

# A MÚSICA, A EMOÇÃO E A ATIVIDADE CEREBRAL

## MUSIC, EMOTION AND BRAIN ACTIVITY

### Autores

Ana Constâncio - Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias - Instituto Politécnico de Castelo Branco, *BSc*

Joana Pires - Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias - Instituto Politécnico de Castelo Branco, *MSc, PhD Student*

Francisco Rodrigues - Unidade de investigação QRural - Instituto Politécnico de Castelo Branco, *PhD*

Patrícia Coelho - Sport, Health & Exercise Unit (SHERU) | Qualidade de Vida no Mundo Rural (QRural) - Instituto Politécnico de Castelo Branco, *PhD*

### Centro de execução do trabalho

Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias – Instituto Politécnico de Castelo Branco

### Conflitos de interesse

A equipa de investigação declara a não existência de conflitos de interesse na realização do estudo

### Fontes de Financiamento

Não existiu qualquer fonte de financiamento de contribuição para a realização do estudo

### Contacto do autor responsável

ana\_raquel\_99@live.com.pt

### Tipo de artigo

Artigo de revisão

## Resumo

A música e a emoção são conceitos complexos e as suas relações apresentam diferentes expressões no funcionamento cerebral que podem ser registadas através da realização do eletroencefalograma, permitindo o seu estudo e avaliação. Com o objetivo de demonstrar que a música e a emoção estão interrelacionadas e que influenciam a atividade cerebral, foi realizada a recolha de 10 artigos com datas de publicação compreendidas entre 2015 e 2021 através da pesquisa científica em plataformas reconhecidas. Foram retiradas as principais informações de cada um dos estudos e relacionadas entre si. Verificou-se que para além de áreas e localizações em comum aquando do processamento de emoções induzidas pela música no cérebro, foram detetadas semelhanças nas características eletroencefalográficas registadas nos diferentes artigos analisados, mas também disparidades, especialmente quando consideradas influências indissociáveis como o gosto e a familiaridade.

### Palavras chave

Emoção (F01.470); Música (K01.602); Eletroencefalograma (E01.370.376.300); Cérebro (A08.186.211.200.885.287).

## Abstract

Music and emotion are complex concepts and their relationships present different expressions in brain function that can be registered through the performance of the electroencephalogram, allowing its study and evaluation. In order to demonstrate that music and emotion are interrelated and that they influence brain activity, the compilation of 10 articles with publication dates between 2015 and 2021 was carried out through scientific research on well-known platforms. The main information from each of the studies has been collected and related to each other. It was noticed that besides areas and locations in common when processing emotions induced by music in the brain, similarities were detected in the electroencephalographic characteristics recorded in the different articles analysed, but also disparities, especially when considering inseparable influences such as taste and familiarity.

### Keywords

Emotion (F01.470); Music (K01.602); Electroencephalogram (E01.370.376.300); Brain (A08.186.211.200.885.287).

## Introdução

A música, sendo considerada um estímulo, pode induzir alterações no cérebro dado este ser reativo a estímulos<sup>(1,2)</sup>. Sabe-se que a atividade cerebral demonstra diferentes expressões no estado de repouso e na audição de música e ainda em diferentes atividades relacionadas à música<sup>(3,4)</sup>. Para o registo desta atividade o eletroencefalograma (EEG), um exame não invasivo, revela-se de grande importância, podendo registar as alterações induzidas pela música<sup>(5-7)</sup>. A informação obtida a partir da atividade registada aquando da utilização de música permite o melhor conhecimento do cérebro e dos seus mecanismos de funcionamento, sendo possível utilizar este conhecimento em diferentes fins<sup>(8)</sup>.

A emoção é um conceito complexo e que influencia o ser humano, podendo advir de diferentes fontes, afetar estruturas cerebrais específicas e expressar-se de diferentes maneiras, sendo possível reconhecê-la e estudá-la<sup>(9)</sup>. Para que seja possível identificar e caracterizar emoções é necessária a existência de um estímulo de provocação para o seu aparecimento, sendo a música um deles e aquele que se pretende abordar<sup>(10)</sup>. Sabe-se que a música provoca emoções, sendo capaz de alterar a forma de estar dos indivíduos, modificar o humor, aumentar a atenção, entre outras influências. Os indivíduos processam a música e a emoção simultaneamente, pelo que a atividade cerebral registada poderá ser uma associação entre a atividade gerada pela emoção e a gerada pela música, sendo difícil fazer a sua distinção, visto que normalmente o ouvinte emite uma emoção relativa ao que ouve e o EEG representa o resultado desta interação e dificilmente a sua individualização<sup>(2,11)</sup>.

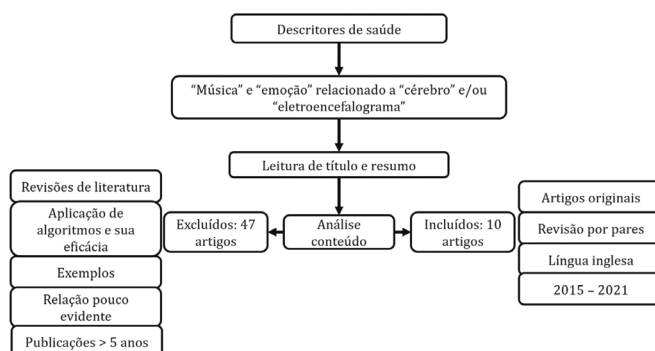
Têm vindo a ser desenvolvidos trabalhos virados para o estudo desta temática em diversas vertentes. Algumas limitam-se ao explorar das próprias emoções ou para a aferição do funcionamento cerebral, do processamento da música e das emoções. Outras

tentam perceber que emoções se relacionam com que características da música e tentam caracterizá-las. Já outras vão mais longe e avaliam a expressão específica das emoções na atividade cerebral para utilização dos tipos de música adequados para fins terapêuticos, de *marketing* ou tecnológicos.

Através de uma revisão da literatura atual, abordar-se-á a emoção provocada pela música e o reflexo desta interação na atividade cerebral, demonstrando algumas das relações existentes.

## Materiais e Métodos

A metodologia utilizada baseou-se na pesquisa de artigos científicos em bases de dados reconhecidas com a utilização dos seguintes termos pertencentes aos descritores de saúde internacionais: emoção (F01.470), música (K01.602), eletroencefalograma (E01.370.376.300) e cérebro (A08.186.211.200.885.287). Foram inicialmente encontrados 57 artigos, reduzidos a 10 analisáveis para o fim proposto. O processo encontra-se no fluxograma abaixo.



**Figura 1** – Fluxograma para a seleção de artigos.

## Resultados

Os resultados analisados são os encontrados pelos autores estudados. Na tabela 1 expõem-se as informações principais dos artigos analisados. Foi feita a esquematização da informação mais relevante de cada um e que define o estudo elaborado, nomeadamente a indicação dos autores, ano de publicação, amostra, objetivo, metodologia e resultados. Os estudos são apresentados segundo ordem cronológica de publicação.

**Tabela 1** - Principais características dos 10 artigos selecionados.

<b>Autor e ano de publicação</b>	<b>Amostra</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Metodologia</b>	<b>Resultados</b>
Sabaa Al-Galal et al. (2015)(12)	13 estudantes	Comparar as emoções induzidas durante a audição da recitação de Alcorão e de música relaxante	Combinação de imagens e som na indução de emoções seguida de audição da recitação de Alcorão e de música relaxante com registo EEG	Tanto a recitação de Alcorão como a música relaxante provocam a mudança de emoções negativas para positivas, não havendo relação evidente com a excitação
Rafael Ramirez et al. (2015)(13)	10 adultos	Avaliar a capacidade das emoções realizarem o neurofeedback musical e o seu impacto em idosos com depressão	Realização de EEG para detetar emoções e motivação dos pacientes para aumentarem a expressão destas para manipulação dos parâmetros musicais por neurofeedback de músicas selecionadas	Melhoria dos scores pelos participantes da escala de depressão de Beck com diminuição relativa da frequência alfa no lobo frontal esquerdo
Adnan Bhatti et al. (2016)(11)	30 indivíduos	Determinar as emoções com diferentes géneros de música e os grupos etários mais responsivos à música	Realização de EEG durante audição de 5 géneros de música e classificação das emoções pós-audição	“Felicidade” e “tristeza” mais fáceis de classificar ao ouvir música; “irritação/raiva” e “tristeza” presentes na audição de hip-hop, metal e rap; rock associado a “amor” e “felicidade”; grupo dos 26 aos 35 anos melhor reconhecedor das emoções
Lars Rogenmoser et al. (2016)(14)	22 indivíduos	Estudar a localização dos processos cerebrais relativos às emoções provocadas pela audição de música	Realização de EEG durante audição de música (classificada anteriormente e quanto à valência e excitação provocada) e posterior classificação das emoções	Áreas destacadas: tálamo, amígdala, córtices cingulado posterior, insular, orbito-frontal, frontal esquerdo (valência associada a teta) e direito, frontoparietal, parietoccipital, temporoccipital direito e occipital esquerdo e direito (excitação associada a alfa)
Nattapong Thammasan et al. (2017)(15)	15 estudantes	Avaliar os processos neuronais nas diferentes respostas produzidas por músicas de diferentes níveis de familiaridade; reconhecimento de emoções considerando a familiaridade com a música	Classificação da familiaridade relativa às músicas utilizadas, realização de EEG durante audição e classificação das emoções pós-audição	Maior familiaridade associada a mais atividade em frequências mais altas nos elétrodos F7, F8, Fp1, Fp2, T3, T4 e Pz; eficácia do reconhecimento das emoções é maior quando as músicas não são familiares
Geethanjali Balasubramanian et al. (2018)(16)	12 adultos	Correlacionar as respostas emocionais induzidas e percebidas ao ouvir música escolhida pelos participantes	Realização de EEG para avaliação das emoções induzidas pela música e escala SAM para avaliação das emoções percebidas	Energia alfa aumenta durante música apreciada em F4 e energia beta aumenta durante música não apreciada em F8; músicas não apreciadas associadas a baixa valência e excitação elevada e músicas apreciadas associadas a elevada valência e baixa excitação
Rafael Ramirez et al. (2018)(17)	40 indivíduos	Avaliar a eficácia da musicoterapia na melhoria do estado emocional de pacientes paliativos	Realização de EEG a grupos com e sem musicoterapia, avaliação dos estados emocionais antes, durante e depois e preenchimento de escala de avaliação da gravidade de sintomas	Diferenças entre o antes e depois da musicoterapia na valência e excitação – decréscimo da frequência alfa no lobo frontal esquerdo – e melhoria do bem-estar geral
Yimin Hou e Shuaiqi Chen (2019)(18)	8 estudantes	Avaliar as características do sinal EEG mais eficazes no reconhecimento e classificação das emoções	Realização de EEG durante audição de música com extração de 18 características lineares e 9 não lineares de elétrodos pré-selecionados e utilização de classificadores de emoções	Maiores frequências na região frontal quando “raiva” ou “relaxado/calmo” e na região occipital quando “felicidade”; realçam-se as frequências central do alfa, a média e a central da teta e a média, a central e a máxima amplitude/energia da beta como ideais para a classificação das emoções; elétrodos T3, T4 e Pz prediletos no reconhecimento das emoções provocadas pela música
Ian Daly et al. (2019)(19)	21 indivíduos	Relacionar as alterações provocadas pelas emoções induzidas pela música detetadas no cérebro através da realização de EEG e de ressonância magnética funcional	Audição de música clássica e de música criada pelos autores, avaliação dos estados afetivos pós-audição e realização simultânea de EEG e ressonância magnética funcional	A assimetria pré-frontal varia como resposta às emoções induzidas pela música, refletindo-se na atividade de áreas subcorticais como córtex temporal posterior, amígdala e cerebelo
Daimi Naser e Goutam Saha (2021)(20)	32 indivíduos	Estudar a influência do gosto nas emoções definidas pelas 3 dimensões da emoção, utilizando modelos de análise do sinal cerebral	Classificação de emoções sentidas, gosto e familiaridade na visualização de vídeos musicais, formando 3 grupos relativos ao gosto e aplicando-lhes métodos de extração de sinal EEG relevante	Diferentes níveis de gosto influenciam de diferentes formas as dimensões de definição das emoções e em diferentes frequências com ênfase nas regiões frontais e parietais, existindo lateralização inter-hemisférica; altas frequências associadas a emoções induzidas

Todos os estudos incluídos demonstraram que há modificações das emoções com a música, mas em diferentes vertentes e de diferentes formas. Destaca-se que 4 artigos determinaram ou compararam emoções através das músicas utilizadas<sup>(11,12,18,20)</sup>, 5 avaliaram as áreas ou localizações cerebrais envolvidas na emoção<sup>(13,14,17,19,20)</sup>, 4 estudaram características eletroencefalográficas envolvidas com as emoções<sup>(15,16,18,20)</sup>, 5 analisaram a influência da música, do gosto e/ou da familiaridade sobre as emoções<sup>(11,15,16,18,20)</sup>, 3 estudos abordaram a vertente terapêutica<sup>(12,13,17)</sup> e 3 a vertente tecnológica de forma variada<sup>(11,18,20)</sup>. Realça-se que 4 artigos utilizaram músicas selecionadas pelos participantes<sup>(13,15,16,17)</sup> e em 6 estudos as músicas foram selecionadas pelos autores, onde 2 consideraram alguma informação dos participantes (por exemplo, nível do gosto pré-avaliado/relatado pelos próprios)<sup>(14,19)</sup> e 4 autores não consideraram qualquer fator relativamente à amostra<sup>(11,12,18,20)</sup>. No processamento da emoção, 8 artigos referem o envolvimento das áreas frontais<sup>(13-20)</sup>, 4 artigos das áreas parietais<sup>(14,15,18,20)</sup> e 4 das áreas temporais<sup>(14,15,18,19)</sup>, existindo 3 que referem o envolvimento de outras áreas e estruturas mais internas<sup>(14,15,19)</sup>; 6 autores fizeram referência às localizações pelas estruturas/áreas/regiões<sup>(13,14,17-20)</sup> e 4 pelo sistema internacional 10-20 (SI 10-20)<sup>(15,16,18,20)</sup>, existindo artigos que não fazem referências a localizações ou com ambas as referências. Quanto às emoções induzidas pela música, 6 artigos utilizaram classificadores de emoções com base no sinal EEG recolhido<sup>(11,12,15,17,18,20)</sup>, 9 artigos utilizaram as dimensões<sup>(18-20)</sup> e 3 artigos as categorias nominais<sup>(11,12,18)</sup>, e a estas designações foram associadas áreas e respetivas características de ativação em 5 artigos<sup>(11,13,14,17,19)</sup>. A atividade eletroencefalográfica é exclusivamente ligada às emoções em 8 artigos<sup>(7-20)</sup> e ligada a emoções com relação a áreas em 8 artigos<sup>(7-20)</sup>.

Alguns dos resultados evidenciados serão aqui descritos. Relativamente a áreas, Lars Rogenmoser *et al.* estudaram localizações específicas do processamento das emoções, realçando estruturas como tálamo, amígdala e os córtices cingulado posterior, insular, orbitofrontal, frontal, frontoparietal, parietoccipital, temporoccipital e occipital<sup>(14)</sup>. Ian Daly *et al.* destacaram ainda os córtices pré-frontal, motor e auditivo e o cerebelo, não tendo, no entanto, detetado o envolvimento do tálamo<sup>(19)</sup>. Os autores Rafael Ramirez *et al.* e Daimi Naser e Goutam Saha apenas fazem referência às áreas pré-frontais, frontais, parietais, temporais e occipitais, e de forma coerente com os restantes Geethanjali Balasubramanian *et al.* e Yimin Hou e Shuaiqi Chen referem nomenclaturas dos elétrodos do SI 10-20, nomeadamente F3, F4, F7, F8, T3, T4 e Pz que se focam no estudo de algumas das

regiões mencionadas e são relacionados ao estímulo musical, revelando-se desta forma as áreas mais relevantes no processamento de emoções induzidas pela música<sup>(13,16-18,20)</sup>.

Ao considerar o tipo de emoções, Daimi Naser e Goutam Saha evidenciam que o córtex pré-frontal é fundamental no processamento de emoções, sofrendo assimetrias que permitem associar emoções positivas a uma maior ativação à esquerda e emoções negativas a maior ativação à direita<sup>(20)</sup>. Lars Rogenmoser *et al.* subscrevem a ideia da assimetria ligada à valência, mas ao contrário dos autores anteriores não comprovaram que as emoções negativas se associam à região frontal direita à qual associam a excitação e apontam ainda para uma lateralização devido à memória e processamento auditivo acrescida à relacionada às diferentes valências<sup>(14)</sup>. Rafael Ramirez *et al.* também referem a importância do lobo frontal para a distinção das valências, não dando, no entanto, tanta relevância à excitação, e Ian Daly *et al.* vão mais longe, revelando que à valência e excitação se associam simultaneamente a amígdala, córtex auditivo, cerebelo e giro cingulado (ainda que de formas diferentes), unicamente à valência os córtices motor direito, temporoccipital direito, temporal posterior, pré-frontal e cingulado posterior e que exclusivamente à excitação se associem o giro lingual, córtex parietal e giro orbito-frontal lateral<sup>(13,17,19)</sup>.

Quanto à associação às frequências EEG, Yimin Hou e Shuaiqi Chen, Ian Daly *et al.* e Rafael Ramirez *et al.* no estudo mais recente são autores que associaram a frequência beta ao córtex pré-frontal e a frequência gama foi demonstrada como melhor descodificadora de emoções nas regiões frontocentrais, parietal direita e temporal por Daimi Naser e Goutam Saha<sup>(17-20)</sup>. Quando especificamente considerada a dimensão da valência, a assimetria do córtex pré-frontal foi ligada à frequência alfa, com aumento da sua expressão à esquerda durante valência positiva e à direita com valência negativa no estudo de Daimi Naser e Goutam Saha, mas com supressão à esquerda e ligado a valências positivas nos estudos de Rafael Ramirez *et al.*<sup>(13,17,20)</sup>. Ian Daly *et al.* associaram a frequência beta ao córtex pré-frontal simultaneamente com a frequência alfa associadas a diferentes assimetrias com as diferentes valências e Lars Rogenmoser *et al.* relataram na área frontal esquerda a envolvimento única da frequência teta neste contexto<sup>(14,19)</sup>. Associadas à dimensão da excitação destacaram-se a frequência beta no córtex pré-frontal simultaneamente com a frequência alfa, a supressão da frequência alfa nas áreas occipital, temporoparietal e cerebelar direitas e quando elevada associaram-se as frequências beta e gama

na região parietal direita<sup>(13,17,20)</sup>. Na vertente de categorias, foram ainda ligadas as frequências teta e alfa à região occipital com música “feliz”<sup>(18)</sup>.

Foram também feitas associações entre as emoções e a atividade cerebral nas quais não foram evidenciadas as áreas/estruturas associadas. Daimi Naser e Goutam Saha relatam a existência de lateralizações hemisféricas com efeitos nas dimensões da valência, excitação e dominância, com destaque para a frequência alfa para a excitação, beta para a dominância e teta e gama para as três dimensões e Rafael Ramirez *et al.* e Ian Daly *et al.* referem a importância da assimetria nas frequências alfa e beta na valência e excitação e as diferenças nestas frequências com as diferentes dimensões<sup>(13,17,19,20)</sup>. Lars Rogenmoser *et al.* referem apenas alguma supressão da frequência delta na presença de excitação elevada e associaram aumento da potência da teta na “felicidade”, enquanto Yimin Hou e Shuaiqi Chen distinguiram a frequência alfa, teta e beta em diferentes características apontadas como ideais na distinção da “tristeza”, “felicidade”, “calma” e “raiva”<sup>(14,18)</sup>.

Relativamente ao gosto, as potências das frequências gama e beta mostraram-se mais elevadas quando o nível de gosto era elevado e baixas quando o gosto era reduzido, e a conectividade entre elétrodos era superior na frequência alfa quando elevado gosto e na gama quando o gosto reduzido no estudo de Daimi Naser e Goutam Saha<sup>(20)</sup>. Já Geethanjali Balasubramanian *et al.* perceberam que a frequência teta foi maior com música apreciada e mais baixa durante a audição de música não apreciada e que existe relação inversa entre beta e alfa para músicas apreciadas e não apreciadas. Considerando adicionalmente as áreas, Daimi Naser e Goutam Saha referem que a frequência beta está associada a baixo gosto na região pré-frontal e que a frequência gama é mais elevada quando o gosto elevado na região frontal direita e temporal e mais baixa quando o gosto reduzido nas regiões pré-frontal direita e occipital<sup>(16,20)</sup>. Sobre a familiaridade, Nattapong Thammasan *et al.* associaram a sua presença à ativação do hemisfério esquerdo e a sua falta ao direito, que as atividades gama e teta existentes na audição de músicas familiares se podiam envolver com memória, antecipação e tentativa de reconhecimento das músicas e que a frequência teta se ligava à área média-frontal quando música familiar e a gama ligava às regiões parietal e média-frontal

com música não familiar<sup>(15)</sup>. Se nos referirmos às dimensões e categorias específicas relacionadas ao gosto e familiaridade, Geethanjali Balasubramanian *et al.* ligam ao lobo frontal esquerdo e às emoções positivas o gostar da música, a elevada frequência alfa frontal à audição de música não apreciada e o seu decréscimo à esquerda durante música apreciada, à valência associaram a frequência teta, sendo esta elevada durante música apreciada e baixa durante música não apreciada, e à excitação associaram a beta, mais elevada quando música não apreciada<sup>(16)</sup>. Dentro desta ideia, Daimi Naser e Goutam Saha também evidenciam que o nível de gosto pesa, com destaque para o envolvimento do lobo frontal direito e parietal esquerdo na excitação e valência e as regiões frontal e frontocentral no índice de lateralidade quando músicas eram do gosto dos participantes, e em ambos os hemisférios para a valência e excitação as regiões frontal e parietal e para o índice de lateralidade a região frontocentral e parietal quando os participantes não gostavam das músicas<sup>(20)</sup>. Já relativo à familiaridade, Nattapong Thammasan *et al.* destacaram que a valência e excitação se tornam mais discriminativas para músicas não familiares com alta atividade gama na não familiar e na conectividade entre elétrodos<sup>(15)</sup>.

Sabaa Al-Galal *et al.* demonstraram que diferentes músicas conseguem provocar diferentes emoções e reações no cérebro, nomeadamente com o aumento da magnitude do alfa durante recitação de Alcorão comparativamente ao repouso e músicas fortes, e percebendo o efeito positivo da audição desta recitação e de música relaxante com a modificação das emoções negativas para positivas; Rafael Ramirez *et al.* perceberam este mesmo efeito e o seu impacto na depressão e qualidade de vida de doentes paliativos e depressivos<sup>(12,13,17)</sup>. Relacionado a músicas específicas, Adnan Bhatti *et al.* perceberam que diferentes géneros provocam diferentes emoções, mas também que vários géneros podem provocar a mesma emoção, onde a “felicidade” e “tristeza” foram mais fáceis de detetar; com esta ideia, Ian Daly *et al.* utilizaram músicas às quais associavam determinadas emoções a fim do seu estudo albergar as várias emoções<sup>(11,19)</sup>. Associando características como gosto e familiaridade, Geethanjali Balasubramanian *et al.* entenderam que ao baixo gosto pelas músicas se associou baixa valência e excitação elevada e que ao gosto elevado se associou valência elevada e excitação reduzida, não sendo evidente se na música não apreciada

existiam emoções positivas ou negativas, Ian Daly *et al.* entenderam que aos diferentes níveis de gosto se associavam diferentes avaliações da excitação, valência e dominância, e Nattapong Thammasan *et al.* relataram a influência na excitação causada pelos diferentes níveis de familiaridade com a música<sup>(15,16,19)</sup>.

## Discussão

Os artigos selecionados permitiram verificar algumas das relações existentes entre a música, as emoções e o cérebro, sendo perceptível existirem vários outros fatores, tais como o gosto e familiaridade, a influenciarem estas relações. Estes enveredaram para diferentes fins, mas com objetivos sempre envolvidos com a relação entre a emoção e a música e utilizando o EEG na relação com a atividade cerebral.

Pelas diferentes amostras utilizadas, percebeu-se que as ações no cérebro ocorrem tanto em indivíduos saudáveis como doentes e em todas as idades. Rafael Ramirez *et al.*, em ambos os artigos incluídos, utilizaram indivíduos com patologias, nomeadamente com síndromes depressivas e cancro terminal, percebendo que a música foi capaz de trazer benefícios nestes grupos de indivíduos pela capacidade de produzir emoções - melhoria do bem estar geral, sintomatologia e qualidade de vida e diminuição dos níveis depressivos<sup>(13,17)</sup>. Os estudos analisados contêm amostras de diferentes grupos etários, desde adolescentes a idosos, mostrando as influências das emoções no cérebro transversais à idade, onde Adnan Bhatti *et al.* perceberam que as emoções são mais facilmente reconhecidas e a sua intensidade é mais evidente no grupo dos 26 aos 35 anos<sup>(11)</sup>.

Foram possíveis identificar diferentes objetivos e metodologias que permitiram destacar áreas, características eletroencefalográficas, características indissociáveis das emoções e/ou músicas e pontos de partida semelhantes. Os achados de Lars Rogenmoser *et al.*, Ian Daly *et al.*, Rafael Ramirez *et al.*, Daimi Naser e Goutam Saha, Geethanjali Balasubramanian *et al.* e Yimin Hou e Shuaiqi Chen apontam para o envolvimento do sistema límbico definido como essencial na formação e processamento das emoções produzidas pela música e ao qual pertencem muitas das estruturas detetadas como envolvidas nos estudos analisados

(amígdala, córtices insular, frontotemporal, orbitofrontal, pré-frontal, cingulado, parietal, entre outros). O envolvimento e importância deste sistema e, conseqüentemente, das estruturas a ele associadas tem sido mais facilmente percebido ao serem estudados indivíduos que possuem lesões estruturais, disfunções psiquiátricas e/ou neurológicas nestas áreas e que perdem a capacidade de processar e/ou reconhecer emoções<sup>(2,21)</sup>.

Na abordagem das envolvências específicas das emoções com o cérebro deve considerar-se que estas podem ser definidas através de modelos dimensionais (excitação e valência) ou através de categorias (“felicidade”, “tristeza”, etc), sendo possível associar-lhes áreas específicas e alterações no sinal EEG decorrentes da sua indução com a música<sup>(10)</sup>. Tendo este facto em atenção e considerando exclusivamente às áreas específicas, evidenciou-se a disparidade entre os autores analisados, com associações diferentes entre o tipo de emoções e a localização da ativação cerebral, tal como do tipo de ativação. As diversas estruturas mencionadas por Daimi Naser e Goutam Saha, Lars Rogenmoser *et al.*, Rafael Ramirez *et al.* e Ian Daly *et al.* são apoiadas por Stefan Koelsch que se focou detalhadamente no estudo das relações neuronais das estruturas conhecidas como tendo importante envolvimento no processamento das emoções induzidas pela música, demonstrando que as áreas são lateralizadas e não totalmente envolvidas no processamento das emoções devido ao estímulo indutivo e projeções existentes entre áreas e que são estas diferenças que permitem distinguir emoções<sup>(21)</sup>.

Também na expressão da atividade cerebral em termos de sinal EEG se puderam denotar disparidades nas áreas que se destacam quando associadas ao processamento das emoções no geral e em específico. Percebe-se, ainda assim, a tendência da frequência alfa associada à valência e ao lobo frontal, com lateralização esquerda ligada a ativação assimétrica para as emoções positivas, facto que tem sido amplamente estudado e verificado como envolvido no processamento das emoções e utilizado como referência para aplicação em alguns dos estudos dentro da área<sup>(10,13,14,17,20)</sup>. Se forem adicionalmente consideradas características inerentes aos indivíduos e às suas relações com o estímulo musical utilizado, as expressões das emoções, tanto em localizações como em atividade

EEG ou ambas, variam ou especificam-se. Salientou-se também o gosto e a familiaridade como diferenciadores da atividade cerebral de acordo com os seus diferentes níveis.

Os resultados explanados evidenciam a motivação para o estudo desta área, nomeadamente nas vertentes terapêutica e tecnológica - a ação das emoções induzidas pela música nos doentes estudados por Rafael Ramirez *et al.* são perfeitos exemplos do efeito que é possível obter das emoções, nomeadamente na melhoria dos quadros patológicos<sup>(13,17)</sup>. Já na vertente tecnológica, um pouco relacionada à terapêutica, os vários autores vão fazendo referência às possibilidades que as interfaces cérebro-máquina poderiam trazer nos campos da inteligência artificial, na aplicação comercial direcionada e na saúde<sup>(11,18,20)</sup>.

Em resumo, foram possíveis destacar as regiões pré-frontais, frontais e parietais e estruturas como a amígdala como importantes no processamento das emoções. Existiram algumas disparidades no tipo de características eletroencefalográficas encontradas, onde a assimetria da frequência alfa no córtex pré-frontal foi realçada, tendo sido, no entanto, também associada à frequência teta e beta. Esta assimetria foi maioritariamente associada à dimensão da emoção valência, distinguindo emoções positivas de negativas. Ainda sobre as dimensões, associaram-se diferentes variações nestas e em diferentes frequências com as músicas utilizadas, onde as frequências mais elevadas foram tendencialmente ligadas à excitação e determinadas estruturas cerebrais foram também associadas às dimensões em específico. Não obstante, foi possível perceber a influência de características dificilmente indissociáveis dos indivíduos, nomeadamente o gosto pelas músicas e a familiaridade perante elas, que quando consideradas apontaram para ligeiras diferenças, tanto em termos de lateralizações da atividade, como de tipo de atividade expressada e localizações, contribuindo para a variabilidade de resultados e dificuldades de relacionamento.

## Conclusão

Entende-se que as influências das emoções induzidas pela música no cérebro já estudadas não são definitivas e claras, mas é evidente existirem. Apesar de algumas relações terem sido estabelecidas é necessária mais investigação na área, considerando a complexidade de cada um dos conceitos e as inúmeras possibilidades que os relacionam, facilitando a sua aplicação futura.



## Referências Bibliográficas

1. ILARIB. A música e o cérebro: algumas neurodesenvolvimento para a implicações do educação musical. Revista da ABEM. 2003 Sep;9:7-16. Available from: <http://www.abemeducacaomusical.com.br/revistas/revistaabem/index.php/revistaabem/article/view/395>
2. Singh NC, Balasubramanian H. The Brain on Music. Resonance [Internet]. 2018 Mar 3;23(3):299-308. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s12045-018-0619-x>
3. Kučikienė D, Praninskienė R. The impact of music on the bioelectrical oscillations of the brain. Acta medica Litu [Internet]. 2018 Aug 30 [cited 2019 Oct 8];25(2):101-6. Available from: <http://lmaleidykla.lt/ojs/index.php/actamedicalituanica/article/view/3763>
4. Petsche H, Linder K, Rappelsberger P, Gruber G. The EEG: An Adequate Method to Concretize Brain Processes Elicited by Music. Music Percept [Internet]. 1988 Dec 1 [cited 2019 Oct 7];6(2):133-59. Available from: <http://mp.ucpress.edu/cgi/doi/10.2307/40285422>
5. Diessen E, Numan T, Dellen E, Kooi A, Boersma M, Hofman D, et al. Opportunities and methodological challenges in EEG and MEG resting state functional brain network research. Clin Neurophysiol [Internet]. 2015 Aug 1 [cited 2019 Nov 28];126(8):1468-81. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1388245714008104>
6. Buccia P, Mucci A, Galderisi S. Standard Electroencephalography in Clinical Psychiatry [Internet]. First edit. Boutros N, Galderisi S, Pogarell O, Riggio S, editors. Standard Electroencephalography in Clinical Psychiatry: A Practical Handbook. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2011 [cited 2019 Oct 12]. 33-45 p. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/9780470974612>
7. Fikejz F. Influence of music on human electroencephalogram. Int Conf Appl Electron [Internet]. 2011;119-22. Available from: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6049122/metrics#metrics>
8. Dharmadhikari AS, Tandle AL, Jaiswal S V., Sawant VA, Vahia VN, Jog N. Frontal Theta Asymmetry as a Biomarker of Depression. East Asian Arch Psychiatry [Internet]. 2018 Mar 1 [cited 2019 Oct 19];28(1):17-22. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29576552>
9. Hamada M, Zaidan BB, Zaidan AA. A Systematic Review for Human EEG Brain Signals Based Emotion Classification, Feature Extraction, Brain Condition, Group Comparison. J Med Syst [Internet]. 2018 Sep 24 [cited 2019 Oct 7];42(9):162. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30043178>
10. Alarcao SM, Fonseca MJ. Emotions Recognition Using EEG Signals: A Survey. IEEE Trans Affect Comput [Internet]. 2019 Jul 1 [cited 2020 Nov 25];10(3):374-93. Available from: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7946165/>
11. Bhatti AM, Majid M, Anwar SM, Khan B. Human emotion recognition and analysis in response to audio music using brain signals. Comput Human Behav [Internet]. 2016 Dec 1 [cited 2021 Jan 19];65:267-75. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0747563216305945>
12. Al-Galal SAY, Alshaikhli IFT, bin Abdul Rahman AW, Dzulkipli MA. EEG-based Emotion Recognition while Listening to Quran Recitation Compared with Relaxing Music Using Valence-Arousal Model. In: 2015 4th International Conference on Advanced Computer Science Applications and Technologies (ACSAT) [Internet]. IEEE; 2015. [cited 2021 Jan 12] p. 245-50. Available from: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7478752/>
13. Ramirez R, Palencia-Lefler M, Giraldo S, Vamvakousis Z. Musical neurofeedback for treating depression in elderly people. Front Neurosci [Internet]. 2015 Oct 2 [cited 2021 Jan 12];9(OCT):354. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4591427/>
14. Rogenmoser L, Zollinger N, Elmer S, Jäncke L. Independent component processes underlying emotions during natural music listening. Soc Cogn Affect Neurosci [Internet]. 2016 Sep 1 [cited 2021 Jan 12];11(9):1428-39. Available from: <https://academic.oup.com/scan/article/11/9/1428/2223448>
15. Thammasan N, Moriyama K, Fukui K, Numao M. Familiarity effects in EEG-based emotion recognition. Brain Informatics [Internet]. 2017 Mar 29 [cited 2021 Jan 19];4(1):39-50. Available from: <https://link.springer.com/articles/10.1007/s40708-016-0051-5>
16. Balasubramanian G, Kanagasabai A, Mohan J, Seshadri NPG. Music induced emotion using wavelet packet decomposition—An EEG study. Biomed Signal Process Control [Internet]. 2018 Apr 1 [cited 2021 Jan 19];42:115-28. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1746809418300223>
17. Ramirez R, Planas J, Escude N, Mercade J, Farriols C. EEG-Based Analysis of the Emotional Effect of Music Therapy on Palliative Care Cancer Patients. Front Psychol [Internet]. 2018 Mar 2 [cited 2021 Jan 19];9(MAR). Available from: <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2018.00254/full>
18. Hou Y, Chen S. Distinguishing Different Emotions Evoked by Music via Electroencephalographic Signals. Comput Intell Neurosci [Internet]. 2019 Mar 6 [cited 2021 Jan 19];2019:1-18. Available from: <https://www.hindawi.com/journals/cin/2019/3191903/>
19. Daly I, Williams D, Hwang F, Kirke A, Miranda ER, Nasuto SJ. Electroencephalography reflects the activity of sub-cortical brain regions during approach-withdrawal behaviour while listening to music. Sci Rep [Internet]. 2019 Dec 1 [cited 2021 Jan 19];9(1):9415. Available from: <http://www.nature.com/articles/s41598-019-45105-2>
20. Naser DS, Saha G. Influence of music liking on EEG based emotion recognition. Biomed Signal Process Control [Internet]. 2021 Feb 1 [cited 2021 Jan 10];64:102251. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1746809420303797>
21. Koelsch S. Brain correlates of music-evoked emotions. Nat Rev Neurosci [Internet]. 2014 Mar 20 [cited 2021 Jan 28];15(3):170-80. Available from: <http://www.nature.com/articles/nrn3666>