

**AVALIAÇÃO DO RECONHECIMENTO DE EMOÇÕES: *SERIOUS*
GAME DE RECONHECIMENTO DE EMOÇÕES FACIAIS PARA
PACIENTES COM TRANSTORNOS MENTAIS**

**Luma Wanderley de Oliveira^{*1}, Igor de Bastos Costa¹, Rodrigo da Silva Dias²,
Cristiana Castanho de Almeida Rocca² e Rogerio Salvini^{†1}**

¹Instituto de Informática - Universidade Federal de Goiás (INF/UFG)

e-mail: {lumaoliveira, igorbastos, rogeriosalvini}@inf.ufg.br

²Instituto de Psiquiatria - Universidade de São Paulo (IPq/HC/FMUSP)

e-mail: {rdgdias, crisrocca}@gmail.com

Resumo. *A capacidade de processar e identificar emoções faciais é um componente essencial da comunicação humana e interação social. Pacientes com alguns transtornos mentais, como autismo e esquizofrenia, tem esta capacidade comprometida. Neste trabalho é apresentado um game que poderá ser usado por profissionais de saúde como um instrumento para a avaliação destes pacientes. O game apresenta como diferenciais: ser totalmente parametrizável, e fazer a apresentação das imagens com diferentes níveis de intensidades das emoções, necessitando que as imagens fossem geradas especialmente para o game. Também foi desenvolvido um software para o gerenciamento e análise dos dados coletados dos jogos.*

Palavras-chave: Reconhecimento de Emoções Faciais, *Serious Games*, Diagnóstico de Transtornos Mentais.

1. INTRODUÇÃO

A habilidade para perceber e expressar emoções resulta de um procedimento complexo que pode ser subdividido em dois outros processos separados, mas que interagem entre si, sendo o primeiro fisiológico e o segundo cognitivo. O processo fisiológico consiste em um conjunto de respostas periféricas, autonômicas, endócrinas e esquelético-motoras a estímulos particulares, que levam informação a áreas cerebrais dos níveis inferiores, inclusive à amígdala, hipotálamo e tronco cerebral. Este sistema serve para preparar o corpo para o comportamento e ação apropriados. O processo cognitivo consiste numa experiência consciente do estímulo e da sua resposta corporal pareada, sendo isto regulado pelas áreas cerebrais superiores, incluindo o córtex cingulado e lobos frontais [1]. Estudos transversais sobre as emoções e a percepção das emoções trouxeram evidências sugestivas de que este processo é inato e universal [2]. Ou

*Bolsista

†Orientador

seja, é possível comparar os resultados dos testes que avaliam estas questões em indivíduos de diferentes culturas.

A capacidade de processar e identificar emoções faciais é um componente essencial da comunicação humana e interação social. Apesar da interação social poder variar de acordo com as normas e costumes culturais, estudos interculturais têm insistentemente gerado evidências a favor da universalidade das emoções faciais. Seis emoções universais já foram estabelecidas: alegria, tristeza, raiva, nojo, medo e surpresa; cada uma das quais corresponde a um regime específico dos músculos da face e tem neurocircuitos parcialmente separáveis [3-4].

Segundo ROCCA *et al.* [5] o processamento de emoções faciais, que varia de interpretação de estímulo para a preparação de uma resposta comportamental apropriada, é apoiada por sistemas neurais específicos. Estudos de imagem cerebral sugerem que regiões específicas no córtex temporal inferior medeiam a percepção de faces. Estas regiões contêm campos de receptores amplos, algumas vezes envolvendo todo o campo visual, e são sensíveis tanto à forma como à cores. Ao analisar a resposta celular dentro de paradigmas específicos, Kandel *et al.* [6] encontraram que certas regiões respondem especificamente à visão de aspectos frontal ou lateral de rostos, enquanto outras respondem preferencialmente às expressões faciais.

Lesões específicas nestas áreas cerebrais levam à prosopagnosia, a incapacidade em reconhecer rostos familiares ou famosos, apesar da capacidade preservada de reconhecimento de que o estímulo apresentado é uma face [6]. Curiosamente, os pacientes com prosopagnosia não têm dificuldades para reconhecer expressões emocionais de faces apresentadas como estímulos. Isto sugere que o reconhecimento de expressões emocionais não depende somente de reconhecimento facial.

Nos transtornos psiquiátricos, o paradigma de reconhecimento de emoções faciais vem recebendo maior atenção especialmente nos transtornos do espectro autista [7], transtornos do humor [5] e na esquizofrenia [8]. Estudos mais recentes vem inclusive avaliando a possibilidade de reconhecimento de padrões em populações de risco para transtornos mentais [9].

Neste trabalho é proposto um instrumento para avaliar a habilidade de uma pessoa em reconhecer emoções a partir da expressão facial. Este instrumento é baseado em um *game* que gerencia a apresentação de imagens de emoções faciais e faz o registro de respostas e informações de interesse, que poderá ser utilizado por psicólogos, psiquiatras e pesquisadores como ferramenta de auxílio para o diagnóstico e acompanhamento de pacientes com transtornos mentais. Com essas características, podemos classificar esse gênero de jogo como um *Serious Game*.

1.2. *Serious Games*

Serious Game é um software, que também pode incluir hardware específico, que utiliza das técnicas desenvolvidas na indústria de jogos eletrônicos, onde se destaca quatro importantes características que possibilitam experiências únicas no jogo: interatividade imediata, a manipulação de informação, a automatização de sistemas complexos, e a comunicação em rede [10], para algum propósito maior, como por exemplo: na área de publicidade, chamados de *Advergames*; jogos aplicados a conceitos das áreas da educação, área médica e artes; jogos utilizados como forma de aperfeiçoar a aprendizagem para alguma determinada atividade; e jogos de simulação, cujo objetivo é reproduzir alguma situação próxima da realidade para desenvolver diversas habilidades como análise de situação [11].

O início dos jogos eletrônicos aconteceu na década de 80 para fins militares, onde usavam simuladores para preparar o exército, então pode-se também considerar o início do *Serious Games* [12]. De acordo com NPD Group, em 2011, 91% de crianças na faixa etária de 2 a 17 anos de idade nos EUA jogavam video-game (NPD-2011), essa pesquisa demonstra que a quantidade de pessoas interessadas ou familiarizadas com a tecnologia tornou-se interessante para diferentes fins além do entretenimento [13].

Embora não seja possível mensurar a intensidade do impacto dos jogos eletrônicos no psiquê humano, estudos realizados mostram que de fato há uma melhoria na parte cerebral do jogador [14-16]. É inegável que seu uso juntamente com técnicas de outras áreas se torna uma ferramenta prática e divertida para a realização de uma tarefa específica e treinamento, além do benefício de sua utilização em simulações, que poupa dinheiro em compras de equipamentos e não expõe o usuário ao perigo real de estar na situação simulada, como em simulações de voo por exemplo. *Serious Games* é uma vertente promissora com um grande mercado a seu favor e que até o momento se demonstra eficiente tanto para o mercado quanto para pesquisa.

2. METODOLOGIA

O trabalho foi todo desenvolvido sob a orientação e supervisão de médicos pesquisadores do Instituto de Psiquiatria da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (IPq-HC-FMUSP).

Primeiramente, foram criadas imagens *ad hoc* de emoções faciais com o auxílio de softwares gráficos. Apesar do grande número de banco de dados de imagens de faces que podem ser encontrados na web [17], em nossa pesquisa, não achamos nenhum que atendesse aos requisitos estabelecidos para a concepção do *game*, sobretudo com relação aos níveis de intensidades de emoções que é um dos diferenciais do que é proposto neste trabalho.

Em seguida, foram desenvolvidos dois sistemas computacionais:

- *Teste de Reconhecimento de Emoções Faciais (TREF)*, um *game* voltado para o diagnóstico e acompanhamento de pacientes com transtornos psiquiátricos; e
- *Gerência TREF*, um software independente voltado para os profissionais de saúde para gerência e para a análise dos resultados do TREF.

Os sistemas foram desenvolvidos utilizando a linguagem de programação Java e o Sistema Gerenciador de Banco de Dados MySQL Server. Ambos estão hospedados em um servidor do Instituto de Informática da UFG (INF/UFG) cujo acesso é feito remotamente pela internet e é controlado por senha para apenas usuários previamente cadastrados.

A arquitetura de software escolhida para implementação dos aplicativos foi a multicamadas, onde divide-se o projeto de implementação em camadas tornando-o mais coeso e menos acoplado.

A nível de desenvolvimento dos aplicativos em Java, foram utilizados dois padrões de projeto: *singleton* e *factory method*. Ambos são categorizados como padrões de criação, que tem como objetivo isolar a complexidade de criação de objetos, tornando essa tarefa mais simples de ser implementada e entendida.

3. RESULTADOS

3.1 Conjunto de imagens de expressões faciais

No total, foram criadas 150 imagens de expressões faciais, representativas de populações específicas, com as seguintes características:

- Pessoas adultas
- Ambos os sexos (masculino e feminino)
- Três etnias: caucasiano, afro-descendente e oriental

Com as seguintes expressões:

- Neutro
- Alegria
- Tristeza
- Medo
- Nojo
- Surpresa
- Raiva

Além disso, cada expressão, exceto a neutra, possui os seguintes níveis de intensidade de emoção:

- “Sutil”: aproximadamente 25% da expressão da emoção
- “Pouco”: aproximadamente 50% da expressão da emoção
- “Moderado”: aproximadamente 75% da expressão da emoção
- “Total”: aproximadamente 100% da expressão da emoção

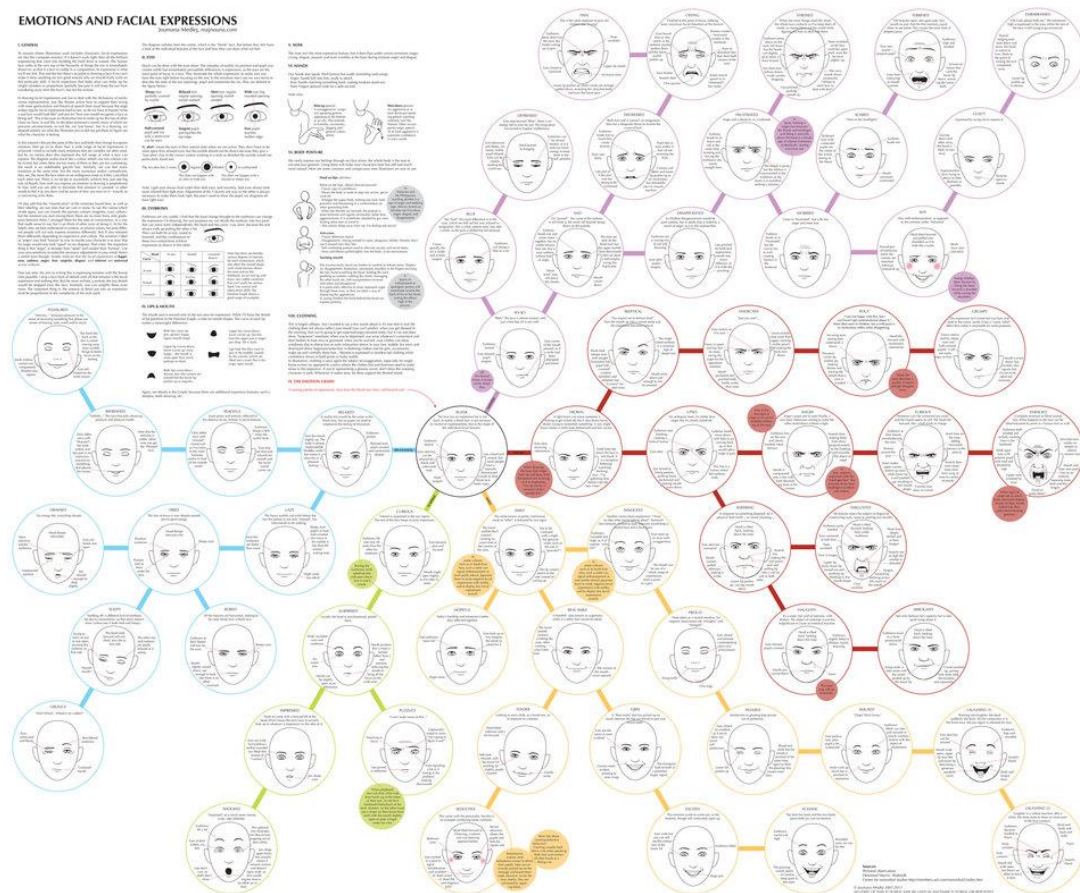


Figura 1. Tutorial para o desenho de emoções e expressões faciais (fonte: <http://majnouna.deviantart.com/art/Emotions-and-Facial-Expression-47118559>)

As imagens das expressões faciais foram inicialmente geradas utilizando o software FaceGen versão 3.5 free (disponível em <http://www.facegen.com/>) e posteriormente modificadas com o auxílio do software Photoshop. O tutorial apresentado na Figura 1 foi usado inicialmente como base para a criação dos níveis de intensidades das emoções. Após um primeiro esboço, as imagens foram trabalhadas manualmente conforme indicações dos pesquisadores do IPq-HC-FMUSP. O resultado final de todo o conjunto de imagens criadas é mostrado na Figura 2.

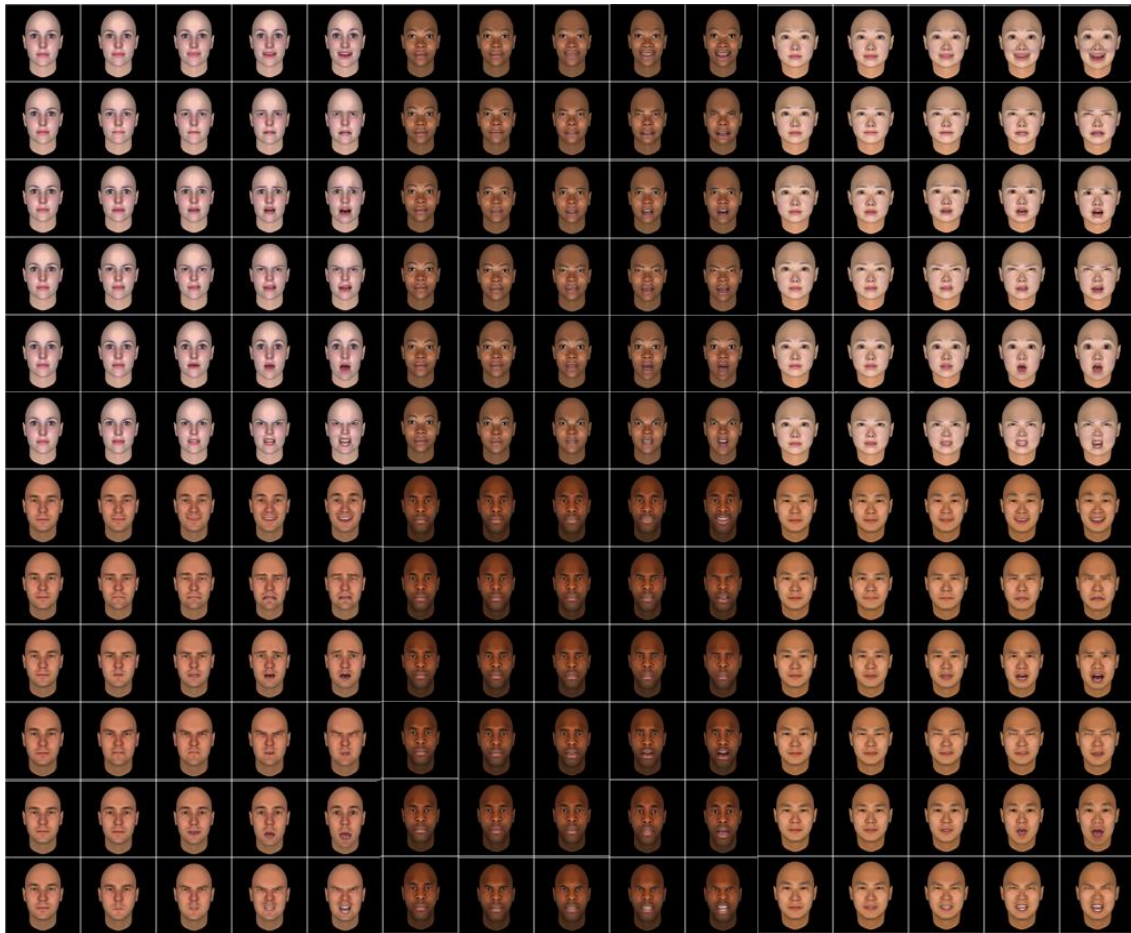


Figura 2. Conjunto de imagens criadas para uso no TREF

3.2. Gerência TREF

O *Gerência TREF* é um software específico para o cadastro de profissionais, projetos e pacientes. Os integrantes dos projetos são organizados de maneira hierárquica com níveis de acesso às informações, para entre outras coisas, garantir o anonimato dos pacientes envolvidos nos projetos. Foram criadas as seguintes classes de profissionais com papéis específicos: Investigador Principal, Coordenador do Projeto, Investigador Auxiliar e Investigador Executante; além do Administrador do Software. Na Figura 3 são mostradas as telas de cadastro do Gerência TREF.

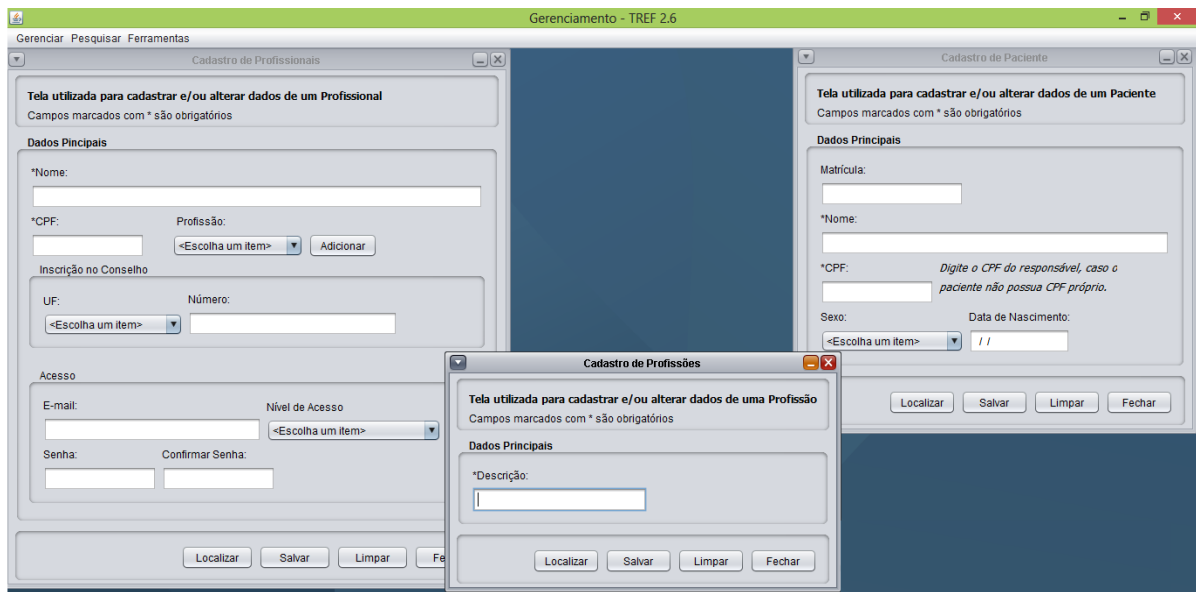


Figura 3. Telas de cadastro: profissionais, profissões e pacientes, respectivamente

Os resultados dos jogos são analisados através de matrizes de confusão. Uma matriz de confusão é uma ferramenta efetiva de classificação que utiliza todas as combinações possíveis para mostrar resultados, o foco desse tipo de matriz é a relação a ser feita, no nosso caso, avalia-se os acertos e erros. Neste trabalho, é possível gerar dois tipos de matriz de confusão: por expressões e por imagens. A primeira mede o desempenho do usuário com relação às 7 expressões faciais em si, enquanto que a segunda avalia o seu desempenho com relação às imagens específicas que foram apresentadas.

Para a geração da matriz de confusão são aplicados os seguintes filtros (vide Figura 4):

1. Seleção de um ou mais usuários (separados em abas ou tudo junto)
2. Período inicial e/ou final da realização do jogo
3. Escolha de fase/subfase
4. Escolha do Baseline
5. Adicionar tempo de resposta

Nas Figuras 5 e 6 são mostrados exemplos dos tipos de matriz de confusão que podem ser gerados para análise. Cada linha da matriz representa a emoção ou imagem apresentada durante um jogo e cada coluna representa a resposta do usuário. Os números que aparecem no cruzamento onde o nome da linha corresponde com o da coluna, ou seja na diagonal principal da matriz, representam a quantidade de respostas corretas; enquanto que os demais números na matriz representam respostas erradas. A matriz de confusão, além de apresentar a quantidade de respostas erradas de um usuário mostra também para que lado o usuário está errando, ou confundindo os tipos de emoção em cada intensidade. Esta matriz permite uma análise

detalhada tanto no desenvolvimento das imagens como em um possível direcionamento no tratamento de um paciente.

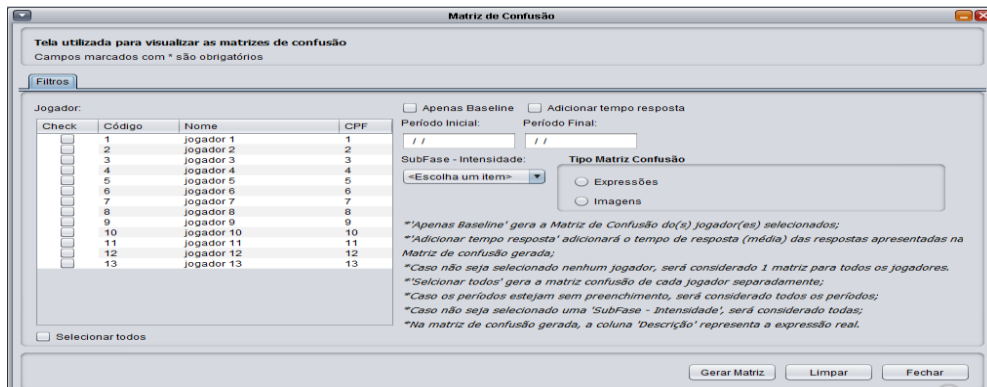


Figura 4. Tela para gerar matriz de confusão

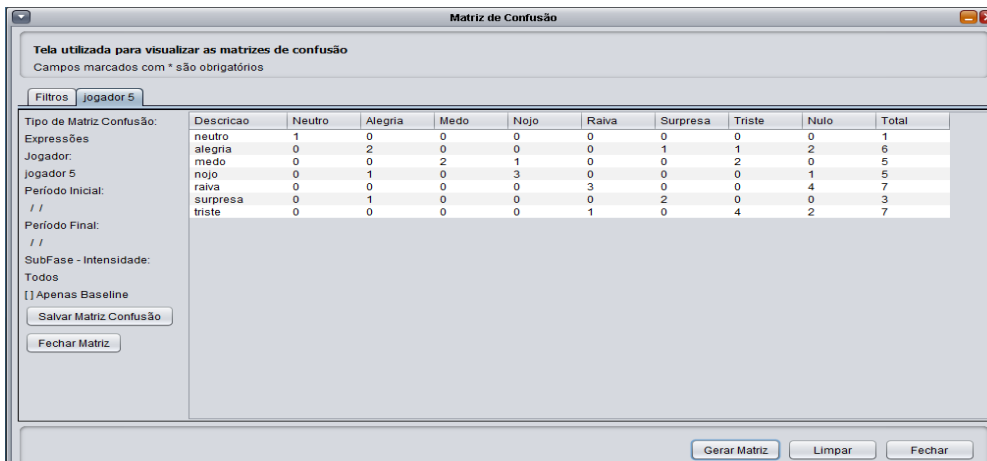


Figura 5. Matriz de confusão por emoção

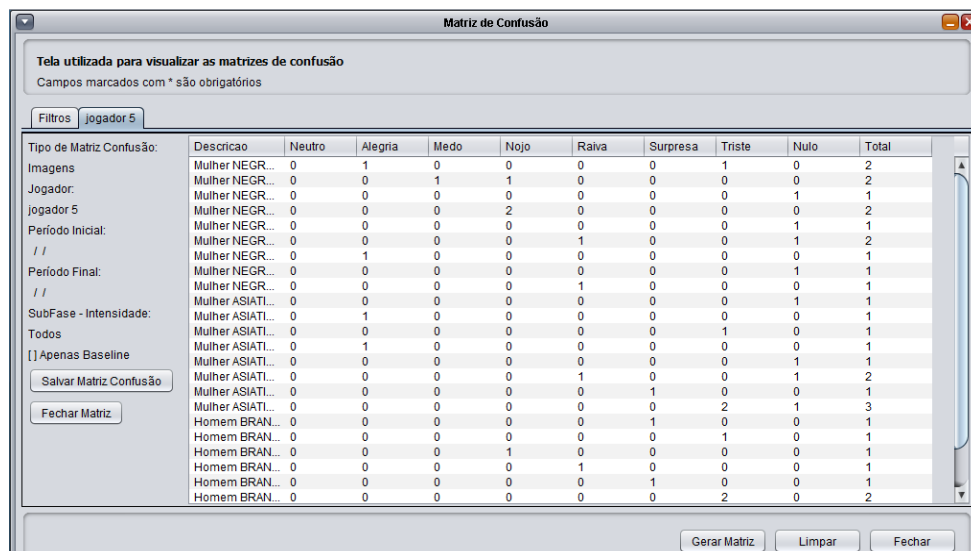


Figura 6. Matriz de confusão por imagem

3.3. Teste de Reconhecimento de Expressões Faciais (TREF)

O *Teste de Reconhecimento de Expressões Faciais* (TREF) é o software em formato de *game* que gerencia a apresentação das imagens de emoções faciais, bem como faz o registro das respostas e calcula as pontuações do jogador. O *game* é totalmente parametrizável de forma a atender a objetivos específicos de pesquisadores e profissionais de saúde.

As fases, modos e demais parâmetros, bem como o desenho do *game* (cores, tamanho e posição dos objetos na tela e mensagens), foram estudados e definidos ao longo do tempo do projeto pelos pesquisadores do IPq-HC-FMUSP.

O *game* possui duas fases que podem ser jogadas independentemente conforme a escolha do profissional que estará aplicando o teste. São elas:

1. Fase estática: as imagens das faces são apresentadas aleatoriamente
 - Possui as seguintes subfases:
 - 1.1 - faces apresentadas com 100% de expressão
 - 1.2 - faces apresentadas com 75% de expressão
 - 1.3 - faces apresentadas com 50% de expressão
 - 1.4 - faces apresentadas com 25% de expressão
2. Fase dinâmica: as imagens das faces são mostradas consecutivamente, dando a impressão de uma animação da evolução de uma expressão facial.

Os modos de jogos são:

1. Treinamento: O jogador joga todas as sub-fases daquela fase. Sem coleta de dados, para o usuário entender os comandos.
2. *Baseline*: O jogador joga todas as sub-fases daquela fase e suas pontuações nas sub-fases ficarão armazenadas como referência para o pesquisador. Seria o primeiro dado válido do jogo sobre um paciente.
3. Completo: Inicia sempre na fase 1.1. Para passar de sub-fase, o jogador deverá ter um grau de acerto maior ou igual ao definido pelo parâmetro “*Percentual de acerto para passar nas sub-fases*”.
4. Progressivo: Inicia sempre na fase 1.1 com o parâmetro “*Percentual de acerto para passar nas sub-fases*” configurado com a melhor pontuação do jogador obtido no seu último jogo ou na fase.

Os parâmetros disponíveis são:

- Percentual de acerto para passar nas sub-fases. (Apenas no modo Completo)
- Quantidade de vezes que uma face deve ser repetida nas subfases.
- Tempo de exposição das faces. (Padrão é 5 segundos)

- Tempo de transição para a mudança de um personagem. (Padrão é 2 segundos)
- Apresentar mensagem de acerto ou erro após uma avaliação da expressão

Na Figura 7 é mostrada a tela de configuração de jogo.

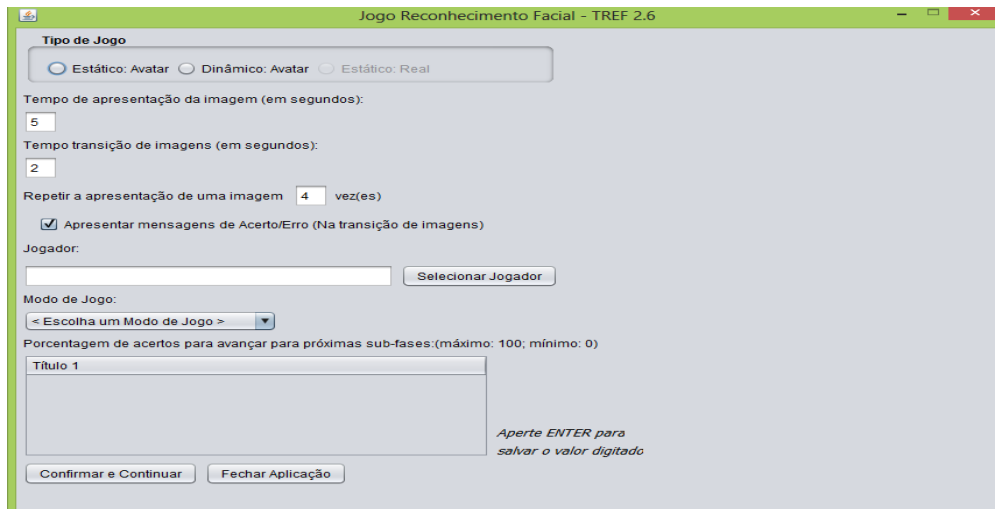


Figura 7. Tela de parâmetros

Na tela do jogo, a imagem da face fica na parte central com sete botões coloridos nos lados esquerdo e direito da imagem, como apresentado na Figura 8. No intervalo de tempo pré-estabelecido, ou seja, dentro do tempo de apresentação de cada imagem, o jogador deverá analisar a imagem exibida e escolher a opção que melhor representa a emoção do seu ponto de vista. Pode ser mostrado se o jogador acertou ou errou a resposta após sua escolha. Ao término da fase, é apresentado o desempenho do jogador (Figura 9).

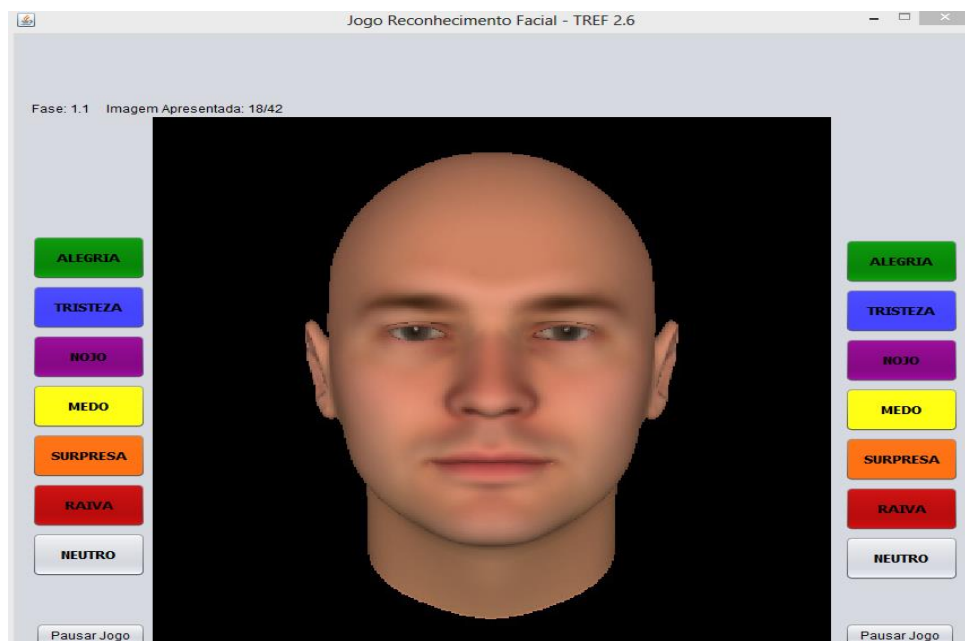


Figura 8. Interface do jogo

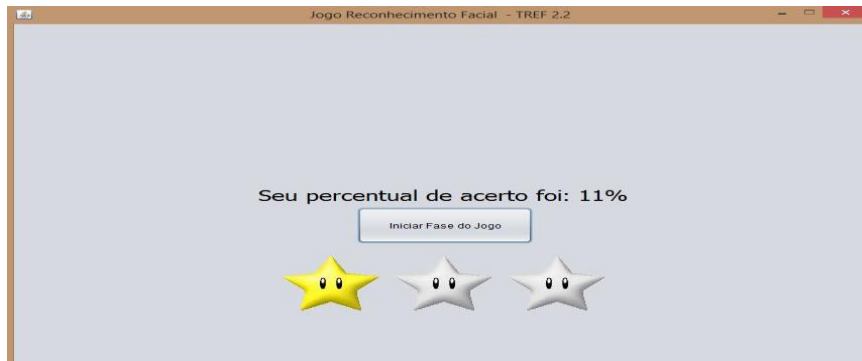


Figura 9. Desempenho do jogador ao final de uma fase

4. DISCUSSÃO

Dentre os software existentes para a avaliação do reconhecimento de emoções, o destaque vai para a bateria de avaliação cognitiva desenvolvida pela Universidade da Pensilvânia, que disponibiliza uma série de testes computadorizados para a avaliação cognitiva nas áreas de função executiva, memória episódica, cognição complexa, cognição social e velocidade sensório-motor [18].

O reconhecimento de emoções se encontra no domínio cognição social, e nesse aspecto o PENN disponibiliza um banco de dados que contem imagens coloridas e em preto e branco de pessoas reais representando o mesmo espectro de emoções, mas com intensidades de emoções fixas. Sobre os testes desse domínio, percebe-se que embora apresentem técnicas distintas de avaliação, as imagens utilizadas são sempre estáticas e aparentemente não tem como o avaliador criar um teste com parâmetros específicos para cada perfil de usuário, uma vez que as emoções são apresentadas todas com a mesma intensidade e não há possibilidades de mudança de qualquer parâmetro.

O software desenvolvido TREF possui 3 diferenciais que acrescentam no aspecto de avaliação do reconhecimento emocional:

1. O primeiro deles é a criação do banco de imagens, com 150 imagens de faces expressando alguma emoção em uma sequência da evolução da intensidade dela. Também pensando na problemática de pacientes com autismo, que não estabelecem contato visual com as pessoas nem com o ambiente, as imagens criadas são de avatares que possuem uma grande similaridade com humanos.
2. Utilização do tipo de jogo dinâmico do qual utiliza a sequência de imagens como frames dando a impressão, para o jogador, de estar sendo exibido uma animação. Dessa forma, é possível avaliar a partir de qual intensidade o usuário consegue identificar a emoção em uma situação que se aproxima muito mais da realidade.

3. Tela de parametrização, que é uma grande ferramenta para a área de pesquisa pois deixa livre para o pesquisador moldar o teste, ou seja, mudar o grau de dificuldade para cada perfil de usuário e sendo de grande valor a sua utilização como instrumento de tratamento dos transtornos mentais.

5. CONCLUSÃO

Neste trabalho propomos um instrumento para a avaliação do reconhecimento de emoções baseado em um *serious game* o qual foi chamado *Teste de Reconhecimento de Emoções Faciais* (TREF) cujo objetivo é auxiliar no diagnóstico e acompanhamento de pacientes com transtornos psiquiátricos. Também foi desenvolvido um software auxiliar para a gerência e análise dos resultados dos jogos. Além disso, dados os requisitos de emoções em diversas intensidades, todas as imagens foram geradas especialmente para serem usadas no TREF - não obstante elas possam ser utilizadas em outros contextos uma vez que, até onde é de nosso conhecimento, não existe este tipo de banco de imagens.

Este instrumento poderá ser aplicado por profissionais da área de saúde mental no acompanhamento individual de pacientes, além da comparação do desempenho em diferentes grupos de pacientes, segundo faixa etária e transtorno mental, no reconhecimento de emoções faciais.

Além disso, após a obtenção de uma massa crítica de dados de jogos, também será possível fazer estudos, tanto estatísticos, como através de técnicas modernas de reconhecimento de padrões e Inteligência Artificial para a descoberta de relações que nos permita trazer novos conhecimentos a partir dos dados, contribuindo assim para o aprofundamento da compreensão dos processos de pacientes com transtornos psiquiátricos e para o desenvolvimento de novas formas de diagnósticos.

Todo o trabalho foi acompanhado por médicos pesquisadores do Instituto de Psiquiatria da Universidade de São Paulo (IPq-HC-FMUSP). Após os testes de validação, e possíveis ajustes, o TREF será incorporado em um projeto já em andamento na USP com as devidas aprovações do Comitê de Ética, para ser usado por pacientes.

Os softwares gerados foram submetidos para registro no INPI (Instituto Nacional de Propriedade Industrial) através da Coordenação de Transferência e Inovação Tecnológica da UFG (CTIT-PRPI-UFG).

Como trabalhos futuros, serão feitos ajustes e melhorias nos softwares e imagens geradas conforme os resultados de sua aplicação. Estão previstos também a adequação do *game*

para web e dispositivos móveis de forma que um paciente possa jogar a partir de casa ou de ambientes mais propícios.

AGRADECIMENTOS

A primeira autora agradece ao CNPq pela bolsa de iniciação científica concedida para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- [1] Davis M, “The role of the amygdala in fear and anxiety”. *Annu Rev Neurosci* 15:353–375, 1992.
- [2] Venn HR, Gray JM, Montagne B, Murray LK, Michael Burt D, Frigerio E, Perrett DI, Young AH, “Perception of facial expressions of emotion in bipolar disorder”. *Bipolar Disord*. Aug; 6(4):286-93, 2004.
- [3] Ekman P, Friesen WV, “Constants across cultures in the face and emotion”. *J Pers Soc Psychol*, 17(2):124-129, 1971.
- [4] Gosselin P, Kirouac G, “Decoding facial emotional prototypes”. *Can J Exp Psychol*, 49(3):313-329, 1995.
- [5] Rocca CC, Heuvel EV, Caetano SC, “Facial emotion recognition on bipolar disorder: a critical review”. *Rev Bras Psiquiatr*, 31(2):171-180, 2009.
- [6] Kandel ER, Squire LR, “Neuroscience: breaking down scientific barriers to the study of brain and mind”. *Science*, 290(5494):1113-1120, 2000.
- [7] Harms MB, Martin A, Wallace GL, “Facial emotion recognition in autism spectrum disorders: a review of behavioral and neuroimaging studies”. *Neuropsychol Rev*, 20(3):290-322, 2010.
- [8] Taylor SF, MacDonald AW, “Brain mapping biomarkers of socio-emotional processing in schizophrenia”. *Schizophr Bull*, 1(73):80, 2012.
- [9] Mourão-Miranda J, Oliveira L, Ladouceur CD, Marquand A, Brammer M, Birmaher B, Axelson D, Phillips ML, “Pattern recognition and functional neuroimaging help to discriminate healthy adolescents at risk for mood disorders from low risk adolescents”. *PloS One*, 7(2):e29482 , 2012.
- [10] Brandão RP, Bittencourt MIGF, Vilhena J, “A mágica do jogo e o potencial do brincar”. *Proceedings do SBGames 2010, IX SBGames*, Florianópolis-SC, Novembro 8-10, pp. 11-21, 2010.

- [11] Djaouti D, Alvarez J, Jessel J-P, “Classifying Serious Game: the G/P/S model”. Patrick Felicia (ed), “Handbook of Reserach on Improving Learning and Motivation through Educational Games: Multidisciplinary Approaches”. IGI Global, pp. 118-136, 2011.
- [12] Machado LS, Moraes RM, Nunes FLS, Costa RMEM, “Serious Games baseados em realidade virtual para educação médica”. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 35(2): 254-262, 2011.
- [13] NPD Group. The Video Game Industry Is Adding 2-17 Year-Old Gamers At A Rate Higher Than That Age Group’s Population Growth. Disponível em: <https://www.npd.com/wps/portal/npd/us/news/press-releases/pr_111011/> Acesso em: 30 jul. 2014.
- [14] Kuhn S, Lorenz R, Banaschewski T, Barker GJ, Buchel C, Conrod PJ, Flor H, Garavan H, Ittermann B, Loth E, Mann K, Nees F, Artiges E, Paus T, Rietschel M, Smolka MN, Strohle A, Walaszek B, Schumann G, Heinz A, Gallinat J, “Positive Association of Video Game Playing with Left Frontal Cortical Thickness in Adolescents”. *Plos One*. Mar; 9(3):1-6, 2014.
- [15] Hyun GJ, Shin YW, Cheong JH, Jin SN, Han DH, “Increased Cortical Thickness in Professional On-Line Gamers”. *Psychiatry Investing*, 10: 388-392, 2013.
- [16] Aranda FF, Murcia SJ, Santamaria JJ, Gunnard K, Soto A, Kalapanidas E, Bults RG A, Davarakis C, Ganchev T, Granero R, Konstantas D, Kostoulas TP, Lam T, Lucas M, Aumatell CM, Moussa MH, Nielsen J, Penelo E, “Video games as a complementary therapy tool in mental disorders: PlayMancer, a European multicentre study”. *Journal of Mental Health*. August; 21(4): 364-374, 2012.
- [17] Face Recognition Homepage. Disponível em: <<http://www.face-rec.org/databases/>> Acesso em: 30 jul. 2014.
- [18] Department of Psychiatry Penn Behavioral Health. Disponível em: <http://www.med.upenn.edu/bbl/bbl_cnb.shtml> Acesso em: 30 jul. 2014.