

MONITORAMENTO DAS MUDANÇAS FISIOLÓGICAS EM INDIVÍDUOS DECORRENTES DA INFLUÊNCIA DOS SONS: UM ESTUDO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA

Hilda Miwa Tani¹
Victor Orlando Gamarra Rosado¹
Wendell de Queiróz Lamas²
pos06005@feg.unesp.br
victor@feg.unesp.br
wendell@unitau.br

Resumo. Este trabalho tem por objetivo criar uma metodologia que possibilite analisar os efeitos fisiológicos produzidos pela exposição de uma pessoa ao som, especificamente a música e seus elementos, utilizando princípios de sensoriamento, aquisição de dados e processamento de sinais para, por meio de um ambiente computacional, obter informações objetivas sobre as reações dos sujeitos da pesquisa quando submetidos às sessões de Musicoterapia. Para tal, foram utilizados um oxímetro de pulso com capacidade de transmissão de dados, um programa aplicativo para aquisição de dados e processamento dos sinais, além do aplicativo para transformar a base de dados em gráficos representativos da evolução dos sinais de frequência cardíaca (FC) e de saturação da hemoglobina arterial com oxigênio (SpO₂). A seguir, foram realizados experimentos com a exposição de sujeitos e/ou grupo de sujeitos a vários tipos de músicas, com a variação de seus elementos, criando-se, assim, um banco de dados com as medições realizadas. Durante as medições, o comportamento dos sujeitos foi observado para que o resultado de sua análise subjetiva seja comparado com a metodologia objetiva proposta. Os sujeitos desta pesquisa são indivíduos localizados na faixa etária entre 7 e 24 anos, sendo que a amostra estabelecida será composta por seis indivíduos com característica de não autistas e outros seis indivíduos com características de autistas, que tenham seu diagnóstico já estabelecido. Como o maior percentual de autistas é do sexo masculino, optou-se por convidar sujeitos do sexo masculino para participar desta pesquisa. Os instrumentos necessários para a realização desta pesquisa são: o Protocolo de Observação baseado no comportamento de autistas; a caracterização dos sinais vitais que sejam positivos e negativos para os sujeitos não autistas e os autistas; e o sistema composto por sensores, aquisição de dados e programa aplicativo. Como resultado, é esperado identificar e comprovar de forma objetiva a influência da música no comportamento humano pelo monitoramento dos estímulos sonoros e dos sinais vitais estabelecidos como referência para as observações: saturação da hemoglobina arterial com oxigênio e frequência cardíaca. **Palavras Chave:** autismo, monitoramento de sinais vitais, musicoterapia.

PHYSIOLOGICAL CHANGES MONITORING IN INDIVIDUALS DECURRENT OF THE SOUNDS INFLUENCE: A BIOMEDICAL ENGINEERING CASE STUDY

Abstract. This work goals create a methodology that provides to analyse the physiological effects through exposition of people to sounds, specifically music and its elements, using sensing fundamentals, data acquisition and signal processing to obtain through a computational environment, objective information about reactions of research's subjects when submitted to musictherapy sessions. For that, had been used a pulse oximetre with data transmission capability and a data acquisition and signal processing software, besides a software to convert data base with information acquired into graphics representative of heart rate and arterial haemoglobin saturation with oxygen signals evaluation. After that, experiments with subjects and/or group exposition to several type of music had been done, varying its elements, building an outcome measurements data base. During these measurements, subjects' behaviour had been observed to compare subjective results with objective ones. The subjects for this research are individuals with age between 7 and 24 years old, where the sample is composed with six non autistics and six autistics with diagnosis established. As majority autistics are male, only boys had invited to participate of this research. The instruments necessary to do this work are: Observation protocol based on autistics behaviour, vital signals characterization for subjects reactions, divided as autistics and non autistics, and system composed with sensors, data acquisition, and software. As results are expected to identify and to prove with objective mode any influence of music in human behaviour through sound stimulation and vital signals monitoring: SpO₂ and HR. **Keywords.** autism, vital signals monitoring, musictherapy.

1. Introdução

O ser humano é um sistema tão dinâmico e complexo que cada um de nós responde diferentemente a um mesmo estímulo. Apesar das diferenças, é possível se obter respostas padronizadas confiáveis e bastante próximas às reais reações do corpo humano para diversas situações. Para tanto, as pesquisas relacionadas à Instrumentação Biomédica propiciam o desenvolvimento de sensores e de instrumentos de medição capazes de transformar os sinais vitais em padrões de leitura que auxiliam os profissionais da área de saúde a serem ainda mais precisos em seus diagnósticos e a aumentar a qualidade de vida de seus pacientes (Watanabe et al., 2005; Cheng Junior, Ewert e Koenig, 2004). Um dos grupos de sujeitos mais difíceis de se realizar exames é o formado pelos autistas. Mesmo os métodos não invasivos tendem a serem rejeitados pelos autistas que têm a ojeriza ao contato físico como uma de suas características. Outras de suas características são a dispersão e o agito, freqüente, principalmente quando há mudanças em suas rotinas diárias, chegando, às vezes, à violência física e à própria mutilação (Agranovskii, Evreinov e Berg, 2004; Luiselli et al., 2001). Uma das técnicas utilizadas para proporcionar uma maior qualidade de vida aos autistas, auxiliando no desenvolvimento de sua capacidade de socialização, é a musicoterapia. Recentes estudos destacam a habilidade musical dos autistas e relatam a utilização da musicoterapia no tratamento de sujeitos autistas tanto com relação aos seus problemas de convívio social, quanto às suas dificuldades de adaptação a novos ambientes e de comunicação (Accordino, Comer e Heller, 2007; Trevarthen, 2005). Outra técnica, o treinamento de integração auditiva (AIT), desponta como uma abordagem audiológica para o tratamento das “distorções auditivas” e hiperacusia. Nessa técnica, a música também é associada à estimulação do sujeito (Koslowski et al., 2004). Inúmeras pesquisas têm destacado a necessidade de metodologias para qualificar os dados subjetivos gerados a partir das mudanças comportamentais dos sujeitos (Koslowski et al., 2004). Merece destaque o trabalho realizado por Higashi et al. (2008) onde sensores e um ambiente computacional possibilitam observar o progresso do desenvolvimento da capacidade de movimento de sujeitos hemiplégicos. Dentro desse cenário, esta pesquisa multidisciplinar propõe a elaboração de uma metodologia, baseada em um ambiente computacional, que possibilite obter dados objetivos sobre as reações dos sujeitos submetidos a diversos tipos de som, destacando os pontos que representem as respostas dos sujeitos (reações) a esses estímulos. Almeja-se que este desenvolvimento possibilite criar uma ferramenta para que o profissional da área de saúde (médico, psicólogo, musicoterapeuta) possa averiguar em que momento do som e em que instante(s) ocorre(m) mudanças das reações fisiológicas em pacientes, especialmente autistas, assim agilizando o processo de identificação de que tipos de som causam efeitos positivos e quais causam efeitos negativos nos pacientes. Assim, possibilitando a obtenção clara e objetiva de dados referentes à reação dos sujeitos aos estímulos aos quais são submetidos, o que auxilia no acompanhamento do progresso do sujeito. Tal metodologia se contrapõe aos métodos subjetivos baseados em observações dos terapeutas que contam com sua intuição e sua experiência para uma aproximação do progresso real do sujeito.

2. Metodologia

Pretende-se realizar este projeto de pesquisa iniciando pelo aprendizado do funcionamento do instrumento de aquisição de dados (oxímetro) e do programa computacional a ser utilizado para a obtenção das medidas referentes à mudança comportamental dos indivíduos. A seguir, estabelecer-se-á um padrão de leitura a ser tomado como referência, sendo que esse padrão deverá ser baseado nos padrões de comportamento já estabelecidos pela literatura especializada. Assim, será realizada a calibração do sistema como um todo: programa; oxímetro; e sensores. A partir de tais referências e calibrações serão realizados experimentos com a exposição de indivíduos e/ou grupo de indivíduos a vários tipos de músicas, com a variação de seus elementos, criando-se, assim, um banco de dados com as medições realizadas. Os sujeitos desta pesquisa são indivíduos localizados na faixa etária entre 7 e 24 anos, sendo que a amostra estabelecida será composta por dez indivíduos com característica de não-autistas e outros seis indivíduos com características de autistas, que tenham seu diagnóstico já estabelecido. Como o maior percentual de autistas é do sexo masculino, optou-se por convidar indivíduos do sexo masculino para participar desta pesquisa.

Os instrumentos necessários para a realização desta pesquisa são: o Protocolo de Observação baseado no comportamento de autistas; a caracterização dos sinais vitais que sejam positivos e negativos para os indivíduos não-autistas e os autistas; e o sistema composto por sensores, oxímetro de pulso e programa aplicativo.

3. Música e Musicoterapia

É a utilização da música, ou de seus elementos (melodia, som, ritmo e harmonia), com o objetivo de promover mudanças positivas físicas, mentais, sociais e cognitivas em uma pessoa, ou grupo de pessoas, com problemas de saúde ou de comportamento. A música estimula a liberação de endorfina (substância que age como um analgésico), adrenalina, anodrenalina, entre outras. A melodia estimula o funcionamento de várias regiões cerebrais, como as áreas responsáveis pela emoção, memória e controle motor.

4. Arquitetura Proposta

A arquitetura que se propõe é composta por elementos básicos utilizados na automatização de sistemas. As reações fisiológicas, que indicarão a condição dos sujeitos com relação às sessões de musicoterapia, serão obtidas pelo sistema por meio de sensores. Tais sensores deverão estar ligados a um sistema de aquisição de dados, que transforma essa informação obtida pelos sensores em dados inteligíveis ao sistema de supervisão instalado em um computador pessoal. Opcionalmente esses dados podem ser manuseados por um aplicativo de computação científica, como o MATLAB. A música, que funciona como elemento de estímulo, eventualmente pode ser convertida em dados a serem manuseados no sistema. A Figura 1 ilustra o diagrama em blocos da arquitetura que é proposta para a realização deste trabalho.

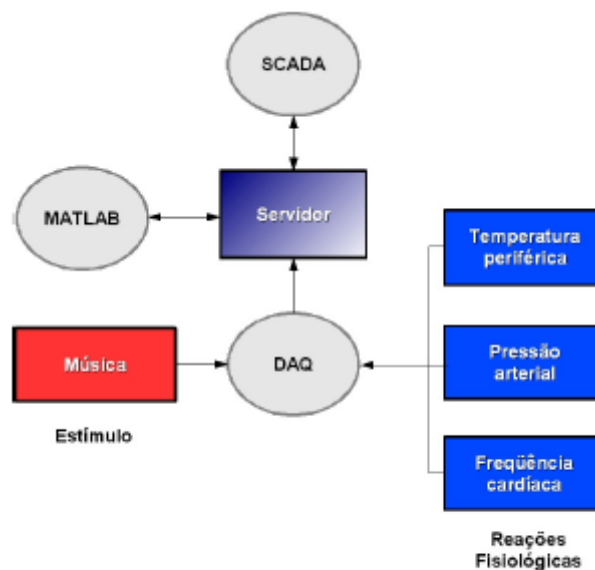


Figura 1. Arquitetura proposta.

4.1. Sistemas de supervisão

Os programas aplicativos voltados à supervisão de processos têm como principais características a sua facilidade de uso e sua compatibilidade com equipamentos de aquisição de dados, de sensoriamento e de atuação nos processos. De modo geral, pode-se dizer que esses aplicativos têm a função de facilitar o gerenciamento de sistemas, sejam simples ou mais complexos, a partir da aquisição de dados do processo que são comparados aos pontos operacionais estabelecidos em sua programação, atuando no processo conforme os procedimentos relacionados aos resultados dessas análises. Existem vários programas aplicativos específicos para a supervisão de processos, inclusive dedicados, que são voltados a uma linha de equipamentos específica ou aos produtos de um determinado fabricante, apresentando, assim, melhores resultados e maior facilidade de configuração com os equipamentos da própria empresa. Este projeto de pesquisa está baseado no desenvolvimento do sistema de supervisão utilizando a tecnologia do National Instruments LabVIEW 8.20, em virtude da afinidade com o mesmo e por sua recursividade para aquisição de dados e processamento de sinais, fundamental para o projeto proposto. A Figura 2 ilustra a tela elaborada para a aquisição dos sinais vitais dos sujeitos da pesquisa e a Figura 3 a sua respectiva tela de programação gráfica.

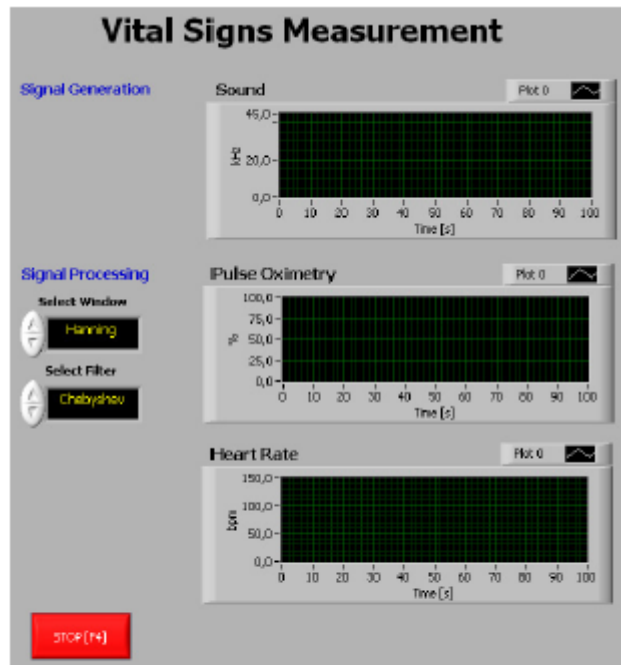


Figura 2. Tela elaborada no LabVIEW.

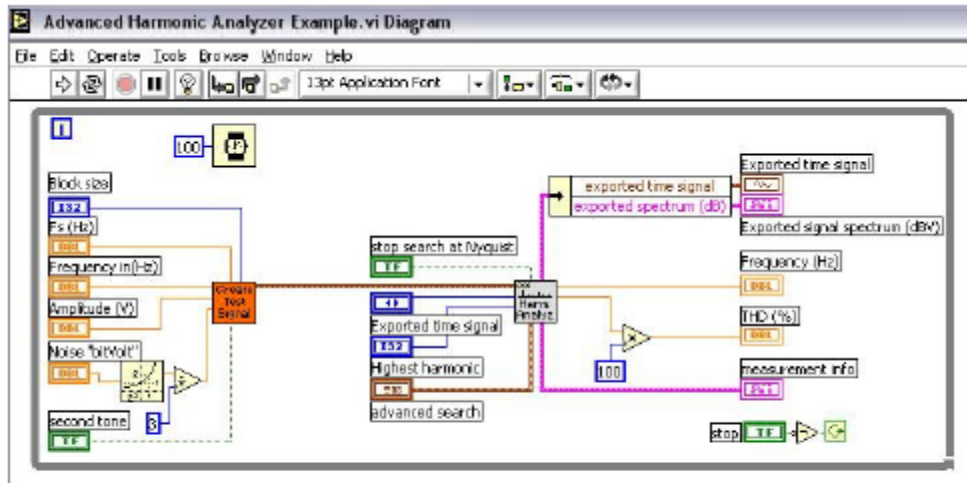


Figura 3. Ambiente de programação do LabVIEW.

4.2. Instrumentação

Os sensores são os dispositivos responsáveis por captar as respostas corporais dos sujeitos aos estímulos fornecidos. Dentre os mais utilizados estão os sensores de temperatura periférica, o aferidor de pulso, o medidor do nível de saturação de oxigênio funcional da hemoglobina arterial e o medidor da amplitude da resposta de pressão arterial.

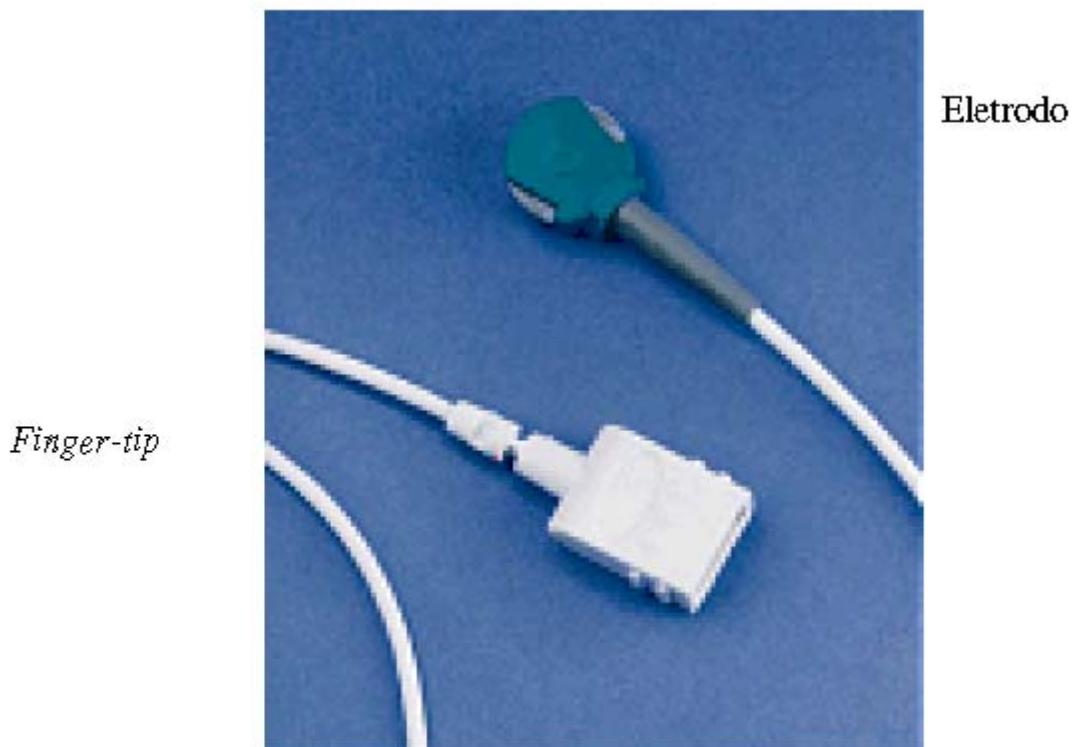


Figura 4. Sensor de SpO₂.

5. Sistema Proposto

O sistema proposto tem por objetivo associar componentes comuns à instrumentação biomédica e possibilitar a implementação de um ambiente computacional que possibilite a aquisição dos sinais vitais dos sujeitos da pesquisa e traduzi-los em matrizes e gráficos que propiciem ao terapeuta a análise de dados objetivos das reações dos pacientes às sessões de musicoterapia às quais foram submetidos. A Figura 5 ilustra o sistema proposto formado por um computador pessoal com os programas aplicativos instalados e devidamente configurados, um oxímetro para adquirir os sinais correspondentes à frequência cardíaca (FC) e à saturação da hemoglobina arterial pelo oxigênio (SpO2) e um sensor óptico típico utilizado em oximetria.

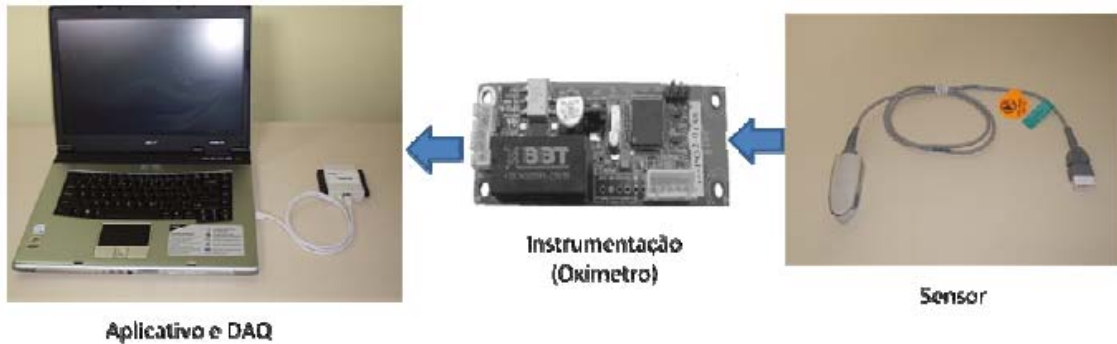


Figura 5. Componentes do sistema proposto.

6. Resultados

Dois grupos específicos foram convidados a participar do projeto: autistas e não autistas, sendo que o segundo grupo fôra formado por estudantes de artes, sejam música e teatro. Cada sujeito foi submetido a uma sessão de musicoterapia, com o devido acompanhamento de profissionais da área de saúde, onde as medições foram divididas em seis partes: sem música antes, música mix, música infantil, música clássica de fogo, música clássica de água e sem música depois. Cada parte da sessão é composta por sons característicos, contendo variações de timbre e de amplitude. Antes da sessão propriamente dita é feita uma medição para verificar o padrão de medida do sujeito. Após a sessão, é feita nova medição para verificar qual a influência da sessão na fisiologia do sujeito, identificada pelos seus sinais vitais FC e SpO2. As Figuras 6 a 9 ilustram os resultados obtidos pelas medições de FC e SpO2 para um dos sujeitos autistas e para um dos sujeitos não autistas.

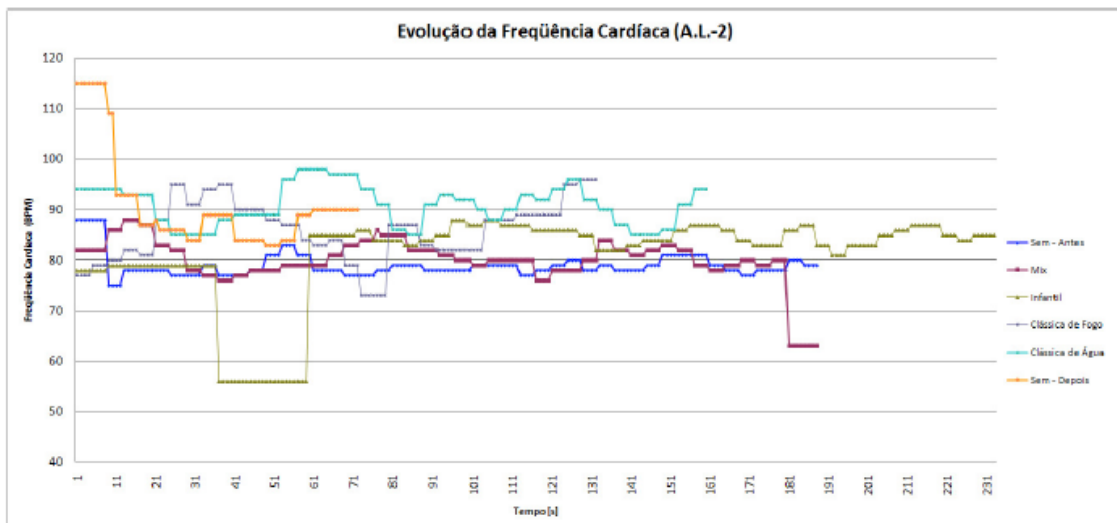


Figura 6. Resultados de FC para um sujeito com autismo.

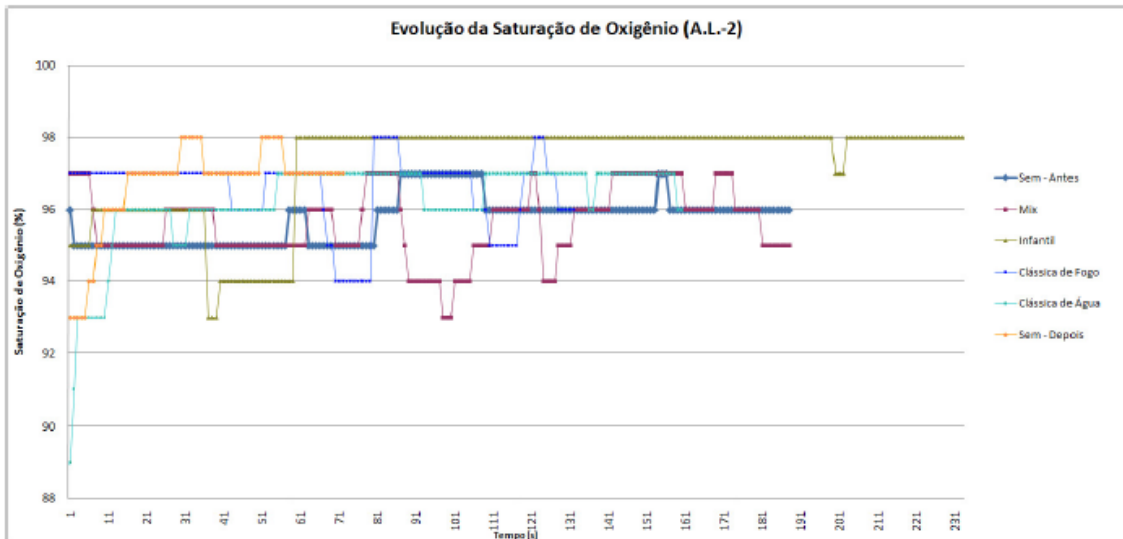


Figura 7. Resultados de SpO₂ para um sujeito com autismo.

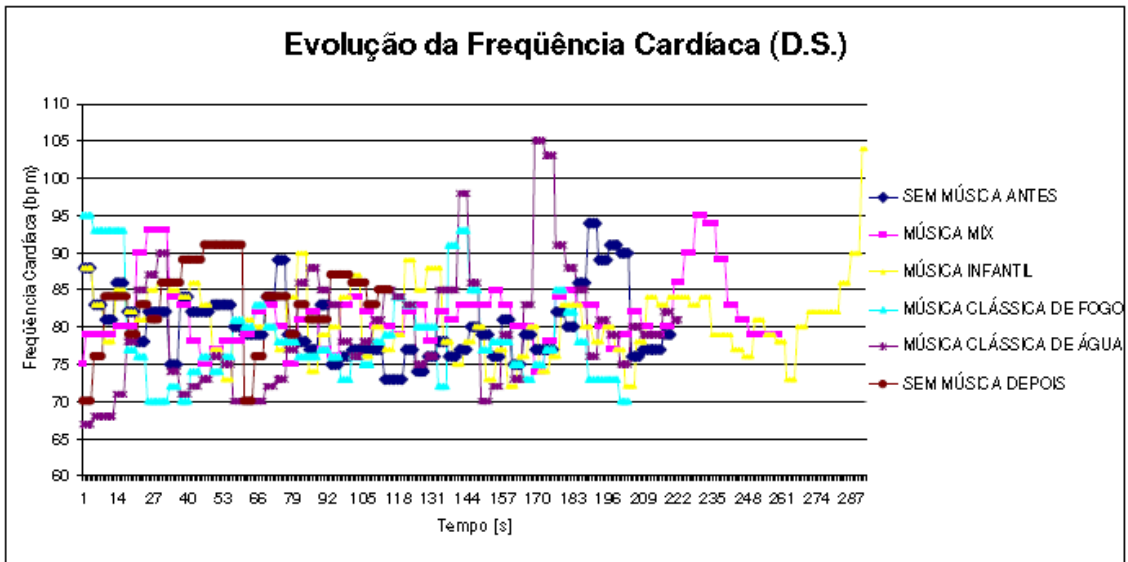


Figura 8. Resultados de FC para um sujeito não autista.

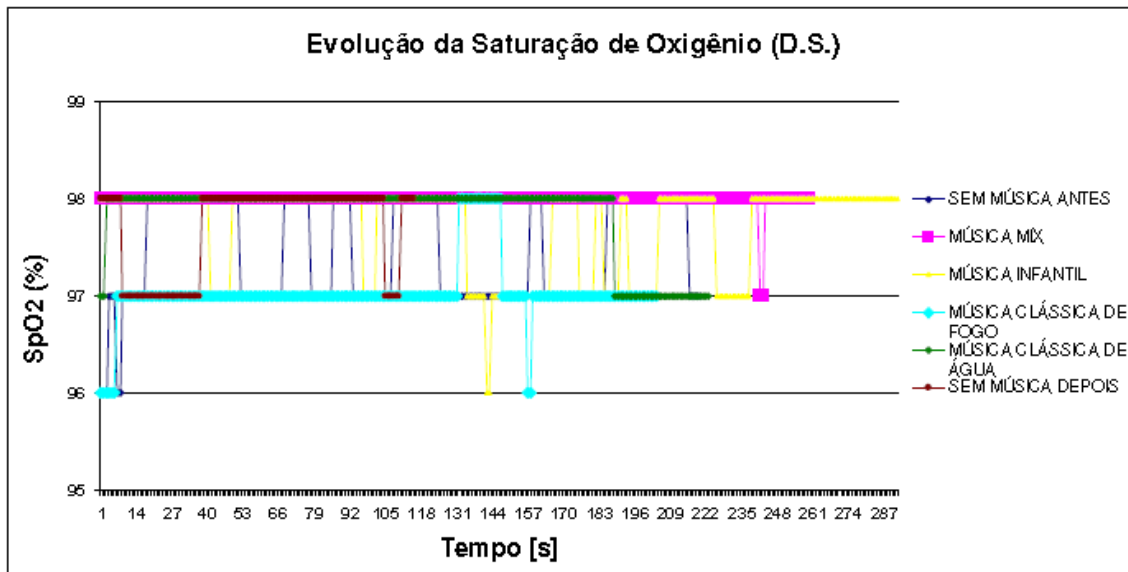


Figura 9. Resultados de SpO₂ para um sujeito não autista.

7. Conclusões

Os gráficos das Figuras 6 a 9 possibilitam visualizar as respostas fisiológicas dos sujeitos aos estímulos proporcionados pela sessão de musicoterapia. Os autistas, de modo geral, tendem a ter mudanças significativas quando se consegue interagir com os mesmos por meio da estimulação de seus sentidos, despertando-lhes o interesse. Normalmente as reações dos sujeitos às sessões de musicoterapia são analisadas de modo subjetivo, contando com a experiência e capacidade do terapeuta em observar e identificar as mudanças ocorridas. A metodologia elaborada possibilita a análise minuciosa e objetiva dessas reações, independentemente do grau de interação do sujeito com o terapeuta. É possível identificar variações mínimas no progresso da terapia, manter um registro desse progresso, identificar quais os sons que mais estimulam uma determinada reação etc. Essa metodologia não se faz útil apenas aos sujeitos identificados com transtornos invasivos do desenvolvimento (CID-10, F-84), mas pode ser expandida para pacientes em estado de coma ou com algum nível de paralisia cerebral, por exemplo, entre tantos outros que podem ter sua qualidade de vida ampliada com auxílio da tecnologia para monitorar suas reações e possibilitar aos terapeutas terem dados objetivos para orientarem o tratamento de seus pacientes e, conseqüentemente, o seu progresso.

8. Agradecimentos

Agradecemos à CAPES que tornou possível o desenvolvimento deste trabalho por meio de bolsa de mestrado junto ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica da UNESP-FEG; às instituições Sinapse e Escola Municipal Maestro Fêgo Camargo, que nos emprestaram suas dependências e nos apoiaram nessa pesquisa, respectivamente por meio da psicóloga Daniela Soares e da professora Valéria Leite; e à professora Dra. Ana Cristina do Nascimento, que nos incentivou e possibilitou nosso contato com a Sinapse.

9. Referências

- Accordino, R., Comer, R. e Heller, W. B., 2007, "Searching for Music's Potential: A Critical Examination of Research on Music Therapy with Individuals with Autism", *Research in Autism Spectrum Disorders*, Vol. 1, No. 1, pp. 101-115.
- Agranovskii, A.V., Evreinov, G.E. e Berg, O.Yu., 2004, "Monitoring of vital functions using contactless sensors", *Biomedical Engineering*, Vol. 38, No. 1, pp.13-16.
- Cheng Junior, R., Ewert, D. L. e Koenig, S. C., 2004, "Development of a Virtual Instrument for Control and Data Acquisition of a Cardiovascular Pulse Duplicator System using LabVIEW", National Instruments, Austin.
- Higashi, Y., Yamakoshi, K., Fujimoto, T., Sekine, M. e Tamura, T., 2008,

“Quantitative Evaluation of Movement using the Timed up-and-go test”, IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine, Vol. 27, No. 4, pp. 38-46.

Kozlowski, L., Kroupnik, M., Kochen, A. P. e Zeigelboim, B. S., 2004, “Treinamento de Integração Auditiva: ‘Milagre’ no Tratamento para o Autismo?”, Rev. Bras. Psiquiatr., Vol. 26, No. 3, pp. 214-215.

Luiselli, J. K., Campbell, S., Cannon, B., DiPietro, E., Ellis, J. T., Taras, M. e Lifter, K., 2001, “Assessment Instruments used in the Education and Treatment of Persons with Autism: Brief Report of a Survey of National Service Centers”, Research in Developmental Disabilities, Vol. 22, No. 5, pp. 389-398.

Organização Mundial da Saúde, 1993, “Classificação de Transtornos Mentais e de Comportamento da CID – 10: Descrições Clínicas e Diretrizes Diagnósticas”, Editora Artes Médicas, Porto Alegre.

Trevarthen, C., 2005, “Autisme, Motivation en Résonance et Musicothérapie”, Neuropsychiatrie de l'Enfance et de l'Adolescence, Vol. 53, No. 1-2, pp. 46-53.

Watanabe, K., Watanabe, T., Watanabe, H., Ando, H., Ishikawa, T. e Kobayashi, K., 2005, “Noninvasive Measurement of Heartbeat, Respiration, Snoring and Body Movements of a Subject in Bed via a Pneumatic Method”, IEEE Transactions on Biomedical Engineering, Vol. 52, No. 12, pp. 2100-2107.

10. Direitos Autorais

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.