida como daltonismo em alusão ao cientista John Dalton, que era portador desta disfunção e estudou o motivo de confundir as cores (VESPUCCI, 2009). Só no Brasil segundo o IBGE (2010) existem 35,8 milhões deficientes visuais, dentre eles cerca de 15 milhões são portadores de daltonismo.

Pode-se imaginar como é difícil para quem possui esta deficiência praticar ações básicas como dirigir e olhar as cores de um semáforo, trabalhar como pintor, geógrafo ou piloto de avião, fazer uma tarefa banal como escolher uma roupa ou simplesmente ver como é bela uma paisagem de um campo com rosas vermelhas.

Observado que aproximadamente 1/10 da população masculina possui este distúrbio, pode-se concluir que em proporções mundiais este número é extremamente alto. E visto que a cada dia que passa a tecnologia entra mais na vida das pessoas é necessária uma preocupação sobre a acessibilidade para elas, pois a dificuldade na comunicação visual e na transmissão de uma mensagem pode prejudicar o entendimento da mesma pelo receptor, fazendo com que ele não perceba dados relevantes que serão convertidos em informações a posteriori.

Hoje em dia, num mundo onde a informação está cada vez mais difundida, e a cada minuto a quantidade de informações transmitida e absorvida cresce, como por exemplo com a difusão e a facilidade ao acesso à Internet no Brasil, como pode-se ver pelas estatísticas levantadas pelo IBGE (2013) ilustrado pela Figura 1, pode-se dizer que uma comunicação objetiva e uma mensagem bem produzida são processos fundamentais para que haja um entendimento e uma captação rápida, e uma boa comunicação necessita da transmissão e da troca de mensagens de uma forma que o receptor a entenda da maneira mais ágil possível. Cores podem auxiliar nessa transmissão do objetivo da mensagem, com a aplicação de um padrão correto para elas. Por isso, é possível que seja necessário conhecer bem os tipos de daltonismo para criar uma mensagem capaz de ser transmitida e entendida de uma boa maneira.

Figura 1 - Cresce acesso à internet no país



Fonte: SARAIVA, Alessandra; MARTINS, Diogo (2013)

Com base na possibilidade de uma transmissão de mensagens entre dois indivíduos, seja de maneira verbal, expressas por palavras por meio da fala ou escrita, ou não-verbal, que ocorre por meio de gestos, expressões, posturas, entre outras, é possível estabelecer uma comunicação, que é uma necessidade humana básica. 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). Sendo assim, é possível que ela se torne um meio sensorial extremamente importante para a comunicação, por sua facilidade de transmissão de uma mensagem alarmante simplesmente com um destaque, ou a capacidade de redução de importância apenas com o formato de transmissão da mensagem.

Uma vez que a tecnologia pode trazer facilidades e praticidades, é possível trabalhar sobre ela para que traga resultados satisfatórios para este grande número de indivíduos, portadores de discromopsia, a fim até de aumentar sua qualidade de vida

e possibilitar a realização de atividades cotidianas para as quais existem dificuldades impostas pela deficiência.

Atualmente existem diversas soluções, sendo que algumas delas serão citadas nos capítulos seguintes, que podem auxiliar neste processo tanto para aplicativos móveis (Android, iOS ou Windows Phone), quanto para computadores. No geral, os aplicativos têm como funções simular a visão de um daltônico, efetuar testes para detecção desta deficiência visual, indicar quais cores estão presentes numa imagem através de qualquer simbologia válida para isso, ou mesmo utilizar algoritmos para corrigir as cores para que o indivíduo perceba de uma maneira melhor determinadas cores, de acordo com seu tipo de daltonismo. Estes tipos serão explicados e detalhados no referencial teórico deste trabalho de conclusão de curso.

A motivação deste trabalho surgiu de um pensamento de ajuda social, que envolveu a seleção de dificuldades enfrentadas por portadores de diversas deficiências e a vontade de fazer uma proposta de um software para que essa dificuldade fosse sanada, ou ao menos amenizada, a fim de provocar uma melhoria na qualidade de vida dos portadores. Foram levantadas diversas deficiências e ao longo deste levantamento surgiram diversas ideias, e a que mais se encaixou na motivação foi a deficiência visual daltonismo. É inclusive da vontade do autor prosseguir com mais projetos neste âmbito para auxiliar outros tipos de deficiências.

Este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo fazer inicialmente um levantamento bibliográfico para que se aprenda mais sobre o tema, um estudo de caso de diversos sistemas e aplicativos voltados ao daltonismo, e por fim concluir com uma apresentação de proposta de um novo software de código aberto e escalável, que será disponibilizado na internet para que a comunidade possa implementar novas funcionalidades e possa incrementá-lo cada vez mais para atingir o principal objetivo pelo qual este trabalho de conclusão de curso foi motivado. Ele também servirá como base para uma iniciação científica, tendo como propósito auxiliar portadores da deficiência visual daltonismo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para que haja melhor interação sobre o tema do trabalho é necessário aprofundar no conhecimento geral sobre a deficiência visual “Daltonismo”, para que se tenha uma base sólida a fim de prosseguir com a análise do problema e o projeto de desenvolvimento do sistema. Para essa finalidade, deverão ser desenvolvidos estudos sobre alguns temas além deste, tais como sentidos humanos, deficiências visuais, cores, daltonismo, testes para detecção, comunicação visual e interfaces, além de uma análise generalizada acerca das tecnologias existentes com foco ao daltonismo.

2.1 DEFICIÊNCIAS VISUAIS

Para dar início e entender as deficiências visuais é preciso compreender a relação do cérebro e os sentidos humanos. Neste propósito, podemos entender que o ser humano, na visão biomédica, apresenta em sua constituição cinco sentidos: visão, audição, olfato, tato e paladar, também chamados de sensores naturais. Estes sensores captam informações que são processadas pelo cérebro humano, que faz o tratamento necessário para que elas sejam absorvidas e tratadas conforme conhecimento prévio através de um mapeamento feito durante o desenvolvimento de um ser humano (DUFFAU, 2008; NUDO, 2003).

Podem-se identificar os neurônios como receptores ou sensoriais (aférentes), que são responsáveis por transmitirem impulsos para o sistema nervoso central, provenientes do exterior. Têm-se também, os motores ou eférentes que são responsáveis por realizarem o processo contrário dos aférentes, ou seja, do sistema nervoso central para o exterior. E, finalmente os de associação ou conectivos que são responsáveis pela comunicação entre os aférentes e eférentes (GAZZANIGA et al., 2006).

Através dos neurônios é feita a transmissão de dados dos sensores naturais, que estão presentes nas extremidades do corpo, para o sistema nervoso central, ou seja, para o nosso cérebro (TECH, 2013).

Portanto, o cérebro é o encarregado de processar através de estímulos químicos, mecânicos e sensoriais, a percepção que o homem tem de sua interação com as

atividades que ele realiza com o meio. Assim, a atividade de degustação reportará ao indivíduo a sensação de gosto, de satisfação alimentar. Mas esta sensação é caracterizada através de seus sensores ligados ao paladar e ao olfato, que através de um processo de degustação liberará determinado estímulo, este que será transmitido pelo sistema central e processado pelo cérebro, identificando-o com o sabor agradável ou não (RIBEIRO, 2006).

Essa união de sensações entre sentidos é chamada sinestesia. Segundo Kawasaki (2009), a sinestesia é entendida pela relação subjetiva que se estabelece espontaneamente entre dois estímulos em sensores naturais distintos, ou ainda como sensação numa parte do corpo produzida por um estímulo em outra parte completamente diferente.

Ainda de acordo com citação de Kawasaki (2009), a palavra “sinestesia” é de origem grega: “*sys*” (simultâneas) e “*aesthesis*” (sensação), podendo ser interpretada como “sensações simultâneas”.

Existem inúmeros relatos de pessoas que possuem a capacidade de fazer associações diversas, como: ver figuras geométricas em movimento ao ouvir uma música, ver cores ao experimentar um alimento, sentir sabores diversos ao ouvir determinadas palavras e assim por diante (KAWASAKI, 2009, p.43)

Com isso, indivíduos podem ter interpretações diferentes ao ver uma mesma peça gráfica. Essa percepção pode variar por fatores de ordem fisiológica, como sinestetas, que são aqueles que possuem sinestesia e que por exemplo podem sentir gostos ao serem estimulados por sons; e até mesmo casos mais comuns como uma diferença de percepção cromática por pessoas daltônicas ou uma imprecisão de formas no caso de pessoas com astigmatismo (KAWASAKI, 2009).

A visão, como um dos sentidos humanos, é composta pelo estímulo físico; pelo olho, como estrutura de captação visual; pelas vias de condução, finalizando no sistema de interpretação no cérebro. Ela permite aos seres vivos que possuem os órgãos em bom funcionamento a aprimorarem a percepção do mundo. Através do processo de comunicação não-verbal, que ocorre por meio de gestos, expressões, posturas, entre outras, existe a possibilidade de uma experiência visual para obter o máximo de informação do mundo, gerando um arquivo rico e dinâmico de dados a serem armazenados no cérebro, a fim de relacionar aos demais sentidos para serem utilizados nos diferentes momentos da vida (CAMERON; ARAÚJO 2011).

Assim como em todos os outros sentidos, existem imperfeições e deficiências também na visão humana. Dentre suas deficiências está a discromatopsia, ou daltonismo (CREPALDI, 2003).

2.2 DALTONISMO

A discromatopsia é caracterizada pela impossibilidade de distinguir determinadas cores, seja esta uma incapacidade total, aquela a qual o indivíduo possui dificuldade de distinguir todas as cores, ou parcial, a qual o indivíduo é incapaz de reconhecer apenas algumas. No caso do distúrbio ser hereditário ou genético, este é chamado de discromatopsia congênita (CREPALDI, 2003).

Embora a maioria da população usufrua da normal visão da cor, 5% das pessoas apresenta uma disfunção na visão da cor, sendo que há uma porcentagem maior de indivíduos do gênero masculino portadores de tal disfunção (RIBEIRO; GOMES 2013).

Conforme dito por Santos (2008), em torno de 10% da população mundial masculina sofre desse distúrbio que impede a distinção de cores pelo indivíduo.

Usualmente o daltonismo é ocasionado devido a genes recessivos ligados ao cromossomo X. Além disso, é possível também que danos sofridos na retina ou no nervo óptico causem esta deficiência (JEFFERSON; HARVEY, 2006).

A estatística que indica que a porcentagem de homens que possuem esta deficiência é maior que a das mulheres ocorre pelo fato de que indivíduos do sexo masculino possuem apenas um cromossomo X, enquanto as mulheres possuem dois cromossomos X. Uma vez que para que o indivíduo tenha daltonismo ele necessite do(s) cromossomo(s) X recessivo(s), as mulheres precisam que seus dois sejam afetados. Para que este caso ocorra, sua mãe deve possuir pelo menos um gene recessivo, e seu pai necessariamente deve ser daltônico (NEIVA, 2008).

Além do cérebro, pode-se dizer que um dos órgãos mais importantes da visão, se não o mais deles, é o olho. Ele é composto por várias partes, células e complementos, inclusive as células fotorreceptoras: bastonetes e cones. Acerca delas, os bastonetes distinguem apenas a presença e a ausência de luz ou tons intermediários enquanto os cones percebem as cores (MURCH, 1984).

Existem três tipos de cones no olho e cada tipo é capaz de distinguir uma cor diferente: ou vermelho, ou verde ou azul. A quantidade de cones para o verde, vermelho e azul varia na proporção de 40:20:1, respectivamente. Ou seja a sensibilidade para o azul é muito menor do que para o vermelho e o verde. Assim, somos capazes de perceber uma quantidade muito maior de matizes de verde que de vermelho ou azul (BORGES; WINCKLER; BASSO, 2000, p. 2).

É possível então, afirmar que o daltonismo afeta os cones, visto que são as células responsáveis pela distinção das cores. É uma alteração hereditária e ao menos até o momento se mantém incurável. Foi descrita cientificamente em 1798, pelo químico-físico inglês John Dalton (1766-1844), quando foi caracterizada pela dificuldade ou incapacidade de seu portador distinguir uma ou mais cores ou tonalidades.

O daltonismo ocorre justamente devido ao mal funcionamento parcial ou total de um dos tipos de cones (RIBEIRO; GOMES 2013). Este mal funcionamento acarreta tipos de daltonismo diferentes, sendo que em um deles o indivíduo não consegue enxergar a cor verde, noutro esta deficiência está ligada à cor vermelha, noutro à cor azul, e por fim um no qual os indivíduos não conseguem diferenciar cor alguma.

Existem três tipos de daltonismo, classificados como: Monocromatismo, Dicromatismo e Tricromatismo Anômalo (NEIVA, 2008).

Na Tabela 1 são apresentados os três tipos de daltonismo numa análise feita sobre raças ocidentais, suas variações de acordo com os tipos de cones e sua incidência:

Tabela 1 - Tipos e Taxas de Incidência em Raças Ocidentais

Termo Médico	Tipo	Incidência
Monocromatismo	-	0.003%
Dicromatismo	Protanopia	1%
	Deuteranopia	1.1%
	Tritanopia	0.002%
Tricromatismo Anômalo	Protanomalia	1%
	Deuteranomalia	4.9%
	Tritanomalia	-
TOTAL		8.005%

Fonte: (GARCIA et al, 2013)

Na Tabela 2 são apresentadas as principais ocorrências sobre os tipos desta deficiência, as causas de cada uma delas, e a incidência classificada por sexos masculino e feminino:

Tabela 2: Principais Tipos de Daltonismo, Causas e Incidências

Nome	Causa	Incidência	
		♂	♀
Dicromatismo			
Protanopia	Ausência do pigmento no cone L	1.0%	0.02%
Deuteranopia	Ausência do pigmento no cone M	1.1%	0.1%
Tritanopia	Ausência do pigmento no cone S	Muito raro	Muito raro
Tricromatismo Anômolo			
Protanomalia	Mutação do pigmento no cone L	1.0%	0.02%
Deuteranomalia	Mutação do pigmento no cone M	4.9%	0.04%
Tritanomalia	Mutação do pigmento no cone S	Muito raro	Muito raro

Fonte: (GARCIA et al, 2013)

O monocromatismo é o tipo mais raro de daltonismo, e é caracterizado pela incapacidade total de distinção de cores, ou seja, o indivíduo é capaz de identificar apenas as tonalidades em preto e branco. Este tipo atinge cerca de 0,003% dos homens e 0,002% das mulheres, no mundo. (LEE, 2008).

Pode-se observar na Figura 2 a caracterização do monocromatismo:

Figura 2: Simulação de monocromatismo. Imagem (a) à esquerda: indivíduo com visão normal. Imagem (b) à direita: indivíduo com monocromatismo



Fonte: (GARCIA et al, 2013)

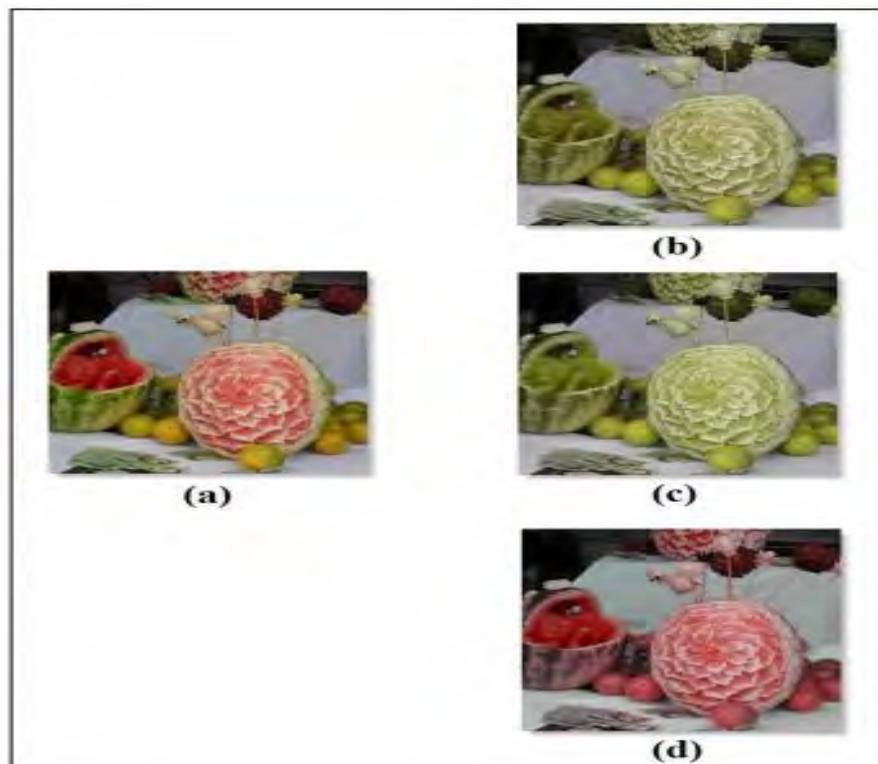
Segundo Neiva (2008), acrescido da pesquisa científica feita por Deeb SS; Motulsky AG (1993), o Dicromatismo é um tipo de daltonismo caracterizado pela ausência do fotopigmento, que são proteínas do tipo opsina responsáveis pela percepção visual,

em um tipo específico de célula cone, podendo se manifestar de três maneiras distintas:

- Protanopia: caracterizada pela ausência da opsina nos cones L, que resulta ao funcionamento normal dos cones azul e verde, porém cones vermelhos não funcionais, resultando na impossibilidade de discriminar cores no segmento vermelho-verde;
- Deuteranopia: ausência da opsina nos cones M, tendo os cones azul e vermelho funcionais e o verde não funcional, impossibilitando a diferenciação de cores no segmento verde-vermelho;
- Tritanopia: causada pela ausência da opsina nos cones S, resultando na impossibilidade de ver cores na faixa azul-amarelo.

A Figura 3 mostra a simulação de dicromatismo, apresentando três imagens com as simulações das três manifestações dele:

Figura 3 - Simulação de dicromatismo. Imagem (a) à esquerda: indivíduo com visão normal. Imagem (b) à direita: indivíduo com variação de protanopia. (c) à direita: indivíduo com variação de deuteranopia. (d) à direita: indivíduo com variação de tritanopia

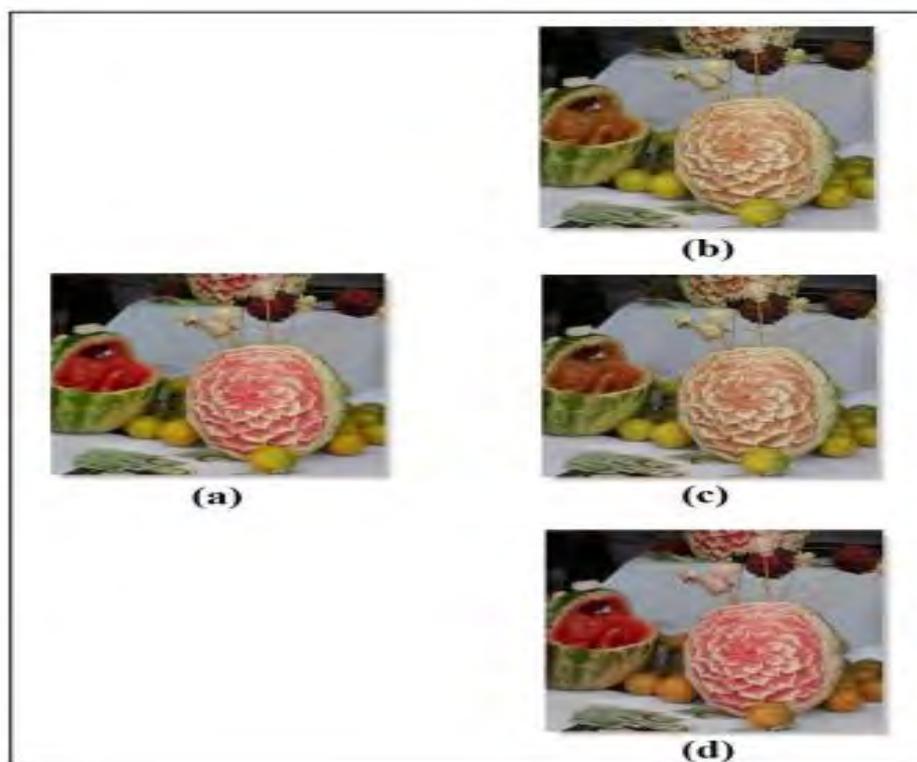


Fonte: (GARCIA et al, 2013)

Indivíduos com a visão de cores em funcionamento normal são chamados de tricromatas, pois seus cones possuem a opsina e ela funciona normalmente (GARCIA et al, 2013). A opsina é uma proteína presente tanto nos bastonetes quanto nos cones e é a base da visão de cores, pois é responsável por absorver a luz em comprimentos de onda diferentes (NELSON; COX, 2005). Já indivíduos portadores do tricromatismo anômalo possuem mutação nos genes que expressam os fotorreceptores dos cones, podendo se manifestar em três anomalias distintas. Protanomia é resultado de uma mutação na opsina dos cones L. Deuteranomia é resultado de uma mutação na opsina dos cones M e é a forma mais comum de daltonismo. Já a tritanomia é resultado da mutação na opsina dos cones S, sendo o tipo mais raro de daltonismo. Tais anomalias resultam na dificuldade em identificar cores nos segmentos vermelho-verde, verde-vermelho e azul-amarelo, respectivamente (NEIVA, 2008).

A Figura 4 apresenta simulações dos três tipos de tricromatismo anômalo:

Figura 4 - Simulação de tricromatismo anômalo. Imagem (a) à esquerda: indivíduo com visão normal. Imagem (b) à direita: indivíduo com variação de protanomia. (c) à direita: indivíduo com variação de deuteranomia. (d) à direita: indivíduo com variação de tritanomia



Fonte: (GARCIA et al, 2013)

2.3 TESTES PARA DETECÇÃO DO DALTONISMO

Existem vários testes para a verificação da existência de deficiência visual relacionada à distinção de cores, como o Teste de Ishihara, o Farnsworth-Munsell e o anomaloscópio de Nagel.

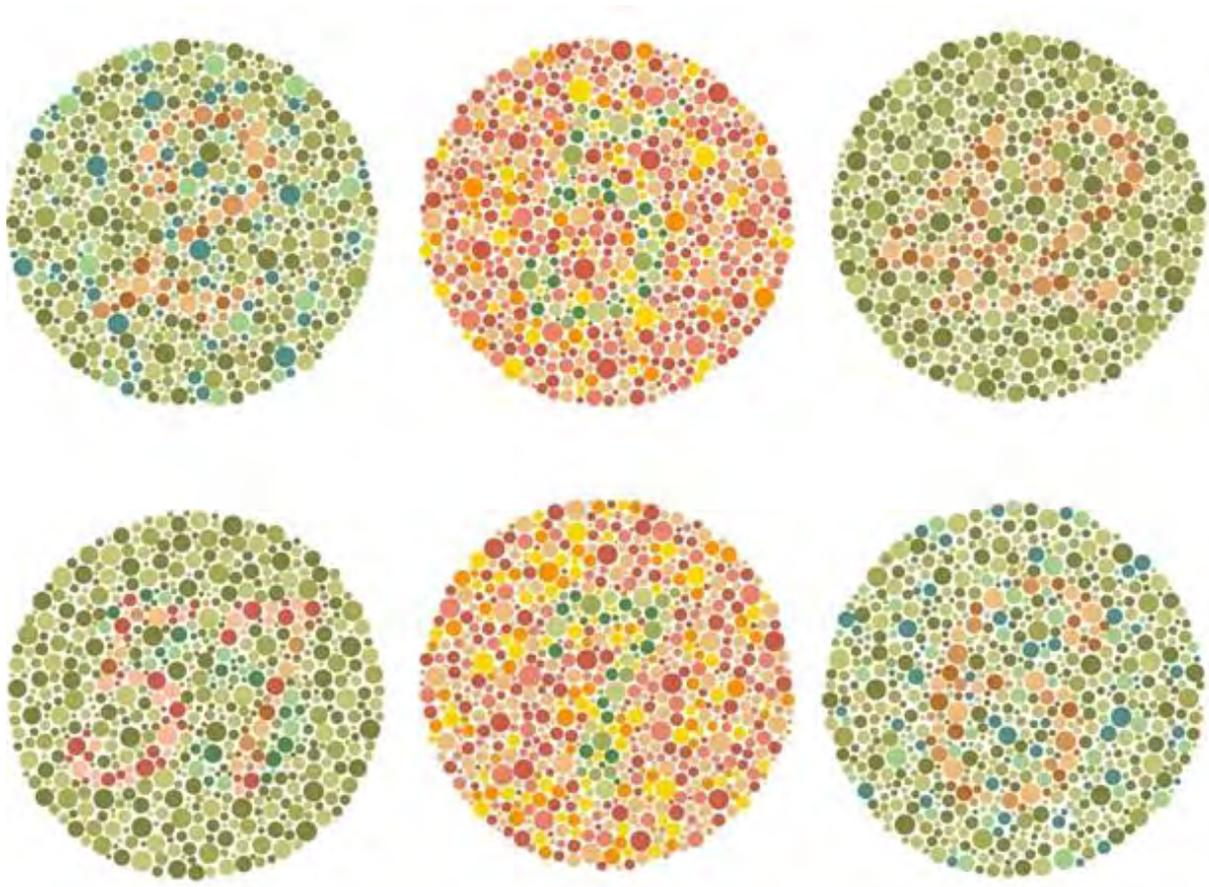
O Farnsworth-Munsell 100-cores é um teste qualitativo que permite a identificação de qualquer tipo e grau de daltonismo, porém leva em torno de 20 minutos para sua conclusão em cada um dos olhos, o que faz com que seja pouco utilizado na clínica prática. O anomaloscópio de Nagel é um aparelho que deve ser utilizado pelo oftalmologista, o que dificulta sua utilização em grandes amostras populacionais (MARTINS et al. 2001).

O Teste de Ishihara foi publicado pela primeira vez em 1906 e é o mais conhecido e utilizado no mundo. Foi criado originalmente para diagnosticar deficiências congênitas da visão de cores, mas acabou se mostrando eficiente também na identificação de deficiências adquiridas. Sua aplicação é baseada na análise de pranchas formadas por pontos coloridos nas quais aparece um número em determinada cor, o qual deve ser identificado pelo possível portador da deficiência (BRUNI; CRUZ, 2006).

Ainda segundo Bruni e Cruz (2006), o Teste de Ishihara possui pranchas de demonstração, nas quais a figura é apresentada com uma luminosidade de contraste significativa em relação ao fundo, fazendo com que a sensibilidade cromática não seja necessária para uma resposta correta; Pranchas de mascaramento, nas quais o objeto apresenta diferença de cores com relação ao fundo, podendo não estar visível para indivíduos com visão dicromática; Pranchas escondidas, as quais são elaboradas de forma que o objeto apresenta cores pertencentes a um eixo de confusão e o fundo com cores pertencentes a outro eixo de confusão, fazendo com que dicromatas identifiquem o objeto enquanto indivíduos normais vêm apenas uma variação de cores; e Pranchas diagnósticas, que são construídas com duas figuras, sendo que uma delas apresenta cores que podem ser distinguidas por protanômalos e outra por deuteranômalos. O teste de Ishihara não possui pranchas para avaliação quantitativa da deficiência na identificação de cores, não sendo possível avaliar a gravidade do problema através de sua realização.

A Figura 5 mostra algumas imagens utilizadas no Teste de Ishihara.

Figura 5 – Teste de Ishihara: Da esquerda para a direita, de cima para baixo, as imagens apresentam os números: 2, 5, 42, 57, 7 e 6



Fonte: CherryCode (2013)

2.4 SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS EXISTENTES

Com o potencial crescimento da difusão da informação, que é transmitida através da captação de dados por mensagens, há uma grande massa que deve ser absorvida pelo receptor, e por isso são necessárias uma comunicação objetiva e uma mensagem bem produzida, seja através de textos bem redigidos ou mesmo de cores agregados a ela, para que o receptor possa entender de maneira mais ágil possível e possa absorver a maior quantidade de informação possível. Por isso, é possível que seja necessário conhecer bem os tipos de daltonismo para criar uma mensagem capaz de ser transmitida e entendida de uma boa maneira.

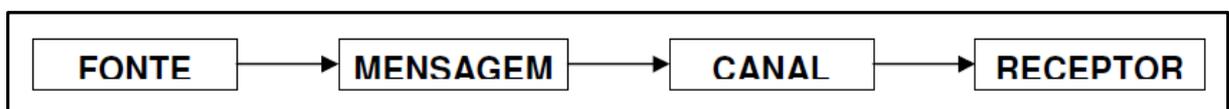
Através dessa transmissão de mensagens entre dois indivíduos é possível estabelecer uma comunicação, que é uma necessidade humana. A visão é o único sentido que através de estímulos visuais consegue impressionar e transmitir para o cérebro mensagens captadas de maneira rápida e que conseguem chamar atenção antes mesmo da interpretação da mensagem pelo indivíduo (CAMERON; ARAÚJO 2011). Sendo assim, é possível que ela se torne um sentido extremamente importante para a comunicação, por sua facilidade de transmissão de uma mensagem alarmante simplesmente com um destaque, ou a capacidade de redução de importância apenas com o formato de transmissão da mensagem.

Segundo Rogers (1986), a comunicação “simples” é o processo de interpretação e interação do indivíduo com o ambiente que ele está inserido. Com isso, através dos sentidos humanos é possível conduzir essa mensagem ao sistema nervoso central, ou seja, os estímulos externos gerados pelo ambiente externo, que caracteriza a percepção.

Já a comunicação complexa, além da percepção, inclui também o reconhecimento, e requer também dois ou mais indivíduos envolvidos no processo de comunicação. Neste caso, há um remetente e um ou mais receptores. O primeiro deseja transmitir uma determinada mensagem para que o(s) receptor(es) receba(m) e a(s) interprete(m).

Segundo Wadsworth (2001), citado por Borges Neto (2004), este processo de comunicação foi descrito num modelo linear por Clause Shannon e Warren Weaver em 1949, em uma publicação chamada “*The Mathematics Theory of Communication*”, conforme figura abaixo:

Figura 6 - Modelo de comunicação apresentado por WADSWORTH (2001)

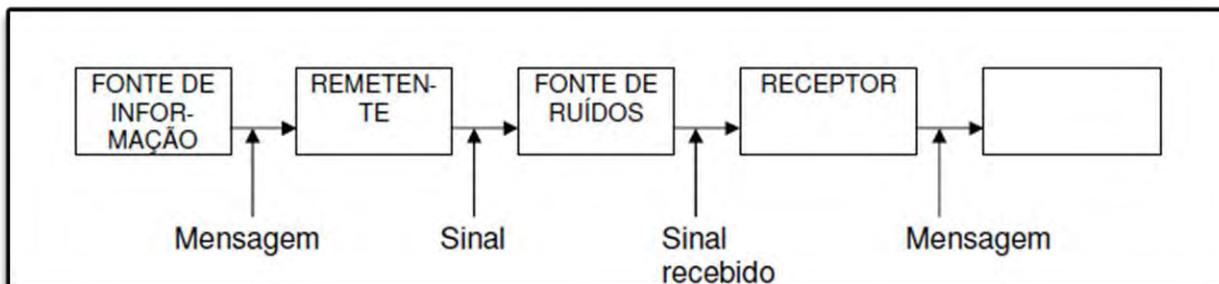


Fonte: WADSWORTH (2001)

Segundo Borges Neto (2004), após criado o modelo linear, outros conceitos foram aplicados sobre este modelo por outros pesquisadores para que a teoria do processo de comunicação ficasse mais sólida, como codificação e decodificação,

retroalimentação (*feedback*), campos de experiências e ruídos, como ilustra a figura abaixo:

Figura 7 - Modelo de comunicação de Shannon-Weaver



Fonte: WADSWORTH (2001)

Ainda segundo Borges Neto (2004), é necessário que a mensagem esteja bem clara para que o receptor consiga interpretá-la de maneira simples e rápida. Com isso, quanto mais familiares os símbolos para o receptor, melhor será o processo de entendimento da mensagem e melhor o resultado da comunicação. Sobre este processo de interpretação ele cita também Rogers (1986, p.), ao dizer que “durante a codificação e a decodificação que ocorrem a maior parte dos problemas de comunicação”.

Com base neste modelo, um canal é o veículo que transporta a mensagem. Segundo Bryson (1964), existe o canal sensorial que envolve todos os sentidos humanos, dentre eles a visão, que é dita como o mais complexo dos sentidos, mesmo que os olhos sejam apenas receptores de mensagens.

A comunicação hoje em dia é vista pela questão das interfaces, que fazem uma relação entre o emissor e o receptor. Neste sentido, é possível que a interface seja importante em um sistema projetado para ajudar portadores do daltonismo pelo fato de que até um ruído simples de cor possa atrapalhar na transmissão de uma mensagem desejada e possa afetar uma boa comunicação com o receptor, que é muito importante dentro de um sistema.

A respeito da interação de um usuário com o computador, a interação Humano-Computador surgiu por volta de 1986, a fim de tornar máquinas e softwares mais acessíveis e para auxiliar no desenvolvimento de sistemas computacionais (CARVALHO, 2012).

Inicialmente a interação do usuário era feita através de linhas de comando ou terminais, porém desde o surgimento da Internet, na década de 90, o foco em boas interfaces gráficas cresce cada vez mais. Ela é a porta de entrada, um cartão de visitas do sistema ou aplicação para o usuário, e também considerada fundamental pelo fato de que auxilia também na usabilidade do usuário (GARCIA et al, 2013).

Mesmo considerando que atualmente existe um grande número de portadores de qualquer deficiência, as interfaces e sistemas ainda são projetadas sem levar em conta estas estatísticas, considerando apenas usuários que não possuem qualquer tipo de deficiência (GARCIA et al, 2013).

Uma vez que as interfaces são muito importantes para transmitir informações de uma aplicação para um usuário, e é notável que cresce cada vez mais a utilização de sistemas de informações móveis, uma boa interface deve ser considerada também para estes tipos de dispositivos. Parmy Olson (2012), da revista Forbes, cita 5 marcos para alertar como está o crescimento da utilização de dispositivos móveis:

- 48% de todas as crianças americanas de 6 a 12 anos pediram um *iPad*, da marca *Apple*, como presente de Natal, o que significa quase metade delas e o maior desejo dentre os coletados pela pesquisa citada. Nessa mesma pesquisa está presente em terceiro lugar com 36% o *iPad Mini*, seguidos pelo *iPod Touch* e *iPhone*. Ou seja, 4 dos 5 presentes de Natal mais desejados pelas crianças americanas são dispositivos móveis;
- Crescimento do tráfego móvel global extremamente rápido, visto que em 2009 era apenas 1%, em 2010 subiu para 4%, atingindo 13% em 2012. Isso ocorreu pela diversidade de aplicativos para este tipo de dispositivo, como compras online, redes sociais, GPS, etc. Por exemplo, na Índia, em maio de 2012, o tráfego através de dispositivos móveis superou os de *desktops*;
- Quase um terço de todos os americanos adultos possuem um *tablet* ou um leitor de documentos eletrônicos;
- O número de smartphones (telefones multifuncionais) cresce globalmente 42% por ano, e na época da pesquisa existia 1 bilhão de usuários deste dispositivo, e 5 bilhões de usuários de telefonia móvel. Ou seja, a tendência é que os que não possuem *smartphones* façam a migração, e observando as estatísticas há um campo grande de crescimento;

- Dispositivos com o sistema operacional do Google chamado *Android*, que é concorrente do iOS, sistema operacional da *Apple* presente no *iPhone*, em 2012, crescia 6 vezes mais rápido que o segundo.

Conforme pesquisa científica feita por Simon Kemp (2014), existem aproximadamente 7.176.000.000 pessoas na população mundial. Dentre elas, 3.553.000.000 utilizam dispositivos móveis. Isso significa que 50% da população mundial já utiliza este tipo de tecnologia, e devido a isso é necessária muita atenção quanto a sua usabilidade.

Com todas essas estatísticas levantadas, pode-se imaginar como são importantes interfaces para aplicativos móveis projetadas para suportar todos os tipos de usuários, sejam eles portadores de alguma deficiência ou não.

Entende-se por sistema de informação móvel um sistema que execute em um dispositivo móvel. Também pode ser caracterizado pela capacidade de se levar um dispositivo de Tecnologia da Informação para qualquer lugar, como um *laptop* ou PDA (*Personal Digital Assistant*), ou mesmo aquela que é criada para ser utilizada quando está em movimento, como um mp3-player. Entretanto é preciso considerar que muitos autores unem o conceito dos dispositivos de TI móveis e redes sem fio, como por exemplo celulares ou PDAs, que podem se conectar a uma rede e especialmente à Internet, via acesso sem fio, inclusive os termos Móvel (*Mobile*) e Sem fio (*wireless*) sendo tratados até como sinônimos (SACCOL; REINHARD, 2007).

Um dos aspectos que podem ser observados ao desenvolver um aplicativo móvel é sobre a necessidade de comunicação externa, ou de armazenamento interno, para a partir dessa informação definir a arquitetura que ele seguirá. Um aplicativo móvel pode ser classificado como online, quando dependem de uma conexão permanente com o servidor e dependem geralmente de uma conexão Wi-Fi ou GSM; como off-line, quando não precisa de uma conexão constante com o servidor e a comunicação entre cliente-servidor pode ser feita em momentos específicos, com participação ativa do usuário através de cabos, por exemplo; como sincronização automática, que é um meio termo entre os dois primeiros e o aplicativo pode armazenar as informações localmente enquanto estiver *off-line*, e quando conseguir

acesso numa rede ele pode se comunicar com o servidor e transmiti-las. (MURAKAMI, 2004).

As alternativas de acessibilidade ao daltônico desenvolvidas para aplicativos móveis existentes atualmente trabalham, em sua maioria, como aplicativos off-line, onde o armazenamento é feito completamente no dispositivo local sem necessidade de transmissão de dados externa. Em alguns casos também é utilizada a comunicação por sincronização automática, quando há a necessidade de envio de informações para algum servidor.

Para que fosse possível cumprir o objetivo deste Trabalho de Conclusão de Curso, que é fazer um levantamento e um estudo de caso de diversos sistemas e aplicativos voltados ao daltonismo, e por fim concluir com uma apresentação de uma proposta de um novo *software* de código aberto e escalável, que será disponibilizado na internet para que a sociedade possa implementar novas funcionalidades e possa incrementá-lo cada vez mais, foram reunidas e analisadas quantitativamente 22 soluções e ferramentas já existentes para auxílio à disfunção visual daltonismo, segmentadas em 13 que foram desenvolvidas para aparelhos móveis com o Sistema Operacional *Android* (Google), 9 desenvolvidas para aparelhos móveis com o Sistema Operacional *iOS* (Apple), que serão descritas com mais detalhes no tópico “Análise do Problema” deste trabalho.

3 METODOLOGIA

Neste trabalho de conclusão de curso para obtenção do título de bacharel em Sistemas de Informação pela Faculdade Católica Salesiana de Vitória serão feitas pesquisas bibliográficas a fim de aprofundar no conhecimento geral sobre a deficiência visual “Daltonismo”, pois segundo Lima e Miotto (2007, p. 38), “A pesquisa bibliográfica implica em um conjunto ordenado de procedimentos de busca por soluções, atento ao objeto de estudo, e que, por isso, não pode ser aleatório”, e através dela poderá se ter uma base para alcançar o objetivo deste trabalho.

Para isso, deverão ser desenvolvidos estudos sobre alguns temas correlatos a este, tais como sentidos humanos, a visão humana, cores, testes de detecção do daltonismo, comunicação visual e interfaces com enfoque ao daltonismo, para que seja possível entender o quão importante são as cores para um indivíduo e como é o funcionamento do daltonismo sobre a vida das pessoas.

Com todos os dados destas pesquisas levantados será possível conhecer um pouco mais sobre cada tipo de daltonismo, suas características e as cores que cada um deles não consegue perceber.

Além da pesquisa bibliográfica, será feita uma pesquisa de campo para uma análise quantitativa e qualitativa através da aplicação de dois questionários, um deles para 1 médico oftalmologista profissional do Centro Oftalmológico de Vitória, situado na cidade de Vitória, no estado do Espírito Santo, sendo que o questionário conterá 9 perguntas, dentre elas 8 discursivas e 1 objetiva, e o outro para 10 indivíduos daltônicos coletados sob indicação do médico entrevistado, contendo 14 perguntas, dentre elas 10 discursivas e 4 objetivas.

Além das respostas dos questionários, será feita também uma observação não participante conclusiva sobre a usabilidade da interface do sistema caso os participantes se interessem em experimentar, sobre a promoção da adaptabilidade do usuário ao sistema, desde sua instalação até sua utilização, a fim de extrair pontos positivos e negativos do sistema para auxiliar no objetivo final do trabalho de conclusão de curso.

Com todas essas informações, será possível prosseguir com um estudo de caso de diversos sistemas desenvolvidos para auxiliar essa deficiência, a fim de fazer um

estudo comparativo entre suas funcionalidades, de acordo com as necessidades analisadas através dos questionários.

Godoy (1995, p. 25) cunha o estudo de caso como: “se caracteriza como um tipo de pesquisa cujo objeto é uma unidade que se analisa profundamente. Visa ao exame detalhado de um ambiente, de um simples sujeito ou de uma situação em particular”.

A partir destas unidades que serão analisadas com profundidade, sendo elas a aplicação dos questionários e o estudo de caso dos sistemas levantados, será feita uma proposta de um novo sistema aberto e escalável com funcionalidades que cumpram o objetivo deste trabalho de conclusão de curso, apresentando com detalhes a análise e modelagem de cada segmento, quando possível.

Após o desenvolvimento desse trabalho espera-se que nossas contribuições sobre o projeto de sistema possam ser úteis para que seja desenvolvida uma Iniciação Científica levando em consideração tudo que fora levantado neste trabalho de conclusão de curso.

4 ANÁLISE DO PROBLEMA E PROJETO DE DESENVOLVIMENTO

Como segmento do desenvolvimento da proposta de projeto foi necessária uma análise geral do problema com o levantamento de pontos fundamentais, através de uma pesquisa de campo efetuada e uma análise quantitativa um pouco mais direcionada acerca das soluções tecnológicas já existentes, para que fosse possível prosseguir com a proposta de projeto, desenvolvida considerando com detalhes seu ciclo de vida e fases de desenvolvimento, além das metodologias de desenvolvimento de software utilizadas.

4.1 ANÁLISE DO PROBLEMA

Para que fosse tomada a decisão de realizar o projeto foi feita uma análise de mercado atual para determinar sua viabilidade, reorganizar as características do projeto para mitigar os riscos de mercado, identificar o mercado potencial, suas fontes de risco e fazer uma análise de sensibilidade, conforme proposto por Meyer e Haddad (2000).

4.1.1 Estudo de Caso através de Pesquisa de Campo

Esta análise de mercado foi necessária para que fosse possível entender melhor e mensurar as principais necessidades do portador de daltonismo, e por isso foi desenvolvida uma pesquisa de campo com base em dois questionários, um deles aplicado em indivíduos daltônicos e outro em médicos oftalmologistas, ambos para uma análise quantitativa e qualitativa. Estes questionários foram aplicados pela internet, através do serviço Google Forms (GOOGLE, [2014]).

Uma pesquisa de campo pode ser descrita de acordo com o conceito de Fuzzi (2010), que foi escrito com base no livro *O Historiador e suas Fontes*, de Carla Bassanezi Pinsky:

A pesquisa de campo procede à observação de fatos e fenômenos exatamente como ocorrem no real, à coleta de dados referentes aos mesmos e, finalmente, à análise e interpretação desses dados, com base numa fundamentação teórica consistente, objetivando compreender e explicar o problema pesquisado. Ciência e áreas de estudo, como a Antropologia, Sociologia, Psicologia, Economia,

História, Arquitetura, Pedagogia, Política e outras, usam freqüentemente a pesquisa de campo para o estudo de indivíduos, grupos, comunidades, instituições, com o objetivo de compreender os mais diferentes aspectos de uma determinada realidade. Exige também a determinação das técnicas de coleta de dados mais apropriadas à natureza do tema e, ainda, a definição das técnicas que serão empregadas para o registro e análise. Dependendo das técnicas de coleta, análise e interpretação dos dados, a pesquisa de campo poderá ser classificada como de abordagem predominantemente quantitativa ou qualitativa (FUZZI, 2010).

Foram analisadas as respostas concedidas por voluntários através destes dois questionários. Os indivíduos daltônicos seriam coletados inicialmente através de clínicas de oftalmologia, porém não fora possível devido ao sigilo necessário sobre os pacientes, e por isso foram utilizadas redes sociais para este fim, através de pesquisas relacionadas ao tema “Daltonismo”, sendo elas páginas, grupos e pessoas, e divulgação entre os próprios contatos do autor. Já os doutores oftalmologistas também seriam coletados nas clínicas, porém com a dificuldade de acesso proposta por alguns consultórios, foi necessário recorrer a contatos médicos de familiares e amigos, além das próprias redes sociais.

Pode-se dizer que as redes sociais no mundo atual são muito importantes também na colaboração entre as pessoas, uma vez que a interação entre as unidades é o ponto central para a avaliação e análise de colaboração social, e que cada rede social conecta milhões de usuários LOPES (2012), e por isso, além das outras dificuldades enfrentadas, fora adotado também este meio para a aplicação das pesquisas de campo, que foram fundamentais para atingir o objetivo do trabalho.

A participação dos indivíduos daltônicos na pesquisa consistiu principalmente em fornecer informações sobre o daltonismo em suas vidas, sobre possíveis problemas cotidianos enfrentados devido à esta disfunção, além de um levantamento sobre possíveis sistemas já utilizados e quão acessível seriam os *softwares* desenvolvidos ao avaliar também quais recursos tecnológicos o indivíduo tem disponível.

Conforme as explicações sobre a genética e a propensão de se ter mais homens do que mulheres portadores de daltonismo, de 9 entrevistados, 7 eram do sexo masculino e apenas 2 eram do sexo feminino.

Mesmo com uma porcentagem relativamente alta de portadores desta disfunção analisando de forma global as estatísticas que indicam que 5% da população sofre

desta disfunção (RIBEIRO; GOMES 2013), ao inquirir alguns dados absorvidos pela aplicação do questionário pode-se dizer que encontrar indivíduos daltônicos não é tão fácil. Isso pode ser pelo fato de que muitos deles descobrem que são daltônicos apenas quando estão adultos, como relatado por F.S.M.¹ em uma das respostas: “*Eu só descobri que era há pouco tempo, com mais de 20 anos de idade*”. Já outros deles preferem não ser identificados, por medo de serem alvos de *bullying* por parte de amigos com algumas brincadeiras ou mesmo pelo receio da rejeição ou incômodo causado pela deficiência, como relatado em outro depoimento dado por F.S.M.:

“Antes da confirmação do meu daltonismo, sempre passei por diversos problemas, a começar no ensino primário. As vezes eu pedia um lápis de cor emprestado mesmo tendo o lápis simplesmente porque eu não conseguia diferenciar as cores. Conversando com alguns daltônicos, vários faziam o mesmo pois tinham a mesma dificuldade. Uma coisa muito comum na sociedade, não por preconceito acredito eu, é após uma pessoa de identificar como daltônico, a outra pessoas imediatamente apontar para algo verde e perguntar que cor é aquela” (F.S.M., 2014).

Além do receio da reação da sociedade, a complexidade em constatar pessoas com essa deficiência pode-se ocorrer também proveniente de uma análise quantitativa feita na qual 7 em 9 entrevistados preferiram não divulgar seu nome ou divulgar apenas suas iniciais.

A falta de informação e divulgação sobre essa disfunção pode ser outro fator que leva as pessoas a não conhecerem muito bem sobre o assunto. Pode-se observar pela pesquisa de campo feita que mais da metade dos indivíduos entrevistados não sabiam qual era seu tipo de daltonismo ao responder uma das perguntas do questionário aplicado, mesmo com as opções dadas distinguindo o tipo de daltonismo e quais espectros de cores ele afeta, como por exemplo “Protanopia / Protanomalia (vermelho/verde)”, “Deuteranopia / Deuteranomalia (verde/vermelho)”, “Tritanopia / Tritanomalia (azul/amarelo)”.

Apesar disso, nesta mesma questão 4 indivíduos alegaram ser portadores da “Deuteranopia / Deuteranomalia (verde/vermelho)”, comprovando o que foi citado em Neiva (2008), que a deuteranopia é resultado de uma mutação na opsina dos cones M e é a forma mais comum de daltonismo.

¹ Os entrevistados serão tratados pelas iniciais como acordado através do termo de consentimento presente no Apêndice A.

Acerca da descoberta da deficiência, no geral as pessoas desconfiaram que havia algo errado desde criança, principalmente nas escolas, quando havia alguma atividade que necessitava um trabalho com lápis de cor. Possivelmente pela falta de informação sobre a deficiência, muitos relataram que simplesmente não entendiam o que ocorria e não procuravam respostas, como é factível pelo relato:

A primeira vez foi quando comprei uma blusa laranja, e desde o momento que eu estava na loja já estavam falando que era amarela. Eu achava que era desatenção minha e por muitas vezes achei que era coisa da minha cabeça. A ponto de chegar e olhar o objeto em questão (que eu via laranja) e falar pra mim mesma "É amarelo. É amarelo" diversas vezes (A.G., 2014).

Além disso, o atestado do daltonismo, usualmente conforme indicado pela pesquisa de campo feita, veio apenas na adolescência ou em fase adulta, quando realmente foram procurar doutores e fizeram testes para detecção do daltonismo. Isso significa que as escolas não deram total suporte para essa situação ou não instruíram de maneira correta, uma vez que a maioria sentiu essa necessidade quando criança.

Também foi explanado por J. N. N. S. (2014) que em seu caso foi detectado o daltonismo sem uma intenção direta, visto que aos 12 anos ele foi para o oftalmologista não pela desconfiança pelo daltonismo, e sim devido a uma crise de terçol, que segundo o dicionário Michaelis, por Polito (2004), se define como "Pequeno tumor inflamatório, no bordo das pálpebras". Na situação, o doutor aplicou o Teste de Ishihara e foi constatada deuteranopia.

A respeito da acessibilidade à tecnologia para que sejam desenvolvidas facilidades para o portador da disfunção, de todas as pessoas entrevistadas, 8 delas possuem um smartphone que roda o sistema operacional *Android* e apenas 1 possui *iPhone*, que executa sobre o iOS. A grande maioria também relatou que possui computador, o que faz com que se possa desenvolver algo também voltado a computadores pessoais no futuro.

Foi questionado aos entrevistados quais os problemas cotidianos que mais os incomodavam, porém segundo todos não houve nenhum problema grave. O que mais foi relatado foi a dificuldade em selecionar roupas coloridas tanto para vestir quanto para comprar. Além disso, houveram relatos sobre terceiros perguntando ou solicitando algo através da indicação de uma cor, como por exemplo: "Quando usam

como exemplo em uma frase. Pega um casaco no carro, é o azul royal atrás do verde oliva” (B. M., 2014).

J. N. N. S. (2014) relata inclusive que procura utilizar uma técnica interessante que é a relação entre cores. Ele alega que tenta memorizar por exemplo que uma determinada marca de cerveja é amarela e tenta identificar essa cor nos outros objetos através dessa relação. Entretanto ele diz que muitas vezes dá errado, principalmente em cores bem semelhantes como verde limão e amarelo mostarda, e conclui que possui muita dificuldade com isso diariamente.

Além dos problemas cotidianos, o daltonismo também afeta diretamente as profissões dos entrevistados, seguem diversos relatos em resposta à pergunta relacionada à profissão e se a deficiência já atrapalhou nela:

“Sou do lar porém sonhava em ser motorista profissional e o médico não me liberou” (J. A. A. B., 2014).

“Produtor de eventos nunca me atrapalhou, talvez um pouco para aprovar artes visuais como flyers, banner e etc.” (B. M., 2014).

“Web Designer. Atrapalha sempre que preciso identificar cores de peças publicitárias, ou quando preciso tirar prova de material gráfico impresso” (J. N. N. S., 2014).

“Eu sou estudante de Geografia e confesso que as vezes gráficos e determinados mapas na Cartografia com esse exato tom de amarelo podem atrapalhar. Também levo o desenho como um hobby e quando vou pintá-lo penso antes de fazer ou até pergunto que cor é aquela” (A.G., 2014).

“Desenvolvedor de *software*. Sim. Infelizmente não consigo diferenciar os tons das cores na hora de criar uma interface gráfica de usuário em meus programas. Isso já gerou diversos problemas, que fizeram com que eu me afastasse dessa parte, passando a me focar mais no código escrito” (P. S. M., 2014).

Com essa grande quantidade de informes, pode-se ver que o daltonismo é um distúrbio visual que promove diversas situações incômodas na vida do cidadão portador.

O interessante é que por mais que a tecnologia esteja tão presente na vida das pessoas, elas ainda não a utilizam com veemência para auxiliá-los com o daltonismo. Pode-se ver pela pesquisa quantitativa feita, onde a maioria não usa e

nunca usou algum software para esta finalidade, apesar de alguns inclusive terem pensado em soluções como “lentes que possam compensar a falta de cones das cores defeituosas para igualar ao normal propiciando a identificação da cor” (J. N. N. S., 2014).

Já a participação dos doutores oftalmologistas consistiu em fornecer informações sobre o daltonismo na vida de seus pacientes, sobre a informação sobre as melhores conversões para cada tipo de daltonismo, sobre a informação de locais para se coletar daltônicos, além de um levantamento sobre possíveis sistemas utilizados por seus pacientes ou mesmo sobre ideias inovadoras para que houvesse a possibilidade de absorver e capturar como ideias complementares para o projeto.

Infelizmente foram consultados três consultórios por telefone e nenhum deles tinha um especialista em daltonismo, além de que em ambos não foi possível encontrar um voluntário para responder o questionário. Após este fato, houve a tentativa de encontrar mais voluntários através de indicações de médicos de outras áreas, e foi encontrada apenas uma voluntária que respondeu o questionário aplicado pela internet e que apenas alegou que não possuía nenhum paciente daltônico. Como as perguntas não eram obrigatórias, foi a única respondida na ocasião.

4.1.2 Análise de soluções já existentes

Após o levantamento e análise das respostas coletadas nos questionários, foram reunidas e analisadas quantitativamente 22 soluções e ferramentas já existentes para auxílio à disfunção visual daltonismo, segmentadas em 13 que foram desenvolvidas para aparelhos móveis com o Sistema Operacional *Android* (Google), 9 desenvolvidas para aparelhos móveis com o Sistema Operacional *iOS* (Apple).

Um ponto interessante a ser analisado é que a preocupação com o tema é tão grande, que a próxima versão do Sistema Operacional *Android*, do Google, versão L, terá modos de tela para ajudar usuários daltônicos de maneira nativa, o que mostra que a acessibilidade é uma preocupação geral e importante de ser analisada, visto que muitos designers muitas vezes se esquecem disso e adotam cores apenas por estética (GONÇALVES, 2014).

4.1.2.1 Principais critérios

Para esta análise, foram definidos alguns critérios de acordo com as necessidades impostas pelos próprios indivíduos daltônicos, além de critérios tecnológicos adotados, que seguem:

- Preço, para que fosse analisada a disponibilidade para todos os indivíduos e não a seleção para apenas os que possuem dinheiro e condições de comprar aplicativos pelas lojas virtuais de cada plataforma;
- Indicação da cor ao usuário, através de utilização de qualquer tipo de simbologia, para que os indivíduos daltônicos pudessem entender qual é a cor que ele gostaria de identificar de uma maneira fácil e usual
- Qualquer tipo de teste para detecção de daltonismo já existente, para auxiliar quem acredita ter esta deficiência e não tem certeza de uma maneira fácil e rápida, juntamente com uma guia de ajuda, uma vez que muitos não sabem ao menos o que é o daltonismo;
- Simulação para cada tipo, para que como um exemplo, o indivíduo daltônico possa exibir como é sua visão para outras pessoas;
- Correção para cada tipo, para que o indivíduo daltônico possa utilizar para auxiliar nas tarefas cotidianas, como distinguir a cor de um semáforo ao dirigir;
- Utilização de recursos do celular que podem auxiliar um daltônico juntamente com as funcionalidades do celular, tal como foto, *flash*, *zoom*, alternância entre câmeras padrão e frontal;
- Interpretação de cores por voz, para auxiliar deficientes visuais parciais ou totais;
- Número de instalações, para que fosse analisada a divulgação e o conhecimento dos usuários sobre a ferramenta, assim como um nome bem indicativo e se é feito algum plano de marketing de cada um deles.

4.1.2.2 Consolidação das funcionalidades

Para que seja feita uma consolidação das funcionalidades, foi criada uma tabela comparativa entre todos os *softwares* analisados, de acordo com os critérios levantados.

Pelo fato de que as funcionalidades presentes no aplicativo são de maior importância na tabela comparativa, e para melhor exibição dos dados, foi criada uma legenda com a definição de cada funcionalidade separada por siglas:

Quadro 1 – Siglas correspondentes às funcionalidades da tabela comparativa

NOME	SIGLA
Gratuito	GRAT
Indica a cor ao usuário	INDI
Recurso de foto	FOTO
Recurso de flash	FLAS
Recurso de câmera frontal	CFRO
Testes para detecção	TEST
Simulação para cada tipo	SIMU
Interpretação por voz	VOZ
Correção para cada tipo	CORR

Fonte: Elaboração própria

Com isso, foi possível montar as tabelas comparativas dos dois principais sistemas operacionais de dispositivos móveis. Alguns dados não puderam ser levantados pela falta de acessibilidade por serem pagos e/ou por não estarem na documentação.

Quadro 2 – Quadro comparativo dos aplicativos Android relacionados ao daltonismo

NOME	GRAT	INDI	VOZ	FOTO	FLAS	CRFR	TEST	SIMU	CORR
Color Grab	S	S	S	S	S	S	N	N	N
ColorBlind Vision	N	S	N	N/D	N	S	S	S	S
Color Blindness Test	S	N	N	N	N	N	S	S	N
Color Blind Correction		S	N	N	N	N	S	S	S
Colorblind Helper	S	N	N	N	S	N	N	S	S
Vision Check Up	S	N	N	N	N	N	S	N	N
Visual Acuity Test	S	N	N	N	N	N	S	N	N
Color Vision Test	S	N	N	N	N	N	S	N	N
Color Helper 4 Men	S	S	N	N	S	N	N	N	N
Dankam		N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	S
ColorToPattern Camera	S	S	N	S	N/D	N	N	N	S
Color Amplifier	S	N	N	N	S	S	N	S	S
Daltonizer	S	N	N	N	N	N	N	S	N

Fonte: Elaboração própria

Quadro 3 – Quadro comparativo dos aplicativos iOS relacionados ao daltonismo

NOME	GRAT	INDI	VOZ	FOTO	FLAS	CRFR	TEST	SIMU	CORR
ColorAdd	N	S	S	S	N/D	N	N	N	N
iDaltonizer	N	N	N	N	N	N	N	S	S
SayColor	S	S	S	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
Color ID Free	S	S	S	S	N	N	N	N	N
Chromatic Vision	S	N	N	N	N	N	N	S	N
Vision Test	S	N	N	N	N	N	S	N	N
EyeXam	S	N	N	N	N	N	S	N	N
HueVue: Colorblind Tools	S	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	S
Colorblind Aid	S	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	S

Fonte: Elaboração própria

4.1.2.3 Principais *softwares* e observações relevantes

A partir do levantamento das funcionalidades, da criação da tabela, e para que fossem analisados pontos importantes para a proposta de um novo *software*, foi feito um estudo aprofundado sobre alguns dos *softwares* abordados, a fim de extrair informações interessantes para o desenvolvimento futuro.

4.1.2.3.1 “ColorGrab”

Criado pela empresa Loomatix (2014) para auxiliar principalmente designers, utilizado para capturar a cor e exibir ao usuário em forma de nomes, códigos hexadecimais, RGB (*Red Green Blue*), entre vários outros. Apesar de ser criado para designers, daltônicos podem utilizar para auxiliar na nomeação de cores.

4.1.2.3.2 “ColorAdd”

Semelhante ao ColorGrab, porém foi projetado a partir de um padrão em código, formando um sistema universal de identificação de cores, criado pelo designer NEIVA (2013). Além do nome da cor, ele também a converte para este padrão concebido.

4.1.2.3.3 “Colorblind Vision”

Com este aplicativo é possível extrair apenas as cores que o daltônico não consegue enxergar, bem usual para situações como num jogo de tabuleiro. Dá também a opção de simular a visão de um daltônico, e exibir a tela duplicada com a visão normal e a visão daltônica, uma funcionalidade interessante (GRIMM 201-).

4.1.2.3.4 “Color Blindness Test” e “Daltonizer”

Aplicativos bem simples e com nomes bem indicativos e sugestivos, resultando em muitos downloads. Produzidos respectivamente por CHERRYCODE (2013) e NGHS.fr (2012), pode-se dizer que servem principalmente para adquirir cliques tanto para propagandas quanto para sua versão paga, como é o caso do segundo

aplicativo, que possui um link para o “Color blindness correction” (NGHS.fr, 2011), que é seu aplicativo pago.

4.1.2.3.5 “Color Blind Correction”

Software produzido por NGHS.fr (2011). Possui uma funcionalidade interessante de marcação de bordas da seção da imagem que o daltônico possui dificuldade, aumentando o destaque da parte afetada. Efetua uma conversão de cores para melhorar a visão do daltônico, e para isso, possui também uma divisão de telas relevante e significativa, a qual o usuário tem as opções da visão normal, visão daltônica, visão corrigida para o daltônico e visão daltônica corrigida. Infelizmente possui apenas uma versão paga, fazendo com que a acessibilidade a ele fique limitada.

4.1.2.3.6 “Vision Check up”, “Visual Acuity Test” e “Vision Test”

Produzidos respectivamente por IINSPIN TECHNOLOGY Pvt. Ltd. (2013), Healthcare4mobile 2014 e 3 Sided Cube (2014), ambos possuem diversos tipos de testes de visão, inclusive o de daltonismo, portanto servem também para detecção de outras doenças e deficiências visuais. Um dos relatos sobre o terceiro é que um indivíduo conseguiu através do aplicativo o mesmo resultado que adquiriu numa consulta de 300 dólares.

4.1.2.3.7 “EyeXam”

Além de fazer os exames visuais, possui também uma lista de médicos oftalmologistas que podem auxiliar nas doenças e deficiências, inclusive com uma integração com mapas virtuais e até um sistema de bate papo com o próprio doutor (GLOBAL EYEVENTURES, 2013).

4.1.2.3.8 “ColorToPattern Camera”

Produzido por ESTAPÉ (2013), possui a opção de texturização de cores as quais o daltônico tem dificuldade de enxergar, e isso faz com que inclusive o portador de

monocromatismo consiga diferenciar todas as cores de uma imagem, ou uma região específica que ele deseja.

4.1.2.3.9 “iDaltonizer”

Mostra como seria a visão do daltônico, e ainda faz a conversão de cores para auxiliá-lo. Infelizmente é pago e limita a acessibilidade aos portadores (LOCCI, 2013).

4.1.2.3.10 “Color ID Free”

Além da indicação de cores por nome, este aplicativo também faz a indicação por voz. Isso faz com que ele sirva inclusive para deficientes visuais parciais ou totais, para ajuda-lo como por exemplo na seleção de uma roupa sem depender de alguém para auxiliá-lo (GREENGAR STUDIOS, 2012).

4.2 PROJETO DE DESENVOLVIMENTO

Observada a necessidade da criação de um novo sistema para suprir todas as deficiências de todos os sistemas já existentes e concluir o objetivo deste projeto, é necessário criar um projeto de desenvolvimento, trabalhando sobre o ciclo de vida do projeto, sobre metodologias de desenvolvimento, trabalhar sobre uma análise de viabilidade, que inclusive já fora feita sobre a análise das soluções já existentes, além de modelos de qualidade e da arquitetura que será aplicada.

4.2.1 Ciclo de vida e Metodologias de Desenvolvimento

Uma vez que a equipe de desenvolvimento tende a ser bem reduzida inicialmente, não possui o escopo completamente fechado e um dos propósitos é fornecer dados importantes para uma iniciação científica que será apresentada no meio do ano de 2015, além de possibilitar que o sistema escalável seja desenvolvido por partes e seja entregue de tempos em tempos, é interessante adotar uma metodologia de trabalho que suporte todas estas necessidades.

Pelo fato do tempo ser curto, de haver um tempo definido e da necessidade de terem entregas funcionais ao longo do projeto, pode ser interessante adotar uma metodologia ágil.

Em fevereiro de 2001, um grupo de 17 especialistas em software se reuniu na estação de esqui Snowbird, nas montanhas de Utah, Estados Unidos da América, para discutir o crescente domínio do que chamavam à época de *lightweight methods*, ou métodos leves. Nessa reunião, surgiu o Manifesto for Agile Software Development – também conhecido como Manifesto Ágil, uma declaração dos valores e princípios que fundamentam o processo de desenvolvimento ágil. Na mesma ocasião, o grupo fundou a Agile Software Development Alliance (CHAVES, 2010)

Pode-se observar através das propostas e princípios valorizados pelo Manifesto Ágil (FOWLER; HIGHSMITH, 2001) que alguns deles são totalmente condizentes com a necessidade do projeto. São eles:

- O funcionamento do *software* é mais importante que uma documentação completa
- A colaboração dos clientes é mais importante do que uma negociação de contrato, pois os indivíduos daltônicos podem ser fundamentais, principalmente como relatores de melhorias e testadores, para a excelência do projeto
- A prioridade é satisfazer o cliente por entregas rápidas e contínuas de *software* funcionando, para atender a todos com as melhores funcionalidades primeiramente
- Pessoas relacionadas aos negócios e desenvolvedores devem trabalhar juntas durante todo o projeto, para que se tenha excelência no resultado e funcionalidades realmente úteis
- Ter um time auto organizável para obter boas arquiteturas, requisitos e design pelo fato da equipe ser reduzida inicialmente, e poder contar com desenvolvimento externo pelo fato do projeto ser de código aberto
- Simplicidade, para minimizar o trabalho desnecessário e não perder tempo com funcionalidades que estão no índice 80/20

Devido às necessidades do projeto, pode-se dizer então que o ideal neste caso é adotar uma metodologia ágil de desenvolvimento.

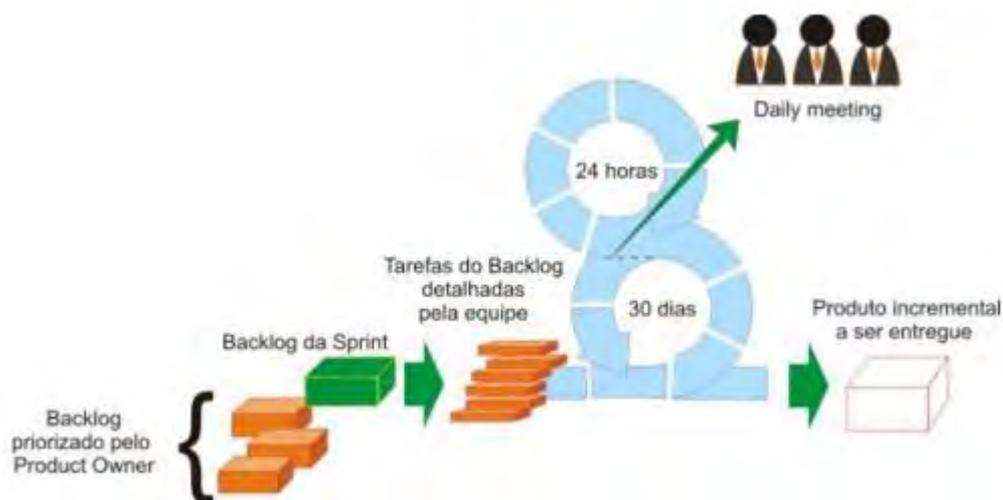
Como proposta de solução para a metodologia, é interessante observar alguns princípios de duas metodologias de desenvolvimento, que são *eXtreme Programming* (BECK, 1999), que também é chamado de XP, e *Scrum* (SCHWABER; SUTHERLAND, 2010). Foram separados alguns conceitos de ambas as metodologias para justificar as escolhas.

Uma vez que um dos propósitos deste Trabalho de Conclusão de Curso é iniciar os planos de uma Iniciação Científica que possui um prazo definido, se faz necessária uma metodologia adotada que consiga gerenciar prazos e não tenha um escopo completamente fechado, mas que seja suscetível a adaptações, mudanças e um planejamento contínuo. Por isso, pode-se adotar alguns conceitos do *Scrum*, que foi descrito na época da publicação como:

“Método ágil que vem ganhando grande visibilidade nos últimos 5 anos, em projetos de desenvolvimento de *software*, ressaltando benefícios como comprometimento da equipe, motivação, colaboração, integração e compartilhamento de conhecimento, o que facilita em muito o gerenciamento e sucesso dos projetos.” (PEREIRA; TORREÃO; MARÇAL, 2007)

Como esse conceito foi publicado em 2007, já são 12 anos de ganho de visibilidade e uma crescente adoção desta metodologia. Ele é baseado em princípios semelhantes ao do XP, que tem como destaque uma equipe pequena e iterações curtas promovendo visibilidade para o desenvolvimento (SOARES, 2004), se enquadrando exatamente nas necessidades desta proposta de projeto. Pereira, Torreão e Marçal (2007) também citam, através de uma imagem adaptada de “*The Scrum Development Process*”, o ciclo de desenvolvimento do Scrum de maneira simplificada:

Figura 8: Ciclo simplificado do Scrum



Fonte: The Scrum Development Process (apud. PEREIRA; TORREÃO; MARÇAL, 2007, p. 3)

Isso significa que é interessante ter um ciclo de vida iterativo e incremental, onde há um *Product Backlog* pré-definido com as atividades necessárias para o projeto, e cada iteração possui três fases principais, conforme dito por Soares (2004):

- Pré-planejamento, quando os requisitos são separados do *Product Backlog* para que sejam adicionados no *Backlog da Sprint*, e posteriormente serem priorizados e estimados, além da definição dos recursos e ferramentas que serão utilizadas durante aquele ciclo que será executado na fase posterior. São definidos também a arquitetura de desenvolvimento, além da possibilidade da definição dos possíveis riscos
- Desenvolvimento, quando as muitas variáveis levantadas na fase de Pré-planejamento são acompanhadas e controladas a todo tempo, dando mais flexibilidade para alterações ao longo do período. Nesta fase são adotados ciclos, também chamados de *Sprints*, quando as funcionalidades são desenvolvidas, e em geral tem duração de 1 semana a 1 mês. Ele segue o ciclo padrão de desenvolvimento, contendo análise, projeto, implementação e testes.
- Pós-planejamento, quando são feitas reuniões para observar possíveis itens positivos e itens a melhorar, além da apresentação do que foi desenvolvido

para os clientes. Nesta fase também são feitos a integração, os testes finais e documentação.

Já o “*eXtreme Programming*”, de Kent Beck, também citado por Soares (2004), possui algumas práticas importantes a citar que são correlatas às necessidades do trabalho, tanto na fase da Iniciação Científica quanto na manutenibilidade futura do projeto. São elas:

- Planejamento conciso, onde é decidido o que é realmente necessário para ser feito, para que possa ser separado também o que pode ser adiado, impactando em agregar valor e agilidade ao produto entregue aos usuários daltônicos
- Conceitos de projeto simples e entregas frequentes, para que ao mesmo tempo que satisfaça os requisitos, eles sejam entregues ao longo do desenvolvimento, seguindo a ideia de escalabilidade proposta no projeto
- União dos conceitos de desenvolvimento orientado a testes, refatoração contínua, código de propriedade coletiva, integração contínua e padronização de código, fundamentais para que seja um projeto *open-source*, ou seja, código aberto, e que engaje todos os interessados a participar do projeto e faça com que ele cresça sempre, dando alto poder de manutenibilidade, desde que tenha um bom padrão de desenvolvimento

4.2.2 Fase de Pré-Planejamento

Como proposta, foi desenvolvida a fase de pré-planejamento do projeto, contendo um *Product Backlog* macro, com uma ressalva de que já fora adiantado um dos processos da próxima fase, a de desenvolvimento, apenas para exemplificar o backlog de maneira otimizada, pois já separado em iterações a absorção das informações pode ser melhorada.

Apesar de já ter sido previamente separado em ciclos futuras alterações são passíveis, uma vez que é um processo empírico. Por isso, todos os passos, além do *Product Backlog*, podem ser tranquilamente alterados conforme possibilitado e explicado através do Manifesto Ágil, de forma que sempre sejam feitas melhorias no processo.

Além disso, serão mesclados conceitos das duas metodologias apresentadas, *Scrum* e *XP*, para que o processo seja otimizado nas necessidades e nos recursos disponíveis.

4.2.2.1 *Product Backlog* simplificado

Ao fazer uma análise de toda a estrutura ágil, pode ser interessante então separar o desenvolvimento em histórias a fim de formar um *Product Backlog*. Por fins acadêmicos, alguns dos itens serão descritos com mais detalhes, apesar de que o *Scrum* preconiza que na etapa de pré-planejamento os itens não devem ser totalmente descritos, isto é, com muitos detalhes inclusive de implementação (SCHWABER; SUTHERLAND, 2010).

Como proposta, este *Product Backlog* será subdividido em iterações, que terão duração de 3 semanas e que poderão ser alteradas ao longo do desenvolvimento, uma vez que o *Scrum* é um processo empírico, adaptativo e evolutivo. Este *Product Backlog* será composto de várias funcionalidades, representadas por cartões de histórias, separados em “Descrição” e “Como demonstrar”:

- Iteração 1 – Definição da arquitetura Criação dos mockups (maquetes)
 - Estória: *Criação dos Mockups.*
 - Descrição: *Eu como cliente gostaria de visualizar antecipadamente um esboço do projeto através de wireframes para que tudo corra bem e tenhamos sucesso sabendo quais funcionalidades serão necessárias para ele.*
 - Como demonstrar: *Acessar o repositório compartilhado entre os desenvolvedores e checar se os mockups estão concluídos.*

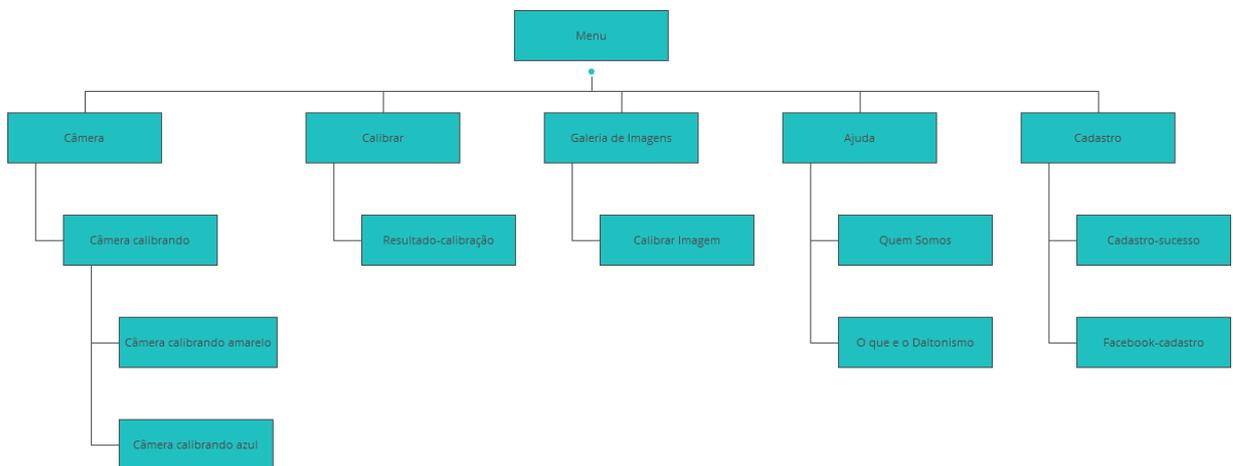
Observação: Como o projeto já está em desenvolvimento a primeira iteração já foi desenvolvida. Nela foram resultados um *sitemap* (primeira versão do fluxograma do sistema com suas principais telas) e os *mockups*, apresentados na reunião de apresentação feita na fase de pós-planejamento através de um protótipo funcional em *HTML*.

O *sitemap da aplicação*, que deu origem ao protótipo funcional apresentado na primeira iteração está apresentado pela fluxograma 1, e seu objetivo é conter todas as funcionalidades projetadas inicialmente para suprir as necessidades do projeto e que serão implementadas nas próximas iterações.

Neste *sitemap* estão demonstradas algumas funcionalidades, como a função câmera, que possui a função principal do sistema que é apresentar a cor indicada através de sua identificação e nomeação. Pode-se observar também a função calibragem, que detecta qual o tipo de daltonismo através do teste de Ishihara e configura o aplicativo para funcionar de maneira individualizada, para cada tipo de cada nível. É possível também pegar uma foto já presente no aparelho através da galeria de imagens e aplicar os filtros do sistema, dando também a possibilidade de otimizações de fotos já armazenadas. Demonstra também as funções de ajuda e cadastro, sendo a primeira um guia de informações importantes, tanto relacionadas ao aplicativo quanto ao próprio daltonismo, e a segunda para que o usuário possa efetuar o cadastro no aplicativo através de um banco de dados direto ou pela criação da conta com a utilização da conta do Facebook.

Como já observado anteriormente, o método utilizado será empírico, isto significa que este *sitemap* se alterará durante todas as iterações, sempre com a finalidade de que sejam aplicadas melhorias e que o projeto cresça coordenadamente.

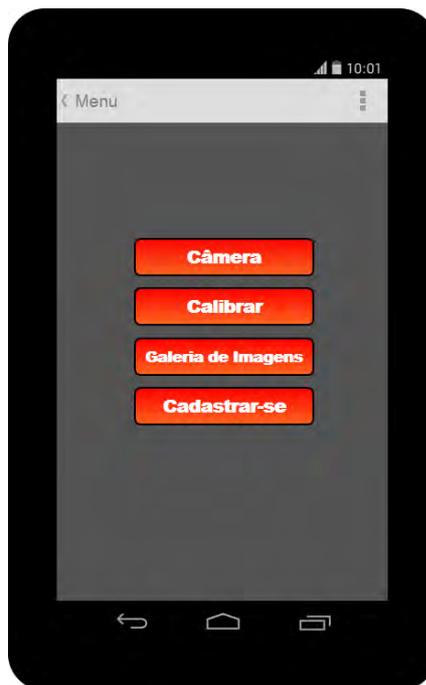
Fluxograma 1: *Sitemap* das funcionalidades iniciais do sistema



Fonte: Elaboração própria

Como descrito pelo *sitemap*, o aplicativo terá um menu central, que disparará as principais ações do aplicativo, tais como câmera, calibragem, galeria de imagens e cadastro, apresentado pela figura 9:

Figura 9: Tela do Aplicativo – Menu

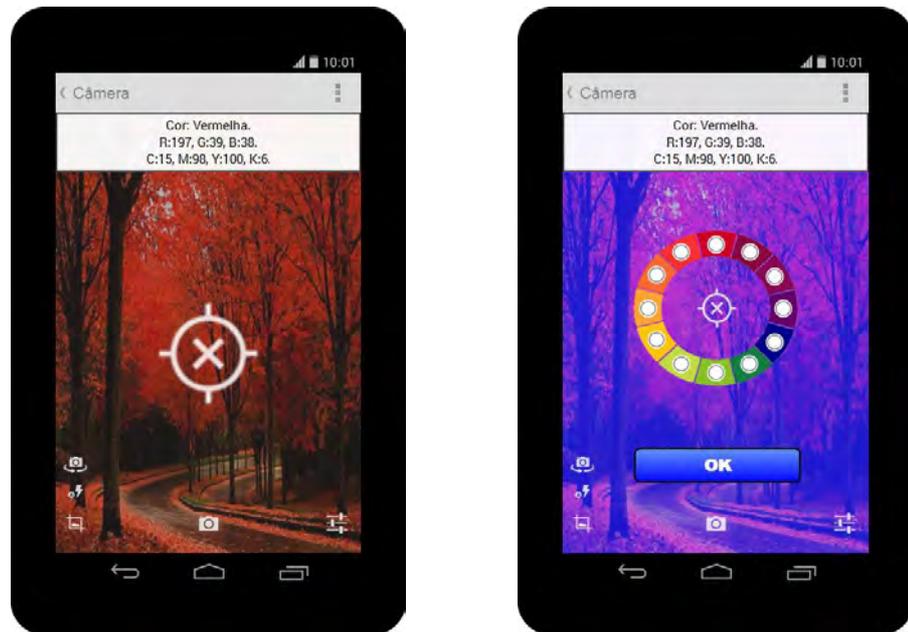


Fonte: Elaboração própria

Na função câmera, será possível identificar a cor ao direcionar o cursor central para determinado local para detectar suas cores. Estas serão descritas na parte superior da tela, através do seu nome escrito e por sua representação pelas escalas RGB (*Red, Green, Blue*) e CMYK (*Cyan, Magenta, Yellow, Black*), que são duas escalas muito utilizadas por profissionais que trabalham com a parte gráfica, como por exemplo, designers.

Além dessa função principal, será possível também fazer a calibragem de cor em tempo real, para que o usuário possa alterar as cores da imagem fazendo uma otimização como ele desejar, além também da possibilidade de alternar para a câmera secundária do dispositivo, do recurso de flash, de acesso à galeria de imagens e também de tirar uma foto para ser posteriormente alterada.

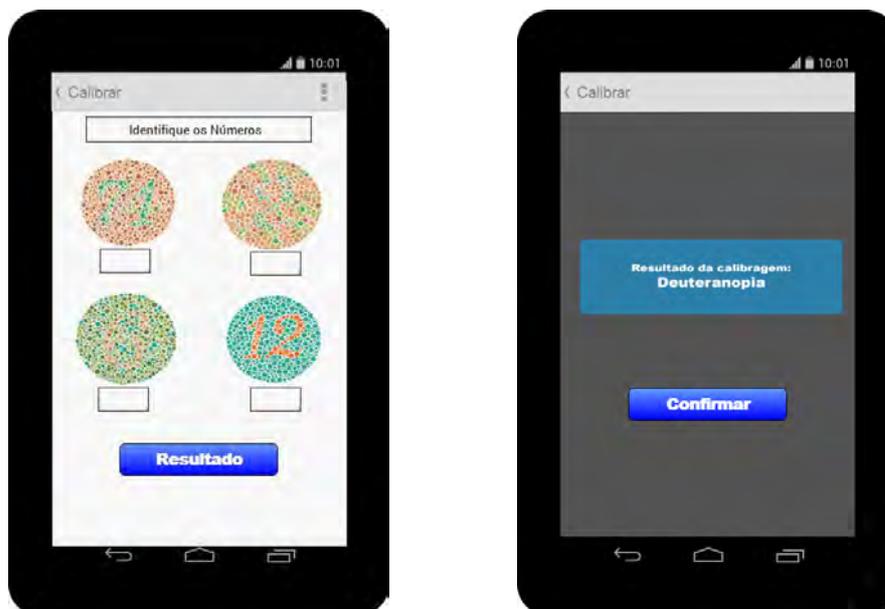
Figura 10: Tela do aplicativo – Função Câmera



Fonte: Elaboração própria

Na função calibragem, será possível configurar o aplicativo para que ele seja otimizado para determinado tipo de daltonismo. Para isso, caso o usuário não saiba o seu tipo de daltonismo, ele poderá fazer o teste de Ishihara para que seja detectado. Caso o usuário ainda não tenha feito o cadastro, ou caso já tenha ciência poderá selecionar através do menu superior direito seu tipo de daltonismo para que não precise fazer o teste todas as vezes que quiser calibrá-lo, como pode ser observado através da figura 11:

Figura 11: Tela do Aplicativo – Função Calibragem



Fonte: Elaboração própria

Como exemplificado pelo *sitemap*, será possível também acessar a galeria de imagens para aperfeiçoar uma foto específica do próprio dispositivo, como mostra a figura 12. Esta poderá ser acessada tanto através do menu quanto através da própria função de câmera.

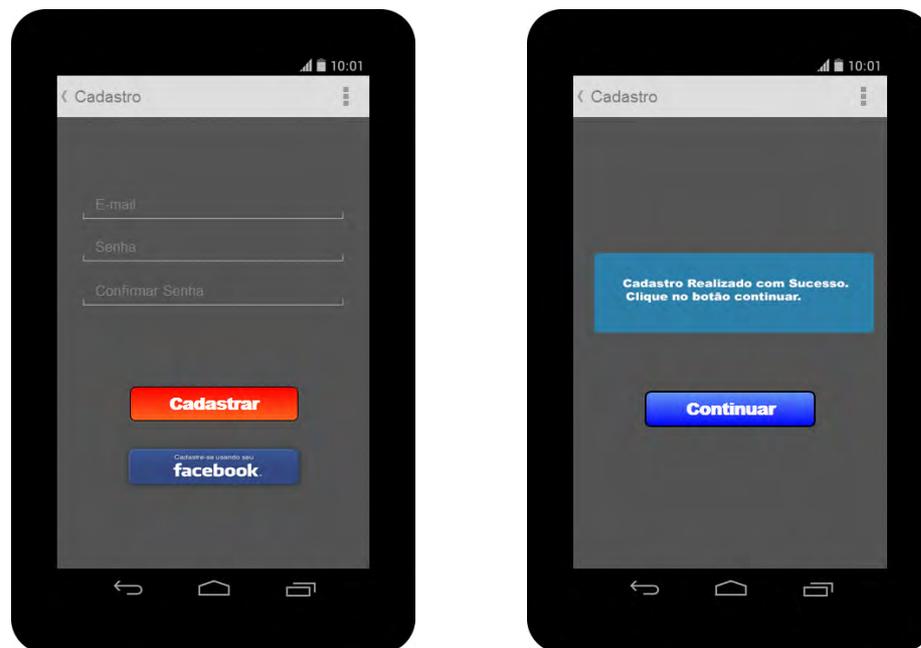
Figura 12: Tela do Aplicativo – Função Galeria de Imagens



Fonte: Elaboração própria

Será possível também, caso seja de interesse do usuário obter vantagens de usuários registrados, tais como receber novidades sobre o tema e lançamentos sobre novas funcionalidades, cadastrar seu tipo de daltonismo para que ele já fique armazenado e não seja necessária uma nova calibragem. Para isso, também é disponibilizada a possibilidade de cadastro, representada pela figura 13:

Figura 13: Tela do Aplicativo – Função Cadastro



Fonte: Elaboração própria

Para que o usuário se informe melhor, uma vez que a discromatopsia 'é uma disfunção pouco conhecida entre a população, será disponibilizada uma seção de Ajuda, contendo informações diversas sobre a deficiência, além de informações importantes sobre o aplicativo, como auxílio sobre sua utilização, que pode ser importante para usuários um pouco mais leigos com dispositivos m'oveis, apesar de que o desenvolvimento será muito focado para que o sistema seja o mais acessível possível e não precise que seja acessado este menu, além de e informações sobre os desenvolvedores.

Figura 14: Tela do Aplicativo – Menu Ajuda



Fonte: Elaboração própria

Todo esse material foi desenvolvido dentro da Iteração 1, em desenvolvimento do protótipo funcional inicial criado.

- Iteração 2 - Base arquitetural do sistema, além das telas inicial e menu
 - Estória 1: *Base arquitetural do sistema.*
 - Descrição: *Eu como desenvolvedor gostaria ter acesso à base arquitetural do sistema para que eu possa desenvolver todas as funcionalidades sobre ela.*
 - Como demonstrar: *Acessar o repositório no Github, verificar os códigos da base arquitetural e executar todos os testes unitários relacionados a este item.*
 - Estória 2: *Telas inicial e menu.*
 - Descrição: *Eu como usuário daltônico gostaria de acessar o aplicativo no meu celular e visualizar uma tela inicial de boas-vindas e depois visualizar o menu, para que eu possa num futuro acessar suas funcionalidades através dele.*
 - Como demonstrar: *Acessar o aplicativo, verificar se a tela inicial e o menu estão presentes.*

- Iteração 3 - Função Calibragem
 - Descrição: *Eu como usuário daltônico gostaria de ter a possibilidade de calibrar o sistema para meu tipo de daltonismo, mesmo sem conhecer qual é meu tipo, para que eu possa num futuro utilizar todas as ferramentas que o sistema disponibilizará para mim.*
 - Como demonstrar: *Acessar o sistema, acessar o menu “Calibragem” e fazer o teste de Ishihara cometendo erros em cada uma das imagens propositalmente para conferir se foi calibrado e detectado o tipo de daltonismo corretamente.*
 - Notas gerais: *A função Calibragem será feita através do teste de Ishihara, para detectar o tipo de daltonismo do usuário e para que as outras funcionalidades, como por exemplo a conversão de cor para o daltonismo específico possa ser aplicada.*

- Iterações 4 e 5 - Função Mapeamento de Cores
 - Estória: *Eu como usuário daltônico gostaria de visualizar através da câmera do meu celular uma imagem em tempo real, e gostaria que o aplicativo mapeasse as cores indicando qual é a cor para que eu possa enxergar algumas sem precisar do auxílio de terceiros, pois eu sigo completamente a moda e tenho dificuldade com a combinação de cores para selecionar uma roupa. Também quero que sejam marcadas com uma texturização caso o meu tipo de daltonismo seja o monocromatismo, para que eu consiga distinguir as cores que não consigo distinguir sem o aplicativo.*
 - Como demonstrar: *Selecionar a função “Mapeamento de Cores”, apontar para algumas superfícies e conferir se o aplicativo está indicando a cor correta. Além disso, calibrar o aplicativo com cada tipo de daltonismo, pegar uma imagem que possui a cor a qual o tipo calibrado se refere e verificar se ela foi mapeada com sucesso.*

- Iterações 6 e 7 - Função Melhoria de Visão
 - Estória: *Eu como usuário daltônico gostaria de poder enxergar e distinguir em um campo verde com rosas vermelhas cada elemento da flora, para que finalmente eu consiga perceber que há diferenças que todos falam e que eu nunca percebi antes.*
 - Como demonstrar: *Calibrar o aplicativo com cada tipo de daltonismo e fazer o teste de Ishihara sobre o tipo afetado, através de uma comparação com a visão daltônica entre os dois e a verificação se realmente teve uma melhoria significativa para a vida do daltônico.*
 - Notas: *Poderá ser utilizado ou reimplementado o algoritmo de recoloração proposto por FERRAZ (2011), que utiliza o modelo utilizado na física chamado “mass-spring”, utilizado para estudo de oscilações de partículas encadeadas. Também poderá ser criado um grupo de testes no Facebook para que sejam coletados daltônicos voluntários, a fim de testarem o software em geral, e testar a melhor conversão para cada tipo de daltonismo, ou poderá inclusive ter um auxílio médico, caso haja algum disponível, para o desenvolvimento dessa funcionalidade.*

- Iteração 8 - Função Cadastro
 - Estória: *Eu como usuário daltônico gostaria que tivesse um cadastro para que qualquer informação útil chegue até mim de maneira simplificada através de e-mail ou SMS, em caso de melhorias, atualizações ou mesmo matérias interessantes sobre o tema.*
 - Como demonstrar: *Fazer um cadastro através do aplicativo e buscar no banco de dados para conferir se o cadastro foi efetuado com sucesso.*

4.2.2.2 Arquitetura

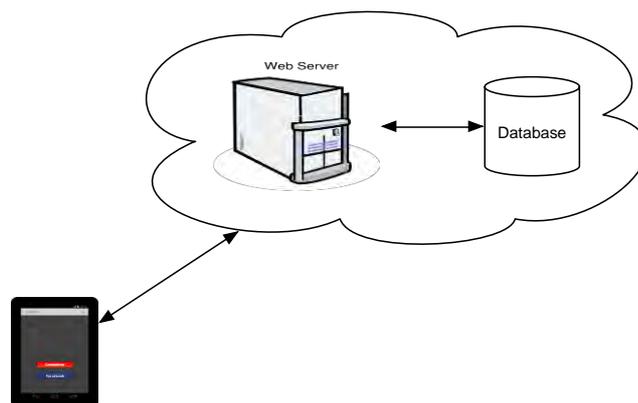
A natureza do projeto aqui descrito é *Open Source*, ou seja, é um projeto de código aberto que será publicado para a comunidade científica com o intuito de receber contribuições também dela. O fato de ser *open source* desonera os desenvolvedores deste projeto de questões filosóficas que poderiam retardar o seu início. Num

primeiro momento, portanto, não será atribuída nenhuma licença específica ao trabalho em desenvolvimento, justamente por este se encontrar em sua fase de concepção. Todavia, ressalta-se a importância de disponibilização do software em questão de forma gratuita, tanto o aplicativo quanto o seu código fonte.

Dadas as evoluções tecnológicas as quais o mundo presencia cotidianamente é preciso considerar não somente um sistema para ajudar pessoas com daltonismo, mas também capaz de agregar novas funções à medida que forem desenvolvidas. Para isto, o aplicativo em questão deve ser escalável, ou seja, deve possuir um núcleo ao qual se possa adicionar funcionalidades voltadas à acessibilidade de seus usuários, podendo contemplar, futuramente, funções de auxílio a outras deficiências, visuais e auditivas.

O mesmo também deve possuir conectividade com a Internet, uma vez que torna-se necessário a identificação o perfil do usuário, bem como o problema que este tem. Assim é possível a construção de um banco de dados com as características das pessoas que usam o aplicativo, de forma a aprimorá-lo continuamente.

Figura 15: Arquitetura do Novo Aplicativo



Fonte: Elaboração própria

A escolha das tecnologias relacionadas ao servidor web e ao banco de dados ainda será feita em iterações futuras, porém já é importante contemplá-las na arquitetura inicial.

4.2.3 Fase de Desenvolvimento

Nesta fase todas as variáveis levantadas durante as iterações são acompanhadas e controladas a todo tempo, gerando um feedback contínuo, muito importante para o processo de qualidade em geral.

Como os ciclos já foram previamente definidos na Fase de Pré-Planejamento por questões didáticas, este passo será ignorado nesta etapa.

A cada *Sprint*, que é o nome utilizado para as iterações dentro do Scrum (SCHWABER; SUTHERLAND, 2010), serão feitos todos os processos presentes no ciclo padrão de desenvolvimento, ou seja, análise, projeto, implementação e testes.

As fases de análise e projeto serão feitas simultaneamente durante a reunião de planejamento de cada iteração. Para a fase de análise, será feito apenas um refinamento sobre o que já fora analisado e que está no *Product Backlog*. Já a fase de projeto acontecerá apenas o mapeamento das estruturas e funcionalidades, na maioria das vezes de maneira superficial, salvo os casos onde o time não consegue entrar num consenso ou não consegue compreender o que deve ser desenvolvido por completo na atividade, e apenas para se definir um prazo para a atividade para que seja possível mensurar quantos itens entrarão naquela iteração.

Para a implementação e os testes, e como um modelo de qualidade, é importante salientar como proposta que a fase de Desenvolvimento do *Scrum* será mesclada com o *XP*, e com isso terá aplicações de Desenvolvimento Orientado a Testes e Integração Contínua, uma vez que o *Scrum*, na sua forma tradicional, prega para o desenvolvimento tradicional de testes de integração pós desenvolvimento. Isso significa que os testes devem ser desenvolvidos antes de codificar a funcionalidade (BECK, 1999), e um servidor de integração contínua pode ajudar a disparar estes testes, gerando mais qualidade para o projeto e a certeza de que qualquer indivíduo poderá codificar sobre ele, desde que cumpra os requisitos e não quebre nenhum dos testes já desenvolvidos.

Outros dois artefatos também devem ser utilizados para aumentar a qualidade do projeto, inclusive com a possibilidade de serem aplicados juntos, que são controle de versão e revisão de código.

O primeiro deles é o controle de versão, que é a gerência de artefatos de um projeto através da ferramenta GIT, possibilitando que este controle seja feito de maneira

distribuída e que qualquer indivíduo possa desenvolver sobre o projeto, gerando a possibilidade de compartilhamento de código (QUEIROZ; FERREIRA; SILVA, 201[-]) e tornando o código de propriedade coletiva, com mais padronização e com possibilidade de integração contínua, ambos conceitos provenientes do *XP*.

O outro artefato é a revisão de código, através da qual desenvolvedores podem verificar o código escrito por outros desenvolvedores e validar alguma nova criação ou manutenção. Como ferramenta, é possível utilizar o Github para tal, uma vez que ele possui diversas funcionalidades, além da própria revisão, como descrito por Moraes (2013):

Entre suas principais características e funcionalidades podemos destacar algumas como a gestão de repositórios com acesso através de interface web com segurança SSL, a ferramenta disponibiliza uma versão para ambiente desktop com funcionalidades semelhantes ao do ambiente web, possui controle de usuários, grupos e suas permissões por repositório, tem interface para revisão de código, suporte à comunicação com fóruns, comentários e páginas de wiki. E suporte para o sistema de controle de versão GIT (MORAES, 2013).

4.2.4 Fase de Pós-Planejamento

A fase de pós planejamento poderá ocorrer tanto após cada *Sprint*, quanto após o desenvolvimento completo do sistema, sempre com a finalidade de aumentar a qualidade dos novos processos e aproveitar ao máximo o fator empírico das metodologias ágeis.

Um dos princípios do Manifesto Ágil (FOWLER; HIGHSMITH, 2001) é a prioridade em satisfazer o cliente através de entregas contínuas e ágeis de software funcionando. Por isso, como proposta para a fase de pós planejamento e se baseando nos processos do Scrum, são apresentações no final de cada iteração para gerar *feedback* aos usuários e aos envolvidos no projeto. Nestas apresentações cada desenvolvedor será responsável por apresentar seu item, para que seja criado um envolvimento maior entre o desenvolvedor e o projeto.

Como proposta para os testes de integração, além dos próprios interessados no projeto que trabalharão no desenvolvimento do aplicativo, será criado um grupo no Facebook chamado “NOME DO APLICATIVO – TESTERS”, para que os próprios

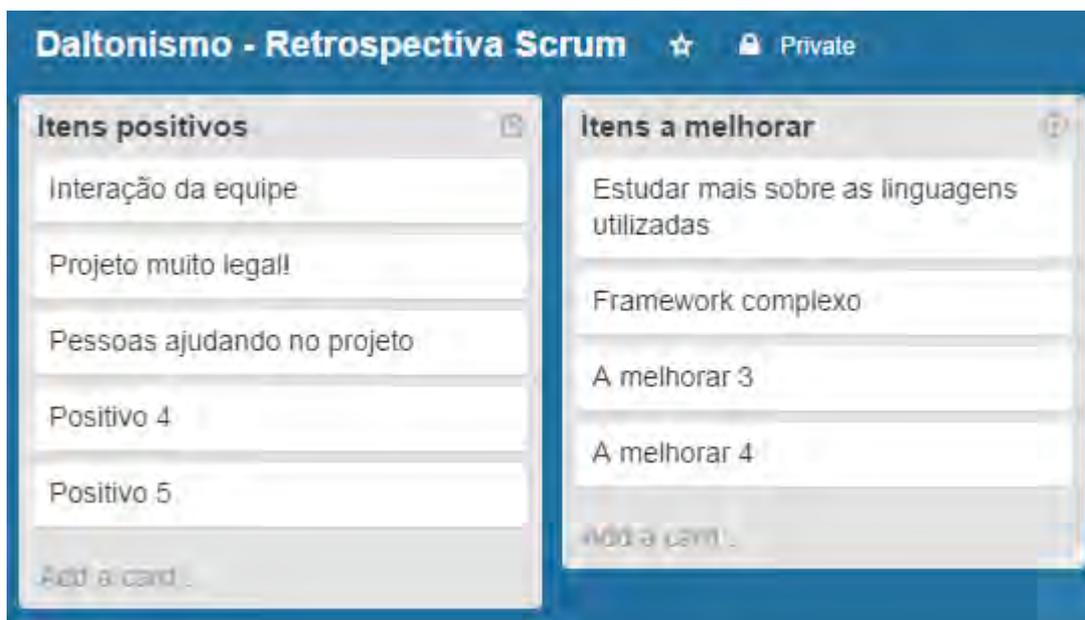
daltônicos que se interessarem na utilização do sistema entrem no grupo e ajudem nas melhorias e na calibragem do aplicativo.

Como a ideia é ter um fluxo de desenvolvimento contínuo, com agregação contínua de funcionalidades, os testes finais inexistem neste processo.

Ainda conforme o Manifesto Ágil (FOWLER; HIGHSMITH, 2001), ferramentas e funcionalidades funcionando no software são mais importantes que uma documentação completa, e por isso a documentação será desenvolvida no final de cada iteração, para que sempre seja gerado valor ao usuário.

Como na fase de pós planejamento também devem haver reuniões para que sejam observados possíveis itens positivos e itens a melhorar, outra proposta é realizar reuniões de retrospectivas ao final de cada iteração, com um quadro contendo estas duas colunas, seguindo o modelo abaixo:

Quadro 4 – *Scrum*: Reunião de Retrospectiva



Fonte: Elaboração própria

5 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS DE CONTINUIDADE DO TRABALHO

Pelo que foi observado, grande parte das pessoas não tem ciência do que é exatamente o daltonismo, pois muitos acreditam inclusive que ele possui níveis. Essa desinformação faz inclusive com que a detecção da deficiência seja prejudicada, e que não haja interesse por parte das escolas e consultórios de oftalmologia na detecção, fazendo com que os indivíduos daltônicos tenham problemas cotidianos e não tenham muitas soluções disponibilizadas e acessíveis a eles.

Era de interesse efetuar uma pesquisa de campo em alguns consultórios da cidade de Vitória, entretanto nenhum dos que foram pesquisados tinham doutores especialistas em daltonismo e não se disponibilizaram a fornecer informações acerca do tema. Os indivíduos daltônicos seriam indicados e coletados através dessas clínicas, porém como não se obteve sucesso com estas, o segundo também não foi possível. Devido a todos esses entraves foi necessário recorrer às redes sociais e à Internet para realizar as pesquisas, sendo que foi obtida uma aceitação interessante, porém insuficiente ao objetivo que eram 10 daltônicos entrevistados.

Também houve uma interessante descoberta com o desenvolvimento do trabalho. Tios e primos da cadeia hereditária materna do autor possuíam tal deficiência, ou seja, o próprio também tinha possibilidade de herdar o gene X materno afetado pelo daltonismo.

Visto que a pesquisa fora aplicada com ajuda da internet, também não foi possível cumprir um dos objetivos específicos deste trabalho, que era fazer uma observação não participante conclusiva sobre a usabilidade da interface dos sistemas analisados e testados pelos participantes da pesquisa de campo, que tinha como finalidade a promoção da adaptabilidade do usuário ao sistema, desde sua instalação até a sua utilização, a fim de extrair pontos positivos e negativos do sistema para auxiliar no objetivo final deste trabalho.

De qualquer maneira, apesar de todos estes obstáculos, como foi possível visualizar através dos quadros 2 e 3 (pag. 47) e das análises individuais feitas sobre alguns dos sistemas, não existem softwares escaláveis, totalmente gratuitos, que possam simultaneamente abranger toda a gama de indivíduos no geral com todas os

critérios levantados, sejam aqueles curiosos e interessados apenas em mais detalhes sobre o daltonismo, sejam os que querem saber se possuem esta deficiência através de testes para detecção, além dos que querem utilizar o sistema para auxiliá-los nos problemas que enfrentam no dia a dia devido à essa disfunção.

Portanto, conclui-se que é necessário o desenvolvimento de um novo sistema, capaz de suprir todas essas necessidades.

A partir dessa necessidade, foi submetido um trabalho de Iniciação Científica juntamente com outro estudante da Faculdade Católica Salesiana do Espírito Santo, o qual este trabalho se dispõe de ser sua base, e para o qual o autor deste trabalho como voluntário em todas as fases do projeto. A aprovação deste trabalho ocorreu no primeiro semestre de 2014 e já está em fase de desenvolvimento, como pôde ser observado no tópico “Projeto de Desenvolvimento” com a apresentação dos *mockups*, e este está programado para ser apresentado no fim do primeiro semestre de 2015.

Além do projeto de Iniciação Científica vinculado à Faculdade Católica Salesiana do Espírito Santo, visto que o próprio Ministério das Comunicações do Governo Federal incentiva o desenvolvimento de softwares neste segmento, como pode-se observar através do Concurso INOVApps (BRASIL, 2014) era de interesse dos *stakeholders* desta Iniciação Científica a submissão sobre este projeto federal para que o sistema tivesse um financiamento inicial e pudesse contar com mais envolvidos, entretanto infelizmente teríamos que abrir mão do critério de arquitetura totalmente *open source* por critérios do edital e por este motivo houve continuidade da ideia.

Apesar disso, este concurso fomentou uma nova ideia sobre os planos já objetivados pelo trabalho, que era aprimorar a arquitetura que já seria escalável, para que fique preparada o suficiente para suportar uma integração com o GINGA, que se define por ser um *middleware* voltado para TV digital, ou seja, traz a possibilidade de um desenvolvimento entre a camada de código das aplicações e a infraestrutura de execução (plataforma de hardware e sistema operacional), tornando possível um desenvolvimento de aplicações de maneira simples e ágil (GINGA, [20--]).

Uma arquitetura escalável é importante para que abra possibilidades para utilização em vários dispositivos, sejam eles *smartphones*, *tablets*, computadores *desktop*,

TV's digitais, relógios, óculos, geladeiras, carros e qualquer sistema tecnológico que se aplique. Por isso, é de interesse prosseguir com o tema de acessibilidade, não só para portadores dessa cegueira parcial ou total de cores, e sim sobre todos os tipos de deficiências existentes, sempre com o intuito de promover uma ajuda social e um pensamento coletivo entre as pessoas, o qual infelizmente falta bastante no mundo atual pois o pensamento de uma grande parte dos indivíduos é apenas capitalista e a grande maioria deles pensa apenas nos lucros obtidos com determinadas ferramentas.

Além disso, uma arquitetura escalável bem definida faz com que os desenvolvedores do projeto consigam trabalhar em funções distintas ao mesmo tempo, diminuindo o *lead-time* do projeto e das funcionalidades, além de fazer com que o sistema cresça de maneira coordenada e paralelizável e possibilita que vários interessados participem do projeto, seguindo a ideia do *open source*.

REFERÊNCIAS

- 3 SIDED CUBE. **Vision Test**. [S.l.], 2014. (Aplicativo móvel). Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.threesidedcube.visiondroid&hl=pt_BR. Acesso em: 23 ago. 2014.
- BECK, Kent. **Programação Extrema Explicada: Acolha as mudanças**. 1. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- BRASIL, Ministério das Comunicações. **Concurso INOVApps**. Brasília, 2014. Disponível em <<http://www.comunicacoes.gov.br/concurso-inovapps>>. Acesso em: 28 ago. 2014.
- BORGES, RC de M.; WINCKLER, Marco AA; BASSO, Karen. Considerações sobre o Uso de Cores em Interfaces WWW. **Proc. of IHC2000**, 2000.
- BORGES NETO, Francisco. **O uso de tecnologias de comunicação baseadas na Internet em treinamentos corporativos a distância**: Um estudo exploratório em organizações bancárias. Dissertação (Mestrado em Administração) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, USP, São Paulo, 2004.
- BRUNI, Lígia Fernanda; CRUZ, Antonio Augusto Velasco e. **Sentido cromático**: tipos de defeitos e testes de avaliação clínica. *Arq. Bras. Oftalmol.* São Paulo, v. 69, n. 5, 2006.
- BRYSON, Lyman. **Communication of ideas**. Rowman & LittleField, Nova Iorque, Estados Unidos, 1964.
- CAMERON, Lys Eiras; ARAUJO, Sílvia Teresa Carvalho de. Visão como instrumento da percepção na assistência em enfermagem traumato-ortopédica. **Rev. Esc. Enferm. USP**. v. 45, n. 1, p. 95-9, 2011.
- CARVALHO, José Oscar Fontanini de. O papel da interação humano-computador na inclusão digital. **Transinformação**, v. 15, n. 3, 2012.
- CHAVES, Flávia Renata Costa. **Melhorando a Usabilidade em Projetos de Desenvolvimento Ágil**: um Estudo de Caso. 2010. XX f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Centro de Informática, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.
- CHERRYCODE. **Color blindness Test**. [S.l.], 2013. (Aplicativo móvel). Disponível em: <<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.cherryCode.daltonismo>>. Acesso em: 23 ago. 2014.
- 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.

DUFFAU, H. Brain plasticity and tumors. In: **Advances and technical standards in neurosurgery**. Springer Vienna, 2008. p. 3-33.

ESTAPÉ, Octavi. **ColorToPattern Camera**. [S.l.], 2013. (Aplicativo móvel).

Disponível em:

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.activovision.colortopattern&hl=pt_BR>. Acesso em: 23 ago. 2014.

FERRAZ, Gilberto de Sousa. **Dispositivo Móvel para a Percepção Cromática em Deficientes Dicromáticos**. 2011. 127 p. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Informação) – Escola Superior de Tecnologia e de Gestão de Bragança, Bragança, 2011.

FOWLER, Martin; HIGHSMITH, Jim. **The Agile Manifesto**. 2001. Disponível em:

<http://dmsboiv.uqac.ca/Cours/C2013/8INF851_Aut/web/part1/introduction/The_Agile_Manifesto.pdf>. Acesso em: 12 out. 2014.

FUZZI, Ludmila Pena. **O que é a Pesquisa de Campo**. Disponível em: <

<http://profludfuzzimetodologia.blogspot.com.br/2010/03/o-que-e-pesquisa-de-campo.html>>. Acessado em: 11 nov. 2014.

GARCIA, F. E. A de S. et al. Aplicação da Interação Humano-Computador no Desenvolvimento de Interfaces Gráficas Destinadas a Daltônicos. **Rev. Fatec Garça**, Internet, v. 3, n. 1/2, 2013. Disponível em

<http://www.fatecgarca.edu.br/revista/Volume3/artigos_vol3/Artigo_19.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2014.

GAZZANIGA, M. S. et al. **Neurociência Cognitiva: A Biologia da Mente**. Tradução Angélica Rosat Consiglio... [et al.]. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 768p.

GINGA. [S.l., 20--]. Disponível em: <<http://www.ginga.org.br/pt-br/inicio>>. Acesso em: 28 ago. 2014.

GLOBAL EYEVENTURES. **EyeXam**. [S.l.], 2013. (Aplicativo móvel). Disponível em:

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.globaleyeventures.eyexam&hl=pt_BR>. Acesso em: 23 ago. 2014.

GODOY, Arilda Schmidt. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de administração de empresas**, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995. Disponível em: <

<http://www.scielo.br/pdf/rae/v35n3/a04v35n3.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2014.

GONÇALVES, Matheus. **Android L terá modos de tela para ajudar usuarios daltonicos**. Disponível em: <<http://meiobit.com/291060/android-l-modos-de-tela-ajudar-usuarios-daltonicos/>>. Acesso em: 25 out. 2014.

GOOGLE. **Google Forms**: Serviço de formulários online. 2014. Disponível em:

<<http://forms.google.com/>>. Acesso em: 23 mai. 2014. (GOOGLE, [2014]).

GREENGAR STUDIOS. **Color ID Free**. [S.l.], 2012. (Aplicativo móvel). Disponível em:

<https://play.google.com/store/apps/details?id=greengar.color.identifier&hl=pt_BR>. Acesso em: 23 ago. 2014.

GRIMM. **Colorblind Vision**. [S.l.], 2014. (Aplicativo móvel). Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.givewaygames.colorblind_ads&hl=pt_BR. Acesso em: 23 ago. 2014.

HEALTHCARE4MOBILE. **Visual Acuity Test**. [S.l.], 2014. (Aplicativo móvel). Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.eyexamtest.acuity&hl=pt_BR. Acesso em: 23 ago. 2014.

IBGE, 2010. Disponível em <<http://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 17 mai. 2014.

IINSPIRIN TECHNOLOGY. **Vision Check up**. [S.l.], 2013. (Aplicativo móvel). Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ispiron.visioncheckup&hl=pt_BR. Acesso em: 23 ago. 2014.

JEFFERSON, L.; HARVEY, R. **Accommodating Color Blind Computer Users**. School of Computing Sciences University of East Anglia Norwich, Norfolk, UK, 2006, 8 p. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1168996>>. Acesso em: 24 mai. 2014.

KAWASAKI, Yuji. **Design gráfico sinestésico: a relação da visão com os demais sentidos na comunicação**. 2009. 166 p. Dissertação (Mestrado em Design e Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, USP, São Paulo, 2009.

KEMP, Simon. **Social, Digital & Mobile in The Americas**. Disponível em <<http://wearesocial.sg/blog/2014/06/social-digital-mobile-americas/>>. Acesso em: 07 jun. 2014.

LEE, VALENTINO; SCHNEIDER, HEATHER; SCHELL, ROBBIE. **Aplicações móveis: arquitetura, projeto e desenvolvimento**. São Paulo, Pearson Education do Brasil, 2005. 328 p. ISBN 85-346-1540-3.

LIMA, Telma Cristiane Sasso; MIOTO, Regina Célia Tamasso. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. **Rev Katál Florianópolis**, v. 10, p. 37-45, 2007.

LOCCI, Dario. **iDaltonizer**. [S.l.], 2013. (Aplicativo móvel). Disponível em: <<http://www.idaltonizer.com/>>. Acesso em: 23 ago. 2014.

LOOMATIX. **ColorGrab**. [S.l.], 2014. (Aplicativo móvel). Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.loomatix.colorgrab&hl=pt_BR>. Acesso em: 23 ago. 2014.

LOPES, Giseli Rabello. **Avaliação e Recomendação de Colaborações em Redes Sociais Acadêmicas**. 2012. 129 f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) –

Programa de Pós-Graduação em Computação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2012.

MARTINS, G.M. et al. **Visão das cores em escolares**: avaliação de um novo teste. J. Pediatr., v.77, n.4, p.327 -330, 2001.

MEYER, João Fernando; HADDAD, Emílio. **Adoção de métodos de análise de mercado imobiliários nas decisões de projeto**: Estudo de caso dos incorporadores residenciais no bairro de Pinheiros no período 1994-1999. [Internet], Disponível em: <<http://www.anpur.org.br/revista/rbeur/index.php/anais/article/download/2286/2273>>. Acesso em: 11 nov. 2014.

MORAES, Rodolfo Adhenawer Campagnoli. **CollabDev**: Gerenciador de Repositórios para Ambientes Colaborativos de Desenvolvimento. Monografia (Bacharelado em Sistemas de Informação) – Centro Universitário Eurípides de Marília, Marília, 2013.

MURCH, Gerald M. Physiological principles for the effective use of color. **Computer Graphics and Applications, IEEE**, v. 4, n. 11, p. 48-55, 1984.

MURAKAMI, Alexandre et al. Acesso a informações médicas através do uso de sistemas de computação móvel. **Congresso Brasileiro de Informática na Saúde**. 2004.

NEIVA. **ColorAdd**. [S.I.], 2013. (Aplicativo móvel). Disponível em: <http://coloradd-app.net/>. Acesso em: 23 ago. 2014.

NELSON, David L.; COX, Michael M., **Lehninger Principles of Biochemistry**, 4ª edição, W. H. Freeman, 2005.

NGHS.fr. **Color Blindness Correction**. [S.I.], 2011. (Aplicativo móvel). Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=fr.nghs.android.cbs.enhancer&hl=pt_BR. Acesso em: 23 ago. 2014.

NGHS.fr. **Daltonizer**. [S.I.], 2012. (Aplicativo móvel). Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=fr.nghs.android.cbs&hl=pt_BR. Acesso em: 23 ago. 2014.

NUDO, Randolph et al. Adaptive plasticity in motor cortex: implications for rehabilitation after brain injury. **Journal of Rehabilitation Medicine-Supplements**, v. 41, p. 7-10, 2003.

OLSON, Parmy. 5 eye-opening stats that show the world is going mobile. **Revista Forbes**, Disponível em: <<http://www.forbes.com/sites/parmyolson/2012/12/04/5-eye-opening-stats-that-show-the-world-is-going-mobile/>>. Acesso em 07 jun. 2014.

PEREIRA, Paulo; TORREÃO, Paula; MARÇAL, Ana Sofia. Entendendo Scrum para gerenciar projetos de forma ágil. **Mundo PM**, v. 1, p. 3-11, 2007. Disponível em: <

<http://www.siq.com.br/DOCS/EntendendoScrumparaGerenciarProjetosdeFormaAgil.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2014.

POLITO, André Guilherme. Terçol. In: **Michaelis – Moderno Dicionário da Língua Portuguesa**. 1. Editora Melhoramentos, 2004. Volume 1.

QUEIROZ, Felipe B. de; FERREIRA, Felype S.; SILVA, Liliane S. da. **Análise de usabilidade dos Sistemas de Controle de Versão Subversion e Git**. 201[-]. Disponível em: <<http://estatistica.googlecode.com/svn-history/r88/trunk/docs/especificacao/especificacao.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2014.

ROGERS, Everett M. **Communication technology**. Simon and Schuster, 1986.

RIBEIRO, Jaqueline Alves. **Modelos de predição linear para análise de sinais eletroencefalográficos (EEG) e de matrizes multieletrodo (MEA)**. 2006. 174 p. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Elétrica), Universidade de Uberlândia, 2006.

RIBEIRO, Madalena; GOMES, Abel. **Adaptação da Cor da Tipografia em Páginas Web para Pessoas com Deficit na Visão da Cor**, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.ipcb.pt/bitstream/10400.11/2104/1/2013%20-%20IV%20Encontro%20de%20Tipografia.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2014.

SACCOL, Amarolinda Zanela and REINHARD, Nicolau. Tecnologias de informação móveis, sem fio e ubíquas: definições, estado da arte e oportunidades de pesquisa. **Rev. Adm. Contemp**, 2007.

SARAIVA, Alessandra; MARTINS, Diogo. IBGE: acesso à internet cresce e chega a 46,5% da população em 2011. **Valor Econômico**, 16 mai. 2013. Disponível em <<http://www.valor.com.br/brasil/3126418/ibge-acesso-internet-cresce-e-chega-465-da-populacao-em-2011>>. Acesso em: 21 out. 2014.

SANTOS, J. M. F. N. **Sistema de Identificação da Cor Para Indivíduos Daltônicos**: Aplicação aos Produtos de Vestuário. Dissertação (Mestrado em Design e Marketing) - Universidade de Minho, Portugal, 2008.

SCHWABER, Ken; SUTHERLAND, Jeff. **Scrum Guide, 2010**. Versão em português. Disponível em: <www.scrum.org>. Acesso em: 12 set. 2014.

SOARES, Michel dos Santos. Metodologias Ágeis Extreme Programming e Scrum para o Desenvolvimento de Software. **Revista Eletrônica de Sistemas de Informação**, v. 3, n. 1, 2004. ISSN: 1677-3071. Disponível em: <<http://revistas.facecla.com.br/index.php/reinfo/article/view/146/38>>. Acesso em: 12 out. 2014.

TECH, Ellen Cristina Moronte. **Uma abordagem metodológica para quantificar os efeitos cognitivos na análise sensorial de alimentos**. 2013. 86 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, USP, Pirassununga, 2013.

VESPUCCI, Katia Moherdau. Daltônicos ao volante. **Revista Trânsito da CET-SP**. 2009. Disponível em: <http://www.sinaldetransito.com.br/artigos/daltonicos_ao_volante.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2014.

WADSWORTH, Andrew John. **Analysis of the Use of Internet-Based Communication Technology for Online Post-Training Coaching**. Tese (Doutorado em Educação) – Departamento de Educação da Universidade de Illinois, Illinois, EUA, 2001.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO – DALTÔNICO

FACULDADE CATÓLICA SALESIANA DO ESPÍRITO SANTO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO²

Você está sendo convidado (a) a participar como voluntário de uma pesquisa cujo tema é “Proposta de Análise e Projeto de Sistema de Informação com Ênfase em Aplicativos Móveis para o Auxílio a Pessoas com Daltonismo”, sendo que não se trata de uma participação obrigatória nem terá custos financeiros.

A qualquer momento você poderá desistir de participar e retirar o seu consentimento. Sua recusa não trata prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição.

Sua colaboração é de fundamental importância para realização do trabalho.

Informações sobre a pesquisa

Título do projeto: “Proposta de Análise e Projeto de Sistema de Informação com Ênfase em Aplicativos Móveis para o Auxílio a Pessoas com Daltonismo”

Pesquisador Responsável: Prof. MSc. Otávio Lube dos Santos

Aluno: Carlos Alberto de Paula Júnior

E-mail para contato: bcarlosalberto@gmail.com

A pesquisa a ser realizada faz parte da formação acadêmica em Sistemas de Informação. Ela tem como objetivo principal realizar um levantamento objetivo sobre características e atividades cotidianas dos indivíduos daltônicos, a fim de coletar informações que possam auxiliar no desenvolvimento de um sistema com funções importantes para portadores desta deficiência, além de uma pesquisa quantitativa de quão acessível deve ser esse sistema com base nas informações sobre dispositivos que os indivíduos possuem.

Sua participação nesta pesquisa consistirá em fornecer informações sobre o daltonismo em sua vida, sobre possíveis problemas cotidianos enfrentados devido a

² Presente e aplicado através de <<http://goo.gl/Zm5z9H>>

ele, além de um levantamento sobre possíveis sistemas utilizados por você sobre o tema.

A pesquisa será anexada em um Trabalho de Conclusão de Curso, onde não constará o nome dos sujeitos colaboradores da pesquisa, preservando seu anonimato utilizando o formato de "SUJEITO A.B.", sendo que A.B. são nome e sobrenome, caso não seja de interesse sua divulgação. Este trabalho poderá ser posteriormente publicado em forma de artigo científico, bem como apresentada em congressos e similares.

Você receberá uma cópia deste Termo onde constam os contatos do pesquisador principal e do aluno, com quem poderá tirar suas dúvidas sobre a pesquisa e sobre sua participação nela, em qualquer momento de realização da mesma. Você também poderá se informar sobre a pesquisa no Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Faculdade Católica Salesiana do Espírito Santo.

APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO – OFTALMOLOGISTAS
FACULDADE CATÓLICA SALESIANA DO ESPÍRITO SANTO
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO³

Você está sendo convidado (a) a participar como voluntário de uma pesquisa cujo tema é “Proposta de Análise e Projeto de Sistema de Informação com Ênfase em Aplicativos Móveis para o Auxílio a Pessoas com Daltonismo”, sendo que não se trata de uma participação obrigatória nem terá custos financeiros.

A qualquer momento você poderá desistir de participar e retirar o seu consentimento. Sua recusa não trata prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição.

Sua colaboração é de fundamental importância para realização do trabalho.

Informações sobre a pesquisa

Título do projeto: “Proposta de Análise e Projeto de Sistema de Informação com Ênfase em Aplicativos Móveis para o Auxílio a Pessoas com Daltonismo”

Pesquisador Responsável: Prof. MSc. Otávio Lube dos Santos

Aluno: Carlos Alberto de Paula Júnior

E-mail para contato: bcarlosalberto@gmail.com

A pesquisa a ser realizada faz parte da formação acadêmica em Sistemas de Informação. Ela tem como objetivo principal realizar um levantamento objetivo sobre características e atividades cotidianas dos indivíduos daltônicos, a fim de coletar informações que possam auxiliar no desenvolvimento de um sistema com funções importantes para portadores desta deficiência.

Sua participação nesta pesquisa consistirá em fornecer informações sobre o daltonismo na vida de seus pacientes, sobre a informação sobre as melhores conversões para cada tipo de daltonismo, sobre a informação de locais para se coletar daltônicos, além de um levantamento sobre possíveis sistemas utilizados por

³ *Presente e aplicado através de <<http://goo.gl/fxvwfw>>*

seus pacientes ou mesmo sobre ideias inovadoras para que possamos absorver e capturar como ideias complementares para o projeto.

A pesquisa será anexada em um Trabalho de Conclusão de Curso, onde não constará o nome dos sujeitos colaboradores da pesquisa, preservando seu anonimato utilizando o formato de "SUJEITO A.B.", sendo que A.B. são nome e sobrenome, caso não seja de interesse sua divulgação. Este trabalho poderá ser posteriormente publicado em forma de artigo científico, bem como apresentada em congressos e similares.

Você receberá uma cópia deste Termo onde constam os contatos do pesquisador principal e do aluno, com quem poderá tirar suas dúvidas sobre a pesquisa e sobre sua participação nela, em qualquer momento de realização da mesma. Você também poderá se informar sobre a pesquisa no Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Faculdade Católica Salesiana do Espírito Santo.

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO PARA DALTÔNICOS⁴

1. Sexo
2. Nome completo:
3. Divulgação do nome no trabalho acadêmico:
4. Idade
5. E-mail
6. Tipo de daltonismo:
7. Como descobriu?
8. Possui computador/notebook?
9. Possui Smartphone? Qual?
10. Quais problemas cotidianos mais incomodam? Algum mais grave?
11. Qual sua profissão? O daltonismo já atrapalhou nela? Como?
12. Usa ou já usou algum software para ajudar? Qual?
13. Já pensou em alguma solução que pudesse ajudar esta deficiência? Seja sistema, melhoria em captação de cores, invenção...
14. Observações gerais

⁴ Presente e aplicado através de <<http://goo.gl/forms/ZIcBkr6daH>>

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO PARA MÉDICOS OFTALMOLOGISTAS⁵

1. Existe uma conversão de cores para cada tipo de daltonismo, para possibilitar que cada um consiga enxergar melhor? Se sim, quais as melhores combinações?
2. Existe algum lugar para se coletar daltônicos, a fim de aplicar um questionário para um Trabalho Acadêmico?
3. Quais problemas cotidianos mais incomodam um daltônico, que já foram relatados para você?
4. Algum paciente relatou ter passado por algum problema sério por causa do daltonismo? Se sim, qual?
5. Você, ou algum paciente, conhece, usa ou já utilizou algum software para ajudar com o daltonismo?
6. Já pensou em alguma solução que pudesse ajudar esta deficiência? Seja algum sistema, melhoria em captação de cores, invenção...

⁵ Presente e aplicado através de <<http://goo.gl/forms/EEqRHPnqIB>>