

Órgão de tubos e órgão eletrónico: estudo comparativo de intensidades

Sofia G. Gonçalves

Dissertação de Mestrado em Artes Musicais

(Abril, 2016)

Dissertação apresentada para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Artes Musicais, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Isabel Pires.

Aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à Professora Doutora Isabel Pires pelo estímulo, orientação e disponibilidade demonstrados ao longo do período de elaboração deste trabalho, bem como pela preciosa ajuda ao direcionar-me em todos os aspetos que precisei.

Gostava de deixar um agradecimento especial ao professor José Rodrigues, por se ter disponibilizado imediatamente para me ajudar e, apesar do seu tempo ser tão escasso, sempre esteve disponível para me esclarecer e ajudar a pensar, a ir, e a fazer. Não seria possível da mesma forma sem o seu precioso apoio.

Quero agradecer ao professor Christian Tanto e ao Sr. Francisco pelos conselhos, para a investigação e para o futuro.

Como a conclusão deste trabalho é o culminar de mais uma etapa da vida, quero agradecer a todos os amigos e colegas, pela partilha de ideias e momentos, em especial à Regina Rocha, Filipe Cabeçadas e Med Bayousfi, que sempre me apoiaram e acompanharam ao longo do meu percurso por Lisboa.

Um sentido obrigado à Sofia Martins e à Catarina Gomes, que fazem parte do meu percurso académico desde o início e que, apesar de longe, sempre estiveram tão perto.

Aos meus tios, que, especialmente durante este período, me abriram as portas de casa e me fizeram sentir o quinto membro da família.

Ao Patric, um agradecimento muito especial pela ajuda, carinho, apoio, motivação, pela força e pela paciência, e sobretudo por sempre ter acreditado em mim.

E por último, mas não menos importante, agradeço profundamente aos meus pais, às minhas irmãs, à minha família e à minha mão cheia de pessoas boas na minha vida, que sempre me apoiaram a todos os níveis.

“Não os deixemos calar.”¹

¹ Jorge Ortiga, Arcebispo Primaz de Braga, in *Programa do I Festival de Órgão de Braga*, 2014.

RESUMO

Órgão de tubos e órgão eletrônico: estudo comparativo de intensidades

Sofia G. Gonçalves

O órgão de tubos terá sido um instrumento inventado na Grécia que veio a ser desenvolvido e melhorado ao longo do tempo, tornando-se no instrumento de excelência que pode ser visto em muitas igrejas. Podem ser encontrados em tamanhos mais pequenos, com formato de caixas com algumas dezenas de tubos, ou podem ser monumentais com milhares de tubos, sendo muitas vezes partes constituintes do património histórico e religioso de cada local.

A primeira versão do órgão eletrônico surge por volta de 1930 e pretendia imitar o som do órgão acústico, tornando-se um instrumento bastante requisitado pelas pequenas igrejas. Este órgão foi sendo desenvolvido ao longo do tempo, melhorando bastante as suas características acústicas, sendo que, atualmente, este é, em termos de sonoridade, uma cópia bastante fiável do órgão de tubos.

Tendo em mente estas duas versões do mesmo instrumento, a questão reside em qual dos dois se adapta melhor às necessidades e possibilidades de cada local. Para a escolha entre um e outro, vários detalhes são tidos em conta, nomeadamente aspetos financeiros, talvez os mais considerados na aquisição do instrumento. No entanto, dever-se-á ter em conta os aspetos acústicos do som de cada instrumento, para a melhor adequação do som ao espaço.

O presente trabalho de pesquisa pretende isso mesmo, comparar acusticamente as intensidades e algumas características subjetivas em três igrejas da cidade de Braga, de forma a concluir sobre qual dos tipos de órgãos se adequa melhor a cada espaço.

PALAVRAS-CHAVE: órgão de tubos, órgão eletrônico, análise acústica, intensidade.

ABSTRACT

Pipe organ and electronic organ: comparative study of loudness

Sofia G. Gonçalves

The pipe organ have been an instrument invented in Greece that have been developed and improved over the time, becoming an instrument of excellence that can be seen in many churches. They can be found in smaller sizes, looking like boxes with a few tens of tubes, or may be found in monumental sizes with thousands of tubes, often being a part of the historical and religious patrimony of each location.

The first version of the electronic organ comes around 1930 and intended to imitate the sound of the acoustic organ, making it an instrument very required by small churches. This organ have been developed over the time, greatly improving its acoustic characteristics, and, currently, in terms of sonority, this is a fairly reliable copy of the pipe organ.

Thinking about these two versions of the same instrument, the question is which one suits best to the needs and possibilities of each place. For the choice between the two, many details are taken into account, including financial aspects, perhaps the most considered in the instrument acquisition. However, it should be taken into account aspects related to the acoustic sound of each instrument, to better match the sound space.

This research work intends to acoustically compare the intensities and some subjective characteristics in three churches in the city of Braga, in order to conclude which type of organ is best suited to each space.

KEYWORDS: pipe organ, electronic organ, acoustic analysis, loudness.

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	1
Motivação e enquadramento	1
Objetivo do estudo	2
Metodologia	3
Estrutura da dissertação	4
CAPÍTULO 1 – Órgão de tubos.....	5
1.1 – Contextualização histórica	5
1.1.1 – Órgão ibérico	11
1.2 – Funcionamento.....	15
1.3 – Aspectos acústicos	19
CAPÍTULO 2 – Órgão eletrónico	23
2.1 – História.....	23
2.2 – Crescente importância do órgão eletrónico.....	29
2.3 – Aspectos acústicos e a problemática da reprodução sonora dos órgãos de tubos	30
CAPÍTULO 3 – Casos de estudo: órgãos utilizados	35
3.1 – Basílica do Bom Jesus	35
3.2 – Sé Catedral de Braga	38
3.3 – Igreja de São Lázaro.....	42
CAPÍTULO 4 – Estudo acústico das sonoridades dos órgãos de três igrejas de Braga	45
4.1 – Seleção das igrejas.....	45
4.2 – Método utilizado	46
4.3 – Descrição das características	50

4.3.1– Intensidade	51
4.3.2– Sensação de Intensidade	52
4.3.3– Clareza	53
4.3.4– Reverberância.....	54
4.3.5– Direcionalidade.....	54
4.3.6– Equilíbrio tímbrico	55
CAPÍTULO 5 – Estudo comparativo das intensidades medidas de todos os órgãos gravados.....	57
5.1 – Análise da intensidade	57
5.2– Análise de parâmetros subjetivos.....	60
5.3 – Conclusões gerais	63
CONCLUSÃO	67
BIBLIOGRAFIA.....	71
LISTA DE FIGURAS	79
LISTA DE TABELAS	81
ANEXO A – Questionário usado no teste de avaliação acústica	85
ANEXO B – Gráficos das intensidades percebidas.....	91

INTRODUÇÃO

Motivação e enquadramento

Braga é uma cidade do norte de Portugal, conhecida por “Cidade dos Arcebispos” desde o ano 740, altura em que estas terras conquistadas por D. Afonso passaram a pertencer principalmente a bispos e arcebispos. Devido à riqueza destes senhores, Braga evoluiu em sentido material e espiritual, pertencendo a esse período muitos dos monumentos religiosos da cidade. A cidade chegou até a ser chamada de “Roma Portuguesa”, devido à abundância de igrejas.

Esta é umas das cidades cristãs mais antiga do mundo, motivo pelo qual possui um vasto património religioso, quer cultural, quer musical. Esta foi a diocese que mais promoveu a Música Sacra no século XX, através do Seminário Conciliar e de grandes compositores.

Os órgãos de tubos são parte integrante deste património, podendo ser encontrados 46 na cidade. No entanto, devido a problemas de infiltração de humidade, pela falta de organeiros, por não haver capacidade financeira para os recuperar quando tal foi necessário, ou simplesmente por deixar de existir quem os tocasse, o número de órgãos operacionais não chega a 15.

Estes foram certamente motivos que levaram também à aquisição de órgãos eletrónicos, mais baratos e com menos exigências de manutenção. No entanto, a questão sobre qual dos dois é o ideal para ser objeto de acompanhamento dos momentos musicais nas celebrações religiosas tem vindo cada vez mais a ser levantada, encontrando apenas resposta por parte de quem ouve e interpreta. Ao nível teórico, são escassos os estudos acústicos que remetam para esta temática. É possível encontrar artigos que abordam as diferenças mais relevantes entre os dois órgãos (Schlueter, 2010), problemática frequentemente abordada, por vezes detalhadamente, pelas companhias vendedoras de órgãos; e sobre a possibilidade do órgão tecnológico poder

substituir o órgão de tubos, equiparando as capacidades sonoras e a relação custo/benefício de ambos (Pykett, 2002).

Já ao nível do órgão de tubos, vários estudos abordam múltiplos aspetos ligados ao instrumento. A um nível mais geral, os documentos descritivos do funcionamento, construção e história do instrumento. Ao nível acústico, é possível encontrar várias pesquisas sobre os órgãos de tubos e as suas características inerentes, como a descrição física do som do instrumento fazendo a análise do efeito auditivo da sobreposição de frequências em órgãos colocados lado a lado (Fletcher & Thwaites, 1983). Ao nível tecnológico e a título de exemplos, foi feita a análise e síntese de sinais acústicos, propondo um modelo de síntese aditiva que permite obter uma forma de onda muito semelhante ao som produzido pelos tubos (Ciaramella, Falanga, Lauro, Martino, & Tagliaferri, 2011); foram analisados os mecanismos de geração sonora dos órgãos de tubos e detalhadamente examinadas as técnicas de simulação usadas para a modulação do som²; foi apresentado um método para a representação espectral dos sons deste instrumento e estudadas as diferenças entre os sons produzidos pelo órgão de tubos e outros instrumentos selecionados (Czyzewski, Kaczmarek, & Kostek, 1999).

Os documentos e artigos que de alguma forma estabelecem diferenças entre o órgão de tubos e o órgão eletrónico são mais escassos e apresentam geralmente as diferenças essenciais para quem pretende adquirir este instrumento. Acusticamente, Frank Iacino (1999) estabelece as diferenças tímbricas entre os dois instrumentos; ao nível financeiro e de espaço, vários artigos estabelecem estas diferenças.

Objetivo do estudo

Com este estudo, pretende-se comparar acusticamente, em específico ao nível das intensidades medidas e percebidas, os órgãos de tubos de três igrejas da cidade de

² Rucz, P. (2009). Determination of acoustic parameters of organ pipes by means of numerical techniques. Budapest.

Braga e concluir sobre qual dos instrumentos, acústico ou eletrónico, se adequa melhor ao espaço e tem melhor desempenho na avaliação das características subjetivas.

Pretende-se também abordar de que forma as intensidades medidas e percebidas em cada espaço, bem como a análise de critérios subjetivos como a riqueza e equilíbrio tímbricos e a clareza musical, podem afetar a adequação dos instrumentos aos espaços e, até mesmo, aos géneros musicais.

Metodologia

Neste estudo irá recorrer-se a bibliografia dedicada, bem como a um conjunto de conhecimentos e informações adquiridos aquando do decorrer do primeiro e segundo festivais de órgão que decorreram na cidade de Braga. Durante estes festivais, foram feitas visitas comentadas a alguns órgãos da cidade, foram entregues programas dos eventos com informações detalhadas e fidedignas dos órgãos e das igrejas, bem como foram dadas conferências sobre assuntos ligados ao órgão, à sua história, e à sua atualidade.

Irão realizar-se gravações de notas e acordes em cada um dos órgãos de três igrejas selecionadas. Estas gravações serão utilizadas para análise das intensidades e serão objeto de audição individual de um grupo de pessoas selecionado para avaliar características acústicas subjetivas. Os resultados serão analisados posteriormente.

O apoio do professor José Rodrigues, diretor artístico dos festivais, foi importante para que se pudesse ter acesso a cada igreja, e especificamente aos órgãos. Foi também o organista que acompanhou todo o estudo.

Estrutura da dissertação

A dissertação encontra-se dividida em cinco capítulos. No primeiro capítulo é feita a contextualização histórica do órgão de tubos, abordando mais especificamente o órgão ibérico, pois todos os órgãos utilizados fazem parte deste grupo característico. Ainda no primeiro capítulo, é descrito o funcionamento do instrumento e apresentados alguns aspetos acústicos importantes.

No segundo capítulo é feita a contextualização histórica e evolutiva do órgão eletrónico, apresentando os seus instrumentos antecedentes, são apresentados alguns aspetos sobre a evolução da produção do som neste instrumento eletrónico, é abordada a crescente importância do órgão eletrónico dentro dos meios religiosos, são apresentados alguns aspetos acústicos sobre o instrumento e sobre a dificuldade da reprodução sonora dos órgãos de tubos.

No terceiro capítulo é feita a descrição das igrejas cujos órgãos foram utilizados no estudo, fazendo uma breve alusão à sua história. É também feita a apresentação dos órgãos utilizados, contextualizando brevemente a história destes instrumentos.

No quarto capítulo é descrita a metodologia utilizada, nomeadamente, os critérios para a seleção das amostras, o método utilizado para a gravação dos sons e posterior análise, e é feita a descrição das características objetiva e subjetivas a serem analisadas.

No quinto capítulo, é feita a análise e discussão dos resultados obtidos.

CAPÍTULO 1 – Órgão de tubos

1.1 – Contextualização histórica

Apesar de um vasto conjunto de manuscritos e descobertas relativas aos séculos passados, ainda é difícil reconstituir a história do órgão de tubos. Considera-se que o instrumento surgiu em Alexandria, inventado por Ctesibius, e provavelmente teve a sua origem na siringe e outros instrumentos do género (Kassel, 2006c; Marshall, 2006b; Williams, s.d.). Este órgão, apelidado de *hydraulis*, era hidráulico e assentava num sistema muito simples:

Uma determinada quantidade de água comprimia o ar que, colocado dentro de um reservatório, tinha acesso a um tubo através de uma válvula (mais tarde, tecla), opressão que gerava o som. Como os tubos eram vários e de diversos comprimentos, originavam-se desse modo sonoridades de várias alturas, do grave ao agudo (Ferreira dos Santos, 2014).

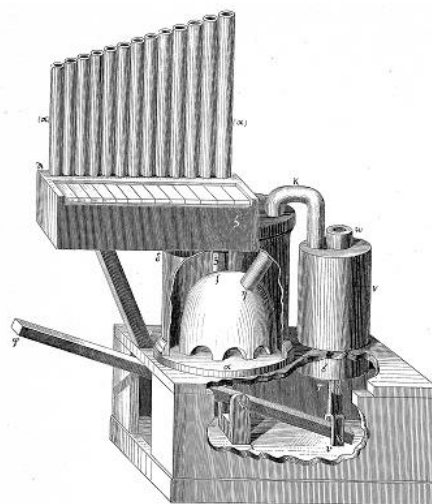


Figura 1.1 – *Hydraulis*³.

³ Fonte: Fonseca, João. (2014). *História do órgão: Origem e evolução durante o período greco-romano*. Acedido em 8 de Abril de 2016. Disponível em: <http://jfmusicaidademediia.blogspot.pt/2014/08/origem-e-evolucao-do-orgao-o-periodo.html>.

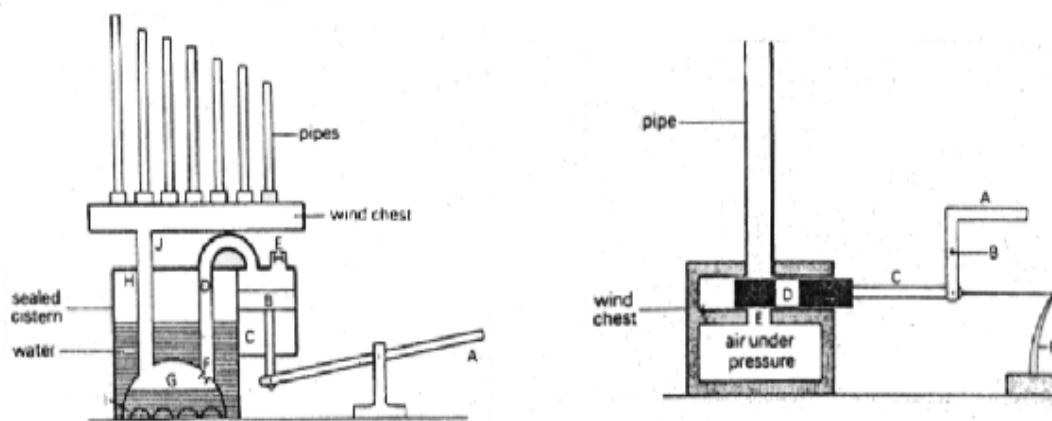


Figura 1.2 – Esquema de funcionamento do *Hydraulis*⁴.

Este que se pensa ter sido um dos primeiros instrumentos de tecla da história foi passando por melhorias técnicas ao longo do tempo, expandindo-se desde o médio Oriente até à Europa. A partir do século IX, os tubos deixaram de receber o ar pela pressão hidráulica e passaram a recebê-lo por um conjunto de foles, caindo assim em desuso o órgão hidráulico e passando apenas a ser utilizado órgão pneumático. Devido à constituição muito rudimentar do seu teclado, “constituído não por teclas mas por uma série de linguetas ou réguas perfuradas que se puxavam para dar a nota e empurravam para a terminar” (Henrique, 1994, p. 360), este instrumento exigia a presença de várias pessoas para ser tocado e, conseqüentemente, era apenas indicado para a execução de música monódica em notas longas (Henrique, 1994).

No século XIII, o órgão deixou de ter apenas os sete tubos iniciais, passando a ser constituído por tubos flautados do mesmo diâmetro e que constituíam três oitavas. Com esta alteração, e também devido às crescentes exigências musicais da altura, criou-se um sistema de teclas mais eficiente⁵, ao qual se seguiu a invenção da pedaleira no final do século XIV (Henrique, 1994).

⁴ Fonte: Fonseca, João. (2014). *História do órgão: Origem e evolução durante o período greco-romano*. Acedido em 8 de Abril de 2016. Disponível em: <http://jfmusicaidademediia.blogspot.pt/2014/08/origem-e-evolucao-do-orgao-o-periodo.html>.

⁵ “ (...) não é fácil em instrumentos de grande dimensão obterem-se teclados suficientemente leves, que não prejudiquem a execução, portanto. Este problema foi sendo resolvido ao longo dos tempos pelos organeiros.” (Mota, 2000, p. 18).

Durante estes primeiros séculos de existência, o órgão era um instrumento que acompanhava as festas e divertimentos romanos, que nada tinham a ver com a igreja⁶. No entanto, não é unânime de que forma o órgão foi introduzido no contexto religioso. Luís Henrique afirma que este era um instrumento “associado ao culto pagão de origem grega; por isso, a Igreja nem sempre o aceitou bem” (1994, p. 360), sendo este trazido para a Europa através de Bizâncio, associado ao imperador Basilius. Henrique (1994) afirma ainda que o instrumento se associou à igreja provavelmente para apoiar os tenores nas notas longas nas interpretações dos *organum*. Ferreira dos Santos (2014) afirma que pelo ano de 990, um monge chamado Gerbert, abade do Mosteiro de Bobbio e que mais tarde veio a ser Papa, começou a introduzir na sua igreja a arte da música organeira, que tinha aprendido com os árabes, facto que “provocou alguns ciúmes noutras abadias que, entretanto, (...) adquiriram alguns também” (Ferreira dos Santos, 2014). Richard Kassel (Kassel, 2006f) afirma que em 826 d.C., o padre veneziano Georgius construiu um órgão para o palácio de Luís I numa cidade da Alemanha, o que levou a que outros começassem a construir órgãos. Faulkner (Faulkner, 2006) defende que a igreja sempre se opôs ao uso de instrumentos na adoração a Deus e não se sabe ao certo como o órgão entrou na igreja, sendo verdadeiro que não teve por base motivos litúrgicos. No entanto, Faulkner afirma que “There are reports of organs in churches well before the tenth century, but documents do not link the instrument to the celebration of the liturgy before the twelfth century at the earliest, and its use therein did not become commonplace until the Renaissance” (2006, p. 306).

Por volta do século XIII praticamente todas as grandes igrejas da Europa já possuíam um órgão, sendo apenas usado em dias de festa e não nas alturas penitenciais; no século XV já era possível encontrar em muitas delas um órgão para performance e outro para acompanhar o canto coral (Faulkner, 2006).

⁶ O Cónego Dr. Ferreira dos Santos, na sua Conferência sobre o órgão (2014), acrescenta que o órgão “não só nada tinha a ver com a igreja, mas até lhe era contrário, pois chegava a acompanhar perseguições de muitos cristãos no circo romano”. Esta situação foi uma das razões que levou a que os homens da igreja se opusessem firmemente ao uso dos instrumentos na liturgia. A este propósito, o cónego, na mesma conferência, diz que “devia ter sido horroroso, nos três primeiros séculos. Traumatizou aquela gente para séculos”.

Outros tipos de órgãos de tubos foram surgindo: no século XIV surgiu o órgão positivo, pequeno órgão pousado numa mesa ou no chão, com apenas um teclado e sem pedaleira⁷, tocado a duas mãos e com a necessidade de alguém a exercer a posição de foleiro, mais prático e fácil de movimentar, acabando por ser utilizado pelos organistas que, tocando alternadamente com o grande órgão, podiam tocar forte ou piano, o que acabou por levar à conexão entre os dois órgãos, criando-se uma secção de positivo e respetivo teclado (Henrique, 1994; Marshall, 2006c; Marshall, 2006d); o órgão de câmara, bastante popular no século XVIII, desenvolveu-se a partir do positivo, permitindo que o som fosse mais forte e que o instrumento fosse usado em espaços maiores (Fesperman, 2006a); também no século XIV se desenvolveu o órgão portativo (ou portátil), instrumento monofónico de pequenas dimensões, com extensão até duas oitavas e podia ser transportado pendurado ao pescoço ou ombros do executante durante as procissões (Marshall, 2006c); o realejo, pequeno órgão portátil que surgiu no século XV, bastante usado nos dois séculos seguintes, sem tubos e com palhetas livres (Henrique, 1994).



Figura 1.3 – Órgão positivo (modelo de construção recente construído à imagem do original)⁸.

⁷ A dimensão de um órgão nem sempre tem correspondência direta com o seu número de teclados. Existem certos órgãos históricos antigos de apenas um teclado mas de elevado número de registos e, consequentemente, elevado número de tubos.

⁸ Fonte: Fonseca, João. (2014). *Tipos de órgãos usados na idade média*. Acedido em 8 de Abril de 2016. Disponível em: <http://jfmusicaidademediia.blogspot.pt/2014/07/instrumentos-musicais-da-idade-media.html>.



Figura 1.4 – Órgão portátil (modelo de construção recente construído à imagem do original)⁹.

O órgão foi-se impondo progressivamente na igreja católica e, no século XIV, este instrumento já existia em bastantes catedrais europeias.

A partir do século XVI, e com o surgimento de várias escolas de organaria ao nível europeu, a construção do órgão começou a evoluir por caminhos ligeiramente distintos, associados à cultura e necessidade de cada local:

Em Itália, na Inglaterra e na Alemanha católica do Sul os órgãos eram pequenos, tinham um só manual, micropedaleira e jogos flautados, assim se mantendo até ao séc. XIX. Em contraste com estes, os potentes e complexos órgãos do norte e centro da Europa (norte da Alemanha, Áustria, Holanda, Polónia, Checoslováquia e Dinamarca) tinham jogos palhetados, dois ou mais manuais e pedaleira completa (Henrique, 1994, p. 363).

Nesta altura, era na Alemanha que se encontravam as maiores e mais avançadas escolas de organaria. Estas contribuíram grandemente para o aperfeiçoamento do órgão, ao nível da modernização do teclado, que se tornou tão versátil e leve quanto os modelos mais pequenos; o aparecimento de uma grande variedade de tubos

⁹ Fonte: Fonseca, João. (2014). *Tipos de órgãos usados na idade média*. Disponível em: <http://jfmusicaidamedia.blogspot.pt/2014/07/instrumentos-musicais-da-idade-media.html>.

palhetados; o uso de diferentes registos, controlados agora separadamente por cada teclado; o aparecimento de registos correspondentes ao timbre de outros instrumentos contemporâneos; a possibilidade de acoplamento dos teclados, ou entre eles e a pedaleira (Henrique, 1994).

As características estruturais e capacitativas do órgão foram uma influência incontornável nas composições para o instrumento, verificando-se um maior nível de complexidade ao nível da execução nas peças escritas pelos compositores do norte e centro da Europa. O contrário também se verificava, em que a construção dos órgãos era pensada de acordo com as técnicas interpretativas e estilos musicais da altura (Unsworth, 2006).

A incapacidade dos organistas americanos, franceses e britânicos de interpretar os trabalhos de Bach nos órgãos à sua disposição foi uma grande motivação para estes países adotarem na construção os manuais e pedaleira alemães (Unsworth, 2006).

No século XIX, o aumento da população pela Europa e nos Estados Unidos levou a que se construíssem mais igrejas nos meios rurais e urbanos e novos órgãos foram construídos para estes lugares. Nesta altura, a informação corria mais livremente entre países, motivo que facilitou o desenvolvimento da standardização do tamanho dos tubos e influenciou a construção dos órgãos com características externas ao país. Para além destas alterações, o órgão de tubos começou a ser construído com maiores dimensões e, mais importante, o ar deixou de ser gerado manualmente e passou a ser produzido por motores a vapor de baixa potência, motores a gás ou motores a água. Estas opções foram usadas um pouco por toda a Europa. Com o advento da eletricidade, os motores foram substituídos por geradores de ar elétricos (Kassel, 2006h).

Com uma crescente preocupação pelo tamanho dos novos órgãos e pela novidade elétrica que se considerava ter feito o órgão de tubos perder bastante popularidade, surgiu no início do século XX um movimento de reforma dos órgãos, instigado pela publicação do artigo de Albert Schweitzer, *The Art of French and German Organ Building* (1905-6) que pretendia reinstaurar os princípios iniciais da construção dos órgãos, pois considerava estarem demasiado modernizados e tecnológicos (Kassel, 2006g; Vartolo, 1970). Pretendia-se ainda clarificar e estabelecer novamente o

reportório para órgão, pois com a invenção do órgão de teatro que interpretava todos os estilos musicais em vez de se restringir apenas ao reportório organístico, criou-se uma certa confusão quanto ao reportório a ser interpretado por estes instrumentos. Em especial no norte da Europa, este movimento pressionou os organeiros a construir os instrumentos românticos apropriados para a música de Bach e a construir novos instrumentos “in a manner that their predecessors would have recognized, examined, and approved.” (Fesperman, 2006b, p. 386).

1.1.1 – Órgão ibérico

Na península ibérica desenvolveu-se uma estética própria do órgão e, apesar de muito semelhantes, também o órgão português difere ligeiramente do órgão espanhol. Os órgãos ibéricos históricos diferem dos órgãos contemporâneos ao nível da disposição e som em alguns registos (Johnson, Kassel, & Pereira, 2006).

A península ibérica era um grande centro da construção de órgãos, apoiada grandemente pelas famílias reais, pela nobreza e pela igreja, com grande poder na altura. As descobertas de Cristóvão Colombo deram a Portugal e Espanha uma confiança renovada que se expressava nas grandes catedrais e igrejas que foram construídas, de tal forma que “the Iberian Baroque style was probably the most spectacular in Europe” (Kassel, 2006f, p. 341).

Findo o período de dependência espanhola a que estava submetido, no século XVII Portugal entrou em processo de recuperação económica e, no século XVIII, com a riqueza oriunda das colónias latino-americanas recém-descobertas e com o desabrochar da música religiosa com renovada força, o país assistiu a um vigoroso renascer da construção organística, pelas mãos de organeiros espanhóis que trouxeram não só a arte mas também as influências¹⁰ (Johnson, Kassel, & Pereira, 2006; Hen, 2006; Brito &

¹⁰ Nesta altura, a indústria da construção de instrumentos nunca foi muito desenvolvida por portugueses, ficando relegada para estrangeiros ou descendentes destes. No entanto, é de destacar o contributo de

Cymbron, 1992). Assim, apesar de estar a par da organaria que se praticava na Europa, na península ibérica desenvolveu-se uma outra estética do órgão a partir dos séculos XVII e XVIII¹¹.

Durante a visita aos órgãos da Sé, inserida no programa do I Festival de Órgão de Tubos de Braga, o professor José Rodrigues, explica que:

O que é, então, um órgão ibérico? Imediatamente, é um órgão construído na península ibérica. Mas, em certo sentido, também é esse o caso de muitos órgãos não ibéricos (sobretudo se levarmos em conta o local onde estão colocados). Assim, teremos que definir o órgão ibérico a partir da sua identidade sonora e não tanto a partir da área geográfica de localização (Rodrigues, 2014).

Comparativamente com o órgão que já desde há muito se fazia, o órgão ibérico apresenta algumas características próprias. Kassel (2006f, p. 341) refere mesmo que “The distinctiveness of Iberian organs is perhaps clearest when compared to those of other nations. (...) Certain characteristics became signatures of the Iberian organ”.

Estes órgãos têm apenas, por norma, um teclado manual, sendo raros em Portugal os órgãos ibéricos com dois manuais (Johnson, Kassel, & Pereira, 2006; Brito & Cymbron, 1992). Na versão ibérica do órgão, os registos são partidos, ou seja: “ (...) só correspondem ou à parte inferior ou à parte superior do teclado. Isso permite tocar com uma sonoridade numa parte do teclado e com outra sonoridade na outra parte, servindo-se de cada teclado como se fossem dois” (Duque, 2007, p. 162).

Outra característica distintiva é a diminuição da quantidade de tubos do órgão ibérico quando comparado com outros modelos de órgãos. A redução do número de

António Machado e Cerveira na produção de órgãos que ainda existem em algumas igrejas do país (Brito & Cymbron, 1992).

¹¹ No século XIX, assistiu-se a um declínio na construção de órgãos devido à situação financeira do país, levando “a um prolongado eclipse da arte organística em Portugal” (Valença, 1993, p. 16). No final do século XX o panorama alterou-se novamente e, apesar de novos instrumentos serem construídos, os recursos foram essencialmente aplicados na recuperação e restauração dos órgãos construídos a partir do século XVI (Johnson, Kassel, & Pereira, 2006).

tubos foi compensada com o aumento do número de foles, dando ao órgão mais pressão de ar.

A chamada «oitava curta», característica bastante popular em Espanha e adotada em Portugal pelos organistas espanhóis, foi, também, outra forma de reduzir o número de tubos utilizados (Johnson, Kassel, & Pereira, 2006). A oitava curta consiste na supressão de quatro notas da primeira oitava do manual (dó#; ré#; fá#; sol#) que raramente eram tocadas. A nível de construção, a supressão de notas da primeira oitava traduz-se, mais uma vez, na ausência dos tubos que lhes correspondem:

“O organeiro português (...) chegou à conclusão que havia muitas notas que não eram tocadas, pelo menos regularmente: um dó# como nota fundamental era tocado, se calhar, uma vez por ano. E eles puseram-se a pensar: para quê estar a gastar dinheiro a fazer um tubo de um dó#, quando o tubo era utilizado só uma vez? Não valia a pena, era preferível o organista arranjar uma estratégia e tocar noutras notas. E assim se fez na primeira oitava do teclado” (Rodrigues, 2014).

O órgão ibérico, geralmente, não possui pedaleira, secção onde se localizam os registos mais graves do órgão. A nível de construção, a ausência da pedaleira traduz-se na ausência dos tubos de maior dimensão e espessura. Auditivamente, traduz-se numa sonoridade que se situa numa zona média e aguda, retirando importância aos registos mais graves (Johnson, Kassel, & Pereira, 2006; Rodrigues, 2014; Brito & Cymbron, 1992).

Tanto a ausência da pedaleira como a supressão das quatro notas da oitava mais grave representam a supressão de notas graves, às quais correspondem os tubos de maior dimensão e espessura, o que permitiu “a poupança no metal dos tubos mais graves que não eram utilizados” (Rodrigues, 2014). Esta despreocupação com os registos graves foi, provavelmente, o motivo de uma maior concentração na qualidade e diversidade sonora dos tubos mais pequenos, o que tornou os órgãos ibéricos detentores de uma variedade sonora nos registos flautados que “faz invejar os melhores órgãos da Europa” (Duque, 2007, p. 162).

A desvalorização dos registos graves pode levar-nos a estabelecer uma ligação entre o canto tradicional e folclórico português que chega até aos nossos dias e o facto dos registos do órgão ibérico serem ricamente desenvolvidos nas tessituras agudas. Durante a Visita aos órgãos da Sé, o professor José Rodrigues aborda esta questão e refere que já vários musicólogos se debruçaram sobre o assunto, mas “Será que foi o órgão primeiro que desenvolveu esta forma brilhante de tocar e os cantores acompanharam, ou foi o órgão que teve de acompanhar os cantores? Ou foi forçosamente a necessidade uma da outra?” (2014). Assim, talvez o contrário também se possa verificar: o gosto pela música mais brilhante e sonora poderá ter nascido nas características sonoras deste órgão. Ou então, mais não é senão fruto de um gosto nato ou desenvolvido pelas populações (Rodrigues, 2014).

Uma outra característica, bastante evidente visualmente e característica dos órgãos ibéricos, são as palhetas horizontais, tubos em chamada orientados para o exterior (Johnson, Kassel, & Pereira, 2006; Vartolo, 1970; Brito & Cymbron, 1992). Esta característica é conveniente pois torna o som mais penetrante nas grandes igrejas, os tubos são mais fáceis de afinar e acumulam menos poeira (The New Grove Dictionary of Musical Instruments, 1984b). A localização dos tubos no ponto central do instrumento permite a emissão do som numa perspetiva espacial, o que confere ao instrumento um papel psicologicamente dramático (Johnson, 2006). João Duque descreve esta característica como “Uma exuberância de grandiosidade, que confere aos órgãos ibéricos um lugar único: (...) sonoras trombetas e (...) agressivos clarins, colocadas horizontalmente – em chamada – e que, sobretudo nos órgãos maiores como os da Sé de Braga, constituem uma autêntica bateria de sons penetrantes e mesmo estridentes” (2007, p. 163).

Para além de serem uma atração musical, estes órgãos são, também, uma atração visual. Para além das palhetas em chamada, outra característica identificativa destes órgãos é todo o apelo visual da talha requintada, da grandiosidade e dos arranjos decorativos bastante complexos. Citando o artigo sobre a organaria portuguesa de Johnson, Kassel e Pereira, “Like their Spanish counterparts, Portuguese organ cases received considerable attention as to their appearance (...) full of gilding and complex

ornamentation. The remarkable organ cases of the Braga Cathedral (...) are a triumph of Baroque style” (2006, p. 432).

A decoração dos órgãos era sobretudo resultado de influências, não só da época artística e do contexto cultural em que era construído, mas também do organeiro que o construía, que, também ele, era influenciado pelas suas raízes, pela sua instrução, pelo meio, pelo gosto pessoal e pelas necessidades. Assim, o órgão tem uma identidade muito própria e singular, é distinto entre o norte, o sul e as regiões autónomas: no norte, a influência por proximidade com a Galiza, e no sul, as tendências que chegavam com o comércio, na era da expansão, oriundas da Europa (Ferreira dos Santos, 2014; Johnson, Kassel, & Pereira, 2006).

Nesta época em que a imagem era uma das formas de ensinar, a decoração das caixas dos órgãos, que tanto chamavam a atenção dos crentes, também assumia uma função de “livro de catequese”, devido às figuras aterradoras na sua base, com pés de cabra e chifres nas cabeças, os atlantes e outras figuras mitológicas. Muitas vezes, estas figuras demoníacas que pretendiam representar o mal, apareciam a suportar, nas suas costas, os órgãos (que como símbolo da arte, eram símbolo do divino, que era Deus). O topo dos órgãos é quase sempre ocupado por anjos, virtudes e santos, lembrando que o bem triunfa sempre. Por vezes, entre estas figuras representativas do bem e do mal, aparecem, ao nível do organista, figuras alegóricas a crianças, pássaros, flores, em representação do quotidiano humano. A decoração destes instrumentos encontra-se intimamente relacionada com a cultura da época e das suas gentes, na maior parte, iletradas (Johnson, Kassel, & Pereira, 2006; Rodrigues, 2014).

1.2 – Funcionamento

O órgão de tubos, instrumento mecânico bastante complexo desenvolvido antes da revolução industrial, é um aerofone, instrumento musical que produz som forçando a passagem de ar e, ao mesmo tempo, é também considerado um instrumento de tecla,

uma vez que o encaminhamento do ar para os tubos é comandado por teclados. Por ser um aerofone, o ar é soprado através de um conjunto de tubos controlado pelos teclados, podendo incluir uma pedaleira (teclado acionado pelos pés). Estes órgãos são diferentes dos órgãos eletrônicos (em que o som é produzido a partir de dispositivos elétricos que pretendem imitar o som do órgão de tubos). Os grandes órgãos de tubos são considerados dos mais complexos entre todos os instrumentos (Henrique, 1994; Mota, 2000).

O órgão de tubos moderno é um mecanismo bastante complexo. Mesmo os órgãos de tubos mais pequenos têm algumas centenas de tubos, com milhares de interruptores, ligações e transmissores elétricos e válvulas pneumáticas eletromecânicas. Ao contrário dos outros instrumentos de tecla, os órgãos de tubos não são nem podem ser produzidos de forma industrial, cada órgão é desenhado e construído à mão pelos organeiros, não havendo dois órgãos com a mesma sonoridade (Nelson, 2009).

Na sua Conferência sobre o órgão, o cónego Doutor Ferreira dos Santos refere que este instrumento pode “albergar em si todos os instrumentos criados pelo homem durante séculos, com os seus tipos e particularidades técnicas capazes de produzir variadíssimas cambiantes sonoras” (2014).

O órgão de tubos atual é o resultado de séculos de evolução. Este consiste em quatro partes básicas:

- Pneumática

Inicialmente, os órgãos de tubos eram operados de forma mecânica: a pressão de ar era gerada pelo bombear constante, ativo pelas mãos ou pelos pés, e os tubos eram abertos por uma série de ligações mecânicas ao teclado que faziam com que as teclas fossem rígidas e difíceis de tocar. Atualmente, com o advento da eletricidade, o ar é fornecido por motores elétricos. Assim, nos dias de hoje, a pneumática é o conjunto formado pelos dispositivos de captação, retenção e envio do ar comprimido aos tubos. É aqui que acontece a regulação da pressão do ar que fica armazenado em grandes reservatórios.

É constituída pelo ventilador, fole e contra-fole (Ballesteros, 2008; Nelson, 2009).

○ Mecânica

É um dispositivo complexo que é controlado pela consola e que tem por objetivo controlar o fluxo de ar que passa nos tubos, permitindo ao organista controlar quais tubos tocam e quais não. Esta é uma das partes cruciais do órgão pois é este mecanismo que conecta as teclas aos tubos (Pykett, 2002). É constituída pelos puxadores (designados pelos registos) existentes na consola; pelos teclados, manuais¹² e pedaleira¹³, que estão ligados a secções específicas do instrumento; pelos registos e pela consola, parte do instrumento que fica junto ao músico e que compreende os teclados e os registos (Ballesteros, 2008). Cada teclado é constituído, em geral, por 56 ou 61 teclas e a pedaleira compreende de 30 a 32 teclas (Vartolo, 1970). Na grande maioria dos órgãos, a consola está conectada à caixa através de centenas de cabos de baixa voltagem que controlam a abertura e fecho das válvulas de ar localizadas nas extremidades dos tubos (Nelson, 2009).

○ Tubos

Podem medir entre 2,5 cm e 10 m e são responsáveis pela produção do som, com a passagem do ar através do seu corpo. Dividem-se em dois grandes grupos: os tubos flautados ou labiais (tubo oco com uma abertura lateral)¹⁴ e os tubos palhetados (tubos ocos com uma fina tira de metal ou de madeira, designada palheta ou lingueta, que vibra à passagem do ar) (Vartolo, 1970). Um conjunto de tubos na mesma fila, com o mesmo timbre, constituídos pelo mesmo material (ligas metálicas ou madeira), mesmo formato (tubos

¹² Nos instrumentos de tamanho médio e grande, cada manual opera um órgão completo, cada um com o seu conjunto de tubos, e características e som único (Nelson, 2009).

¹³ Possui os registos mais graves que dão a base harmónica. Nos grandes instrumentos pode ser muito vasta (Mota, 2000).

¹⁴ Constituem a parte mais importante do órgão, sendo chamados de jogos de fundo. São feitos de dois tipos de materiais: madeira (geralmente retangulares) e metal, em maior número no órgão (Nelson, 2009).

cilíndricos, cónicos, cónicos invertidos, paralelepípedicos), mesma medida (relação entre altura e diâmetro), mesma entoação e alturas diferentes constitui um registo. Existem vários tipos de registos, classificados de acordo com as suas propriedades acústicas. Os registos compostos e as misturas podem dispor de duas a dez filas de tubos. Os registos dos instrumentos mais graves precisam de tubos de maior comprimento e espessura enquanto nos registos mais agudos se verifica o inverso, os tubos são reduzidos no comprimento e pouco espessos¹⁵ (Ballesteros, 2008; Ferreira dos Santos, 2014).

- Caixa

Estrutura normalmente em madeira, que alberga todo o material anterior. Tem como função fundir os sons provenientes dos diferentes registos, projetar o som para a audiência e proteger a mecânica e os tubos. Normalmente é construída dentro dos padrões estéticos e estilísticos do espaço e do período em que se insere (Ballesteros, 2008; Kassel, 2006a).

Para o som ser produzido, o ar é admitido no órgão através de um fole, que durante muito tempo era acionado por homens, os foleiros, e que atualmente foram substituídos por motores elétricos. O ar vai para um reservatório onde o ar estabiliza a sua pressão e é conduzido por tubagens específicas para uma caixa fechada, o secreto, com uma série de válvulas, chamadas de sopapos, que são ativos pelas teclas e controlam a passagem de ar para uma outra caixa localizada imediatamente acima, o someiro. O someiro é dividido em canais alongados, as gravuras, com vários orifícios ao longo do seu comprimento que, quando alinhados com os orifícios dos registos ativados pelo instrumentista, permitem a passagem do ar para os tubos e chegar até nós enquanto som (Henrique, 1994).

¹⁵ Os maiores tubos chegam a ter 20 metros de comprimento e, os mais pequeninos, 5 milímetros.

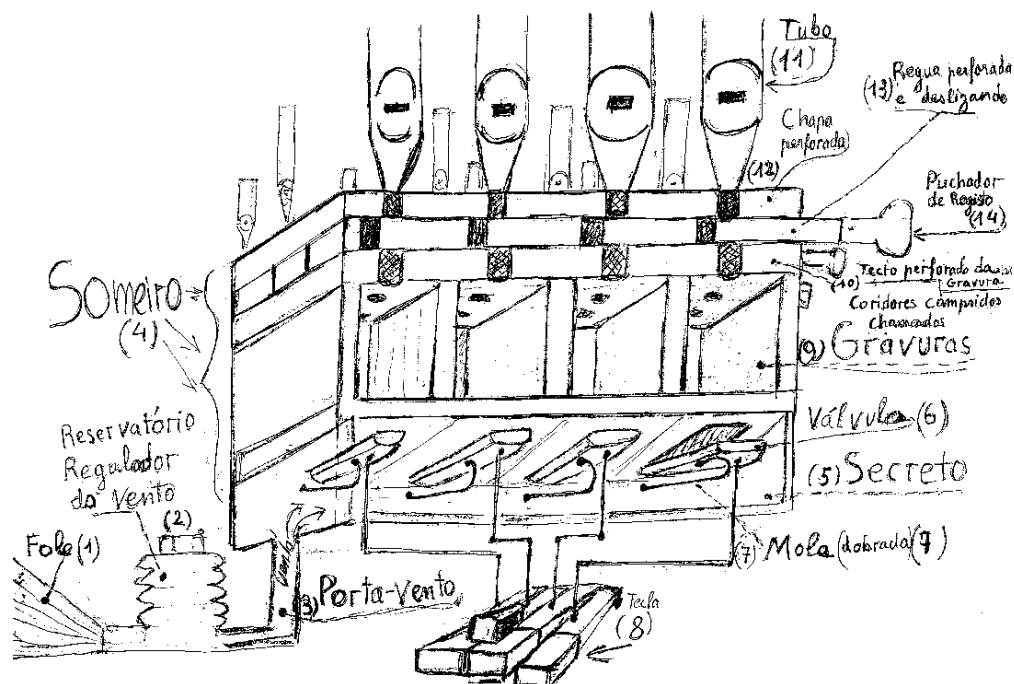


Figura 1.5 – Esquema de funcionamento do órgão de tubos¹⁶.

Os órgãos podem ser classificados em vários tipos, consoante as características que os identificam.

1.3 – Aspetos acústicos

Como referido anteriormente, os tubos podem ser classificados em flautados ou palhetados.

Os tubos flautados podem ser de madeira (carvalho, abeto ou nogueira) ou de metal. Os tubos metálicos são construídos tendo por base uma liga de estanho e chumbo, combinada em percentagens calculadas de acordo com o som que se pretende

¹⁶ Fonte: Mota, António. (2000). *Tudo o que você queria saber sobre o órgão, e teve medo de perguntar...* Acedido em 8 de Abril de 2016. Disponível em: <http://www.meloteca.com/organoteca-artigos.htm>.

obter – um tubo cuja liga apresente grande percentagem de estanho produz um som mais brilhante e com um espectro mais extenso (Henrique, 2011).

Apesar dos principais elementos que constituem a boca do tubo se manterem iguais, a geometria dos tubos varia com o tipo de material que constitui o tubo. Fisicamente, a produção do som nos tubos flautados é análoga à produção do som nas flautas de bisel. Quanto ao timbre, este depende bastante da relação entre o diâmetro e comprimento pois “Quando esta relação é pequena o som tem um timbre brilhante com uma fundamental de fraca intensidade e muitos harmónicos agudos (...), se a relação é grande, o som resultante é quase puro porque domina a fundamental e quase não existem harmónicos” (Henrique, 2011, p. 643).

Os tubos flautados têm configurações diferentes, das quais se destacam os chamados tubos de chaminé, tubos fechados em que cuja tampa está inserido um pequeno tubo aberto designado por chaminé, conferindo características sonoras específicas (tubo de forma paralelepípedica da figura 1.6). O objetivo da chaminé é reforçar a intensidade do quinto harmónico do tubo fechado em que está inserido, devendo ter um comprimento tal que entre em ressonância com essa frequência. Permite também regular o timbre do tubo, pela alteração da posição no tubo.

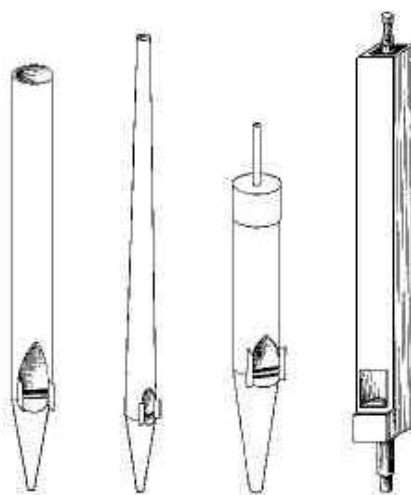


Figura 1.6 – Exemplos de tubos flautados¹⁷.

¹⁷ Fonte: Mota, António. (2000). *Tudo o que você queria saber sobre o órgão, e teve medo de perguntar...* Acedido em 8 de Abril de 2016. Disponível em: <http://www.meloteca.com/organoteca-artigos.htm>.

Nos tubos palhetados, o som é produzido por uma palheta metálica, cuja vibração é regulada pelo fluxo de ar. A afinação destes tubos é feita tendo por base a frequência de vibração da palheta (Henrique, 2011).

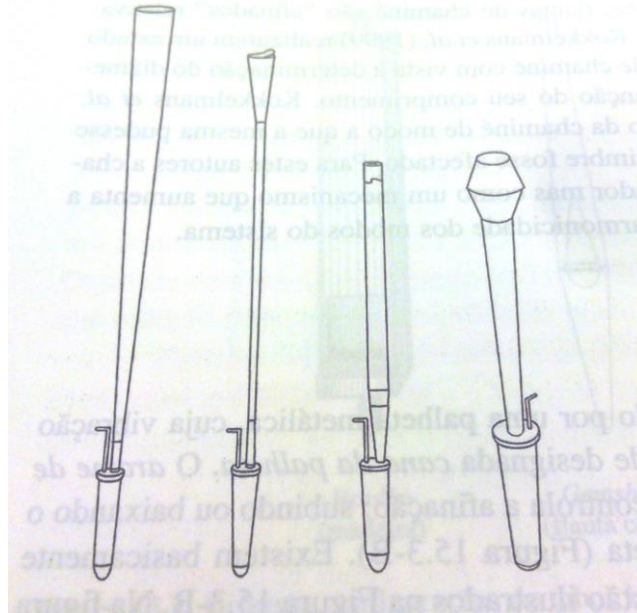


Figura 1.7 – Exemplos de tubos palhetados¹⁸.

O mecanismo da produção sonora em qualquer tubo tem por base uma oscilação autoexcitada, sendo a altura do som definida pelas características físicas do tubo ressoador.

O som do órgão resulta de uma complexa interação entre o jato de ar, a coluna de ar no tubo e a parede do tubo. Assim, o som depende das dimensões do tubo ressoador, da boca e do diâmetro da abertura do pé do tubo, da pressão do ar e do material e espessura do tubo.

¹⁸ Fonte: Henrique, L. L. (2014). *Acústica Musical* (5ª ed.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

CAPITULO 2 – Órgão eletrônico

2.1 – História

Electronic organ: a less-expensive imitation of a pipe organ which generates sound through semi-conductor tone generation and/or computerized sampling; amplification; and loudspeakers (Nelson, 2009, p. 4).

O órgão eletrônico começou a ser desenvolvido no início do século XX e pretende imitar o timbre do órgão de tubos e/ou de palhetas, produzindo som a partir da síntese eletrônica e necessita de um sistema de colunas incorporado para a transmissão sonora. Considera-se que este órgão teve origem na simbiose entre o *harmónium* e o órgão de tubos. Até aos dias de hoje, deu origem a três ou mais tipos de instrumentos, destacando os órgãos digitais que se encontram essencialmente nas igrejas e que pretendem imitar o som dos órgãos acústicos (Davies, 2006a).

O primeiro antecessor do órgão eletrônico foi o *harmónium*, ou órgão de palhetas, instrumento que surgiu nos finais do séc. XIX e era bastante popular nas pequenas igrejas e para se ter em casa. O som era gerado forçando a passagem do ar por um conjunto de palhetas, em que o ar era bombeado por um conjunto de pedais. Apesar de serem limitados na qualidade sonora, estes órgãos eram pequenos, financeiramente acessíveis e auditivamente semelhantes ao órgão de tubos. Os *harmóniuns* desempenhavam um papel importante nas igrejas que não tinham capacidades monetárias para a aquisição de um órgão de tubos, motivo importante para a contínua necessidade do desenvolvimento e aperfeiçoamento dos órgãos eletrónicos.



Figura 2.1 – Harmonium¹⁹.

Apesar do grande protagonismo na segunda metade do século XIX, especialmente nos Estados Unidos, a popularidade deste órgão perdeu-se nos primeiros anos do século XX, sendo substituído em casa pelos pianos, e na igreja pelos pequenos órgãos de tubos (Owen, 2006).

Com o advento do cinema, surge também o chamado órgão de teatro (ou de cinema), que era utilizado para acompanhar os filmes mudos e criar música ambiente durante os intervalos. Este funcionava por ação electropneumática, permitindo que a consola do órgão fosse colocada a uma distância considerável dos tubos que faziam parte do instrumento. O desenho atual deste instrumento “involves the revision of larger instruments so that they might be appropriate for all types of music from classical organ repertoire to symphonic transcriptions and even to jazz.” (Foss, Reed & Sefl, 2006, p. 563).

¹⁹ Fonte: Allan, Rob J. (2016). *Reed organs in England*. Acedido em 8 de Abril de 2016. Disponível em: http://tardis.dl.ac.uk/FreeReed/organ_book/node27.html.



Figura 2.2 – Órgão de teatro²⁰.

Por volta do ano de 1934, surgem os órgãos Hammond, um dos primeiros instrumentos de tecla polifônicos portáteis capazes de produzir um som contínuo que pretendia também ser uma alternativa aos órgãos de tubos. Estes rapidamente se tornaram largamente conhecidos e utilizados, essencialmente ao nível do jazz (Davies, 2006a).

Também a partir deste ano vários tentaram explorar novas possibilidades ao nível dos órgãos eletrónicos: por exemplo, tentou-se a criação da versão eletrónica de um órgão de tubos baseado na síntese aditiva, no entanto, requeria um largo número de osciladores e os seus circuitos eram demasiado complexos e instáveis. Estes instrumentos eram produzidos em pequenas quantidades, ou ficavam-se pelo modelo inicial (Davies, 2006a).

Também na década de 30, surgem os órgãos de consola, modelos grandes e caros que recuperaram as consolas dos órgãos de tubos, com mais capacidades e melhor performance comparativamente ao restante mercado da altura, apresentando uma configuração mais tradicional que incluía manuais completos e pedaleira. Estes órgãos eram utilizados para concertos, para instrução organística, e pelas igrejas, sendo

²⁰ Fonte: Children's Radio UK Ltd. (2016). *Nancy's UK Tour Journal: Theatre Organ*. Acedido em 8 de Abril de 2016. Disponível em: <http://www.funkidslive.com/features/nancy-and-the-meerkats/nancys-journal-theatre-organ/>

também frequente encontrá-los em escolas de música que os disponibilizavam aos alunos para estudo e em casa de organistas, tal era a semelhança na interpretação entre este e o órgão de tubos.

Ainda nesta década, começam a surgir as primeiras combinações entre os geradores eletrónicos e os órgãos de tubos (as quais deram origem aos órgãos híbridos): a substituição das consolas dos órgãos antigos por consolas eletrónicas, a substituição do sistema de controlo elétrico dos tubos e a adição de vozes eletrónicas, essencialmente ao nível dos graves, o que, nos órgãos híbridos mais recentes e construídos de raiz, significa a supressão de cerca de 16 a 32 dos maiores tubos, correspondentes às notas mais graves (Davies, 2006a; The New Grove Dictionary of Musical Instruments, 1984a).

O primeiro órgão completamente eletrónico construído para uma igreja, em 1939, é da autoria de Jerome Markowitz, fundador da *Allen Organ Company*, que trabalhou durante anos para aperfeiçoar a replicação do som dos órgãos de tubos através do uso de circuitos de osciladores (The New Grove Dictionary of Musical Instruments, 1984a).



Figura 2.3 – Primeiros órgãos da *Allen Organ Company*²¹.

²¹ Fonte: Allen Organ Company LLC. (2016). *Allen Organ Company Museum Tour – Early Analog Years: 1937-1958*. Acedido em 8 de Abril de 2016. Disponível em: <http://www.allenorgan.com/www/company/museum/early1.html>.

O órgão eletrônico para a igreja é o mais direto rival do órgão de tubos e deve imitar as suas características o mais possível. O grande desafio reside na imitação das características únicas dos tubos enquanto elemento individual e enquanto registos, como o atraso de microssegundos existente (mais evidente nos tubos dos sons graves) entre o momento em que a tecla é premida e o respetivo som é ouvido, e o ruído momentâneo que antecede as notas na utilização de determinados registos. A grande dificuldade reside no facto de as frequências geradas nos órgãos eletrónicos estarem, geralmente, em fase perfeita umas com as outras²², o que não se verifica no órgão de tubos. Para contornar esta questão, em 1937 “Hammond introduced the ‘chorus generator’, a second tone-wheel generator which produces sounds slightly out of tune with those made by the principal generator; the two together create beats which enrich the sound quality.” (The New Grove Dictionary of Musical Instruments, 1984a, p. 675). Por volta de 1980, conseguiu-se atingir o mesmo resultado por meios eletrónicos.

A partir da década de 60, foram surgindo algumas versões não convencionais que tinham por base os órgãos eletrônico e de tubos. Estes instrumentos experimentais, para além de objetos de investigação acústica, pretendiam explorar as capacidades sonoras exagerando individualmente determinados aspetos da construção do órgão (Davies, 2006b).

Por volta dos anos 80, os órgãos eletrónicos começaram a ser largamente substituídos pelos teclados ou sintetizadores digitais, que eram não só mais pequenos e mais baratos do que os órgãos eletrónicos, como também eram mais versáteis e tinham mais funcionalidades. Hugh Davies (2006a, p. 164) refere que “(...) with the advent of digital circuitry and increasingly affordable computer memory, originally providing electronic sounds with sampled attacks, digital sampling has largely ousted all other methods of sound generation.” Assim, atualmente os órgãos digitais atingiram um grau de sofisticação e complexidade ultrapassada apenas pelo próprio órgão de tubos, oferecendo funcionalidades que o órgão de tubos não oferece, tais como a possibilidade

²² Este problema de fase acontece quando é utilizado o método de divisão de frequências para a produção de várias notas, a partir de frequências geradas apenas por um oscilador. Este problema também pode ocorrer quando existe apenas um oscilador para todas as notas e diferentes timbres são produzidos por filtros (The New Grove Dictionary of Musical Instruments, 1984a).

de utilizar sons de orquestra e de percussão, a possibilidade de escolha de conjuntos de afinação históricos e ajuda avançada para utilização da consola. Os melhores órgãos digitais têm características que permitem uma melhor simulação do som dos órgãos de tubos: o processamento digital do sinal, em que o som do órgão é produzido por processadores digitais (DSP²³) através de sistemas de síntese ou *sampling*²⁴ de sons gravados de órgãos de tubos; a técnica de *sampling*, que utiliza sons gravados de cada nota de alta qualidade; dependendo do tamanho do órgão, a utilização de vários canais para a melhor distribuição do som no espaço; as simulações de características do órgão de tubos, como as variações de pressão do ar (Pykett, 2002).

Nos primeiros órgãos eletrónicos, ainda não tão desenvolvidos quanto agora, a diferença tímbrica entre estes e os órgãos de tubos era bastante acentuada; hoje em dia, e com o constante desenvolvimento das técnicas de *sampling* e da própria tecnologia, os órgãos eletrónicos estão praticamente ao nível dos órgãos de tubos, sendo que as diferenças tímbricas são praticamente inexistentes. Ainda assim, outros defendem que o som de um órgão de tubos não é passível de ser duplicado eletronicamente (Nelson, 2009).

Estes órgãos foram largamente desenvolvidos nas duas últimas décadas e representam agora uma alternativa comum aos órgãos de tubos, particularmente nas igrejas, onde assumiram um papel importante. O facto de o custo e o tamanho destes instrumentos serem menores comparativamente a um órgão de tubos, de a manutenção ser mais rápida e mais barata, a possibilidade de escolha de uma ou mais vozes e a dispensabilidade de uma afinação regular, continuam a constituir um apelativo à aquisição do eletrónico/digital em detrimento do acústico²⁵ (Davies, 2006a).

²³ Do inglês, *Digital Signal Processors*.

²⁴ *Sampling* é um processo tecnológico que envolve a conversão do som em informação digital e posterior armazenamento, e recuperar esta informação e usá-la para reproduzir o som (The New Grove Dictionary of Musical Instruments, 1984a).

²⁵ A título de exemplo e utilizando valores estimativos, para órgãos eletrónicos e de tubos semelhantes nas suas capacidades, um órgão de tubos pode durar 100 anos, mas a partir dos 20 anos de utilização, e contando que o órgão não seja sujeito a grandes variações de temperatura, precisa de manutenção anual que pode rondar, por ano, 5% do valor do investimento inicial. Por outro lado, um órgão eletrónico, apesar de apresentar durabilidade de cerca de 25 anos, apresenta um custo inicial de 5% do custo do órgão de

Os órgãos eletrônicos continuarão a reproduzir o som do órgão de tubos com grande precisão, provavelmente melhorando a tecnologia de *sampling* e fazendo recurso à tecnologia MIDI²⁶, que permite que os órgãos eletrônicos reproduzam o som de qualquer instrumento (Nelson, 2009).

2.2 – Crescente importância do órgão eletrônico

Continua a ser debatido entre os organistas que não existe substituto para o órgão de tubos. No entanto, muitas igrejas optam por órgãos eletrônicos mais baratos por esta ser uma alternativa mais viável. Mesmo uma congregação que possa pagar um órgão de tubos mais modesto pode optar por um órgão digital equivalente a um órgão de tubos maior do que poderiam pagar ou acomodar fisicamente. No artigo *Understanding and Mastering Pipe and Electronic Organs: Technology and Technique for LDS Organists*, Irvin Nelson afirma que “One Church employee expressed it this way: ‘For the price of one pipe organ in Utah, we can build a dozen chapels in Africa.’ With the price difference so large, and the sound difference so slight, the policy makes sense” (2009, p. 3).

Os órgãos digitais também representam uma alternativa viável para igrejas que tenham tido um órgão de tubos e não consigam suportar os custos de manutenção, ou para o caso em que os órgãos de tubos não são financeiramente possíveis. Alguns defensores dos órgãos de tubos defendem que os órgãos digitais devem ser tidos como não mais do que um sistema hi-fi multi-notas com a durabilidade de outro qualquer equipamento eletrônico, enquanto um órgão de tubos continua a tocar sem grande necessidade de manutenção durante décadas (de facto, vários órgãos na europa têm

tubos e, ao nível de manutenção, necessitará, ao longo de todo o seu tempo útil de vida, de 10% do investimento inicial no órgão eletrônico (The Music Group Inc., 2015).

²⁶ *Musical Instrument Digital Interface* (MIDI) é uma tecnologia que permite que os instrumentos eletrônicos de vários tipos trabalhem em conjunto e com computadores.

centenas de anos). No entanto, o alto custo inicial dos órgãos de tubos tem limitado a sua produção.

As vantagens de um órgão eletrónico para uma igreja que precise de substituir um órgão de tubos são essencialmente financeiras, pois a versão eletrónica é mais barata e requer menos manutenção e afinação quando comparado com o instrumento acústico, dado que este não é afetado pelas variações de temperatura. Para além da questão económica, outras vantagens se destacam como o facto de o órgão eletrónico ter poucas partes móveis para além das teclas, poder ser facilmente controlado desde que o circuito esteja inteiramente acomodado na consola e ocupar menos espaço do que um órgão de tubos. Estas vantagens têm sido de grande importância nos últimos anos em que os custos laborais têm sido cada vez maiores e as igrejas têm menos capacidades financeiras.

Devido à complexidade e ao trabalho exaustivo que requer a construção de um órgão de tubos, a sua aquisição representa uma grande despesa económica. Com o surgir dos órgãos eletrónicos em meados do século XX, a igreja praticamente deixou de comprar órgãos de tubos, a não ser que algum membro da igreja oferecesse o valor da diferença (Nelson, 2009).

2.3 – aspetos acústicos e a problemática da reprodução sonora dos órgãos de tubos

Um órgão de tubos apresenta mais vantagens perante os órgãos eletrónicos e digitais, especialmente ao nível dos detalhes estéticos, ao nível da longevidade e dos materiais e mão-de-obra aplicados na sua construção. Musicalmente, os órgãos eletrónicos atuais encontram-se praticamente ao mesmo nível dos órgãos de tubos. Nem todos os órgãos de tubos soam bem nas igrejas em que estão inseridos e pouco pode ser feito para melhorar o som, enquanto um órgão eletrónico na mesma situação permite ajustar a reverberação eletronicamente. Para situações de concerto ou de

gravação de trabalhos, ou para substituições temporárias de órgãos de tubos nas igrejas, o órgão eletrônico também assume um papel inestimável (The New Grove Dictionary of Musical Instruments, 1984a).

Por outro lado, o órgão eletrônico direcionado às igrejas, que pretende quase exclusivamente a imitação do órgão de tubos, encontra alguns aspetos que são bastante difíceis de repetir, criando alguns obstáculos aos engenheiros eletrônicos.

As considerações técnicas envolvidas na criação de uma imitação eletrônica aceitável de um órgão de tubos são, essencialmente, a direccionalidade e a qualidade do som. A origem dos sons de um órgão de tubos é geralmente difusa e afastada do instrumentista, característica que não se verifica em outros instrumentos acústicos. Um órgão eletrônico numa igreja pode soar suficientemente autêntico com duas ou três colunas, preferencialmente móveis para criar efeitos sonoros diferentes.

Um dos grandes problemas na recriação do som do órgão de tubos reside na direccionalidade do som: enquanto num órgão de tubos as ondas sonoras são projetadas e têm reflexões em todas as direções, no órgão eletrônico isto só se verifica nos sons mais graves, apresentando problemas de direccionalidade especialmente acentuados na região aguda do espectro, pois nos sons mais graves a difusão do som ocorre sem problemas e nos sons mais agudos isso não se verifica²⁷. O problema é contornado colocando pás giratórias em frente das colunas que transmitam o som de forma a criar um efeito de difusão, ou colocando pequenas e várias colunas colocadas dispersamente pelo espaço (Davies, 2006a; The New Grove Dictionary of Musical Instruments, 1984a).

Este problema na direccionalidade afeta diretamente a percepção da espacialidade do som. Quando um órgão de tubos é tocado, as suas ondas sonoras são emitidas em todas as direções, levando a que o ouvinte perceba o som como vindo de todos os lados ao mesmo tempo, criando um efeito de espacialidade quase

²⁷ Em termos auditivos, a maior ou menor direccionalidade traduz-se, respetivamente, na maior ou menor facilidade em detetar a localização física da fonte sonora. Assim, os sons graves, com baixa direccionalidade, são difundidos de igual forma pelo espaço, enquanto nos sons agudos o mesmo não acontece.

tridimensional. Quando um órgão eletrônico é tocado, as ondas sonoras provenientes das colunas são emitidas de forma direcional, perdendo-se assim o efeito da espacialidade.

Outro obstáculo é a reprodução do timbre natural de um instrumento musical acústico: a replicação da estrutura sonora ao nível da envolvente dinâmica do sinal, ou seja o *attack*, *decay*, *sustain* e *release* de cada tubo, pois estes não são valores constantes. Entre o *attack* e o *decay*, “(...) the harmonic excursions which result add interest and identity. Here the word identity refers to the authentic reproduction of tone. The listener will readily recognize a trumpet, a flute, a principal, etc.” (Iacino, 1999). Por outro lado, a rajada de ar que precede o som, bem como a cor e a envolvimento sonora, que acontecem devido às variações aleatórias na altura de cada tubo individual, são características únicas e bastante difíceis de reproduzir.

A ressonância de um tubo é largamente determinada pelas suas perdas de energia. Estas perdas podem ser de dois tipos: perdas de viscosidade e condução de calor nas paredes dos tubos, que se verifica mais nas baixas frequências, e as perdas de radiação desde a boca até à abertura do tubo, o que se verifica mais nas frequências agudas. Com isto, para um dado comprimento do tubo (ou seja, para uma dada frequência fundamental), os tubos longos são ressoadores eficientes e sintonizados para a frequência fundamental e os seus primeiros harmónicos, o que resulta num som mais seco, opaco, e, até, flautado. Os tubos mais estreitos são bons ressoadores para uma grande variedade de harmónicos, e porque as frequências altas são irradiadas de forma mais eficiente do que as mais graves, o som é mais brilhante. Entre estes dois extremos estão os restantes tubos sonoramente característicos do órgão (Fletcher & Thwaites, 1983).

Uma outra grande dificuldade reside na impossibilidade de recrear a vibração por simpatia que acontece no órgão de tubos: quando dois objetos que têm a mesma frequência natural e um deles é colocado a vibrar, as ondas sonoras geradas vão fazer o outro objeto vibrar também. A vibração por simpatia acontece com bastante frequência no órgão de tubos, o que realça o som. Este efeito depende do número e posição dos

tubos que estão a ser utilizados e do facto de a pedaleira estar ou não a ser utilizada (Iacino, 1999).

Quando várias frequências são produzidas por diferentes órgãos de tubos, cada um com a sua localização, cada parcial de cada nota cria as suas próprias ondas sonoras que são transmitidas no ar, substancialmente independentes de todas as outras ondas sonoras. Cada onda sonora individual é refletida e parcialmente absorvida por todas as superfícies e elementos existentes na sala, pelo que o som ainda demora uma quantidade de tempo até chegar ao ouvinte. Porque o cérebro humano é tão extraordinariamente capaz, as diferenças do tempo que cada som leva a chegar aos dois ouvidos e a «sombra» gerada pela diferença temporal do som chegar a um ouvido e ao outro são percebidas e ajudam a dar uma sensação de complexidade do som. Este efeito desejável é composto quando potencialmente dezenas de tubos individuais são tocados simultaneamente pelo organista que constrói coros de sons. Em contraste, cada uma das poucas colunas de um órgão eletrónico produz apenas uma onda sonora que é o resultado da combinação elétrica de todos os parciais de todas as notas a serem tocadas. A complexidade das reflexões pela sala e a correspondente sensação de preenchimento sonoro do som resultante é muito mais reduzida (The New Grove Dictionary of Musical Instruments, 1984a).

Uma outra diferença é que a combinação elétrica dos parciais da mesma nota de mais do que um registo, ou parciais coincidentes de diferentes notas, levam a que certos componentes do som resultante sejam mais fortes e outros mais suaves do que quando o som de diferentes notas de tubos independentes são combinadas no ouvido. Se os parciais forem combinados eletricamente, verificam-se pequenas diferenças na altura, resultando num som menos natural. Estes fatores geralmente levam a uma modificação sonora peculiar comum em bastantes órgãos eletrónicos. As vantagens tonais de um conjunto de tubos perante algumas colunas são baseadas em princípios científicos (Iacino, 1999).

CAPÍTULO 3 – Casos de estudo: órgãos utilizados

3.1– Basílica do Bom Jesus

As bases daquele que é agora o Santuário do Bom Jesus de Braga foram mandadas construir no ano de 1494, num local onde existia uma Cruz e uma ermida onde os devotos iam em romaria. A iniciativa partiu do arcebispo D. Jorge da Costa II, que pretendia fortalecer a fé dos devotos da diocese de Braga. Este conjunto arquitetónico inicial passou por várias alterações, onde foram introduzidos o escadório, as capelas, rampas, fontes e uma igreja. Uma vez que recebia uma grande quantidade de peregrinos e que já começava a ameaçar a ruína, esta igreja foi demolida para a construção de outra maior. Assim, em 1784, e com projeto do arquiteto Carlos Amarante, começaram as obras para aquela que é agora a igreja do Bom Jesus de Braga (Confraria do Bom Jesus do Monte, 2016).

A igreja é em forma de cruz, sendo constituída por uma nave. Esta é uma das primeiras igrejas dentro do estilo neoclássico em Portugal, apresentando um interior com linhas mais sóbrias e sem os excessos decorativos típicos do Barroco.



Figura 3.1 – Interior da basílica do Bom Jesus²⁸.

Existem duas zonas dedicadas ao coro, sendo que a primeira é mais pequena e encontra-se localizada atrás do órgão eletrónico, de posição mais centrada na igreja e próxima ao altar-Mor. A segunda, utilizada com menos frequência, encontra-se no coro alto, no extremo oposto ao altar-Mor, localizando-se o órgão de tubos no seu lado direito.

O órgão eletrónico é da marca *Viscount*, modelo *Prestige ii*, com três manuais de 61 teclas cada, pedaleira de 32 notas, vozes orquestrais, pedais de expressão e outros efeitos possíveis.

²⁸ Fotografia de Sofia Gonçalves (2016).



Figura 3.2 – Órgão eletrónico do Bom Jesus²⁹.

O órgão de tubos que se encontra atualmente na igreja do Bom Jesus foi transferido do extinto Mosteiro de Bouro, no ano de 1855. Esta transferência não foi fácil pois o espaço destinado ao órgão era mais reduzido do que o original, obrigando a algumas adaptações. No plano original, o órgão era constituído por 1692 tubos, 38 registos e dois teclados (Arquidiocese de Braga, Câmara Municipal de Braga, & Santa Casa da Misericórdia de Braga, 2014).



Figura 3.3 – Manuais do órgão de tubos do Bom Jesus³⁰.

²⁹ Fotografia de Sofia Gonçalves (2016).

³⁰ Fotografia de Sofia Gonçalves (2016).



Figura 3.4 – Órgão de tubos do Bom Jesus³¹.

3.2– Sé Catedral de Braga

Crê-se que o atual edifício da Sé de Braga foi construído nas fundações de um templo romano, que existiu no século III. A história desta catedral está documentada a partir do ano 1070, com o bispo D. Pedro como incentivador da construção primordial da Sé. Este edifício foi sofrendo alterações, inicialmente pequenos detalhes mas, com o decorrer dos séculos, as modificações tornaram-se mais profundas, acabando por restar pouco do edifício original.

No seu interior, a igreja é constituída por três naves. O seu interior austero e fechado remete inteiramente para o período barroco, onde se destacam em todos os lugares da Sé, desde as naves até ao coro alto, os requintados adornos e os detalhados ornatos em talha dourada – “transformaram-se os altares, cobriram-se de estuques e

³¹ Fotografia de Sofia Gonçalves (2016).

pinturas todas as paredes; a Sé tornou-se uma festa, um apelo aos sentidos” (Catedral de Santa Maria de Braga, 2007).

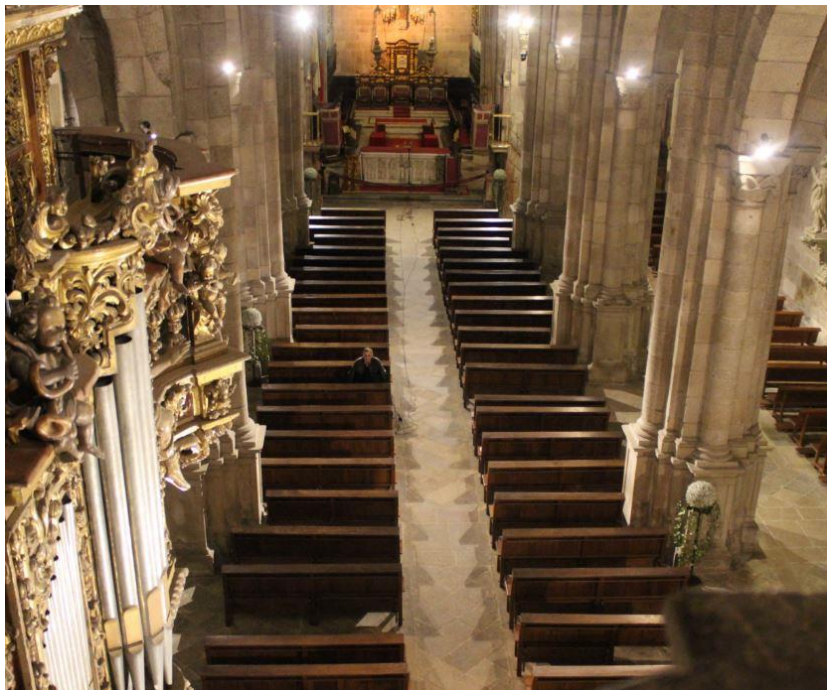


Figura 3.5 – Interior da Sé Catedral de Braga³².

Existem duas zonas dedicadas ao coro. Tal como no caso da igreja do Bom Jesus, a primeira zona é mais pequena e encontra-se ao lado do órgão eletrónico, na parte direita e em frente ao altar-Mor. Também aqui se encontra um órgão positivo. A segunda zona do coro localiza-se no coro alto, este centrado entre os dois órgãos de tubos existentes na catedral.

O órgão eletrónico é da marca *Viscount*, com 2 manuais de 61 teclas cada, pedaleira, 36 registos, vozes orquestrais, pedais de expressão e outros efeitos possíveis.

³² Fotografia de Sofia Gonçalves (2016).

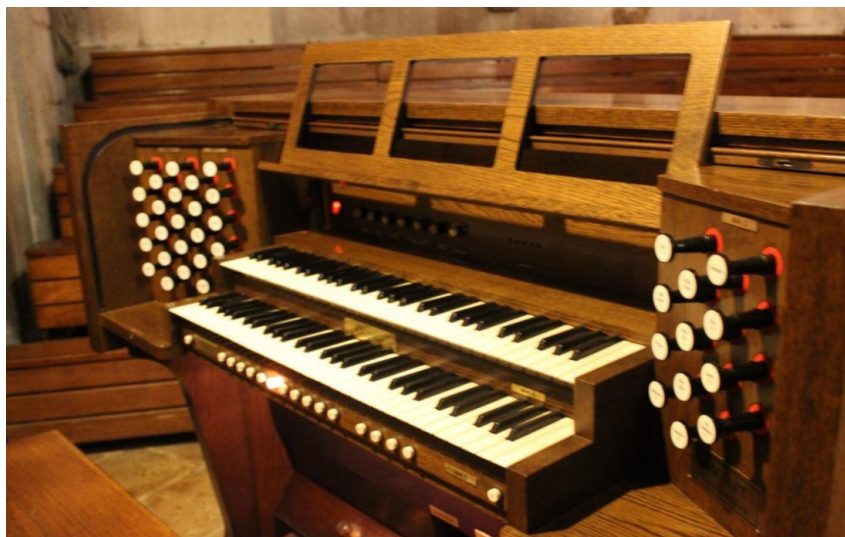


Figura 3.6 – Órgão eletrónico da Sé³³.

Os órgãos de tubos, perfeitos exemplares da organaria ibérica, foram construídos entre 1737 e 1739, pelo mestre organeiro Frei Simon Fontanes, com a decoração a cargo do bracarense Marceliano de Araújo e pintura e douramento de Manuel Furtado. O órgão maior é o do lado do Evangelho (à esquerda), que apresenta dois manuais com a primeira oitava curta, 2400 tubos, 48 meios-registos³⁴. O órgão menor, do lado da Epístola, possui apenas um manual, 1157 tubos e 28 meios-registos. O órgão utilizado para o estudo foi o órgão maior (Arquidiocese de Braga, Câmara Municipal de Braga, & Santa Casa da Misericórdia de Braga, 2014).

³³ Fotografia de Sofia Gonçalves (2016).

³⁴ Estes 48 meios-registos são correspondentes a três secções distintas no órgão chamadas «grande órgão», «ecco» e «cadeireta ou positivo de costas», o que confere maior volume sonoro.



Figura 3.7 – Manuais do órgão do Evangelho³⁵.

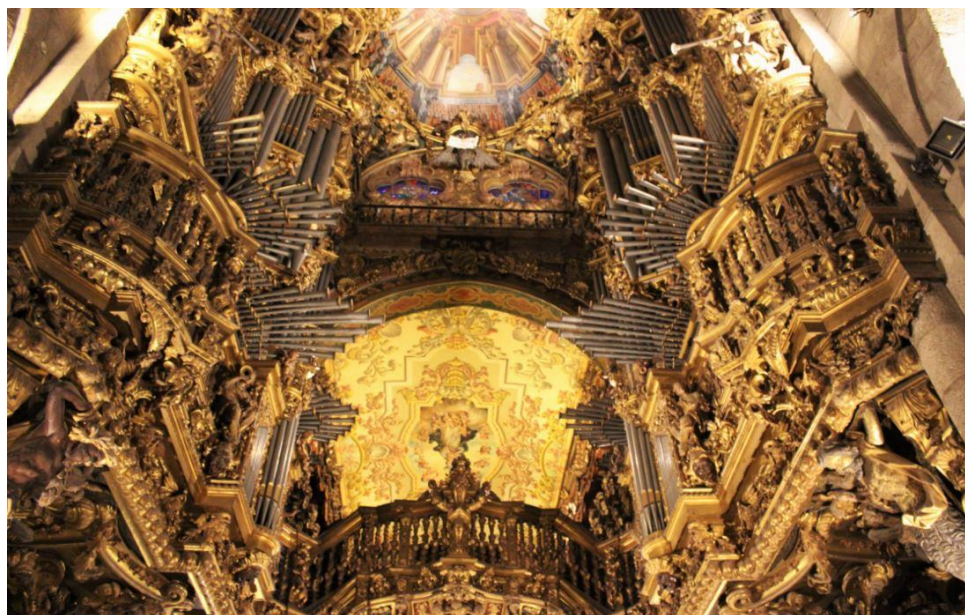


Figura 3.8 – Órgãos de tubos da Sé e coro alto ao centro³⁶.

³⁵ Fotografia de Sofia Gonçalves (2016).

³⁶ Fotografia de Sofia Gonçalves (2016).

3.3– Igreja de São Lázaro

A igreja primitiva de São Lázaro não era mais do que uma pequena ermida erigida ao lado de um pequeno hospital dedicado à cura dos leprosos. Pelo facto de esta ser uma doença bastante contagiosa, estes edifícios localizavam-se fora das muralhas da urbe medieval. Foi provavelmente fundada no século XVI pelo arcebispo D. Diogo de Sousa e tornou-se paróquia oficial de S. Lázaro em 1754, aquando das necessárias obras de amplificação, face ao crescimento demográfico que se verificava. Devido ao projeto de construção e alargamento da Avenida da Liberdade, em 1976 a igreja foi demolida e construiu-se um novo templo junto ao local da antiga igreja (Oliveira, 1999).

Este novo templo é um projeto de arquitetura moderna, de linhas retas semelhantes ao interior de um anfiteatro. No seu interior, tem capacidade para cerca de 800 pessoas sentadas.

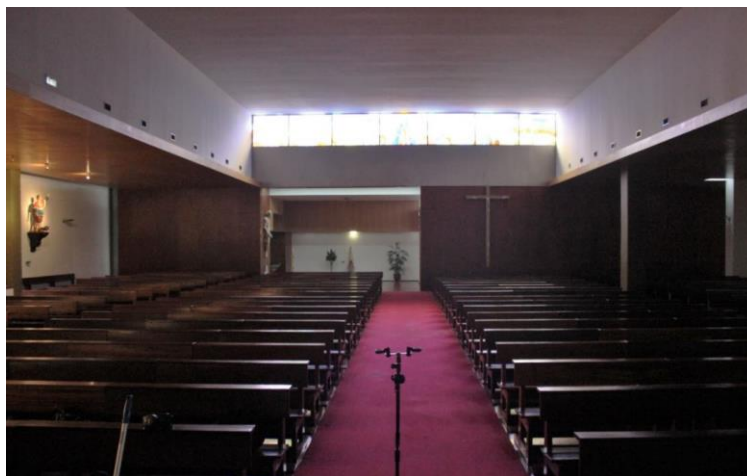


Figura 3.9 – Interior da igreja de S. Lázaro³⁷.

Existem duas zonas dedicadas ao coro, sendo que ambas se encontram localizadas ao lado de cada um dos órgãos, na lateral direita, ao centro da igreja. Os órgãos encontram-se separados por um espaço aberto (de acesso a outra divisão).

³⁷ Fotografia de Sofia Gonçalves (2016).



Figura 3.10 – Localização dos órgãos em S. Lázaro³⁸.

O órgão eletrónico é da marca *Viscount*, modelo *Prestige I*, com 3 manuais de 61 teclas cada, pedaleira, vozes orquestrais, pedais de expressão e outros efeitos possíveis.

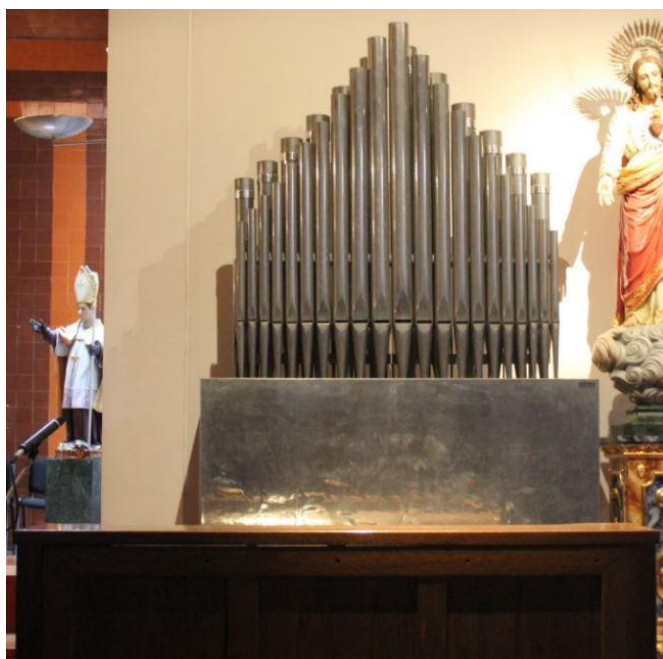


Figura 3.11 – Órgão eletrónico da igreja de S. Lázaro³⁹.

O órgão de tubos, construído para a antiga igreja de S. Lázaro, foi construído por Manuel de Sá Couto, em 1817. Este é um órgão positivo com 432 tubos e dez registos

³⁸ Fotografia de Sofia Gonçalves (2016).

³⁹ Fotografia de Sofia Gonçalves (2016).

divididos, o que permite a conjugação de duas sonoridades diferentes no único manual que possui (Arquidiocese de Braga, Câmara Municipal de Braga, & Santa Casa da Misericórdia de Braga, 2015).



Figura 3.12 – Manual do órgão de tubos de S. Lázaro⁴⁰.



Figura 3.13 – Órgão de tubos de S. Lázaro⁴¹.

⁴⁰ Fotografia de Sofia Gonçalves (2016).

⁴¹ Fotografia de Sofia Gonçalves (2016).

CAPÍTULO 4 – Estudo acústico das sonoridades dos órgãos de três igrejas de Braga

Neste capítulo será apresentada a metodologia utilizada para o estudo acústico das sonoridades dos órgãos das igrejas do Bom Jesus, da Sé Catedral e de S. Lázaro, a fim de comparar os órgãos de tubos e eletrónico ao nível das suas características objetiva e subjetivas.

4.1 – Seleção das igrejas

Foram selecionadas três igrejas do centro de Braga como amostra. A igreja da Sé e a igreja do Bom Jesus apresentam as características principais da arquitetura tradicional das Sés e Basílicas portuguesas, tais como a evidência de pelo menos um espaço central designado de nave; os tetos bastante altos e geralmente abobadados; a localização do presbitério, geralmente mais alto em relação à nave⁴². Por outro lado, a atual igreja de S. Lázaro é um exemplar de arquitetura moderna aplicada às igrejas. Aqui, este espaço assemelha-se quase a um anfiteatro, com linhas bastante quadradas, com uma menor quantidade de adereços decorativos quando comparada com os espaços anteriores. Aqui, a linha imaginária que separa o presbitério e a nave é pouco evidente.

⁴² Local onde se localiza o altar.

4.2 – Método utilizado

Para a análise destas características procedeu-se à gravação de sons nas três igrejas. Os sons escolhidos para a gravação foram notas e acordes. Mais especificamente, foi escolhida a nota Dó e o acorde correspondente maior, repetidos ao longo de toda a extensão do teclado, em dois locais diferentes da igreja. Ao todo, para cada órgão e para cada localização, foram gravados cinco notas e quatro acordes. Este procedimento foi repetido com as mesmas notas em três registos diferentes, no órgão de tubos e no órgão eletrónico.

Todos os registos utilizados nas gravações foram escolhidos por serem utilizados durante o acompanhamento de momentos religiosos. O facto de os registos poderem ser encontrados tanto no órgão de tubos como no órgão eletrónico, dentro da mesma igreja, também foi um critério de escolha. No entanto, e como os registos encontrados nos órgãos de tubos diferem de igreja para igreja, tentaram-se utilizar os registos mais semelhantes.

Tabela 4.1 – Registos utilizados nas gravações

	Bom Jesus	Sé Catedral	S. Lázaro
1º Registo	Flautado de 12 palmos	Flautado de 13	Violão + Flauta doce
2º Registo	Flautado de 12 pés + 8ª real	Flautado de 13 + 8ª real	Flautado de 6 + 8ª real
3º Registo	Flautado de 12 pés + 8ª real + Pífano	Flautado de 13 + 8ª real + Quinzena e dezanovena	Quinzena + Dozena

Os registos escolhidos foram os mais utilizados para o acompanhamento musical durante os atos religiosos, tendo em conta que o registo existisse no órgão de tubos e no órgão eletrónico.

As gravações foram feitas nos locais constantes da tabela 4.1. Nas figuras 4.1 a 4.3, inclusive, encontram-se os arranjos finais dos dispositivos de gravação e dos órgãos.

Tabela 4.2 – Legenda do posicionamento dos órgãos e dos microfones.

Órgãos de Tubos		Microfones	
O.T.	Órgão de Tubos	1	Centro da nave
O.E.	Órgão eletrónico	2	Altar

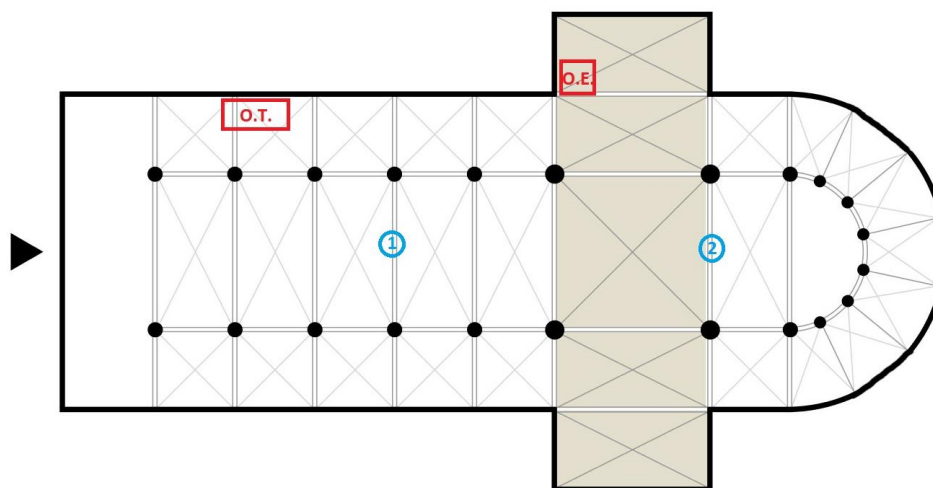


Figura 4.1 – Localização dos órgãos e dos microfones no Bom Jesus⁴³.

⁴³ A planta apresentada não é a planta original do Bom Jesus pois esta não existe em qualquer tipo de suporte. Assim, foi editada a imagem de uma planta semelhante. Fotografia de Sofia Gonçalves (2016).

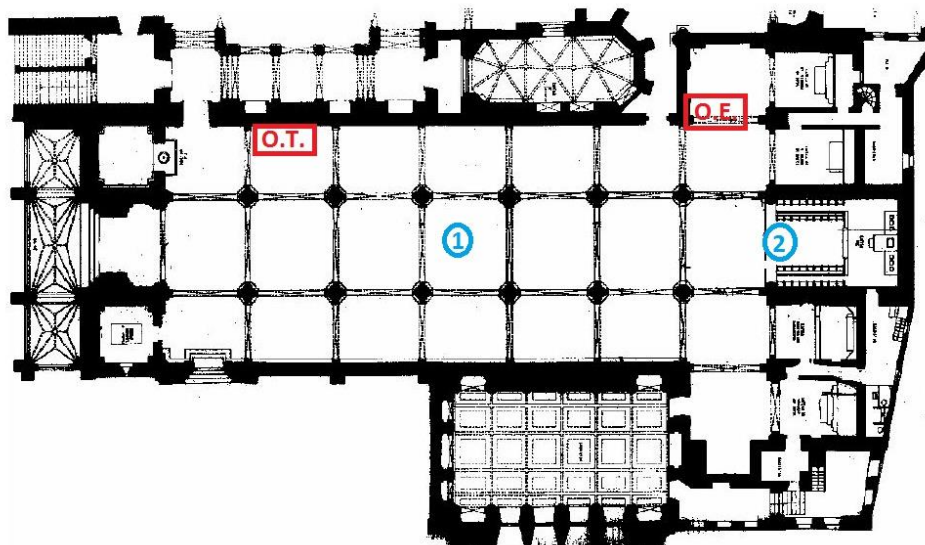


Figura 4.2 – Localização dos órgãos e dos microfones na Sé⁴⁴.

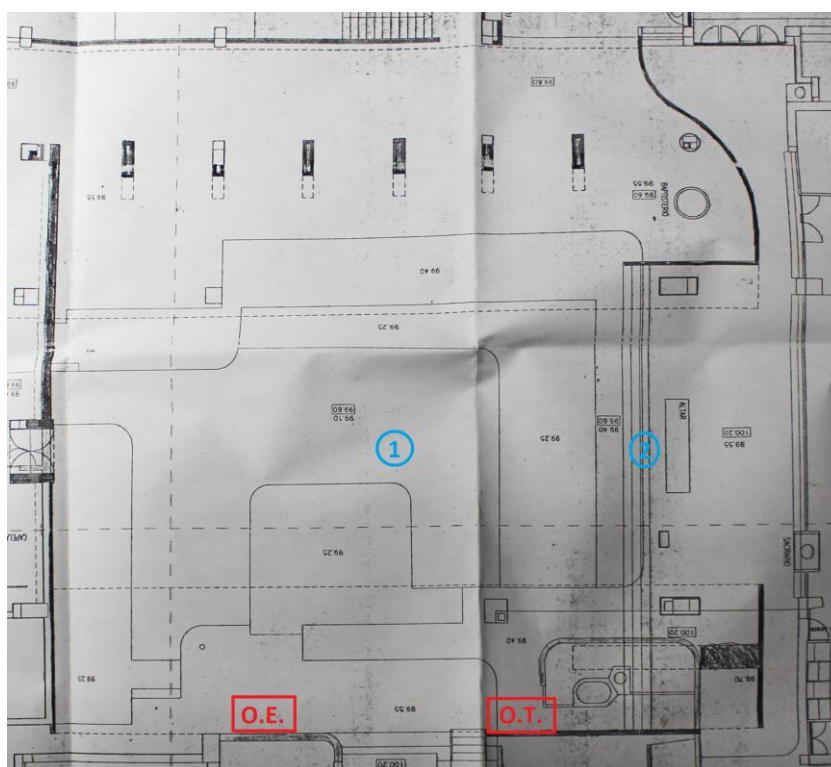


Figura 4.3 – Localização dos órgãos e dos microfones em S. Lázaro⁴⁵.

⁴⁴ Fonte: Silva, Telma E. L. (2008). *Guião da Acústica de Igrejas em Portugal*. Mestrado Integrado em Engenharia Civil – 2007/2008 – Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2008.

⁴⁵ Fotografia de Sofia Gonçalves (2016).

Para o processo de gravação, foram utilizados dois microfones *Behringer C1 Studio Condenser*, mesa de mistura *Roland VM-3100* e mesa de gravação *Roland Digital Studio VS-1680*.

Os microfones utilizados são condensadores, sendo mais sensíveis às variações dinâmicas. Estes microfones cardioides foram colocados lado a lado, da seguinte forma:



Figura 4.4 – Posição dos microfones⁴⁶.

Na utilização das mesas, não foram aplicados quaisquer efeitos ao som, para que o resultado da gravação fosse o mais semelhante possível ao emitido.

Para a avaliação das características subjetivas, foi selecionado um grupo de 24 pessoas que avaliou individualmente as características objetivas descritas no subcapítulo seguinte. A escolha dos auditores teve como principal critério a seleção de um grupo que tivesse conhecimento das características acústicas em questão. O grupo foi constituído por pessoas ligadas à música e por pessoas sem relação intrínseca com a música, de forma a constituir um grupo representativo do público-alvo que frequenta as cerimónias religiosas. Cada um dos indivíduos foi sujeito a todas as audições, sem conhecimento de qual dos órgãos se encontrava a reproduzir. O questionário preenchido por cada ouvinte encontra-se no anexo A e foi construído com base no

⁴⁶ Fotografia de Sofia Gonçalves (2016).

questionário aplicado por António Morgado na elaboração da tese *Estudo Acústico de Igrejas Portuguesas através de Parâmetros Subjetivos* (1996)⁴⁷, onde o autor faz um estudo da resposta e desempenho acústicos de um grupo de igrejas e estabelece uma relação com outros parâmetros subjetivos, determina fórmulas simples que preveem parâmetros acústicos subjetivos pelo a partir de dados arquitetónicos, e analisa a adequação do uso da música e da palavra em cada espaço.

Na análise das gravações, foi utilizado o software *Sonic Visualizer*, que permitiu a comparação dos níveis de intensidade das notas e acordes.

Para a análise das características subjetivas, foi feita a média dos valores (de um a sete) assinalados no questionário, com exceção da característica relativa ao equilíbrio tímbrico, que foi escolhida a moda do valor assinalado (um ou sete).

4.3– Descrição das características

Para a caracterização do espaço sonoro de cada uma das catedrais, serão utilizados determinados termos acústicos. As características acústicas podem ser consideradas objetivas, quando podem ser definidas por valores concretos, ou subjetivas, quando são dependentes diretamente das características objetivas ou são definidas por atributos qualitativos.

No artigo *Investigating polynomial approximations for the spectra of the pipe organ sound*, quanto à classificação dos parâmetros em subjetivos e/ou objetivos, os autores referem:

“(...) it should be noted that apart from such basic terms as loudness or pitch perception, there are several or even a dozen subjective terms for sound timbre, such as brightness,

⁴⁷ Morgado, António E. J. (1996). *Estudo acústico de igrejas portuguesas através de parâmetros subjetivos*. Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal.

depth, sharpness, warmth, etc., which do not have such simple objective equivalents as these two basic attributes. Some of them, however, are classified as objective through the fact that a majority of researchers agreed on a certain mathematical formula to describe them (...). Other definitions of sound parameters arose on the basis of proposals made by acousticians; they were formulated on the basis of features of musical instrument sounds.” (Czyzewski, Kaczmarek & Kostek, 1999, p. 9).

Luís Henrique (2011) considera que as principais características subjetivas de uma sala são os que resultam da percepção dos ouvintes, como a reverberância, intimidade, clareza, envolvimento e sensação de intensidade.

4.3.1– Intensidade

A intensidade sonora é uma grandeza física objetiva que dá a medida da densidade da potência de um som propagado numa direção específica, e representa o fluxo de energia por unidade de área.

A intensidade com que ouvimos um som é apenas uma pequena parte da potência sonora radiada pela fonte sonora. A medição da intensidade é feita com base em três grandezas físicas que são a potência acústica, a intensidade sonora e a pressão acústica (ou sonora).

Quando um instrumento musical mecânico produz som, o volume do som produzido altera com o tempo de uma forma que varia de instrumento para instrumento. O envelope é uma forma de adaptar o timbre do sintetizador, para tornar o som mais semelhante ao do instrumento mecânico (Ciaramella et al., 2011).

Em praticamente todos os sons naturais, o aumento da intensidade está associado não apenas com um aumento uniforme no nível de pressão sonora em todas as frequências, como também com a alteração do declive do espectro de frequências de forma a dar mais peso nas componentes das frequências mais elevadas. Esta é uma

consequência natural das não-linearidades associadas com a produção desses sons (Ciaramella et al., 2011).

A intensidade (I) na sala mede-se através de uma fonte omnidirecional radiando energia sonora e é dada, matematicamente, pela razão entre a pressão sonora medida num recetor a considerar e num campo livre à distância de 10 m da fonte sonora (Henrique, Acústica Musical, 2011):

$$I = 10 \log \frac{\text{Energia total recebida}}{\text{Energia do som direto a 10 m da fonte}}$$

4.3.2– Sensação de Intensidade

A sensação de intensidade é uma característica subjetiva que representa a intensidade sonora sentida no local da audição. Esta está relacionada diretamente com o tempo de reverberação, com as características reflexivas da sala, com o maior ou menor grau de absorção da sala e com a distância do ouvinte à fonte sonora. Outros aspetos podem influenciar a intensidade sentida como a espacialidade, a direccionalidade e o ruído interior e/ou exterior (Henrique, 2011).

A sensação de intensidade varia com a frequência, ou seja, duas frequências diferentes mas com a mesma pressão sonora não são sentidas com a mesma intensidade. As curvas de Fletcher & Munson quantificam a sensação de intensidade:

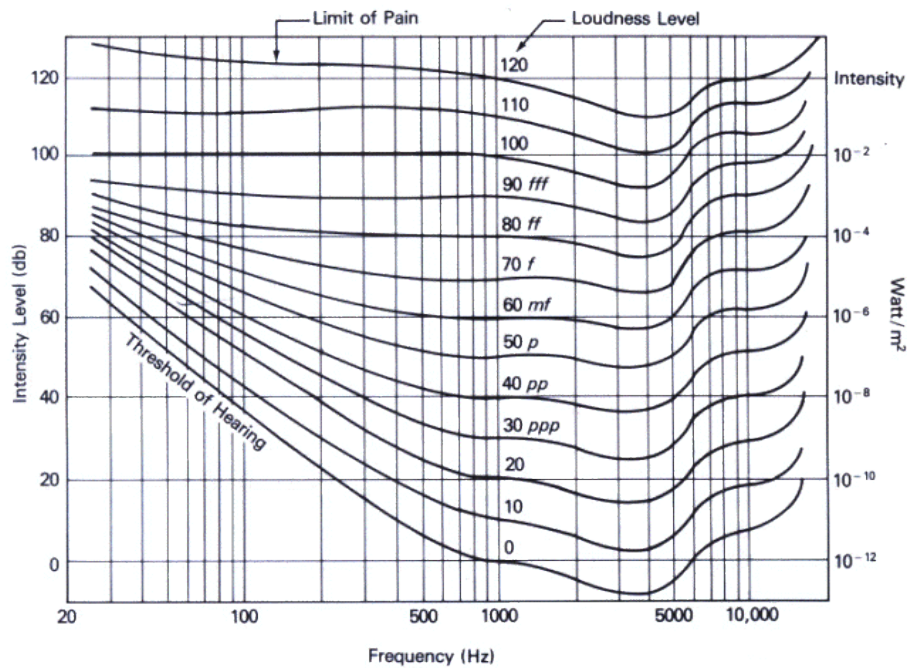


Figura 4.5 – Curvas de Fletcher & Munson⁴⁸.

Particularmente, este gráfico demonstra que a resposta do sistema auditivo não é a mesma para todas as frequências.

4.3.3– Clareza

A clareza ou definição de uma sala é uma característica subjetiva da sala que mede o grau de percepção dos detalhes musicais ou o grau de definição com que os sons emitidos são percebidos pelo ouvinte. A clareza está dependente do tempo de reverberação, das características reflexivas das superfícies da sala e da execução do músico (Henrique, 2011).

Alguns aspetos relacionados com a ocupação do espaço podem aumentar a clareza, como a redução do tempo de reverberação induzida pela maior absorção sonora implícita pelo aumento da audiência, a redução do efeito de eco verificada pela

⁴⁸ Fonte: Duiops. (2007). *Curvas de Fletcher Munson*. Acedido em 14 de Março de 2016. Disponível em: <http://www.duiops.net/hifi/enciclopedia/curvas-fletcher-munson.htm>

presença de audiência que permite a diminuição das reflexões entre o chão e o teto e com maior influência se o teto for arqueado, e o aquecimento das igrejas no inverno, alterando os valores de temperatura e humidade, levando ao aumento da velocidade de propagação do som e a absorção do ar nas baixas e médias frequências, o que leva, mais uma vez, à redução do tempo de reverberação (Carvalho, Desarnaulds, & Monay, 2002).

Por outro lado, aspetos como o aumento do ruído produzido pela audiência e o aumento da distância da audiência à fonte sonora, são fatores que diminuem a clareza (Carvalho, Desarnaulds, & Monay, 2002).

4.3.4– Reverberância

A reverberância é o sentido da reverberação no espaço ao longo do tempo, dando uma ideia aproximada do tempo que o som demora a extinguir-se. Esta característica subjetiva depende do tempo de reverberação e, essencialmente, da reverberação das frequências médias e altas. A reverberação das frequências graves está mais associada à sensação de intimidade e «calor» do som (Henrique, 2011).

4.3.5– Direcionalidade

A direcionalidade é uma característica subjetiva que pode ser caracterizada como a sensação de que o som vem na direção em que a fonte sonora é vista. Por vezes pode acontecer de sentir que o som é emitido de um ponto diferente daquele em que é observada a fonte sonora (Henrique, 2011).

4.3.6– Equilíbrio tímbrico

Esta característica subjetiva pode ser definida como a sensação de que não há desigualdade na recepção de todos os tipos de sons, relativamente a frequências altas e baixas. Esta característica subjetiva é geralmente aplicada em instrumentos de timbres e extensão bem diferentes, no entanto, será aqui utilizada para a comparação do órgão de tubos e do órgão eletrônico, cujos timbres pretendem ser iguais (Henrique, 1994).

CAPÍTULO 5 – Estudo comparativo das intensidades medidas de todos os órgãos gravados

5.1 – Análise da intensidade

As gravações efetuadas encontram-se em CD anexo disponível na contracapa, os gráficos obtidos para análise das intensidades encontram-se disponibilizados no anexo B.

Ao nível do órgão de tubos do Bom Jesus, verifica-se que a intensidade aumenta gradualmente com o aumento da complexidade da registação. Esta diferença nota-se especialmente na primeira nota tocada, o dó mais grave, pois a sua intensidade é quase nula, com exceção do último registo, talvez por este ser mais complexo e resultar da sobreposição de registos.

As intensidades melhor captadas foram na faixa de frequências média alta nas gravações ao centro e as médias graves nas gravações feitas no altar.

Ao nível do órgão eletrónico, no Bom Jesus, e pela análise dos gráficos, este apresenta sempre valores mais baixos de intensidade do que os registados pelo órgão de tubos. De forma geral, as intensidades aumentam com o aumento da complexidade da registação. Também é de reparar que aqui, a intensidade da nota dó mais grave é praticamente equivalente às outras notas tocadas, não sendo esta a nota com menor intensidade.

A faixa frequencial média alta é a que apresenta os valores de intensidade mais baixos, característica mais evidenciada na gravação feita no altar.

Como seria de esperar, pela maior distância à fonte, os valores de intensidade diminuem no altar para ambos os órgãos, mas de forma mais acentuada no órgão de tubos pois está colocado ao fundo da igreja.

Na Sé Catedral os resultados são semelhantes. Ao nível do órgão de tubos, verifica-se a intensidade mais baixa na primeira nota e acorde tocados, e um aumento geral dos valores de intensidade com o aumento da complexidade da registação. Este aumento verifica-se de forma mais acentuada nas gravações feitas na nave.

As intensidades melhor captadas foram na faixa de frequências média grave tanto nas gravações ao centro como nas gravações no altar.

No órgão eletrónico verifica-se, também, que as intensidades medidas são sempre inferiores ao órgão de tubos, com exceção da nota mais grave. Esta diferença é mais acentuada entre os órgãos da Sé do que nos do Bom Jesus.

De uma forma geral, os valores de intensidade no órgão eletrónico são bastante semelhantes ao longo do espetro, verificando-se apenas uma descida dos valores na nota dó mais aguda. Nas gravações efetuadas no altar, os valores de intensidade mantêm a linearidade ao longo de cada registo, mas aumentam gradualmente com o aumento da complexidade da registação. Ao nível dos acordes e nos registos mais simples, percebe-se que a intensidade aumenta com a progressão frequencial dos acordes tocados.

Também aqui se verifica que os valores de intensidade são bastante lineares no órgão eletrónico, quer em cada nota e acorde, quer ao longo da progressão das frequências.

Pela maior distância à fonte, os valores de intensidade diminuem no altar para ambos os órgãos, de forma mais acentuada no órgão de tubos. As intensidades medidas no órgão eletrónico são superiores às do órgão de tubos apenas nos acordes do registo mais complexo das gravações feitas no altar.

Na igreja de S. Lázaro, ao nível do órgão de tubos, mais uma vez se verifica a fraca intensidade da nota e acorde mais graves, mais evidente nas registações mais simples, sendo o segundo registo o que apresenta as intensidades mais elevadas. A gama frequencial que mais se destaca é o registo médio, em todas as gravações.

No órgão eletrónico, os registos não são tão lineares na intensidade individual de cada nota e acorde quanto os das igrejas anteriores, mas mantêm a linearidade da

intensidade ao longo da progressão frequencial. A gama frequencial de menor intensidade encontra-se na região mais aguda do espetro, evidente em todas as gravações efetuadas no centro.

Os valores de intensidade do órgão de tubos aumentam da nave para o altar, verificando-se um aumento acentuado com o aumento da complexidade da registação. Já no órgão eletrónico, na mesma transição, a intensidade diminui, sendo esta diferença mais acentuada nas registações mais complexas, e de forma mais evidente nas notas e acordes mais agudos. No entanto, o registo agudo ainda é o que apresenta maior intensidade.

Comparativamente, os valores de intensidade do órgão eletrónico são menores do que os verificados no órgão de tubos, no centro da nave e no altar. Mesmo no altar, em que o órgão de tubos se encontra localizado mais longe, caso do Bom Jesus e da Sé, os valores do órgão eletrónico são superiores⁴⁹. No caso de S. Lázaro, o órgão mais próximo do altar é o de tubos, mas em nenhuma das gravações feitas na igreja se encontram registos do órgão eletrónico superior aos do órgão de tubos.

De uma forma geral, o órgão eletrónico apresenta valores de intensidade mais constantes dentro da mesma nota ou acorde, quando comparado com o órgão de tubos. Pelos gráficos analisados, os valores de intensidade no órgão eletrónico são quase sempre inferiores aos do órgão de tubos, exceções encontradas de forma esporádica apenas ao nível das notas mais agudas e, com menos frequência ainda, ao nível da nota mais grave.

Os valores mais baixos de intensidade na nota dó mais grave devem-se ao facto de o tubo correspondente a esta nota se localizar no interior do órgão, e também por este ser um tubo de madeira e, portanto, com menor projeção sonora. Assim, este é um problema que pode assumir um carácter mais relevante no órgão de tubos, pois o órgão eletrónico é desprovido de tubos.

⁴⁹ A única exceção verifica-se nos acordes do último registo gravado no altar da Sé de Braga.

No entanto, verifica-se que, com o aumento da registação, as notas mais graves tornam-se mais presentes auditivamente, aproximando-se, por valores inferiores, da intensidade das notas mais agudas. Conclui-se que o problema pode ser contornado com o reforço da registação.

De forma geral, verifica-se que a intensidade aumenta com o incrementar da complexidade da registação, facto mais evidente no caso do órgão de tubos.

Pela análise dos gráficos, conclui-se que os maiores níveis de intensidade no órgão de tubos se localizam na região média do espectro frequencial, e a melhor projeção dos agudos acontece no órgão eletrónico.

5.2– Análise de parâmetros subjetivos

A análise detalhada dos parâmetros acústicos subjetivos definidos em 5.3 – sensação de intensidade, clareza, reverberância, direcionalidade, equilíbrio tímbrico –, permitirá obter dados estatísticos sobre as características sonoras de ambos os órgãos em duas localizações espaciais diferentes, dentro da mesma igreja, permitindo estabelecer uma distinção entre o órgão eletrónico e o órgão de tubos.

Os resultados dos cinco parâmetros acústicos subjetivos são apresentados a seguir. Estes são os registos recolhidos nas três igrejas:

Tabela 5.1 – Valores médios obtidos para o órgão de tubos.

Órgão de Tubos										
	Sensação de intensidade		Clareza do discurso musical		Reverberância		Direcionalidade		Equilíbrio tímbrico	
	Nave	Altar	Nave	Altar	Nave	Altar	Nave	Altar	Nave	Altar
Bom Jesus	4.8	4.16	4.48	4.2	5.68	5.32	3.6	3.28	1	1
Sé	4.8	4.56	5.24	5	4.76	4.52	3.92	3.72	7	7
S. Lázaro	5.4	5.6	5.28	5.44	4.28	4.2	4.96	5.08	7	7

Tabela 5.2 – Valores médios obtidos para o órgão eletrônico.

Órgão Eletrónico										
	Sensação de intensidade		Clareza do discurso musical		Reverberância		Direcionalidade		Equilíbrio tímbrico	
	Nave	Altar	Nave	Altar	Nave	Altar	Nave	Altar	Nave	Altar
Bom Jesus	4.72	4.96	5.04	5.16	4.88	5.08	3.8	3.96	7	7
Sé	4.16	4.6	4.44	4.84	4.08	4.44	3.4	4	7	7
S. Lázaro	4.92	4.88	4.96	4.8	3.64	3.44	4.68	4.56	7	7

Pela análise dos dados, verifica-se que, em todas as igrejas, o órgão de tubos é considerado o instrumento com maior sensação de intensidade. Pelos valores médios

obtidos, arredondando para valores unitários e estabelecendo correspondência com as designações do questionário, a sensação de intensidade poderia ser classificada como «forte» ou «bastante forte». A exceção acontece na Sé e no Bom Jesus, quando a gravação é feita no altar, mas tal poderá ser explicado pelo facto de a proximidade do órgão eletrónico ao altar ser maior.

Com exceção da igreja do Bom Jesus, o órgão de tubos foi sempre considerado o instrumento com mais clareza no discurso musical, apesar de o órgão eletrónico apresentar valores pouco mais baixos. Pelos valores médios obtidos, arredondando para valores unitários e estabelecendo correspondência com as designações do questionário, a clareza de ambos os órgãos poderia ser classificada maioritariamente como «clareza boa».

Ao nível da reverberância, o órgão de tubos apresenta valores mais elevados que o outro órgão, independentemente da igreja e da localização de gravação dos microfones. Pelos valores médios obtidos, arredondando para valores unitários e estabelecendo correspondência com as designações do questionário, a reverberância do órgão de tubos varia entre «reverberância aceitável» e «reverberância bastante alta» e a do outro órgão varia entre «pouco reverberante» e «reverberância aceitável».

Pelos valores obtidos para a direcionalidade, não é claro estabelecer qual dos órgãos é o mais direcional. Pelos valores médios obtidos, arredondando para valores unitários e estabelecendo correspondência com as designações do questionário, ambos os órgãos são considerados entre direcionalmente medíocres ou bons.

Ao nível do equilíbrio tímbrico, as modas obtidas indicam que todos os órgãos, exceto o órgão de tubos do Bom Jesus, são considerados equilibrados. A classificação de «desequilibrado» para o instrumento poderá dever-se ao facto de serem evidentes alguns problemas no som do instrumento, talvez por este ser muito pouco tocado atualmente.

5.3 – Conclusões gerais

De uma forma geral, observa-se que o órgão de tubos apresenta vantagem sobre o órgão eletrónico. Pela análise dos parâmetros subjetivos, é de reparar que o instrumento acústico apresenta os valores mais altos ao nível da clareza do discurso musical, da reverberância e da sensação de intensidade.

Ao nível da sensação de intensidade, considera-se que a qualificação de «com razoabilidade» e «forte» seriam as ideais, na medida em que é necessário que o som tenha intensidade suficiente para ser ouvido, mas não em demasia para que não exista desconforto durante a sua audição.

É importante que o instrumento apresente clareza ao nível do discurso musical. Assim, entende-se que o resultado ideal seria a classificação de «extremamente claro».

No parâmetro da reverberância, considera-se que um resultado ideal seria entre «pouco reverberante» e «boa reverberância», sendo de evitar a classificação de «extremamente reverberante» pois, neste caso, perder-se-ia alguma da clareza musical devido à sobreposição exagerada do som. No entanto, a classificação de «totalmente seco» também não seria possível pois as características arquitetónicas deste tipo de edifícios, são bastante propensas à reverberância sonora.

Nestes três últimos parâmetros, o órgão de tubos apresenta os valores mais próximos do que se considerou ideal ao nível da clareza do discurso musical. Também ao nível da reverberância os valores obtidos para este órgão foram os mais constantes e dentro do que foi anteriormente considerado como classificação ideal. Apesar de os valores médios obtidos relativos ao órgão de tubos serem, de forma geral, superiores, a sensação de intensidade foi semelhante entre ambos os órgãos.

Ao nível da direcionalidade, os resultados médios obtidos foram mais dispersos, talvez pelo facto de a gravação ter sido feita em stereo, não sendo tão evidente a direcionalidade sonora de cada instrumento. Seria ideal que a direcionalidade se

aproximasse da classificação «excelente», e o instrumento que mais se aproximou foi o órgão de tubos.

O equilíbrio tímbrico, último parâmetro subjetivo em avaliação, poderia ser classificado como «desequilibrado» ou «equilibrado», sendo que a classificação ideal seria a última. O órgão eletrónico foi o instrumento que mais se enquadrou dentro da última classificação.

Pela análise do parâmetro objetivo relativo à intensidade, e pela análise dos gráficos, pode afirmar-se que, de forma geral, os resultados obtidos se refletem um pouco nos resultados da análise dos parâmetros subjetivos. Também aqui se conclui que os níveis de intensidade são geralmente superiores no órgão de tubos, podendo observar-se a presença de uma maior reverberância ao nível deste instrumento.

Ao nível dos registos, é de notar que o último registo a ser tocado é o que apresenta melhores valores de intensidade na zona mais grave do espectro. Verifica-se que a utilização de registos complexos, compostos pela sobreposição de registos, será o mais indicado para que não se verifiquem diferenças de intensidade bastante evidentes entre a zona grave do espectro e as restantes. Esta diferença é muito mais óbvia no órgão de tubos do que no órgão eletrónico, em especial nas igrejas mais antigas.

Ao nível do controlo de intensidade, o órgão eletrónico permite ativar o sistema de regulação de intensidade, podendo ser adaptado a cada local e a cada momento. Sem este sistema ativo, as intensidades registadas entre cada registo não apresentam grandes variações. Assim, a diferença entre utilizar o primeiro registo, mais simples, e o terceiro registo, mais complexo, reside na riqueza tímbrica encontrada no último, devido ao facto de este registo resultar da sobreposição de registos individuais.

De uma forma geral, o órgão eletrónico apresenta uma queda da intensidade nas notas mais agudas, especificamente nas gravações em que os microfones estavam mais distantes do instrumento. Este aspeto é previsto por Davies (2006a) e The New Grove Dictionary of Musical Instruments (1984a), em que estes referem que num órgão de tubos todas as ondas são enviadas em todas as direções, mas no órgão eletrónico isto

só se verifica nos sons mais graves, havendo alguns problemas na difusão dos sons mais agudos, afetando diretamente a percepção da espacialidade do som.

Pela análise dos gráficos, repara-se ainda na linearidade das ondas sonoras correspondentes ao som deste órgão, sendo que o registo individual de cada nota e acorde não apresenta tantos picos de intensidade quanto os mesmos registos individuais do órgão de tubos. Isto pode indicar-nos que, por ser eletrónico, a riqueza tímbrica encontra-se limitada à sua programação e aos samples que constituem o seu timbre e pretendem imitar o seu homólogo. Pelo contrário, o som do órgão de tubos deve-se às suas características físicas, apresentando uma riqueza tímbrica que lhe é original. O timbre do órgão de tubos é livre, enquanto o do órgão eletrónico, desenhado e construído para a igreja, é uma cópia quase fiel à do primeiro, limitada ao processamento digital do sinal. Este aspeto também é referido no artigo de *The New Grove Dictionary of Musical instruments* (1984a), em que este refere que a sensação de preenchimento sonoro do som do órgão eletrónico é muito inferior à sentida pelo som do órgão de tubos.

Ao nível das duas localizações escolhidas para as gravações, percebem-se ligeiras diferenças ao nível da intensidade, verificando-se que esta diminui com o aumento da distância ao instrumento. De forma geral, a intensidade no altar é ligeiramente menor do que no centro da nave.

CONCLUSÃO

Com este estudo, pretendeu-se inferir sobre a intensidade sonora e as características subjetivas dos dois tipos de órgãos presentes nas igrejas, de forma a concluir sobre a adequação de cada órgão ao local em que se encontra inserido.

O órgão de tubos foi o instrumento que obteve melhores respostas aos parâmetros em avaliação, em especial nas características subjetivas, nomeadamente a sensação de intensidade, a clareza do discurso musical e a reverberância. O órgão eletrónico obteve avaliações mais próximas dos ideais considerados ao nível do equilíbrio tímbrico, mas acredita-se que, se o órgão de tubos do Bom Jesus estivesse em melhores condições de afinação, os resultados neste parâmetro seriam semelhantes. Ao nível da intensidade, pela análise dos gráficos verifica-se que o órgão de tubos é quase sempre mais forte do que o outro órgão e que este é mais rico timbricamente.

Atualmente, existem também organistas que preferem a consola eletrónica deste em detrimento da consola mecânica do órgão de tubos, pois consideram a primeira uma opção mais prática para tocar este instrumento. Verifica-se ainda que o órgão eletrónico tem sido o preferido para aquisição por parte das igrejas e outros espaços, pois o valor de compra é menor e é mais fácil encontrar um modelo que se adeque ao espaço e à acústica. No entanto, o tempo de vida destes é menor e, ao nível estético, não apresentam a riqueza visual, geralmente única, do órgão de tubos (Pykett, 2002).

Por outro lado, os órgãos eletrónicos em estudo, pensados e construídos para substituírem o órgão de tubos, não conseguem reproduzir o timbre natural dos instrumentos acústicos, o que dever-se-á, entre outros motivos, à dificuldade da reprodução da complexidade tonal e dos tempos de *release* e *decay*. As variações de intensidade neste órgão também não são sentidas como no órgão de tubos: “The imposing sonorities of a grand pipe organ are profoundly felt more than heard” (Iacino, 1999).

De todos os órgãos de tubos abordados, considera-se que o órgão de tubos do Bom Jesus será o que menos se adequa ao espaço, pois os seus valores de intensidade são os mais baixos dos três. Ao nível do órgão eletrónico, o que menos se adequa ao espaço será o da Sé Catedral, apresentando valores bastante baixos nas medições efetuadas no centro da nave. Acredita-se que tal se deva à sua localização, na aba lateral esquerda e bastante próximo ao altar.

É de destacar que desde que existe um substituto para o órgão de tubos, a questão sobre qual dos dois é o ideal para responder às necessidades da igreja tem-se mantido presente. Muitos respondem a esta questão com base nas preferências pessoais, pensando nas questões económicas, ou tendo em conta outros aspetos como o enquadramento estético do instrumento na igreja, o espaço disponível para o colocar, a valiosidade e o legado que o instrumento representa ou poderá vir a representar.

As características acústicas do instrumento são provavelmente as mais importantes para a sua aquisição. Considerando as características objetivas e subjetivas do som de cada instrumento, e conjugadas com as características arquitetónicas de cada local, poderá obter-se uma melhor previsão da adequação de cada órgão à sua futura localização.

Apesar de ser importante enquadrar o instrumento no estilo da igreja e de a compra ser feita de acordo com o fundo monetário disponível, considera-se que é mais importante o bom enquadramento acústico, sendo por isso necessária uma avaliação das características objetivas e subjetivas do som, de forma que o órgão possa ser ouvido de forma razoável no máximo de localizações possíveis dentro do espaço em que se localiza. Acredita-se que, atualmente, este aspeto já seja motivo de maior consideração por parte das entidades responsáveis pela aquisição do instrumento. No caso dos órgãos de tubos construídos especificamente para um local, verifica-se a preocupação da melhor adaptação acústica por parte do organeiro. Nos restantes casos, dos órgãos eletrónicos e dos órgãos de tubos já construídos, crê-se que este aspeto não é considerado da mesma forma.

Seria importante estudar mais aprofundadamente os aspetos que distinguem o órgão de tubos do órgão eletrónico, nomeadamente ao nível acústico. O estudo das

intensidades é apenas uma pequena parte do que pode vir a ser estudado, com a possibilidade de recurso a outro tipo de equipamentos e metodologias para medição e análise.

Espera-se que os resultados deste estudo possam de alguma forma ser úteis para a melhor compreensão de alguns aspetos que tornam o órgão de tubos e o órgão eletrónico diferentes. Espera-se ainda que este estudo possa vir a ser continuado, de forma a melhor estabelecer comparações entre outros aspetos acústicos, e de forma ainda mais aprofundada.

É de referir que foram encontrados alguns obstáculos durante todo o processo de investigação, nomeadamente ao nível das gravações. Considera-se que o ideal seria gravar durante um período em que as igrejas estivessem completamente vazias, mas tal foi apenas possível na igreja de S. Lázaro, pois esta encontra-se habitualmente fechada quando não há serviços religiosos a decorrer. Já as igrejas da Sé e do Bom Jesus estavam abertas ao público durante o processo de gravação, o que dificultou o processo em especial na última igreja, onde estavam constantemente a entrar e sair grupos de pessoas, percebendo-se ligeiramente esses ruídos.

Ao nível da avaliação das características subjetivas, tem que ser tido em conta que o som é gravado em condições altamente reverberantes, não sendo difundido de uma forma uniforme pelo campo acústico.

Ainda relativamente às características subjetivas, considera-se que o ideal seria ter reunido o grupo de ouvintes na igreja para que a audição fosse presencial. No entanto, várias objeções se levantaram que não tornaram possível encontrar forma de reunir todos os participantes.

Para desenvolvimento futuro, considera-se que seria interessante repetir o estudo, mas utilizando obras escritas para órgão, e repetir os estudos com as igrejas lotadas, testando as mesmas características. Desta forma, seria possível inferir de uma forma mais real sobre a variação das intensidades e das restantes características subjetivas em análise, uma vez que a utilização principal dos órgãos, e provavelmente a

única, é o acompanhamento dos momentos religiosos, havendo sempre fiéis no interior das igrejas.

Tendo em conta todo o património histórico que representam, seria interessante estudar, recolher e organizar a documentação acústica referente aos órgãos de tubos existentes, com análises objetivas que permitissem conhecer as características sonoras de cada instrumento de forma individual. Com o desenvolvimento das técnicas e equipamentos de medição, poderiam ser feitas caracterizações bastante detalhadas da acústica instrumental.

BIBLIOGRAFIA

- Arquidiocese de Braga, Câmara Municipal de Braga, & Santa Casa da Misericórdia de Braga. (2014). Programa do I Festival de Órgão de Braga. Braga: I Festival de Órgão de Braga.
- Arquidiocese de Braga, Câmara Municipal de Braga, & Santa Casa da Misericórdia de Braga. (2015). Programa do II Festival de Órgão de Braga. Braga: II Festival de Órgão de Braga.
- Bailey, S., Desborough, V. F., & Lewis, W. (Outubro de 1939). Electronic Organ Pros and Cons. *The Musical Times*, 80 (1160), 726-727.
- Ballesteros, D. (Março de 2008). *O que é um Órgão de Tubos*. Obtido em 5 de Novembro de 2015, de Instituto de Cultura e Arte Organística: http://www.artorganistica.org.br/artigos/Orgao_de_Tubos.pdf
- Beggs, S. C. (2006). Pedagogy. Em D. E. Bush, & R. Kassel (Edits.), *The Organ: An Encyclopedia* (pp. 393-397). Nova Iorque: Routledge, Taylor & Francis.
- Brito, M. C., & Cymbron, L. (1992). *História da Música Portuguesa*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Carbonari, A., Cirillo, E., Martellotta, F., & Ricciardi, P. (Setembro de 2009). Guidelines for acoustical measurements in churches. *Applied Acoustics*, 70, pp. 378-388.
- Carneiro, Á. (1959). *A Música em Braga*. Braga: Theologica.
- Carvalho, A. P., Desarnaulds, V., & Monay, G. (2002). Church Acoustics and the Influence of Occupancy. *Building Acoustics*, 9, pp. 29-47.
- Carvalho, P. M. (1993). Os órgãos de Braga. Em Associação Portuguesa dos Amigos do Órgão, *Os órgãos de Braga* (pp. 3-4). Braga: II Congresso da APAO.

- Catedral de Santa Maria de Braga. (2007). *A Catedral de Braga*. Obtido em 15 de Fevereiro de 2016, de Catedral de Santa Maria de Braga: <http://www.se-braga.pt/catedral.php>
- Ciaramella, A., Falanga, M., Lauro, E. D., Martino, S. D., & Tagliaferri, R. (Agosto de 2011). Modeling and Generating Organ Pipes Self-Sustained Tones by Using ICA. *Journal of Signal and Information Processing*, 2, 141-151.
- Confraria do Bom Jesus do Monte. (2016). *História*. Obtido em 15 de Fevereiro de 2016, de Bom Jesus: <http://bomjesus.pt/>
- Cortez, R. (s.d.). *Eletrônicos: Uma família eletromusical!* Obtido em 14 de Outubro de 2015, de www.renatacortezsica.com.br/jazz/instrumentos/eletronicos.htm
- Czyzewski, A., Kaczmarek, A., & Kostek, B. (1999). Investigating polynomial approximations for the spectra of the pipe organ sound. *Archives of Acoustics*, 24 (1), pp. 3-24.
- Davies, H. (2006a). Electronic Organ. Em D. E. Bush, & R. Kassel (Edits.), *The Organ: An Encyclopedia* (pp. 164-169). Nova Iorque: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Davies, H. (2006b). Experimental Organ. Em D. E. Bush, & R. Kassel (Edits.), *The Organ: An Encyclopedia* (pp. 187-188). Nova Iorque: Routledge, Taylor and Francis Group.
- Duque, J. (2007). Órgão Ibérico. *THEOLOGICA*, pp. 161-164.
- Elder, S. A. (1973). On the mechanism of sound production in organ pipes. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 54, 1554-1564.
- Faulkner, Q. (2006). Liturgy. Em D. E. Bush, & R. Kassel (Edits.), *The Organ: An Encyclopedia* (pp. 305-307). Nova Iorque: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Ferreira dos Santos, C. D. (2014). Conferência sobre o órgão. Sé de Braga.
- Fesperman, J. T. (2006a). Chamber Organ. Em D. E. Bush, & R. Kassel (Edits.), *The Organ: An Encyclopedia* (pp. 106-107). Nova Iorque: Routledge, Taylor & Francis Group.

- Fesperman, J. T. (2006b). Organ Reform Movement. Em D. E. Bush, & R. Kassel (Edits.), *The Organ: An Encyclopedia* (pp. 385-387). Nova Iorque: Routledge, Francis & Taylor Group.
- Fidom, H., & Knijff, J.-P. (2006). Periodicals. Em D. E. Bush, & R. Kassel (Edits.), *The Organ: An Encyclopedia* (pp. 403-407). Nova Iorque: Routledge, Taylor & Francis.
- Fletcher, N. H. (1977). Scaling Rules for Organ Flue Pipe Ranks. *ACUSTICA*, 37, pp. 131-138.
- Fletcher, N. H., & Rossing, T. D. (1998). *The Physics of Musical Instruments*. Nova Iorque: Springer Science+Business Media, Inc.
- Fletcher, N. H., & Thwaites, S. (1983). The Physics of Organ Pipes. *Scientific American*, 248, pp. 94-103.
- Foss, J., Reed, D., & Sefl, A. F. (2006). Theater Organ. Em D. E. Bush, & R. Kassel (Edits.), *The Organ: An Encyclopedia* (p. 563). Nova Iorque: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Harper, J. (2015). *Care of the Organ*. Obtido de Royal School of Church Music: <http://www.rscm.com/>
- Hen, F. J. (2006). Baroque Organ. Em D. E. Bush, & R. Kassel (Edits.), *The Organ: An Encyclopedia* (pp. 51-52). Nova Iorque: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Henrique, L. L. (1994). *Instrumentos Musicais*. Porto: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Henrique, L. L. (2014). *Acústica Musical* (5ª ed.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Iacino, F. (1999). *The Sound of Music: Electronics vs Pipes*. Obtido em 5 de Novembro de 2015, de Pipe Organs: http://www.pipeorgans.com/pipe-vs-electronic/sound_of_music.cfm
- Indrusiak, M. L., & Machado, F. S. (Jan./Jun. de 2014). Parâmetros geométricos do timbre de um tubo de órgão. *Revista Liberato*, 15 (23), pp. 01-104.

- Johnson, J. L. (2006). En Chamade Reeds. Em D. E. Bush, & R. Kassel (Edits.), *The Organ: An Encyclopedia* (pp. 172-174). Nova Iorque: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Johnson, J. L., Kassel, R., & Pereira, L. A. (2006). Portugal. Em D. E. Bush, & R. Kassel (Edits.), *The Organ: An Encyclopedia* (pp. 431-435). Nova Iorque: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Kassel, R. (2006a). Case. Em D. E. Bush, & R. Kassel (Edits.), *The Organ: An Encyclopedia* (pp. 95-96). Nova Iorque: Routledge, Taylor & Francis.
- Kassel, R. (2006b). Chair Organ. Em D. E. Bush, & R. Kassel (Edits.), *The Organ: An Encyclopedia* (p. 104). Nova Iorque: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Kassel, R. (2006c). Classical Organ (Greek and Roman Antiquity). Em D. E. Bush, & R. Kassel (Edits.), *The Organ: An Encyclopedia* (pp. 114-115). Nova Iorque: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Kassel, R. (2006d). House Organ. Em D. E. Bush, & R. Kassel (Edits.), *The Organ: An Encyclopedia* (pp. 262-262). Nova Iorque: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Kassel, R. (2006e). Mechanical Organ. Em D. E. Bush, & R. Kassel (Edits.), *The Organ: An Encyclopedia* (pp. 322-326). Nova Iorque: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Kassel, R. (2006f). Medieval and Renaissance Organ. Em D. E. Bush, & R. Kassel (Edits.), *The Organ: An Encyclopedia* (pp. 326-346). Nova Iorque: Routledge, Taylor & Francis.
- Kassel, R. (2006g). Neoclassical Organ. Em D. E. Bush, & R. Kassel (Edits.), *The Organ: An Encyclopedia* (pp. 365-366). Nova Iorque: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Kassel, R. (2006h). Romantic Organ. Em D. E. Bush, & R. Kassel (Edits.), *The Organ: An Encyclopedia* (pp. 470-474). Nova Iorque: Routledge, Taylor & Francis.
- Lapp, D. R. (s.d.). *The Physics of Music and Musical Instruments*. Medford, Massachusetts: Wright Center for Innovative Science Education Tufts University.

- Lima, F. R., & Silva, N. M. (2009). Ruidos da fé: estratégias para redução dos aspectos ambientais responsáveis pela poluição sonora de uma igreja evangélica em Natal/RN. *Holos*, 3, pp. 162-179.
- Marshall, K. (2006a). Ctesibius. Em D. E. Bush, & R. Kassel (Edits.), *The Organ: An Encyclopedia* (p. 132). Nova Iorque: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Marshall, K. (2006b). Hydraulis. Em D. E. Bush, & R. Kassel (Edits.), *The Organ: An Encyclopedia* (p. 266). Nova Iorque: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Marshall, K. (2006c). Portative. Em D. E. Bush, & R. Kassel (Edits.), *The Organ: An Encyclopedia* (pp. 429-430). Nova Iorque: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Marshall, K. (2006d). Positive. Em D. E. Bush, & R. Kassel (Edits.), *The Organ: An Encyclopedia* (pp. 436-438). Nova Iorque: Routledge, Taylor & Francis Group.
- More on the Pipe Organ.* (s.d.). Obtido em 14 de 10 de 2015, de <http://home.comcast.net/~pqboom/tour/organphysics/menu3.html>
- Mota, A. (Novembro de 2000). *Tudo o que você queria saber sobre o órgão, e teve medo de perguntar...* Obtido de Meloteca: www.meloteca.com/organoteca-artigos.htm
- Nelson, I. T. (1 de Janeiro de 2009). *Understanding and Mastering Pipe (and Electric) Organs: Technology and Technique for LDS Organists*. Obtido em 13 de Outubro de 2015, de IRV Nelson Music: www.irvnelsonmusic.com
- Oliveira, E. P. (1999). *A freguesia de S. Lázaro*. Obtido em 15 de Fevereiro de 2016, de Braga União de Freguesias de S. José de S. Lázaro e de S. João do Souto: <http://foreigners.textovirtual.com/s-lazaro/138/42346/monografia.pdf>
- Oliveira, E. P. (2010). Bibliografia artística sobre a Sé Catedral de Braga. *Theológica*, 45 (1), pp. 113-126.
- Otcenášek, Z., & Stepánek, J. (Maio de 1994). Acoustic documentation of 12 pipe organs and analysis of their plena. *Journal de Physique IV*, 04 (C5), C5-645-C5-648.

- Owen, B. (2006). Reed Organ. Em D. E. Bush, & R. Kassel (Edits.), *The Organ: An Encyclopedia* (pp. 452-453). Nova Iorque: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Poucke, P. G. (2006). Organ Pipes: Acoustic Properties and Sound Production. Em D. E. Bush, & R. Kassel (Edits.), *The Organ: An Encyclopedia* (pp. 4-6). Nova Iorque: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Pykett, C. (Dezembro de 2002). *Pipe organs: physics in an action*. Obtido em 10 de Outubro de 2015, de Physics World: www.physicsweb.org
- Pykett, C. (Dezembro de 2005). *The end of the Pipe Organ?* Obtido em 28 de Setembro de 2015, de Colin Pykett: www.pykett.org.uk/EndOfPipeOrgan.htm
- Rodrigues, J. (7 de Junho de 2014). Visita aos órgãos da Sé. Sé de Braga.
- Schlueter, A. E. (2010). *When is a Pipe Organ NOT a Pipe Organ?* Obtido em 25 de Outubro de 2015, de A. E. Schlueter Pipe Organ Company: www.pipe-organ.com/whenapipeorgan.shtm
- Sica, R. C. (s.d.). *Eletrônicos*. Obtido em 14 de Outubro de 2015, de Um pouco de jazz...
- Silva, C. R. (2003). Os órgãos de tubos. Uma expressão do Barroco. Em D. d. Porto, *Actas do II Congresso Internacional do Barroco* (pp. 151-156). Porto: Faculdade de Letras da Universidade do Porto.
- Stevens, S. S. (1966). Matching functions between loudness and ten other continua. *Perception & Psychophysics*, 1, 5-8.
- The Music Group Inc. (2015). *ORGANS.CA*. Obtido em 15 de Novembro de 2015, de Pipe Organ or Digital Organ?: <http://www.organs.ca/Default.aspx?PageID=6458d5ab-a871-477d-8d3c-5ed7a87b3783>
- The New Grove Dictionary of Musical Instruments. (1984a). *Electronic Instruments* (Vol. I). (S. Sadie, Ed.) London: Macmillan Press Limited.
- The New Grove Dictionary of Musical Instruments. (1984b). *Organ* (Vol. II). (S. Sadie, Ed.) London: Macmillan Press Limited.

- Unsworth, A. (2006). Composers and the historical organ. Em D. E. Bush, & R. Kassel (Edits.), *The Organ: An Encyclopedia* (pp. 120-121). Nova Iorque: Routledge, Taylor and Francis Group.
- Valença, P. M. (1993). A arte organística do centro de Braga e a sua expansão. Em Associação Portuguesa dos Amigos do Órgão, *Os Órgãos de Braga* (pp. 5-16). Braga: Porto, II Congresso da APAO.
- Vartolo, S. (1970). *Breve História do Órgão*. Lisboa.
- Veiga, A. C. (2007). Tecnologia e Espiritualidade: A arte religiosa na era virtual.
- Wicks, M. (1900). *Organ building for amateurs* (Second Edition ed.). London: Ward, Lock & Bowden, Limited, Warwick House, Salisbury Square, E.C., New York and Melbourne.
- Williams, H. S. (s.d.). *Ctesibius and Hero: Magicians of Alexandria*. Obtido em 08 de Novembro de 2015, de World Wide School: www.worldwideschool.org

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – <i>Hydraulis</i>	5
Figura 1.2 – Esquema de funcionamento do <i>Hydraulis</i>	6
Figura 1.3 – Órgão positivo	8
Figura 1.4 – Órgão portátil	9
Figura 1.5 – Esquema de funcionamento do órgão de tubos	19
Figura 1.6 – Exemplos de tubos flautados	20
Figura 1.7 – Exemplos de tubos palhetados	21
Figura 2.1 – <i>Harmonium</i>	24
Figura 2.2 – Órgão de teatro	25
Figura 2.3 – Primeiros órgãos da <i>Allen Organ Company</i>	26
Figura 3.1 – Interior da basílica do Bom Jesus	36
Figura 3.2 – Órgão eletrónico do Bom Jesus	37
Figura 3.3 – Manuais do órgão de tubos do Bom Jesus	37
Figura 3.4 – Órgão de tubos do Bom Jesus	38
Figura 3.5 – Interior da Sé Catedral de Braga	39
Figura 3.6 – Órgão eletrónico da Sé	40
Figura 3.7 – Manuais do órgão do Evangelho	41
Figura 3.8 – Órgão de tubos da Sé e coro alto ao centro	41
Figura 3.9 – Interior da igreja de S. Lázaro	42
Figura 3.10 – Localização dos órgãos em S. Lázaro	43
Figura 3.11 – Órgão eletrónico da igreja de S. Lázaro	43
Figura 3.12 – Manual do órgão de tubos de S. Lázaro	44

Figura 3.13 – Órgão de tubos de S. Lázaro	44
Figura 4.1 – Localização dos órgãos e dos microfones no Bom Jesus	47
Figura 4.2 – Localização dos órgãos e dos microfones na Sé	48
Figura 4.3 – Localização dos órgãos e dos microfones em S. Lázaro	48
Figura 4.4 – Posição dos microfones	49
Figura 4.5 – Curvas de Fletcher & Munson	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Registos utilizados nas gravações	46
Tabela 4.2 – Legenda do posicionamento dos órgãos e dos microfones	47
Tabela 5.1 – Valores médios obtidos para o órgão de tubos	61
Tabela 5.2 – Valores médios obtidos para o órgão eletrónico	61

ANEXOS

ANEXO A

Questionário usado no teste de avaliação acústica

Avaliação acústica

Igreja do Bom Jesus

Sensação de intensidade: A intensidade geral ou “volume” do som, que está a ser sentido nesse local.

	Extremamente fraco	Muito fraco	Fraco	Com razoabilidade	Forte	Bastante forte	Extremamente forte
Grav. 1	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 2	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 3	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 4	1	2	3	4	5	6	7

Clareza do discurso musical: O grau em que todas as notas musicais são claramente separadas no tempo e distintamente ouvidas.

	Nada claro	Muito pouco claro	Pouco claro	Clareza aceitável	Clareza boa	Clareza bastante boa	Extremamente claro
Grav. 1	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 2	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 3	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 4	1	2	3	4	5	6	7

Reverberância: A persistência do som no espaço.

	Totalmente seco	Muito pouco reverberante	Pouco reverberante	Reverberância aceitável	Boa reverberância	Reverberância bastante alta	Extremamente reverberante
Grav. 1	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 2	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 3	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 4	1	2	3	4	5	6	7

Direcionalidade: A sensação de que o som vem no eixo da fonte sonora.

	Muito má	Má	Medíocre	Suficiente	Boa	Muito boa	Excelente
Grav. 1	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 2	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 3	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 4	1	2	3	4	5	6	7

Equilíbrio tímbrico: Níveis relativos das frequências graves e agudas.

	Desequilibrado						Equilibrado
Grav. 1	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 2	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 3	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 4	1	2	3	4	5	6	7

Avaliação acústica

Igreja da Sé

Sensação de intensidade: A intensidade geral ou “volume” do som, que está a ser sentido nesse local.

	Extremamente fraco	Muito fraco	Fraco	Com razoabilidade	Forte	Bastante forte	Extremamente forte
Grav. 1	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 2	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 3	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 4	1	2	3	4	5	6	7

Clareza do discurso musical: O grau em que todas as notas musicais são claramente separadas no tempo e distintamente ouvidas.

	Nada claro	Muito pouco claro	Pouco claro	Clareza aceitável	Clareza boa	Clareza bastante boa	Extremamente claro
Grav. 1	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 2	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 3	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 4	1	2	3	4	5	6	7

Reverberância: A persistência do som no espaço.

	Totalmente seco	Muito pouco reverberante	Pouco reverberante	Reverberância aceitável	Boa reverberância	Reverberância bastante alta	Extremamente reverberante
Grav. 1	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 2	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 3	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 4	1	2	3	4	5	6	7

Direcionalidade: A sensação de que o som vem no eixo da fonte sonora.

	Muito má	Má	Medíocre	Suficiente	Boa	Muito boa	Excelente
Grav. 1	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 2	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 3	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 4	1	2	3	4	5	6	7

Equilíbrio tímbrico: Níveis relativos das frequências graves e agudas.

	Desequilibrado						Equilibrado
Grav. 1	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 2	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 3	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 4	1	2	3	4	5	6	7

Avaliação acústica

Igreja de S. Lázaro

Sensação de intensidade: A intensidade geral ou “volume” do som, que está a ser sentido nesse local.

	Extremamente fraco	Muito fraco	Fraco	Com razoabilidade	Forte	Bastante forte	Extremamente forte
Grav. 1	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 2	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 3	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 4	1	2	3	4	5	6	7

Clareza do discurso musical: O grau em que todas as notas musicais são claramente separadas no tempo e distintamente ouvidas.

	Nada claro	Muito pouco claro	Pouco claro	Clareza aceitável	Clareza boa	Clareza bastante boa	Extremamente claro
Grav. 1	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 2	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 3	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 4	1	2	3	4	5	6	7

Reverberância: A persistência do som no espaço.

	Totalmente seco	Muito pouco reverberante	Pouco reverberante	Reverberância aceitável	Boa reverberância	Reverberância bastante alta	Extremamente reverberante
Grav. 1	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 2	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 3	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 4	1	2	3	4	5	6	7

Direcionalidade: A sensação de que o som vem no eixo da fonte sonora.

	Muito má	Má	Medíocre	Suficiente	Boa	Muito boa	Excelente
Grav. 1	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 2	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 3	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 4	1	2	3	4	5	6	7

Equilíbrio tímbrico: Níveis relativos das frequências graves e agudas.

	Desequilibrado						Equilibrado
Grav. 1	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 2	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 3	1	2	3	4	5	6	7
Grav. 4	1	2	3	4	5	6	7

ANEXO B

Gráficos das intensidades percebidas

Resultados gráficos das intensidades

Igreja do Bom Jesus

Medições efetuadas no órgão de tubos, no centro da nave

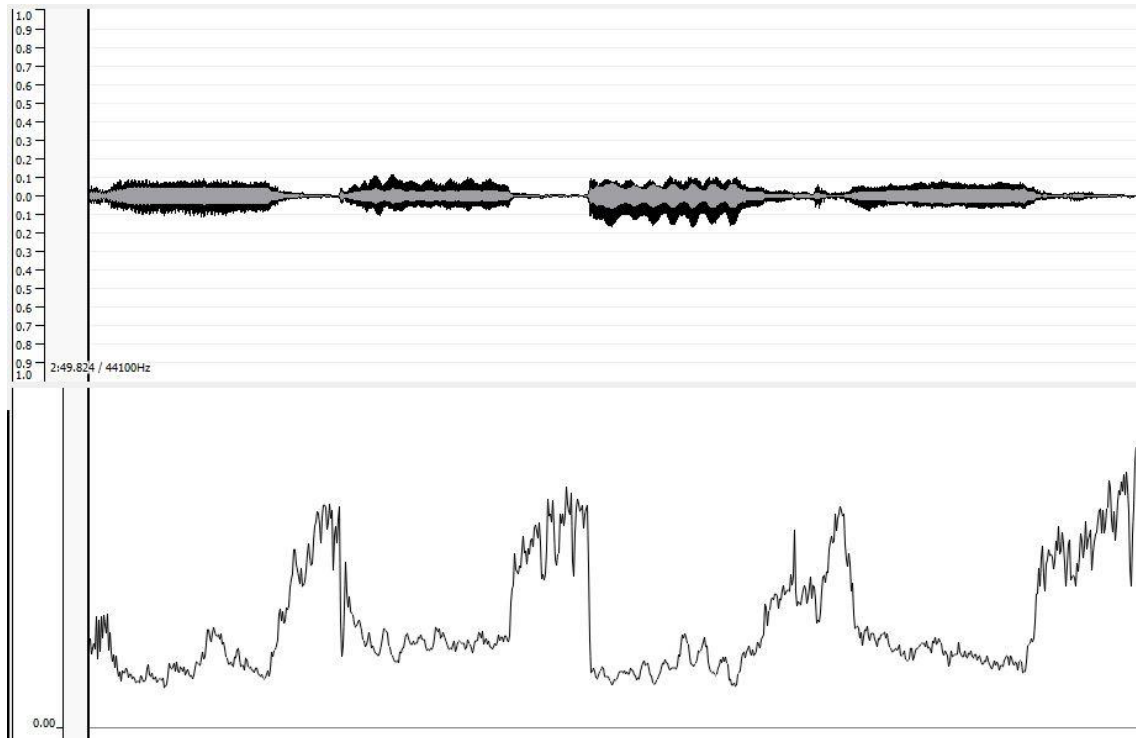


Figura C.1 – Notas gravadas no primeiro registo utilizado.

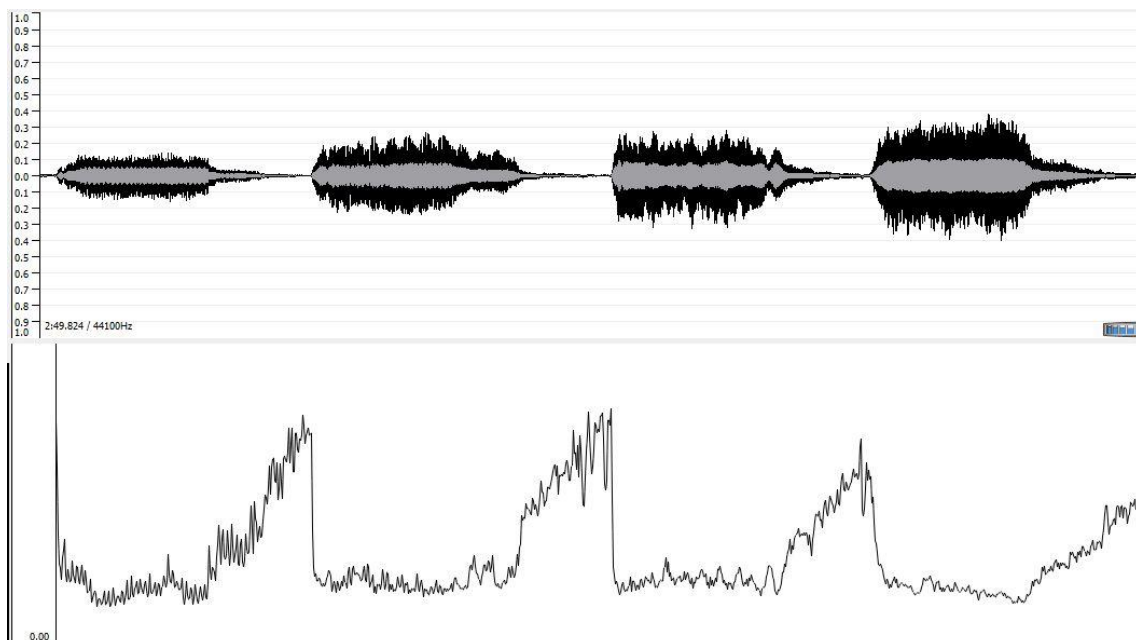


Figura C.2 – Acordes gravados no primeiro registo utilizado.

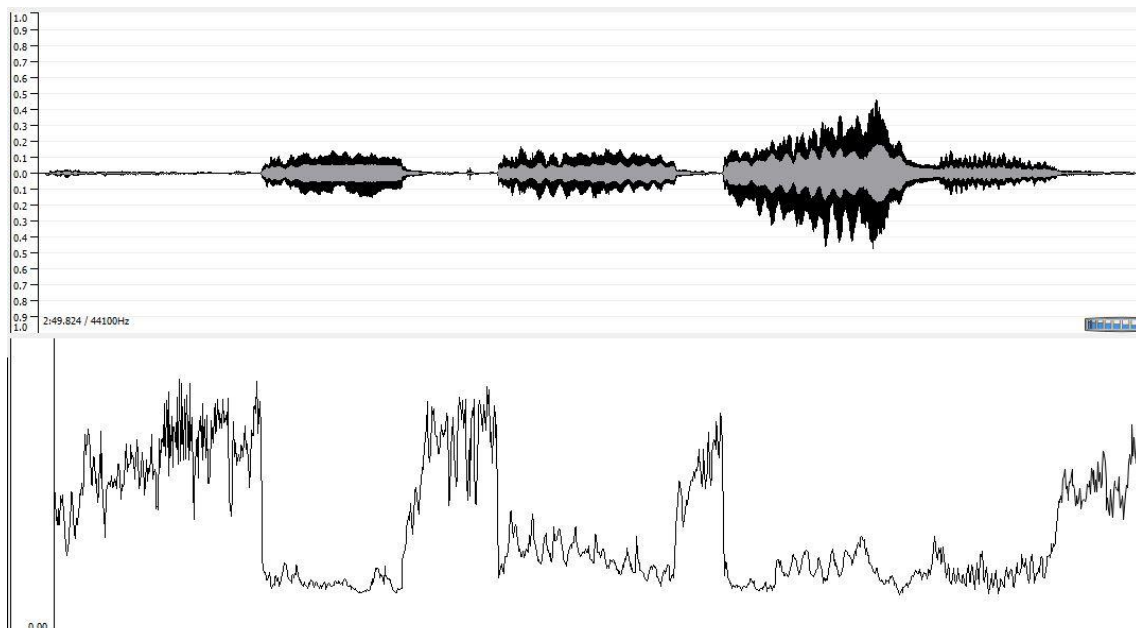


Figura C.3 – Notas gravadas no segundo registo utilizado.

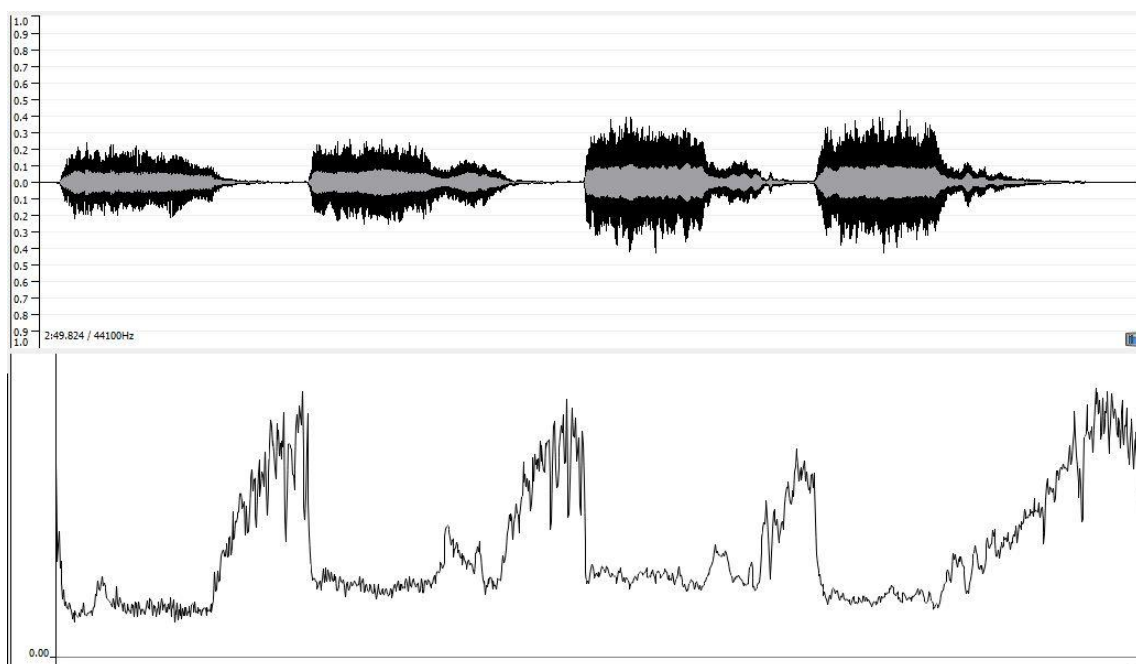


Figura C.4 – Acordes gravados no segundo registo utilizado.

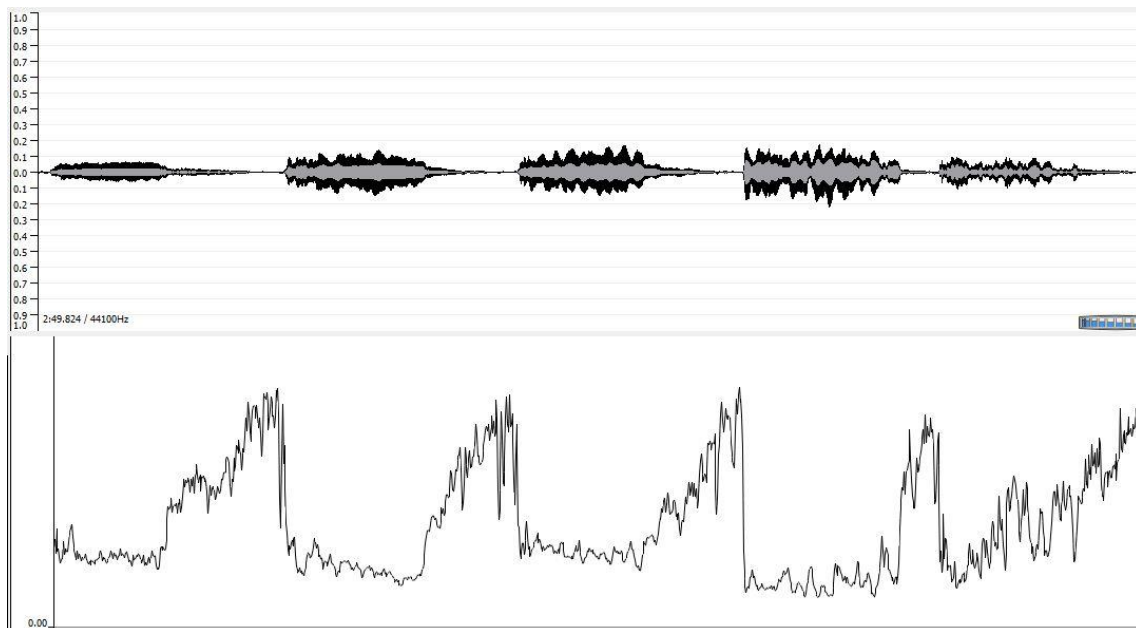


Figura C.5 – Notas gravadas no terceiro registo utilizado.

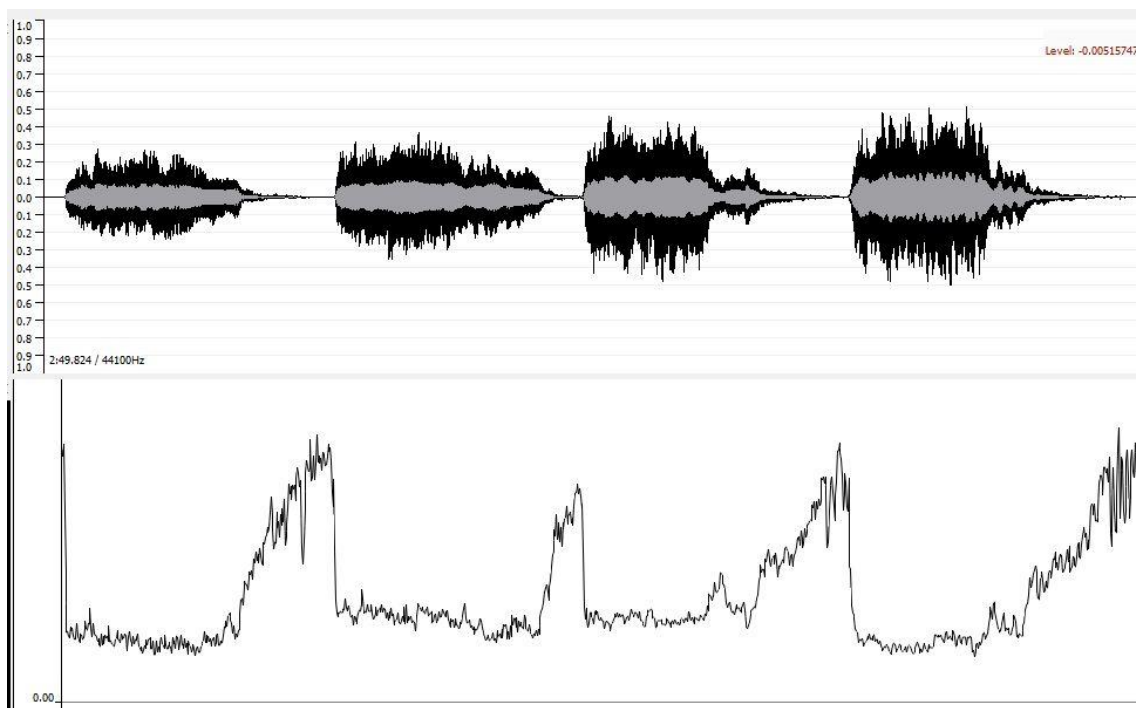


Figura C.6 – Acordes gravados no terceiro registo utilizado.

Medições efetuadas no órgão eletrónico, no centro da nave

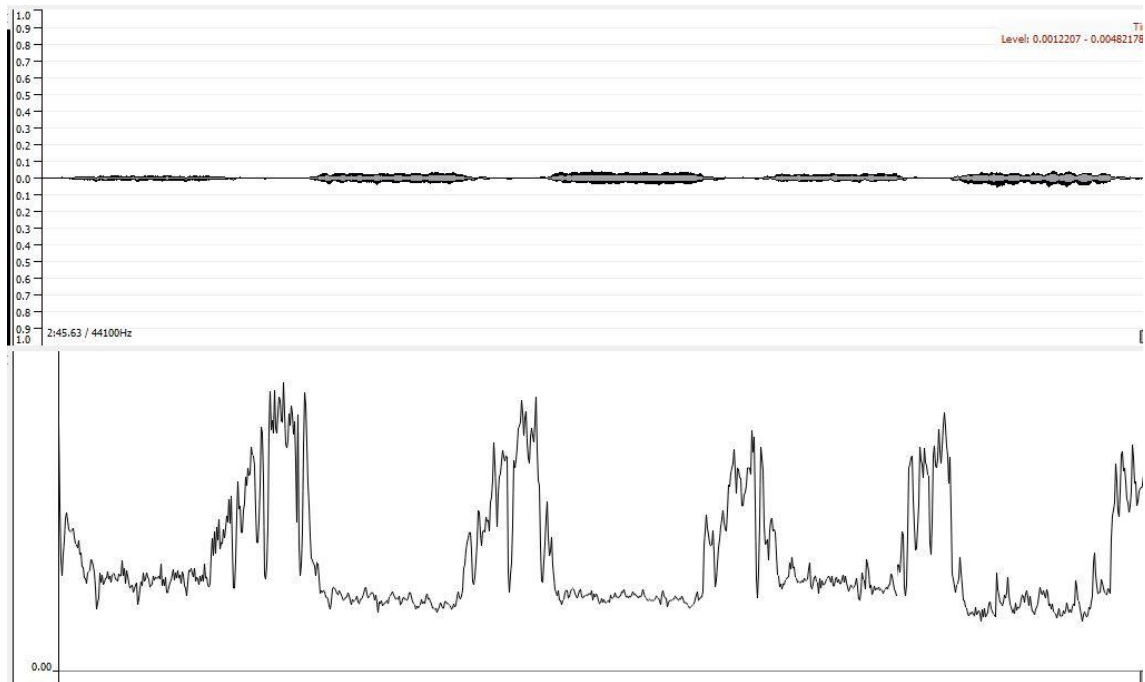


Figura C.7 – Notas gravadas no primeiro registo utilizado.

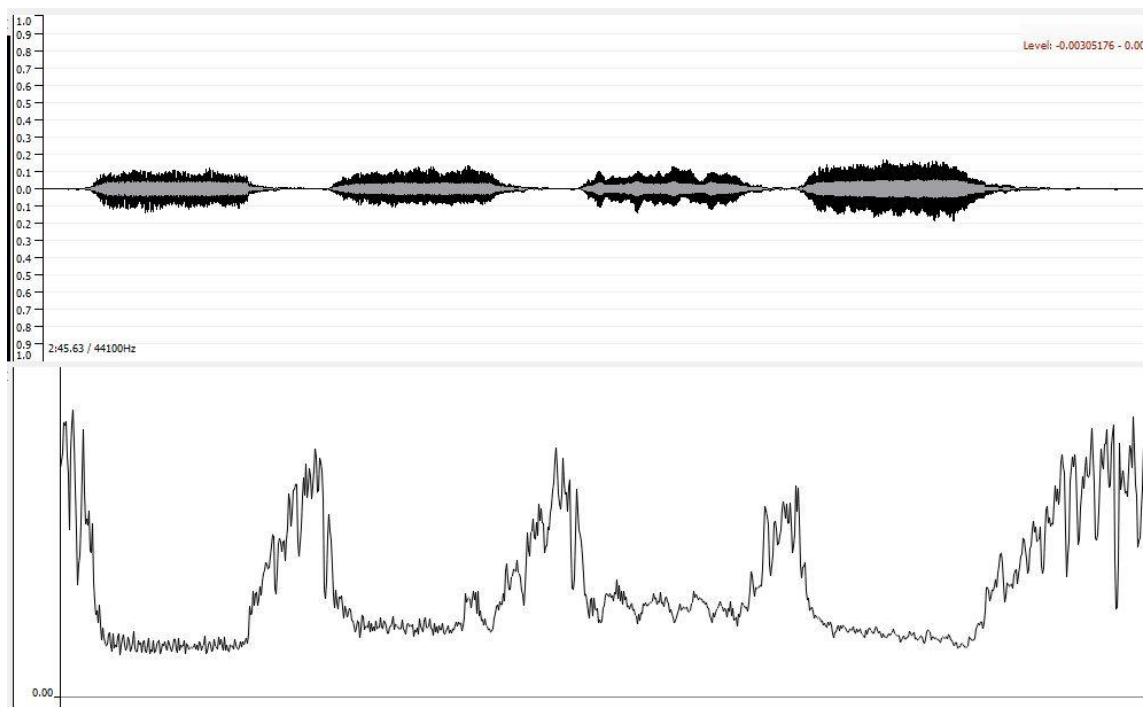


Figura C.8 – Acordes gravados no primeiro registo utilizado.

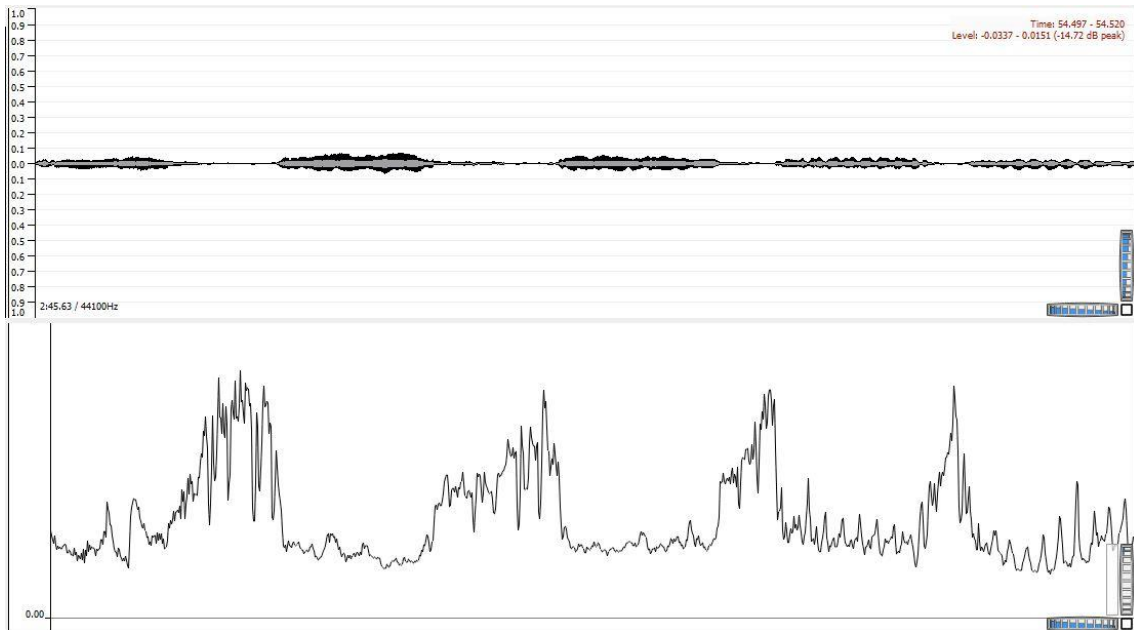


Figura C.9 – Notas gravadas no segundo registo utilizado.

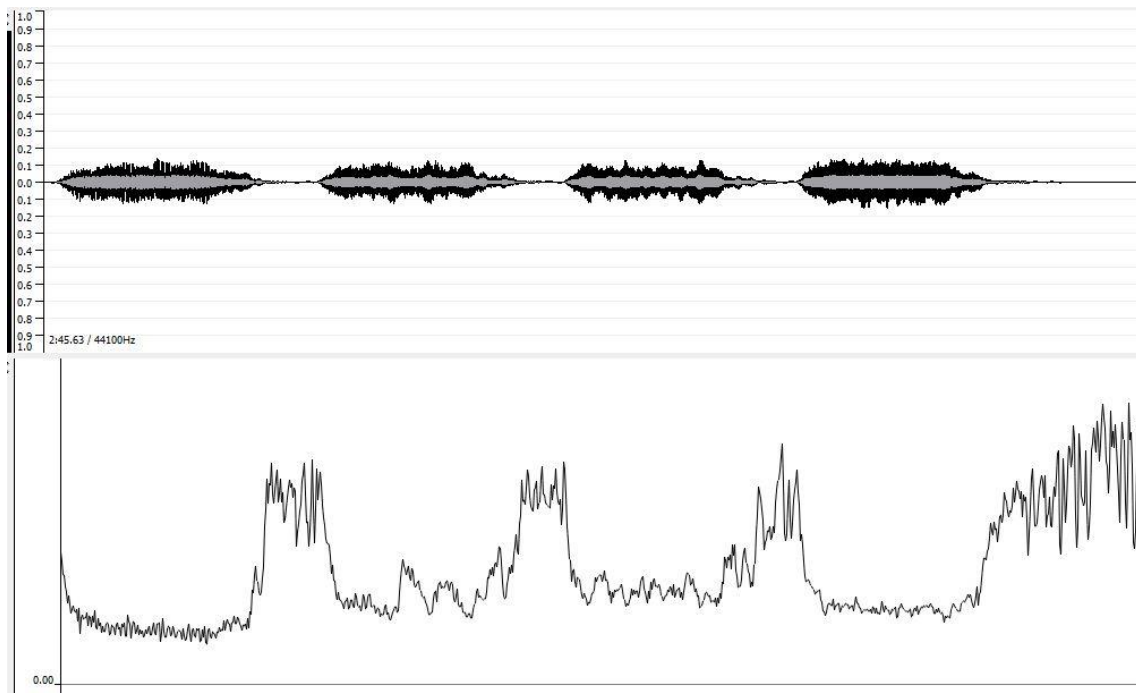


Figura C.10 – Acordes gravados no segundo registo utilizado.

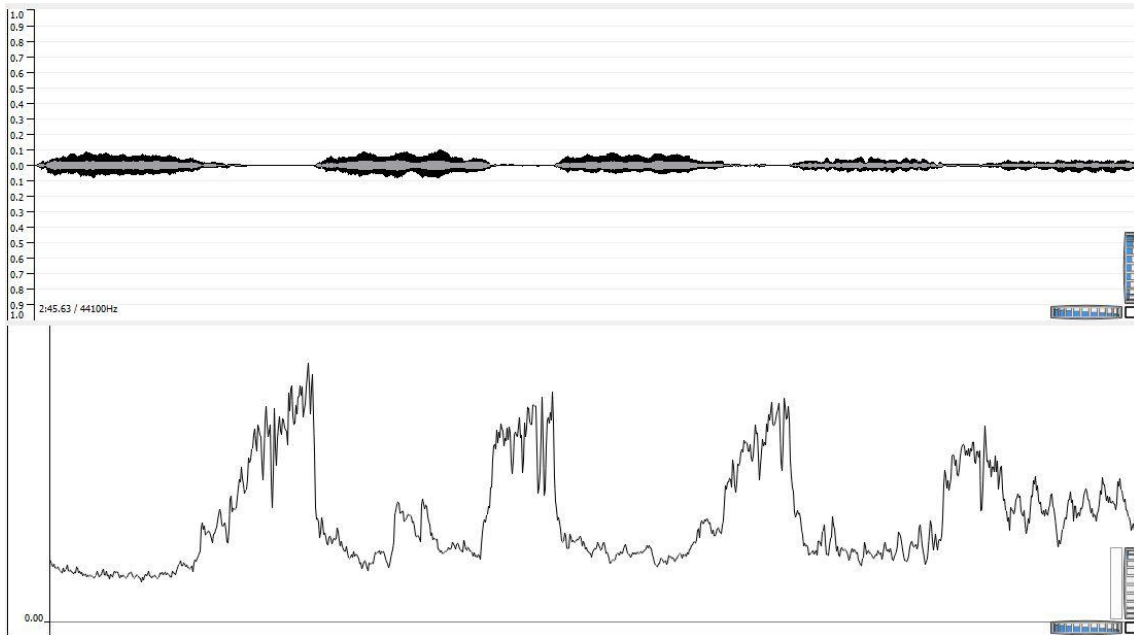


Figura C.11 – Notas gravadas no terceiro registo utilizado.

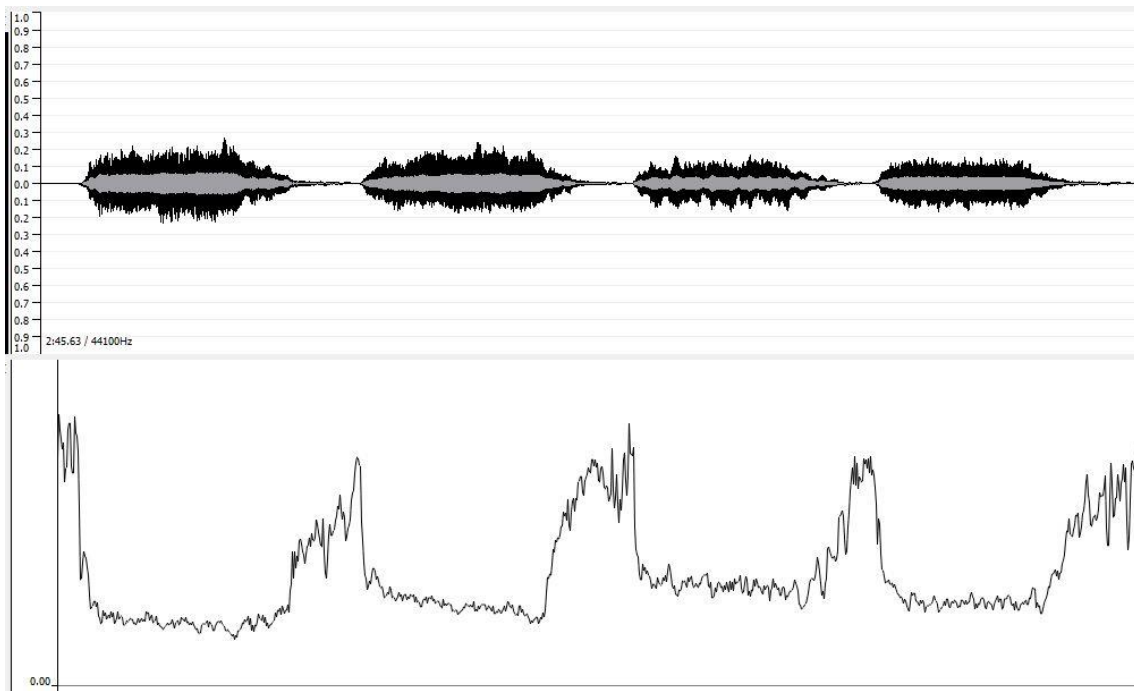


Figura C.12 – Acordes gravados no terceiro registo utilizado.

Medições efetuadas no órgão de tubos, no altar

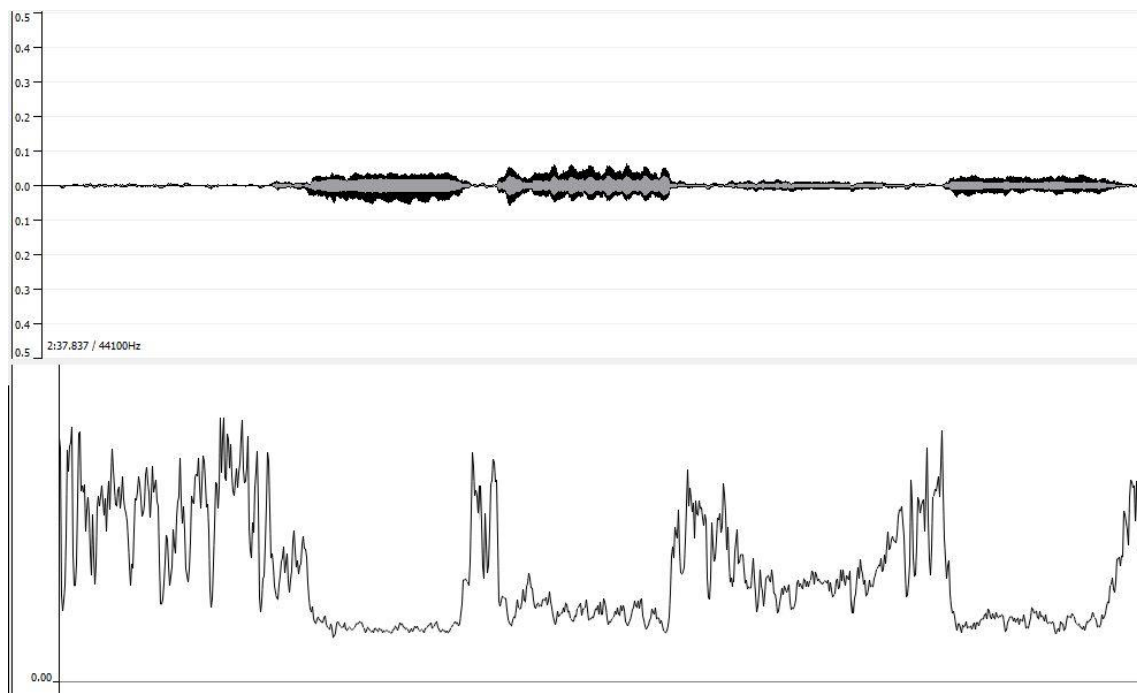


Figura C.13 – Notas gravadas no primeiro registo utilizado.

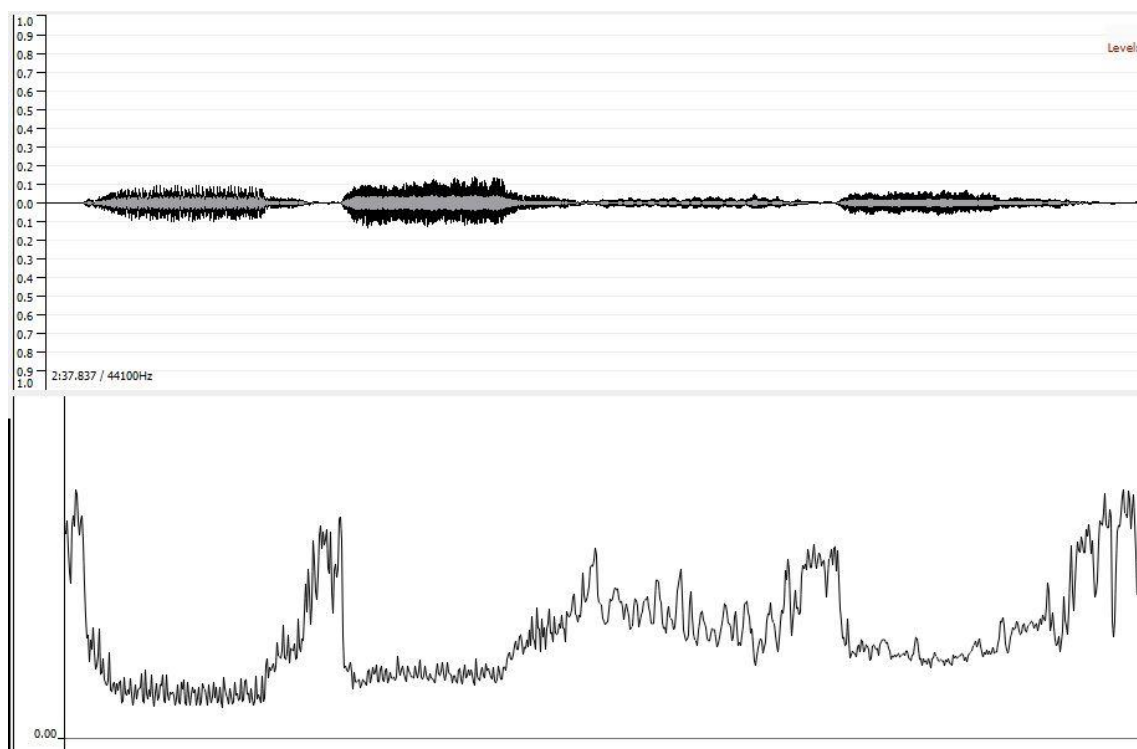


Figura C.14 – Acordes gravados no primeiro registo utilizado.

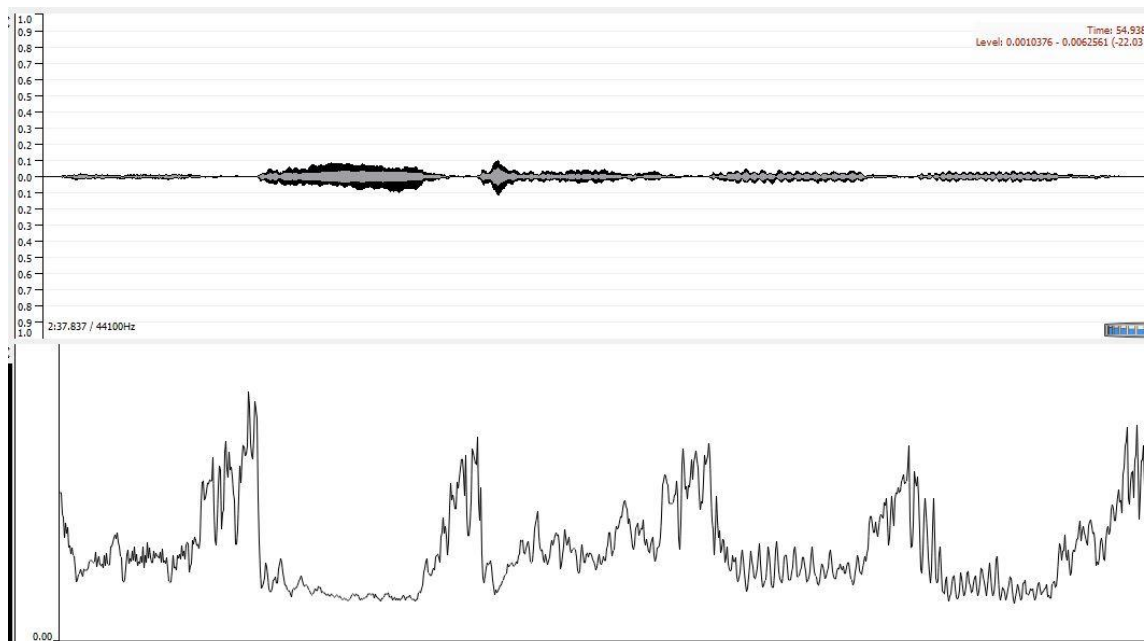


Figura C.15 – Notas gravadas no segundo registo utilizado.

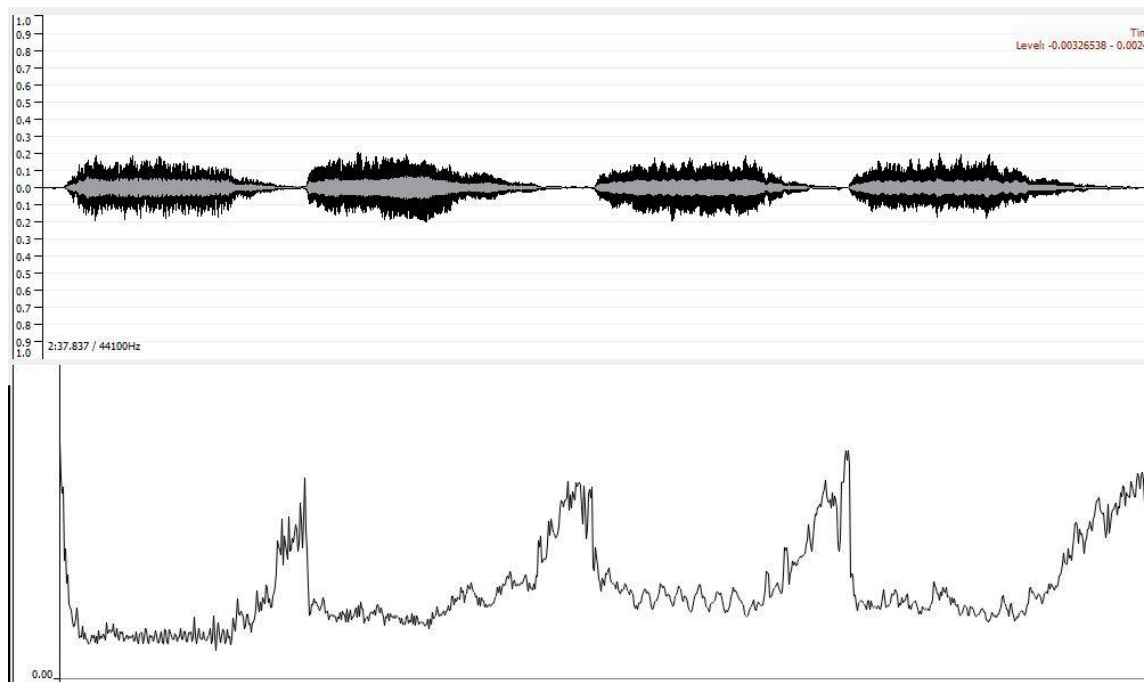


Figura C.16 – Acordes gravados no segundo registo utilizado.

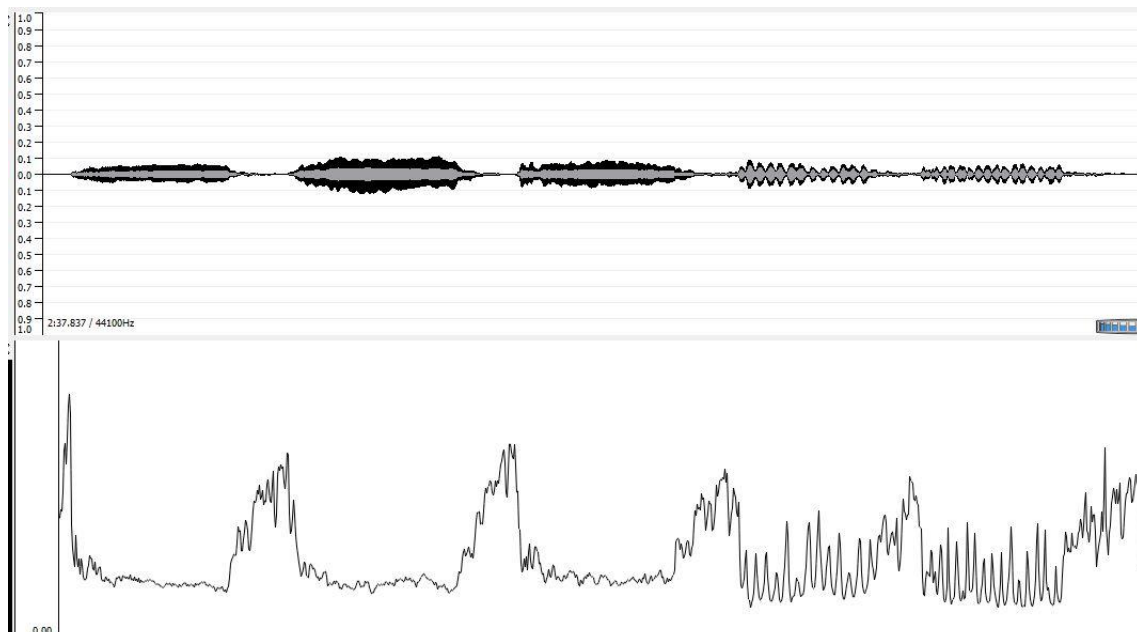


Figura C.17 – Notas gravadas no terceiro registo utilizado.

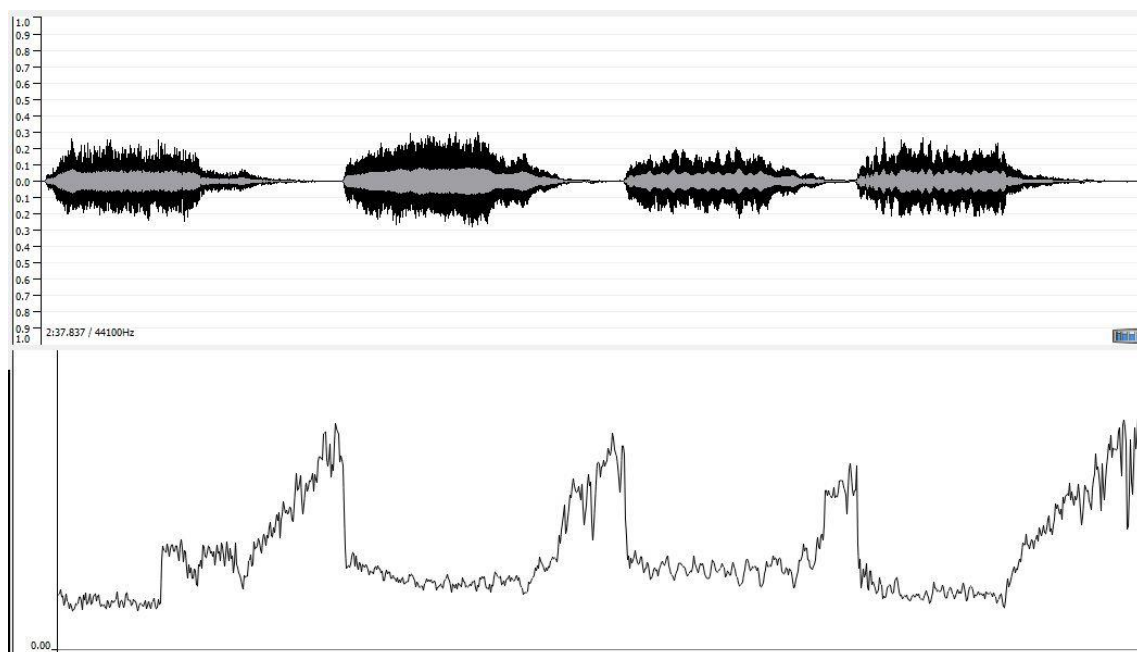


Figura C.18 – Acordes gravados no terceiro registo utilizado.

Medições efetuadas no órgão eletrónico, no altar

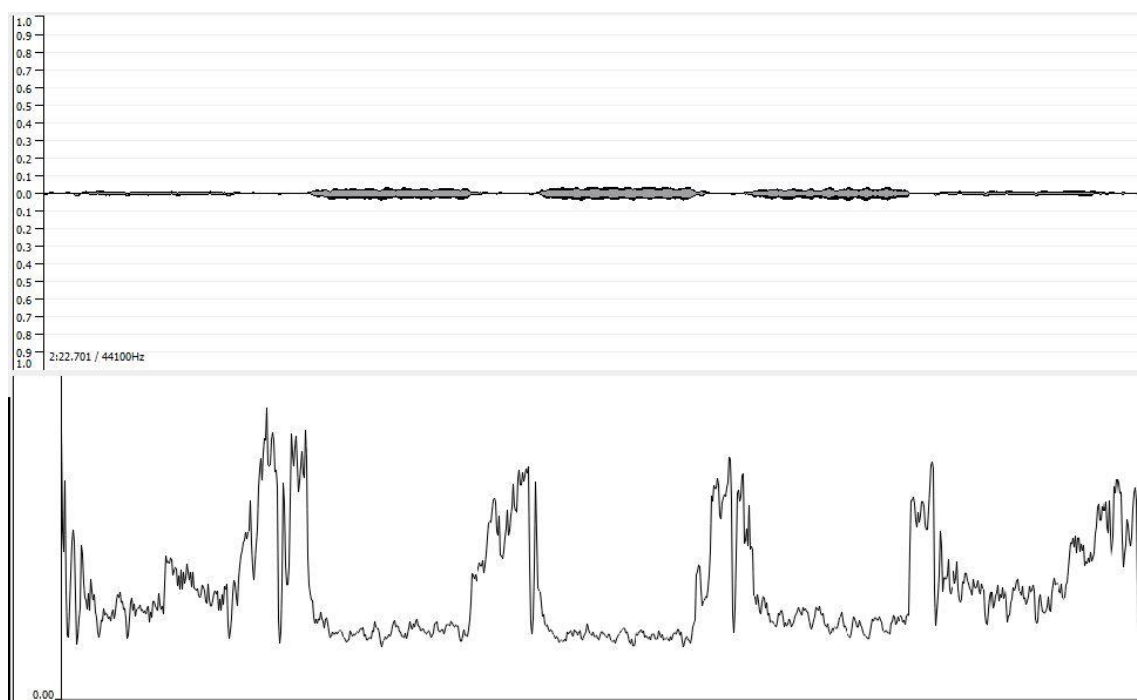


Figura C.19 – Notas gravadas no primeiro registo utilizado.

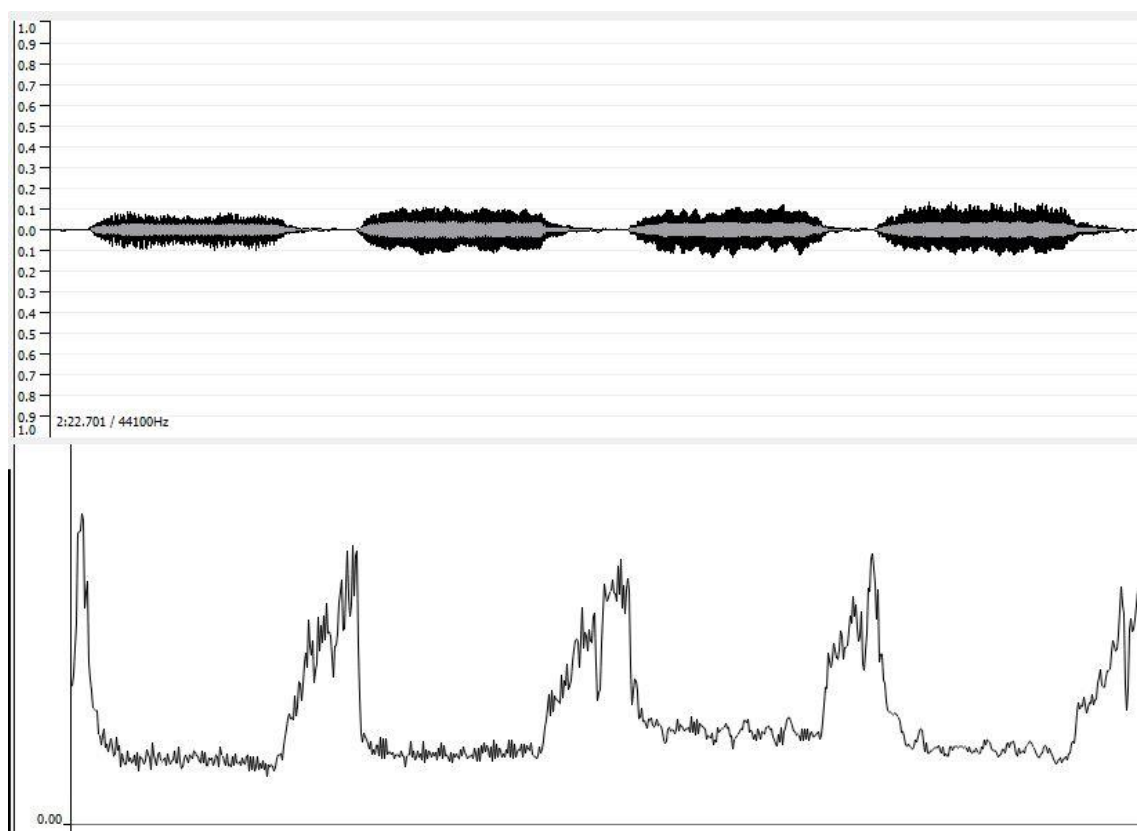


Figura C.20 – Acordes gravados no primeiro registo utilizado.

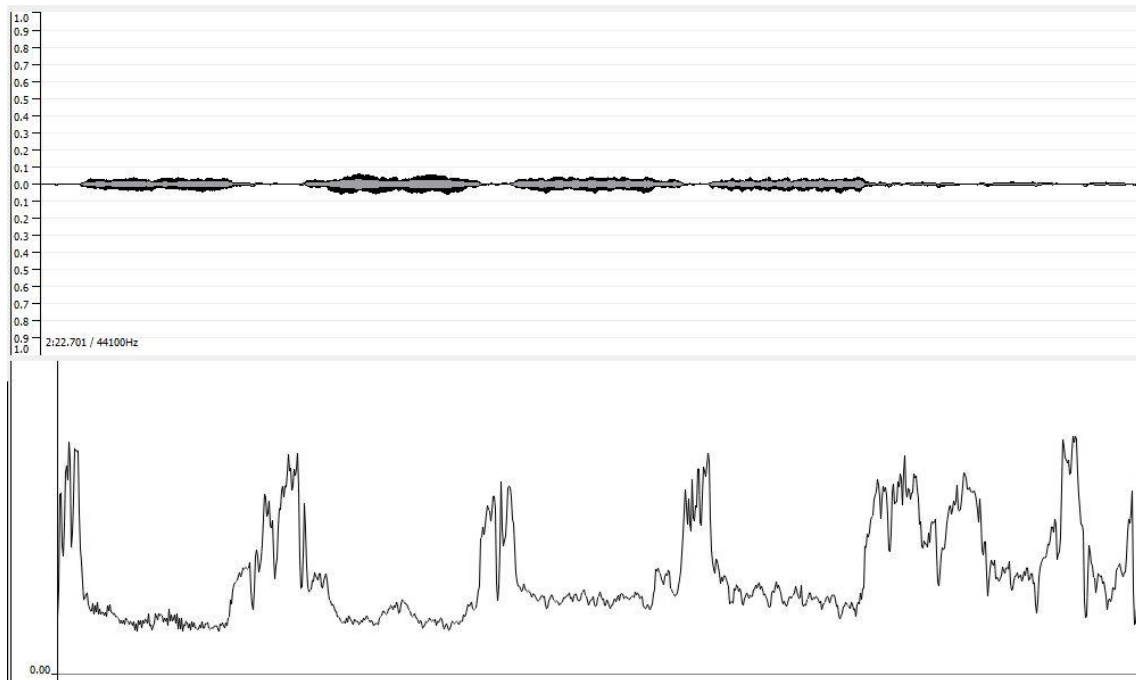


Figura C.21 – Notas gravadas no segundo registo utilizado.

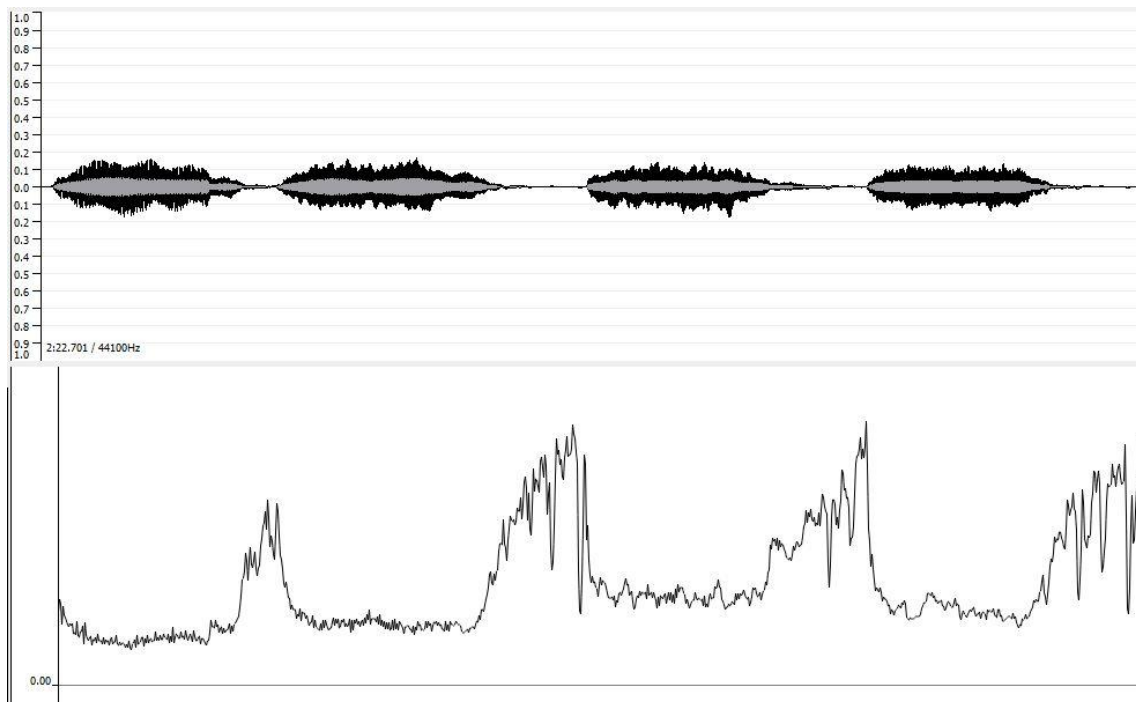


Figura C.22 – Acordes gravados no segundo registo utilizado.

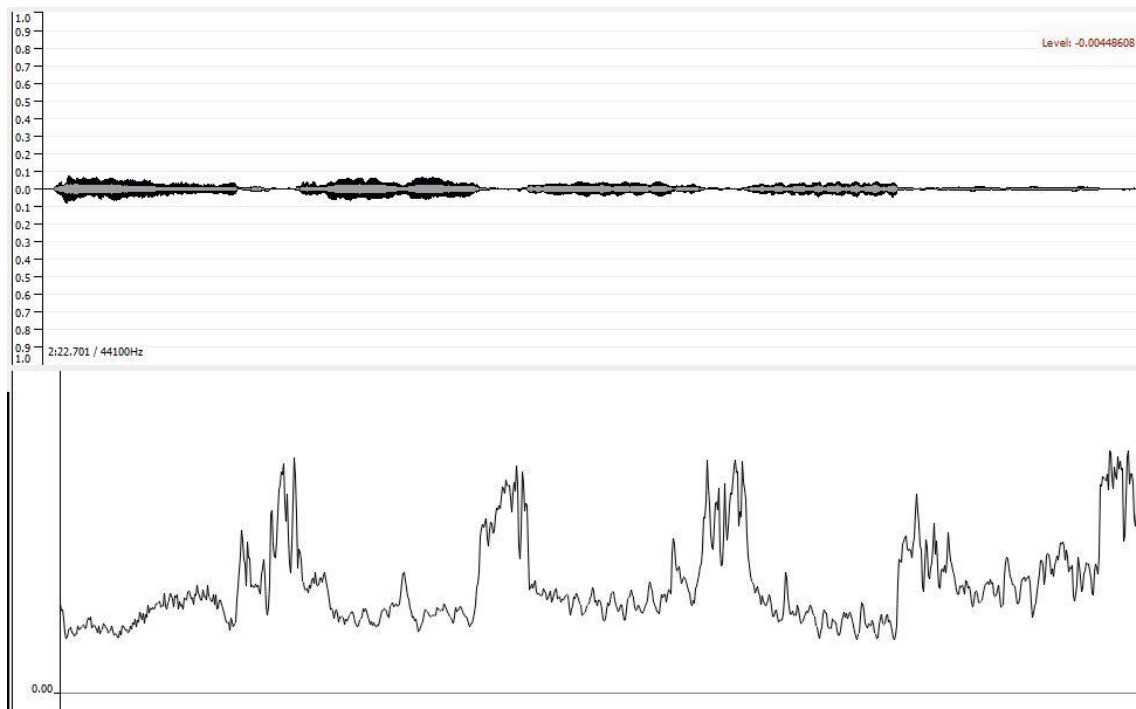


Figura C.23 – Notas gravadas no terceiro registo utilizado.

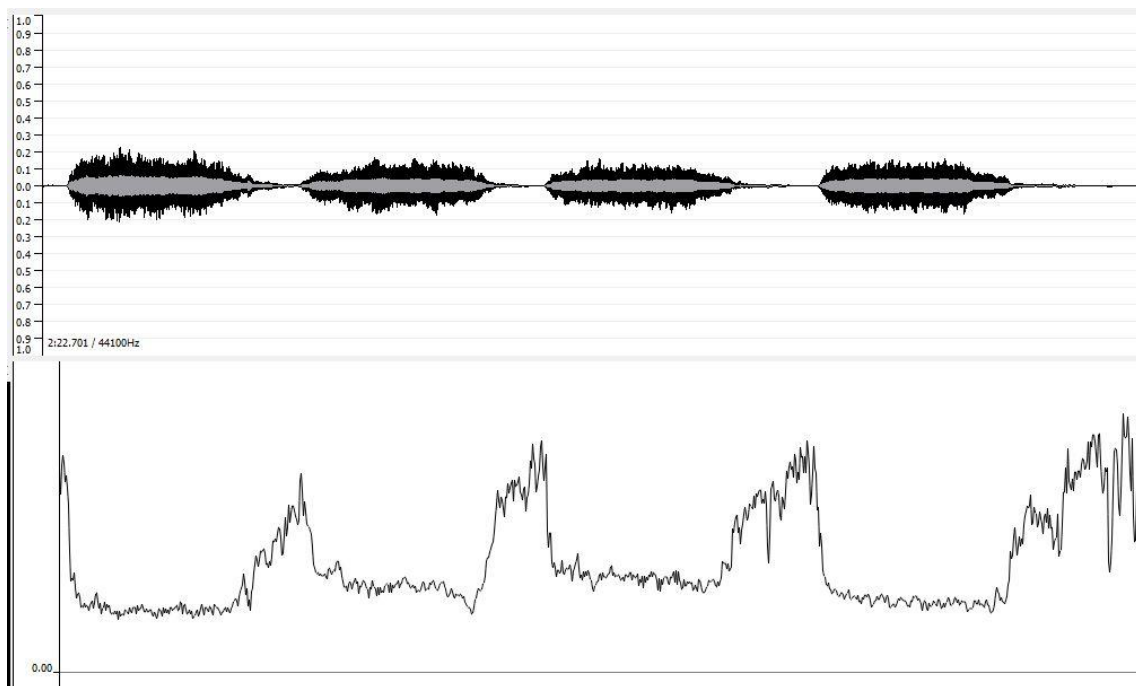


Figura C.24 – Acordes gravados no terceiro registo utilizado.

Sé Catedral

Medições efetuadas no órgão de tubos, no centro da nave

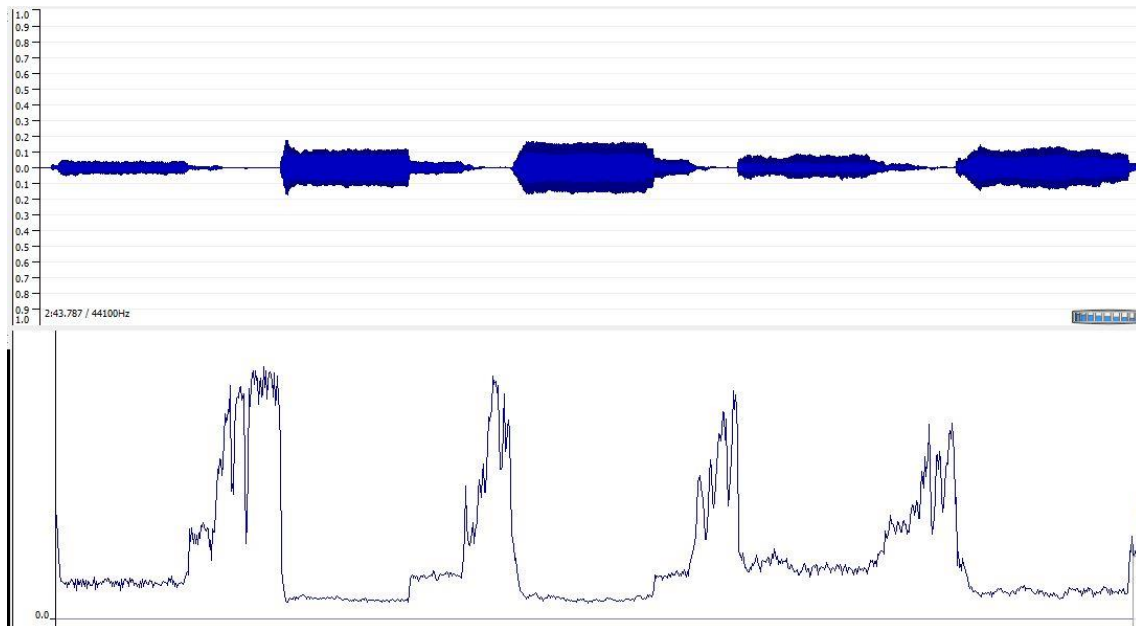


Figura C.25 – Notas gravadas no primeiro registo utilizado.

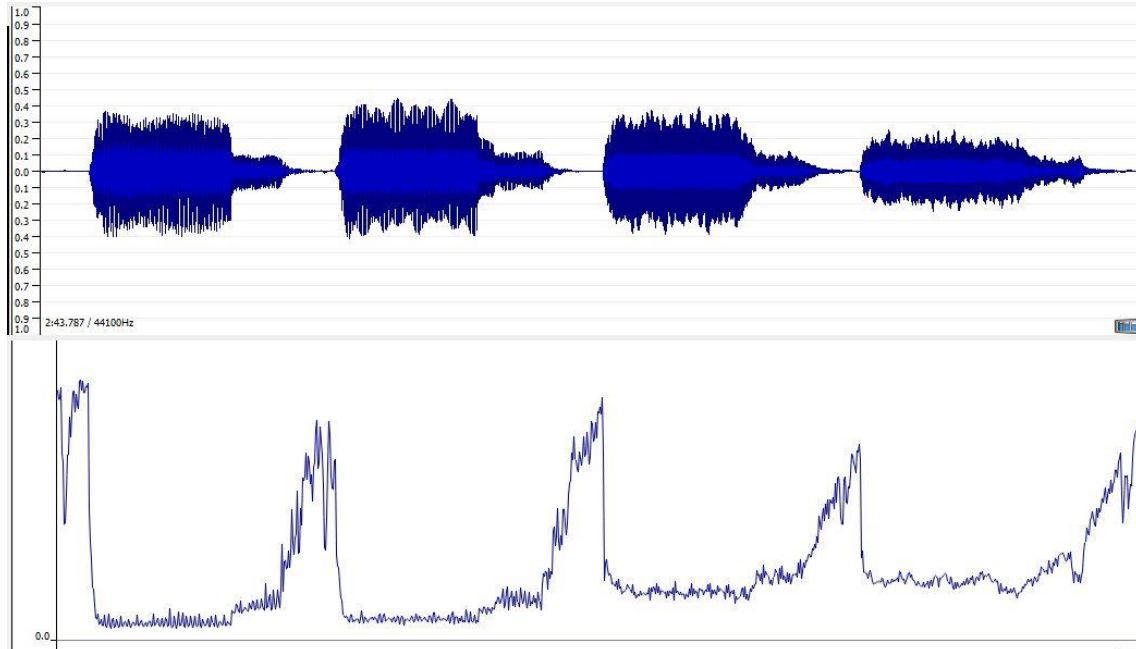


Figura C.26 – Acordes gravados no primeiro registo utilizado.

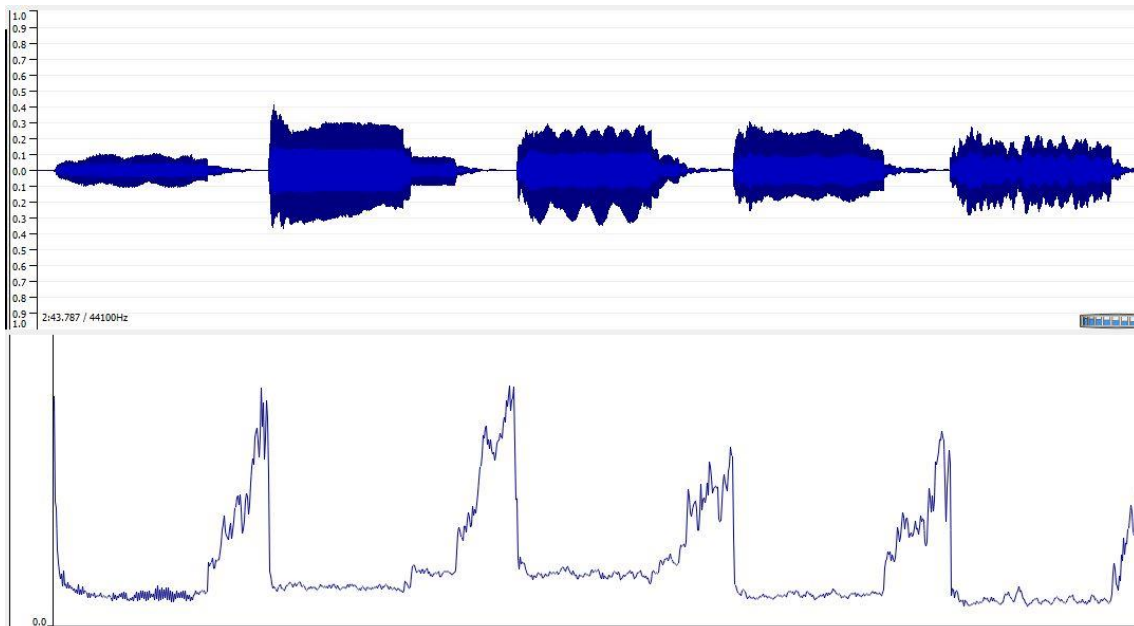


Figura C.27 – Notas gravadas no segundo registo utilizado.

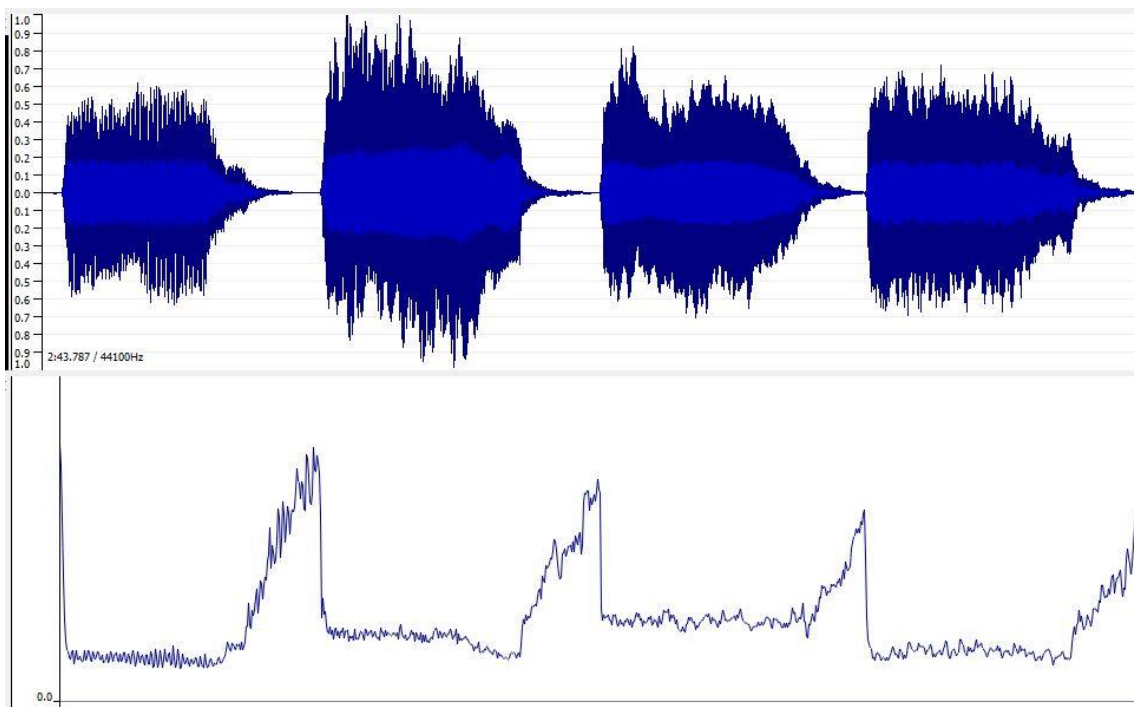


Figura C.28 – Acordes gravados no segundo registo utilizado.

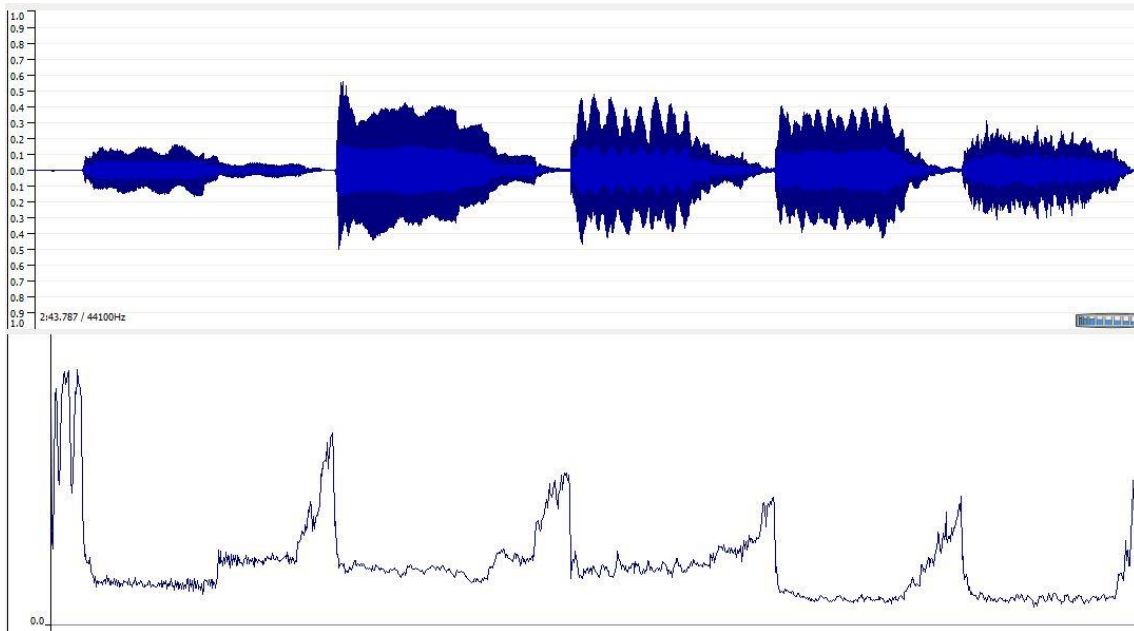


Figura C.29 – Notas gravadas no terceiro registo utilizado.

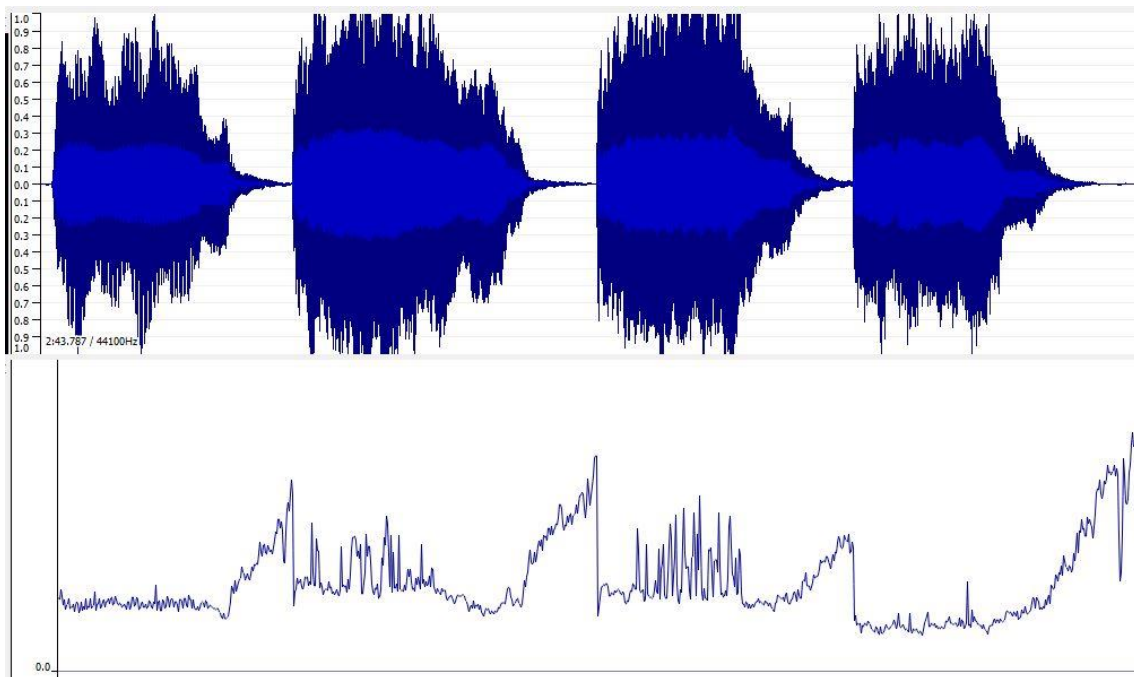


Figura C.30 – Acordes gravados no terceiro registo utilizado.

Medições efetuadas no órgão eletrónico, no centro da nave

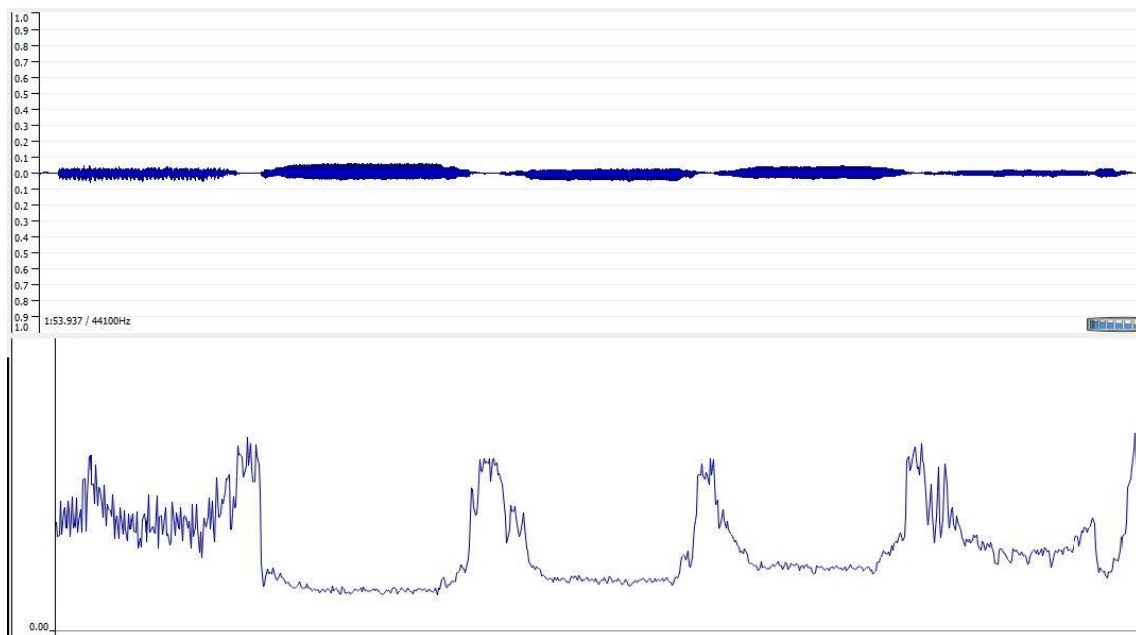


Figura C.31 – Notas gravadas no primeiro registo utilizado.

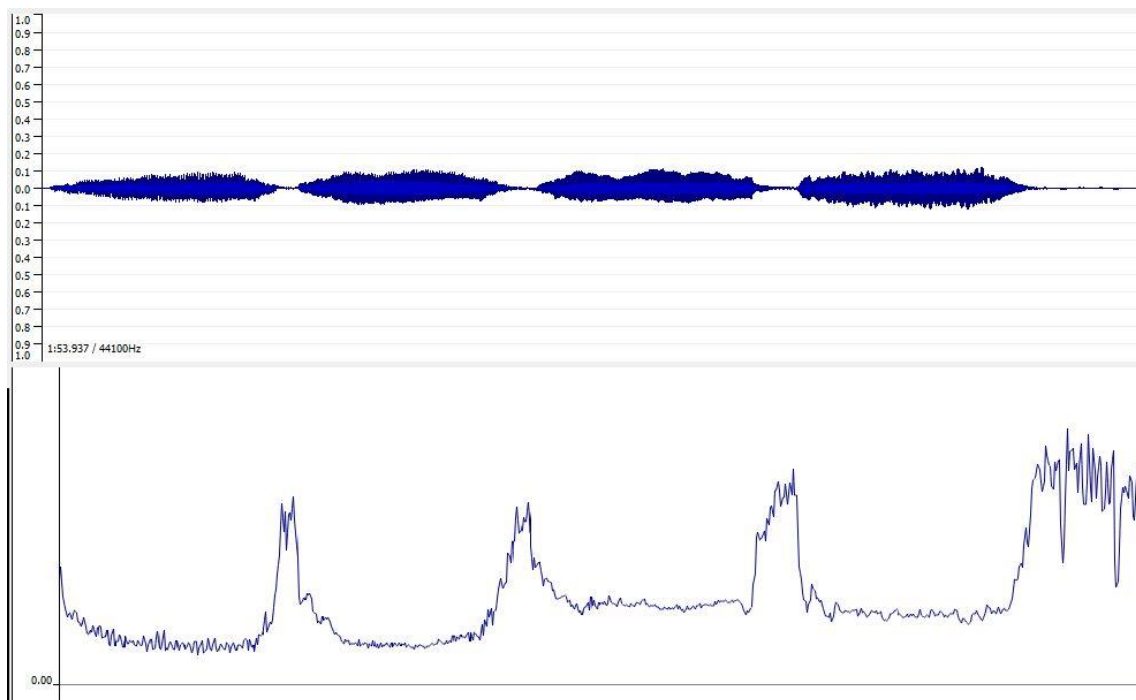


Figura C.32 – Acordes gravados no primeiro registo utilizado.

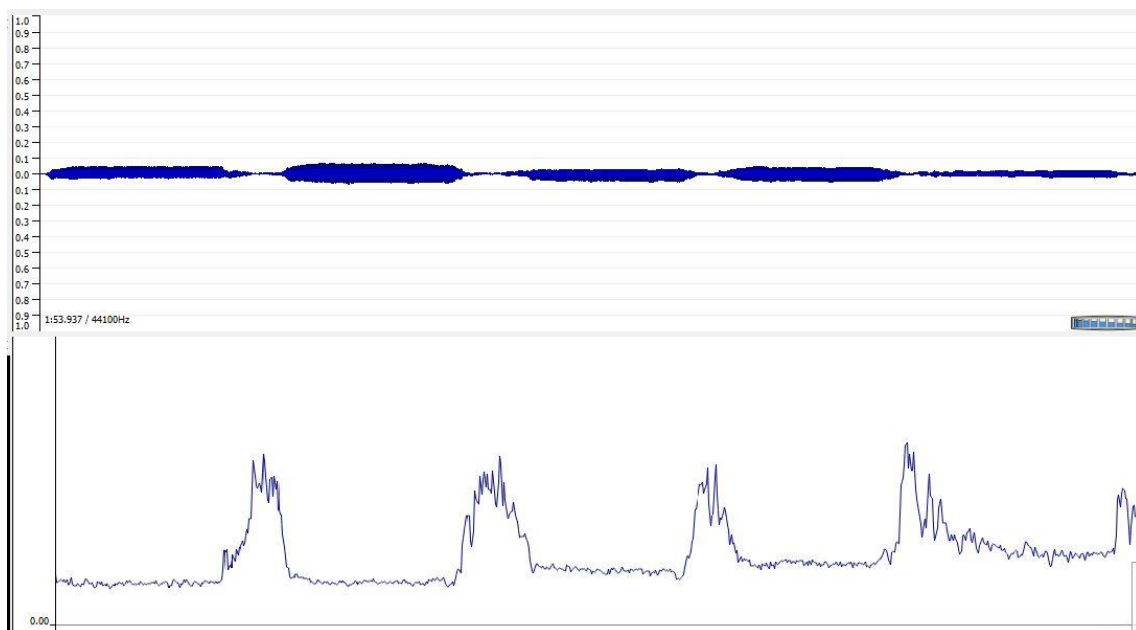


Figura C.33 – Notas gravadas no segundo registo utilizado.

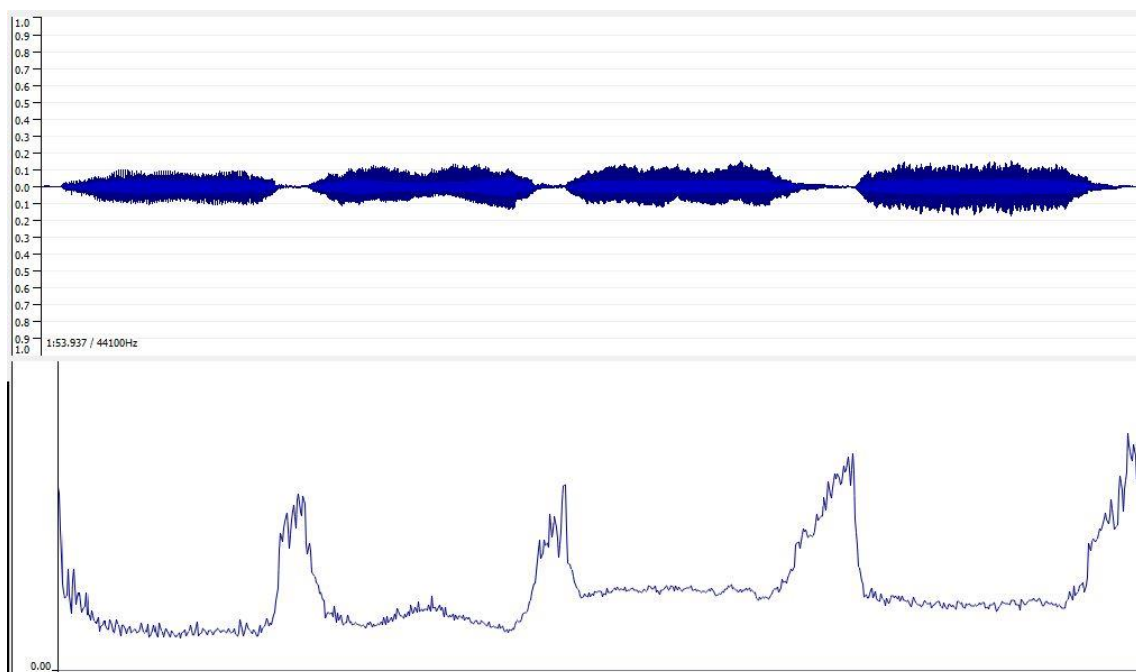


Figura C.34 – Acordes gravados no segundo registo utilizado.

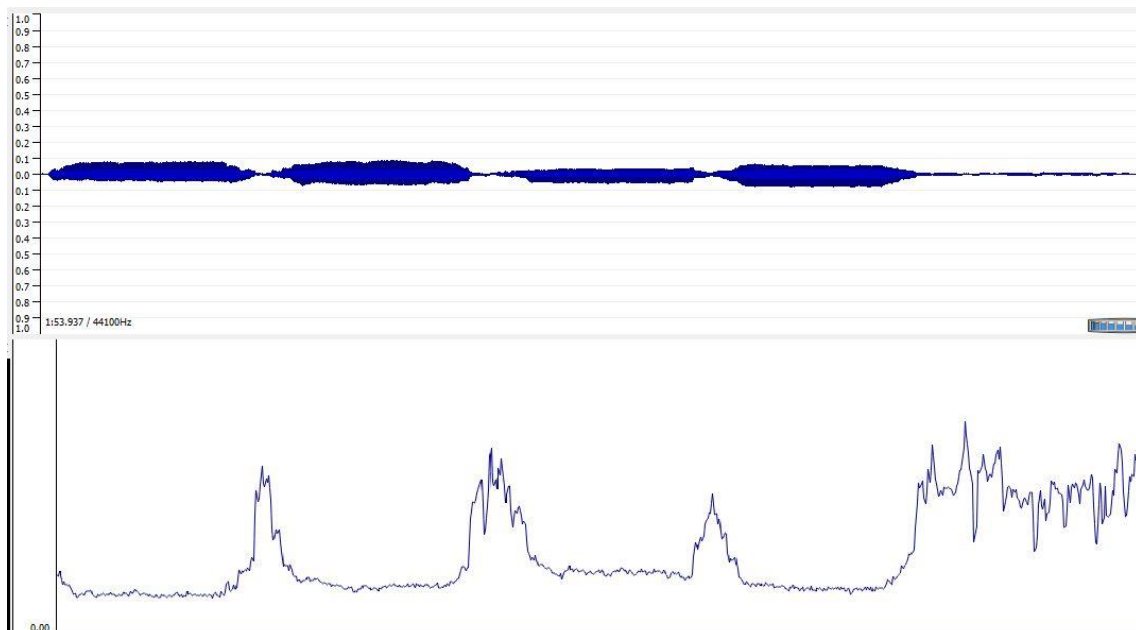


Figura C.35 – Notas gravadas no terceiro registo utilizado.

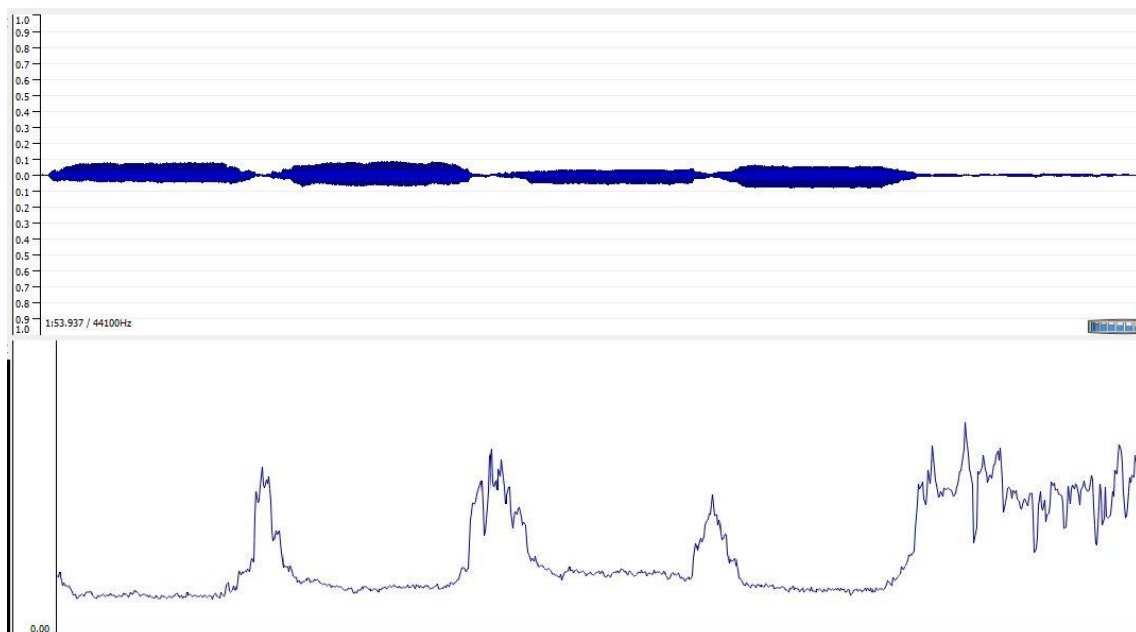


Figura C.36 – Acordes gravados no terceiro registo utilizado.

Medições efetuadas no órgão de tubos, no altar

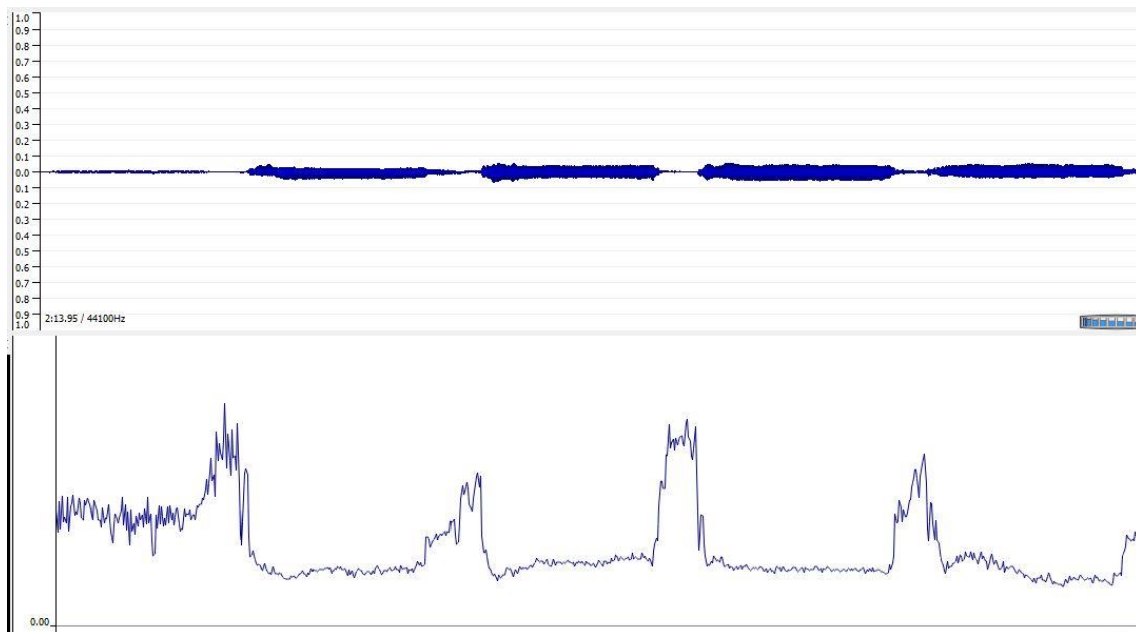


Figura C.37 – Notas gravadas no primeiro registo utilizado.

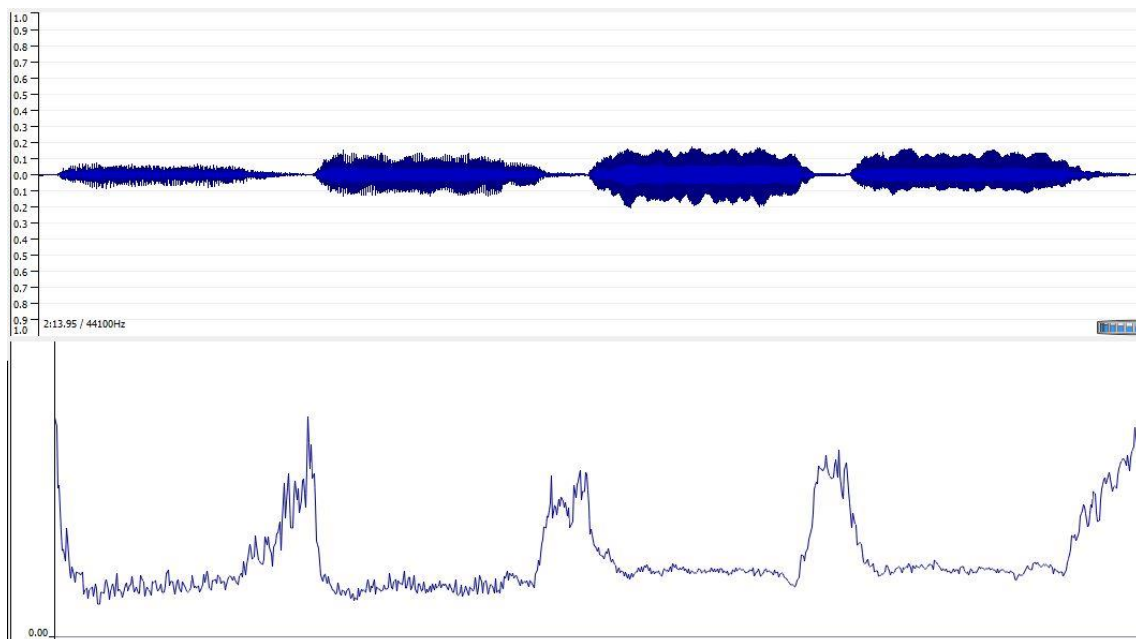


Figura C.38 – Acordes gravados no primeiro registo utilizado.

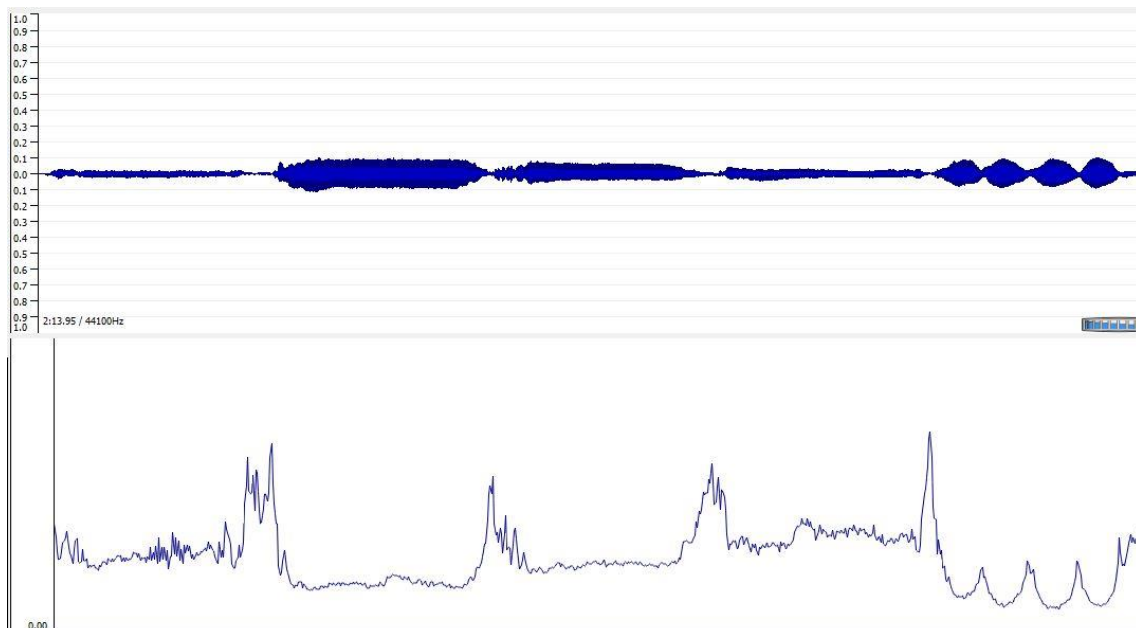


Figura C.39 – Notas gravadas no segundo registo utilizado.

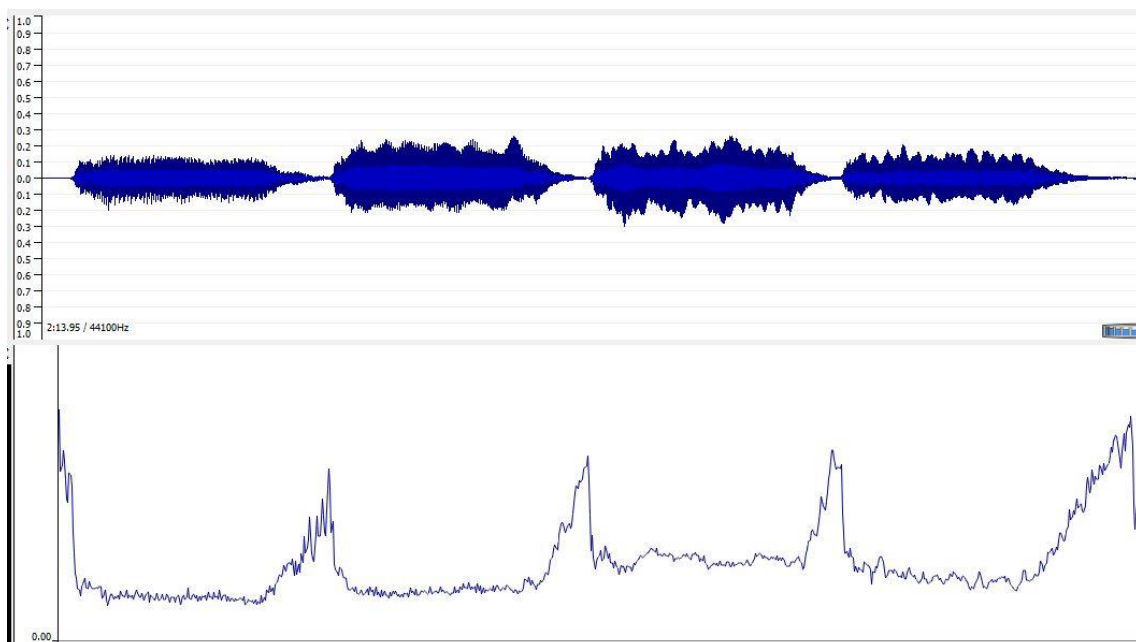


Figura C.40 – Acordes gravados no segundo registo utilizado.

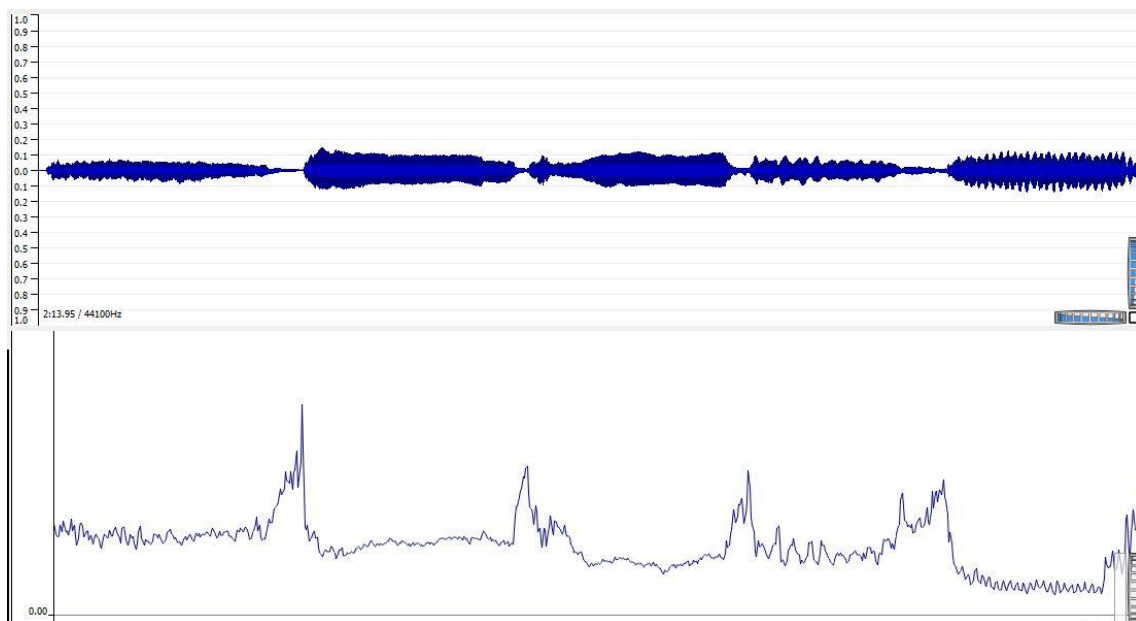


Figura C.41 – Notas gravadas no terceiro registo utilizado.

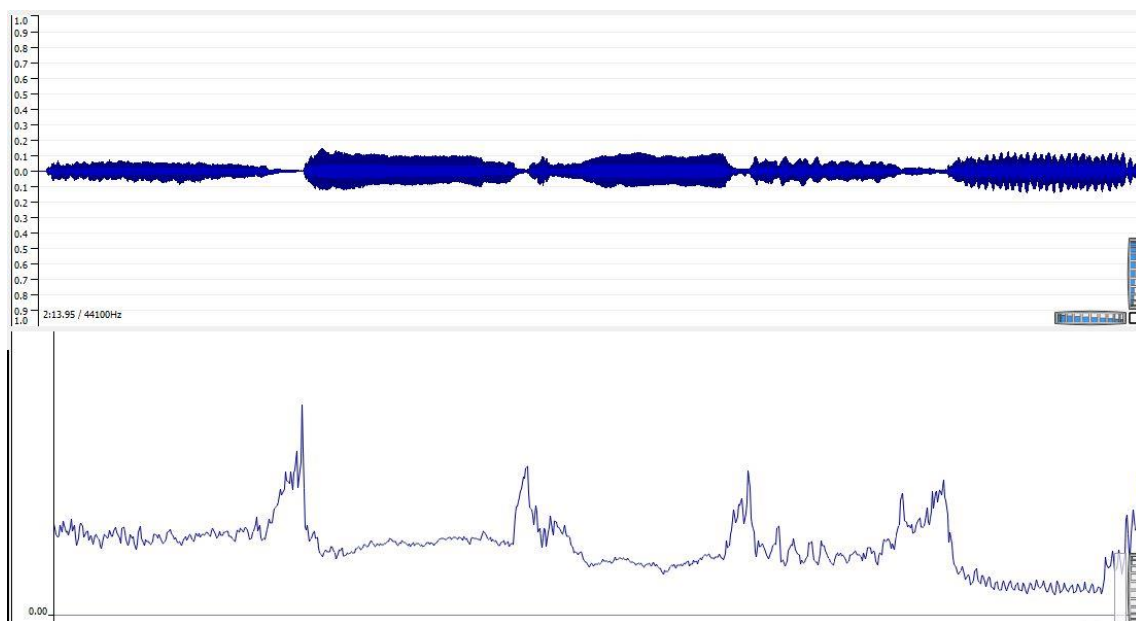


Figura C.42 – Acordes gravados no terceiro registo utilizado.

Medições efetuadas no órgão eletrónico, no altar

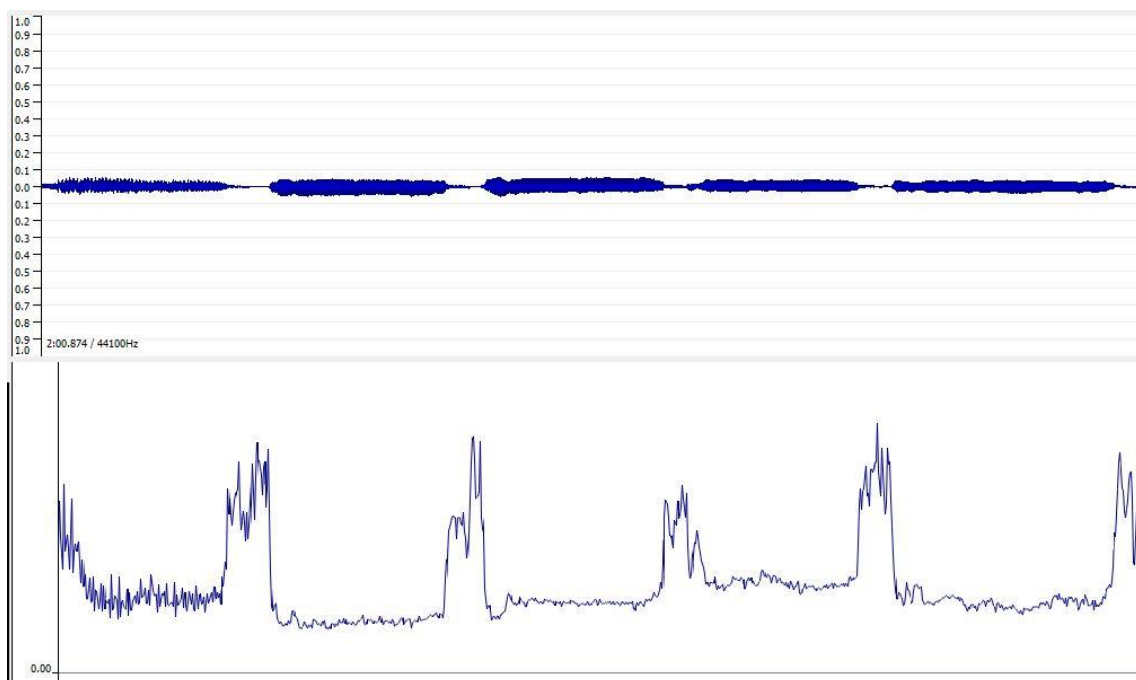


Figura C.43 – Notas gravadas no primeiro registo utilizado.

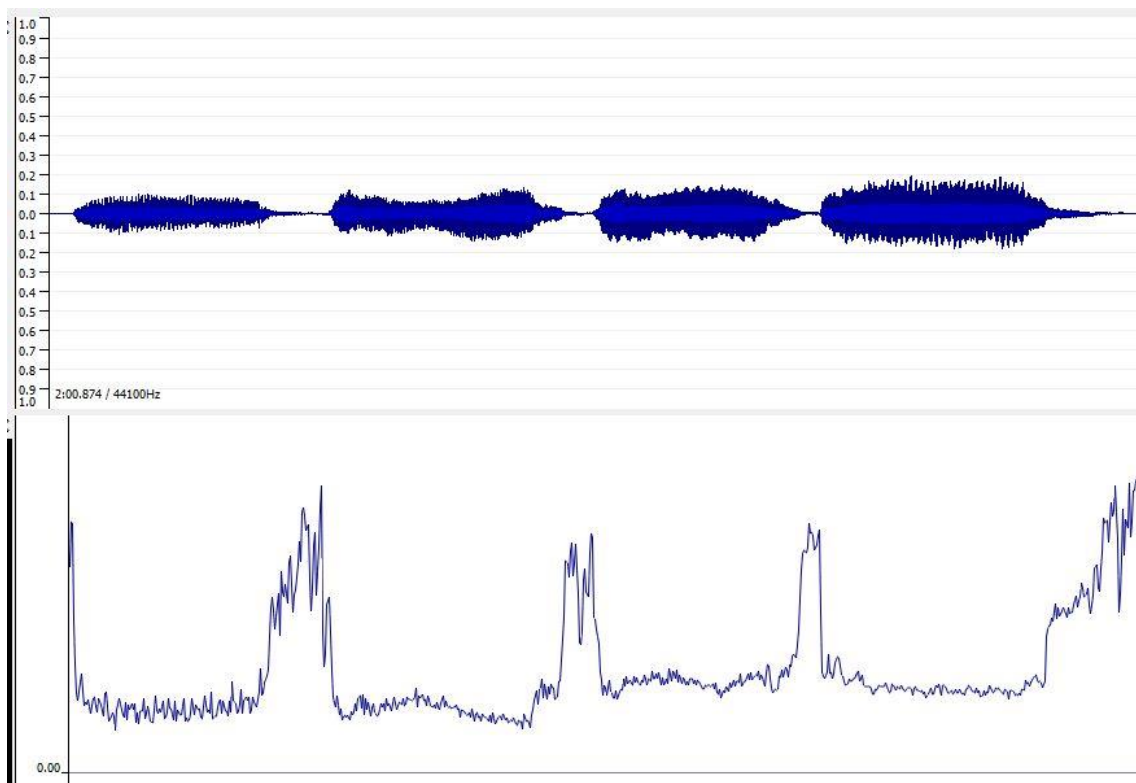


Figura C.44 – Acordes gravados no primeiro registo utilizado.

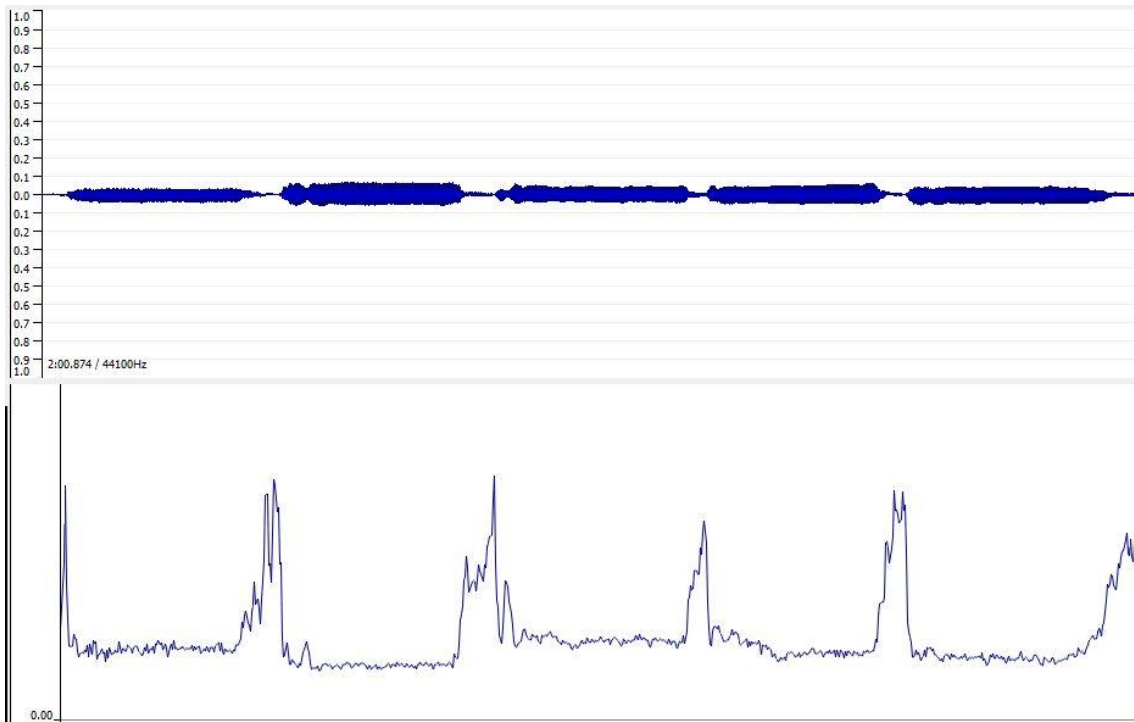


Figura C.45 – Notas gravadas no segundo registo utilizado.

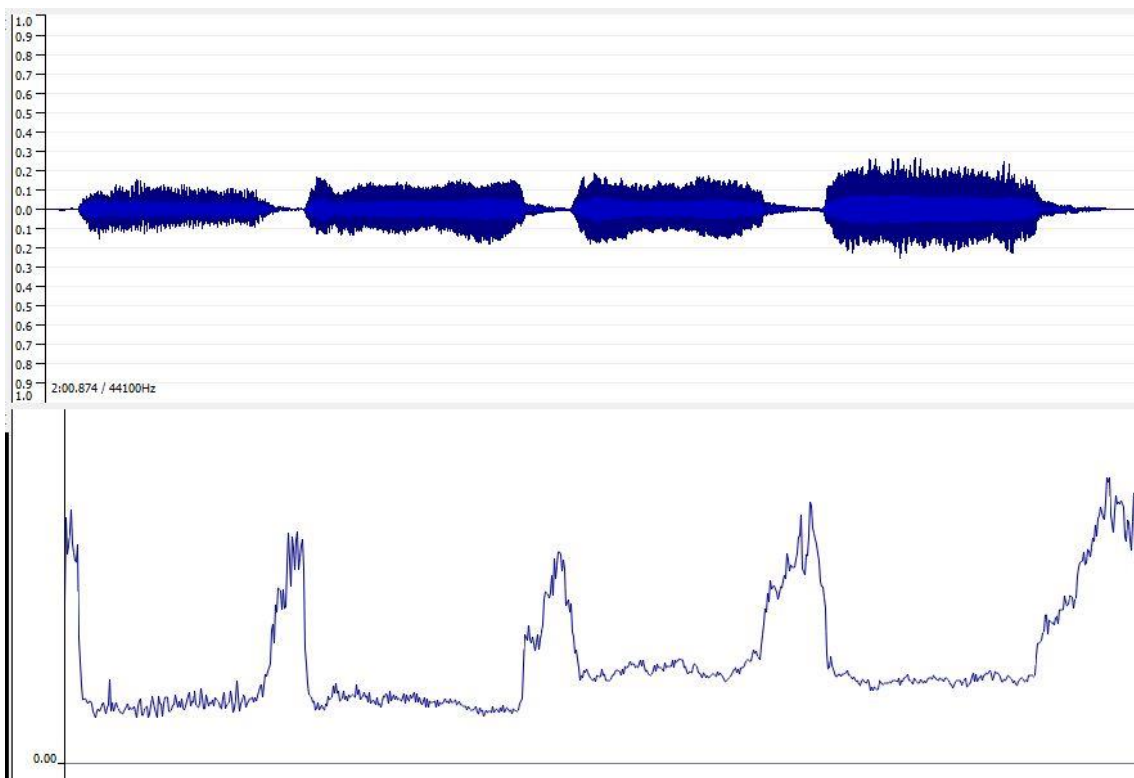


Figura C.46 – Acordes gravados no segundo registo utilizado.

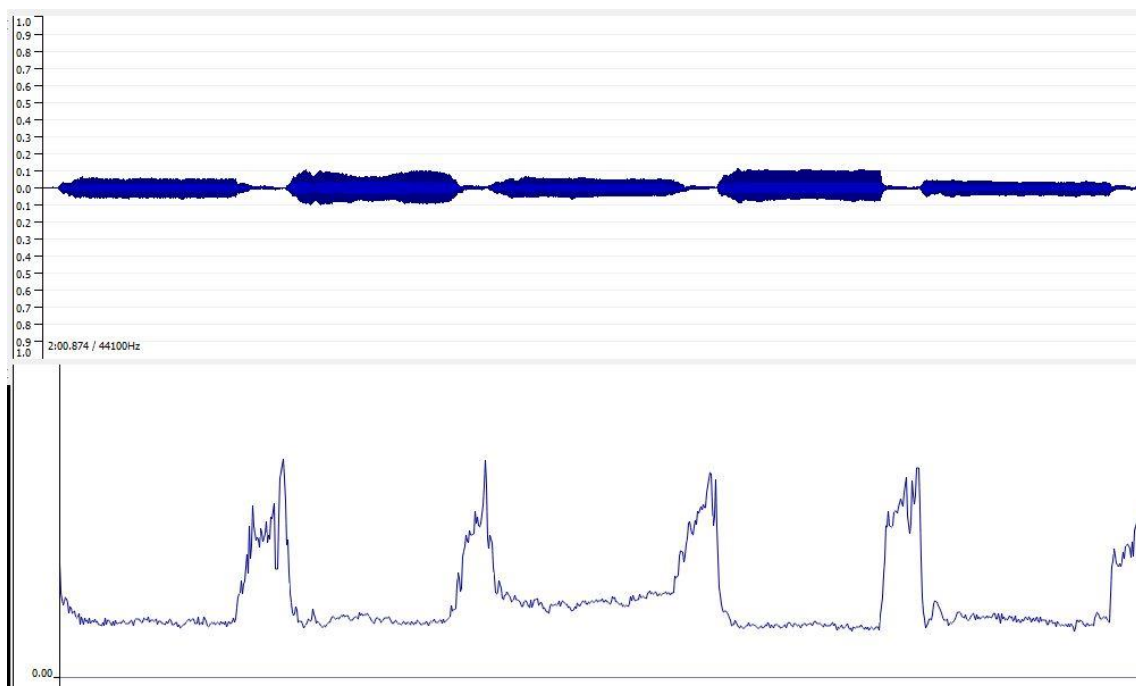


Figura C.47 – Notas gravadas no terceiro registo utilizado.

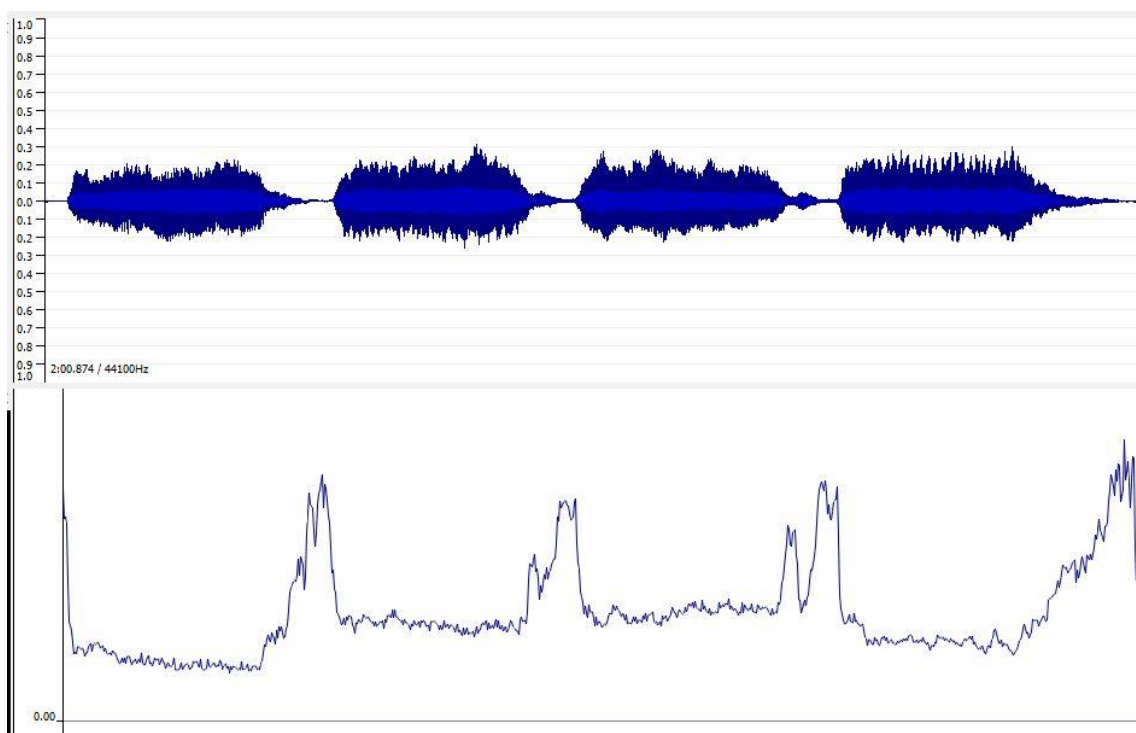


Figura C.48 – Acordes gravados no terceiro registo utilizado.

Igreja de S. Lázaro

Medições efetuadas no órgão de tubos, no centro da nave

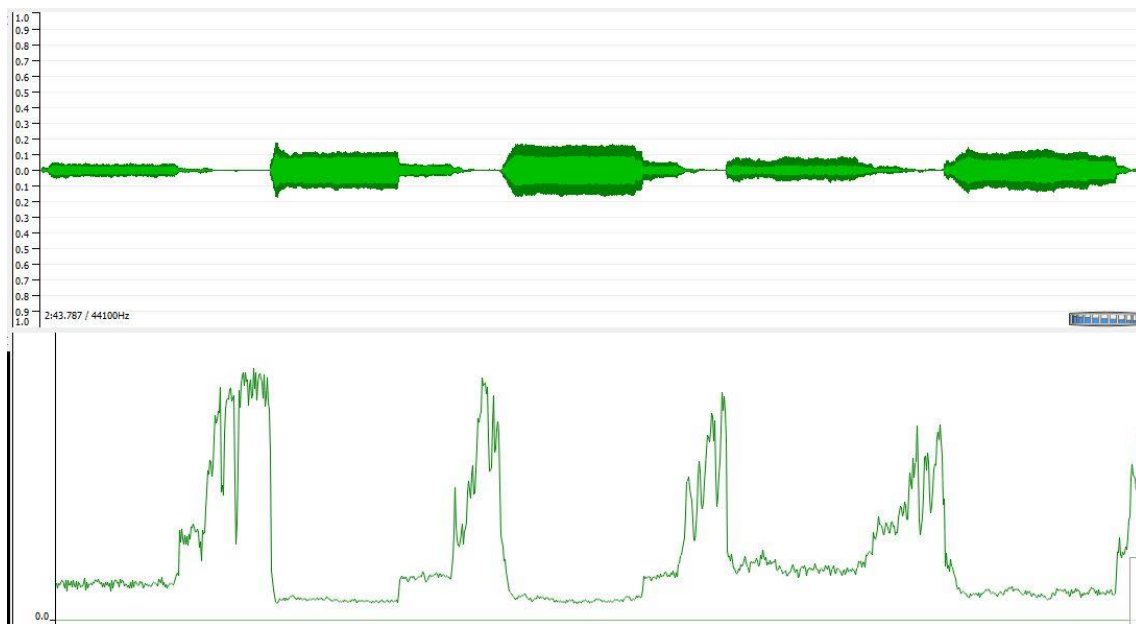


Figura C.49 – Notas gravadas no primeiro registo utilizado.

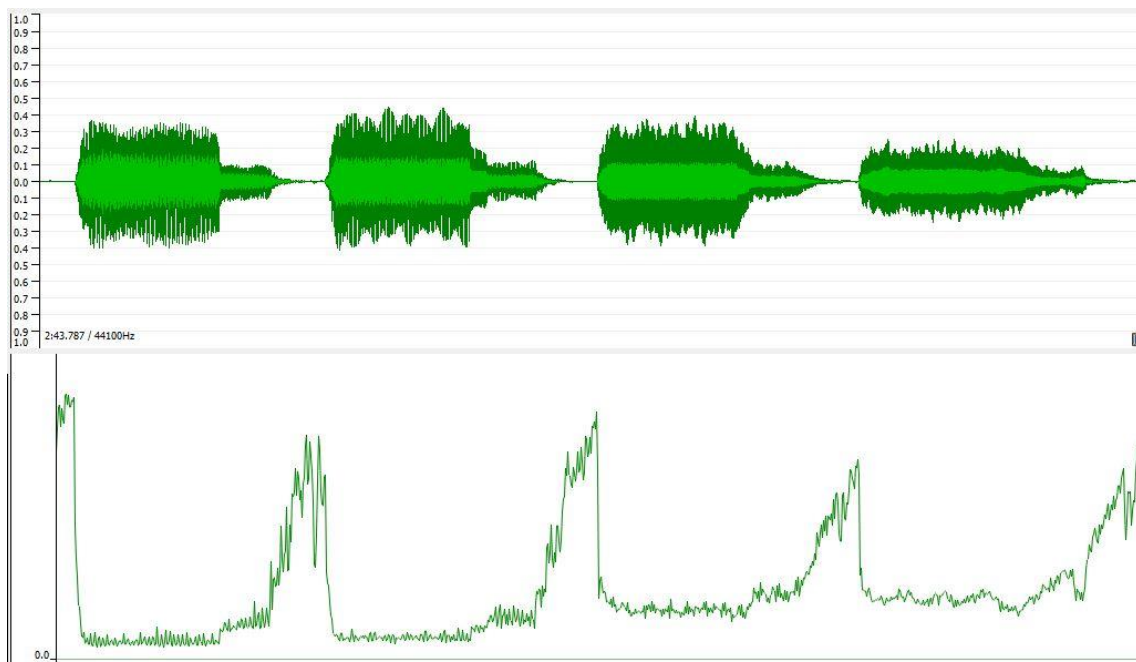


Figura C.50 – Acordes gravados no primeiro registo utilizado.

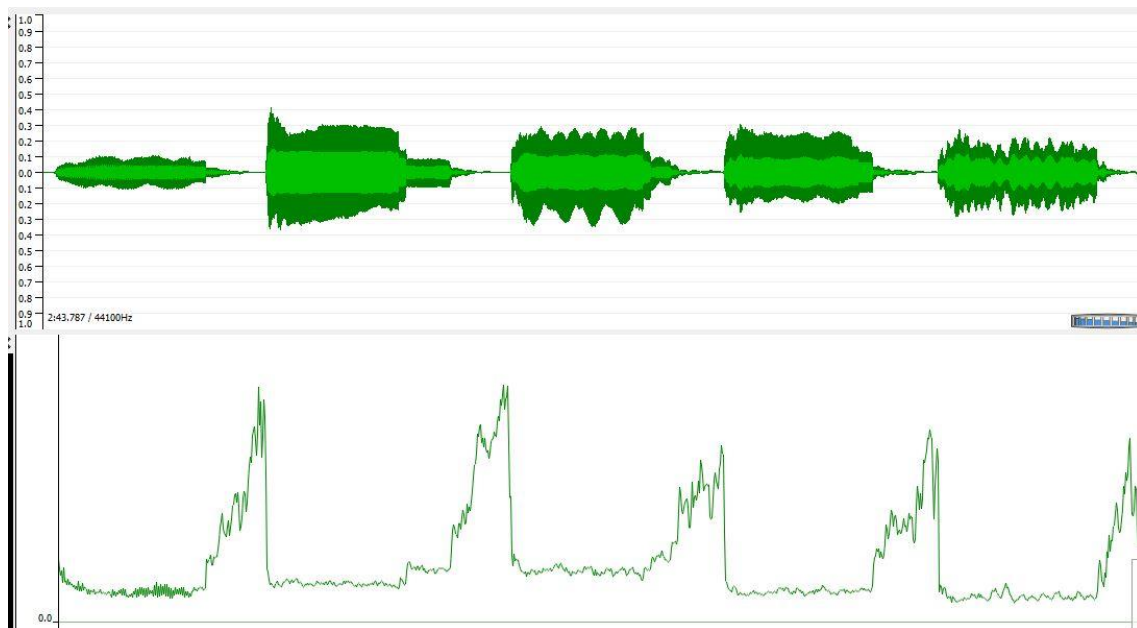


Figura C.51 – Notas gravadas no segundo registo utilizado.

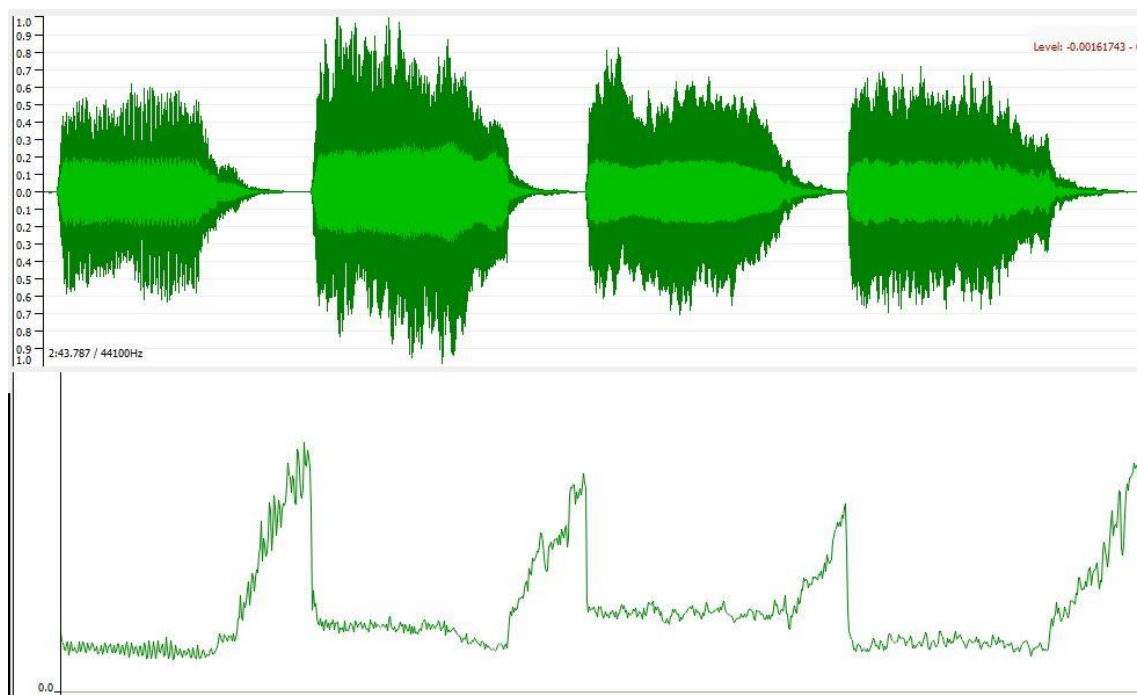


Figura C.52 – Acordes gravados no segundo registo utilizado.

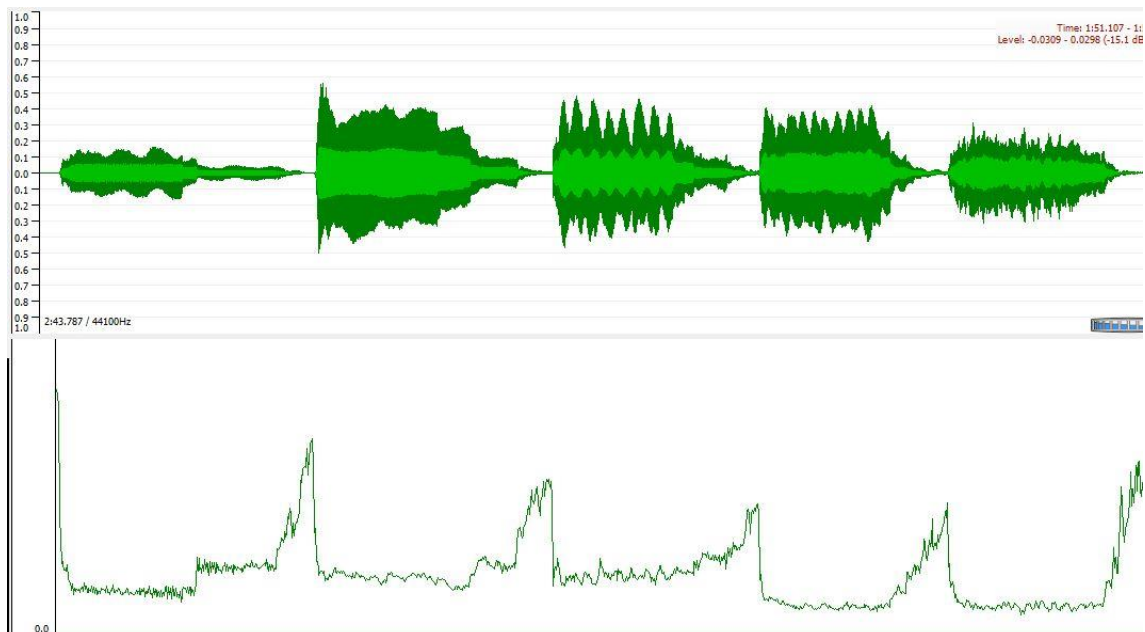


Figura C.53 – Notas gravadas no terceiro registo utilizado.

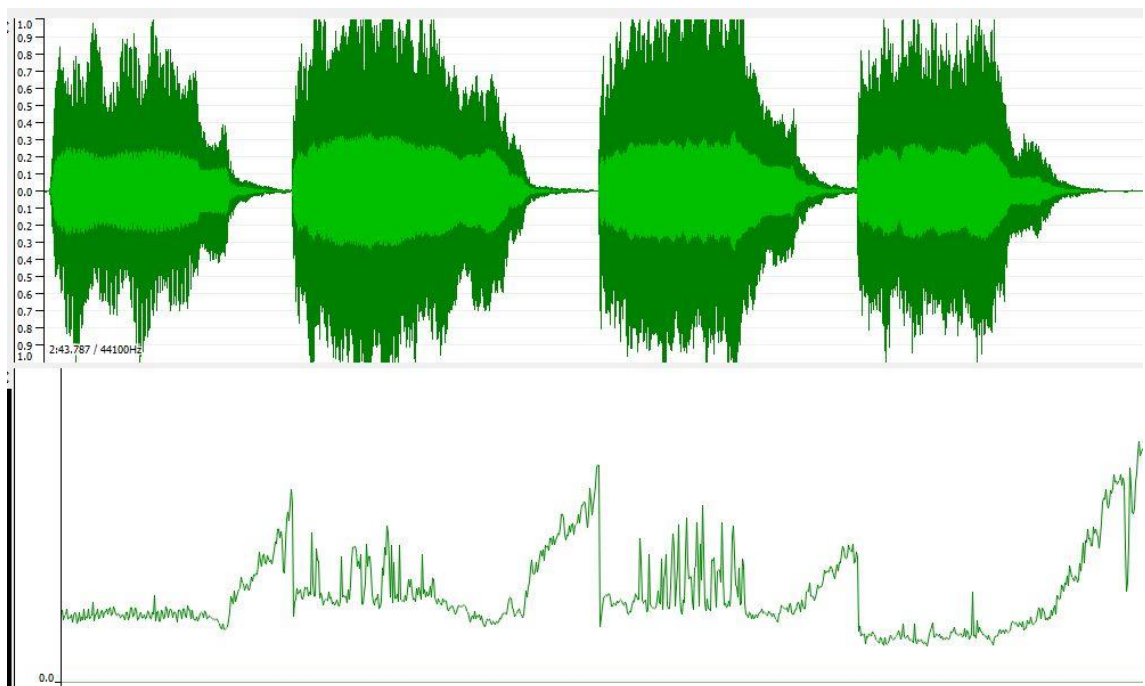


Figura C.54 – Acordes gravados no terceiro registo utilizado.

Medições efetuadas no órgão eletrónico, no centro da nave

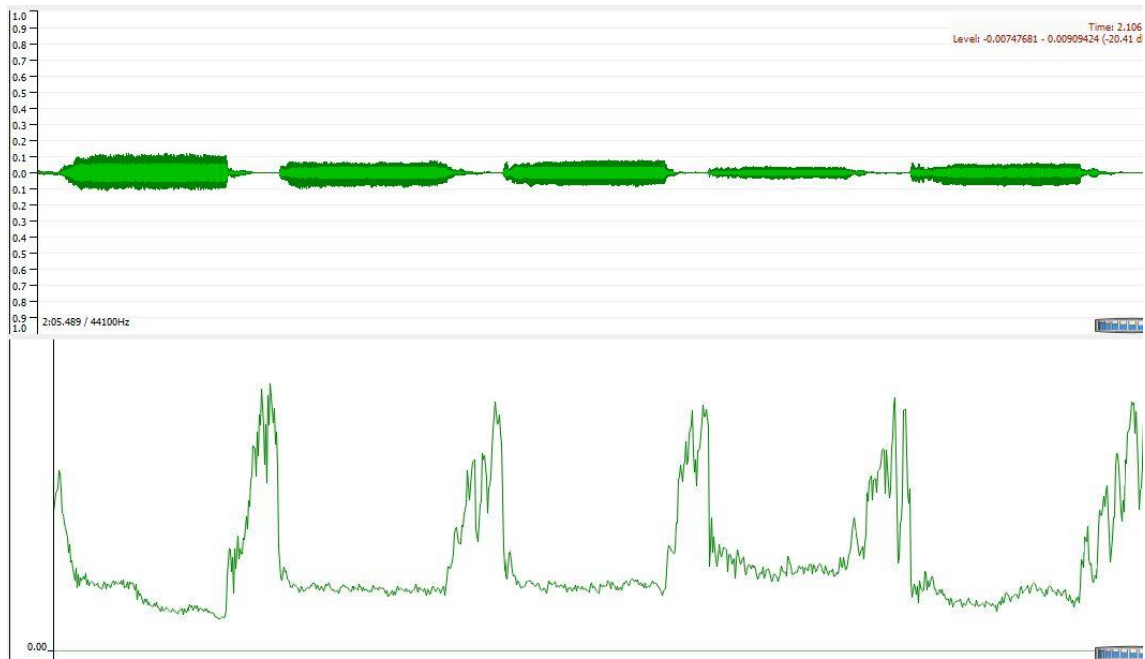


Figura C.55 – Notas gravadas no primeiro registo utilizado.

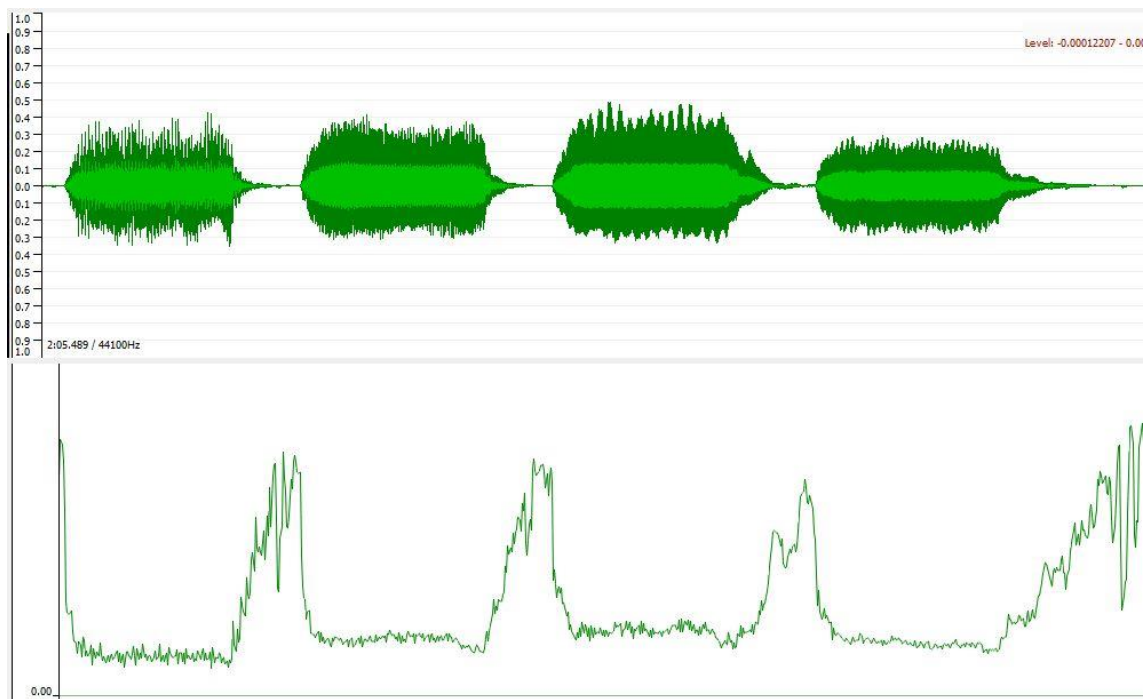


Figura C.56 – Acordes gravadas no primeiro registo utilizado.

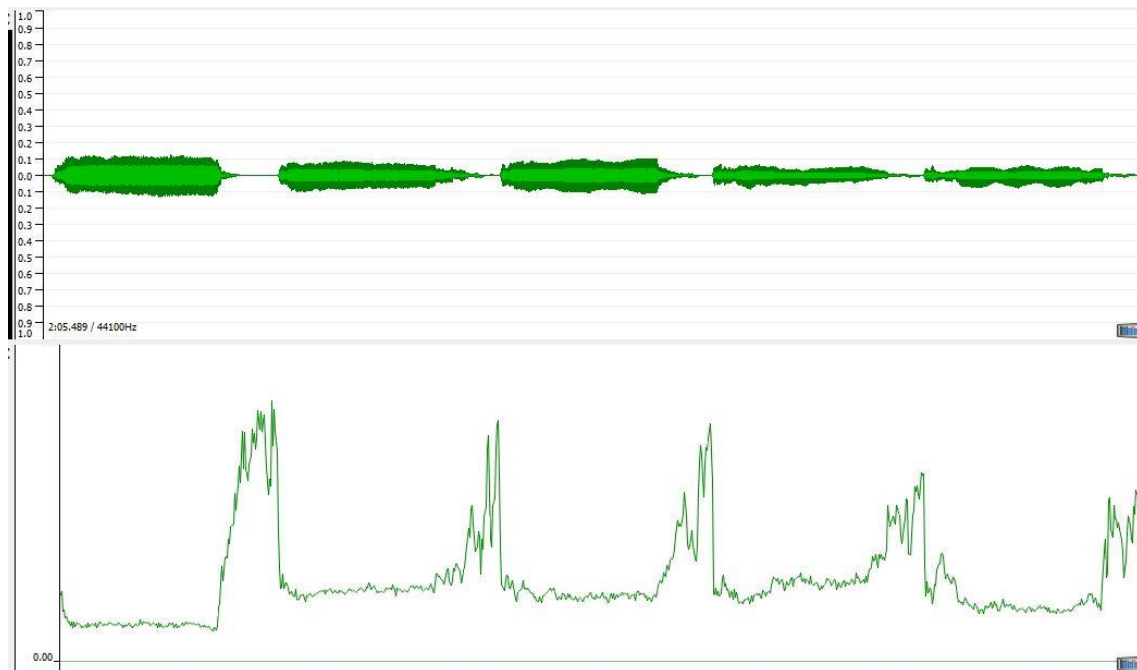


Figura C.57 – Notas gravadas no segundo registo utilizado.

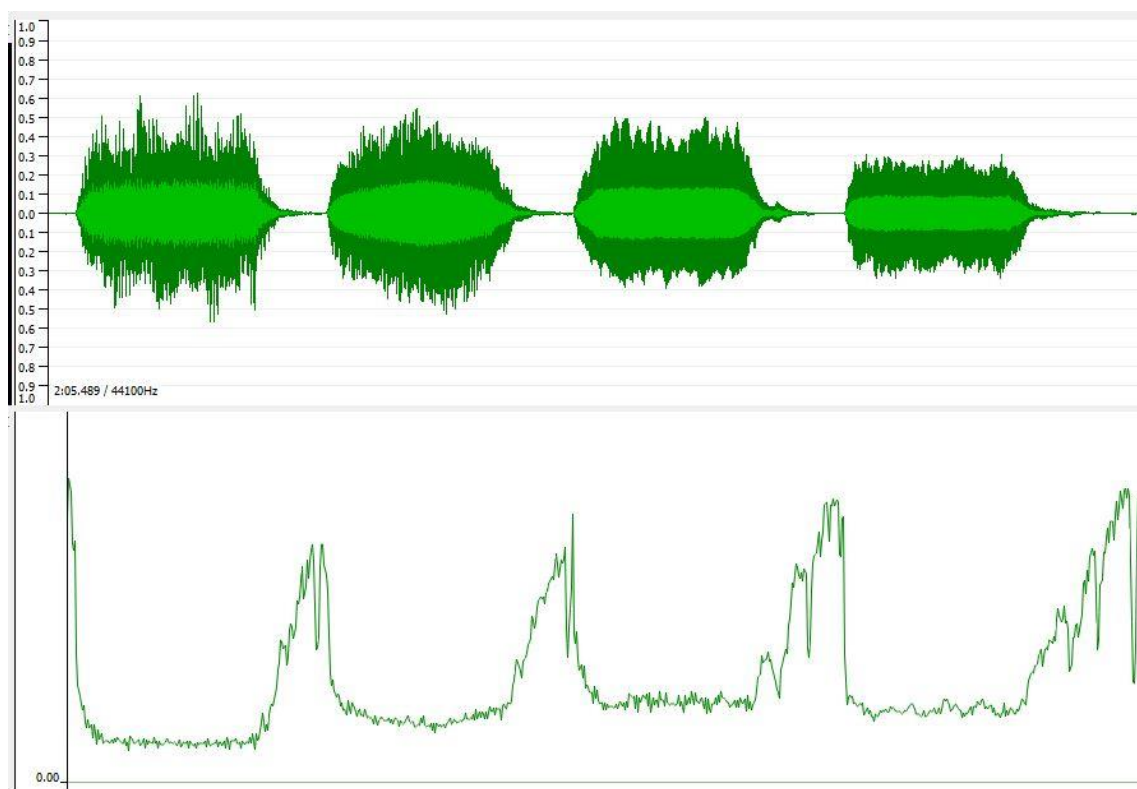


Figura C.58 – Acordes gravados no segundo registo utilizado.

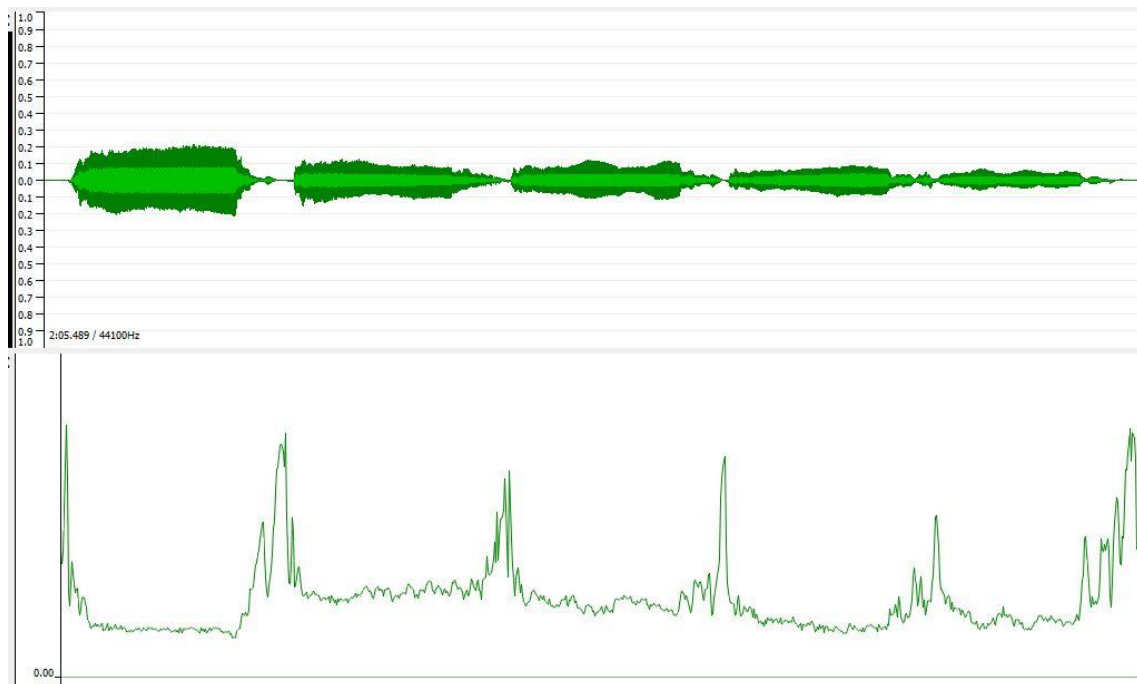


Figura C.59 – Notas gravadas no terceiro registo utilizado.

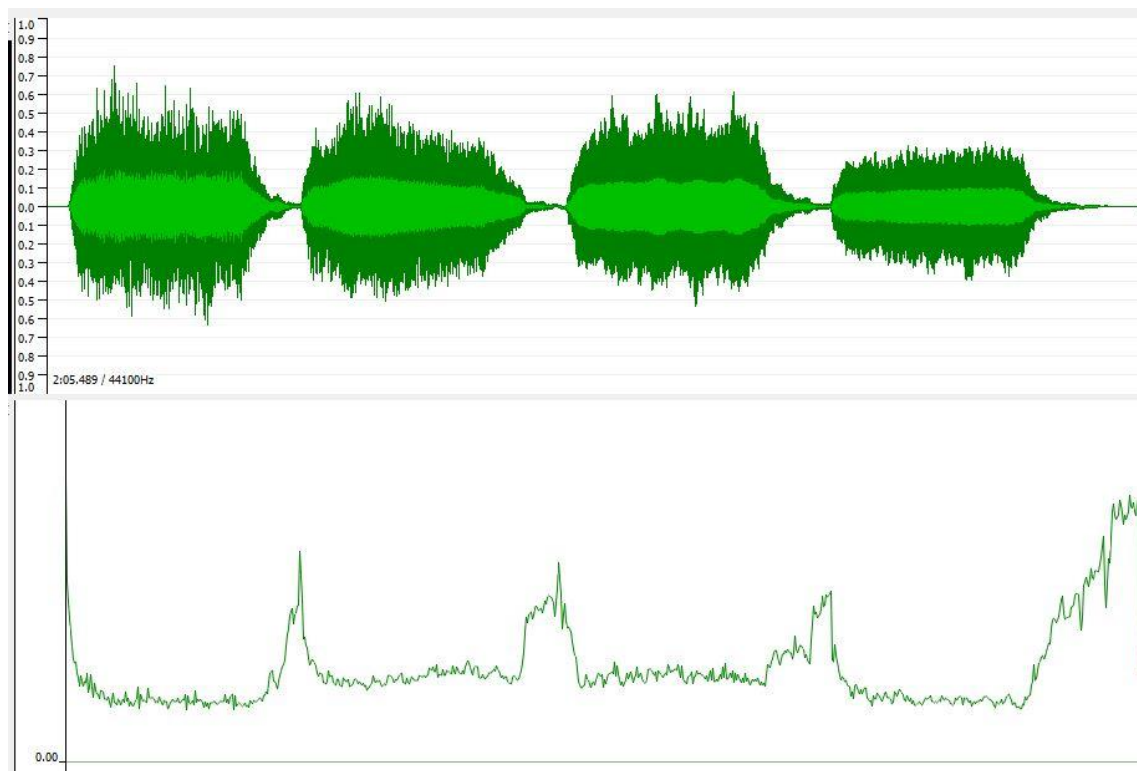


Figura C.60 – Acordes gravados no terceiro registo utilizado.

Medições efetuadas no órgão de tubos, no altar

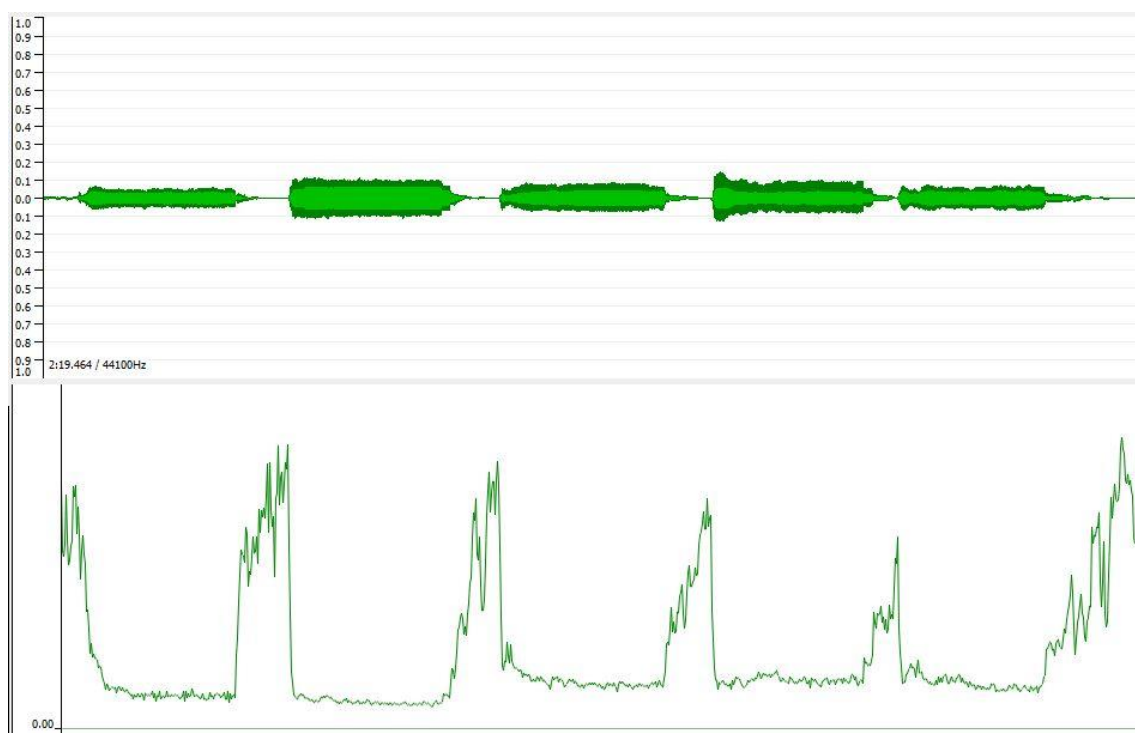


Figura C.61 – Notas gravadas no primeiro registo utilizado.

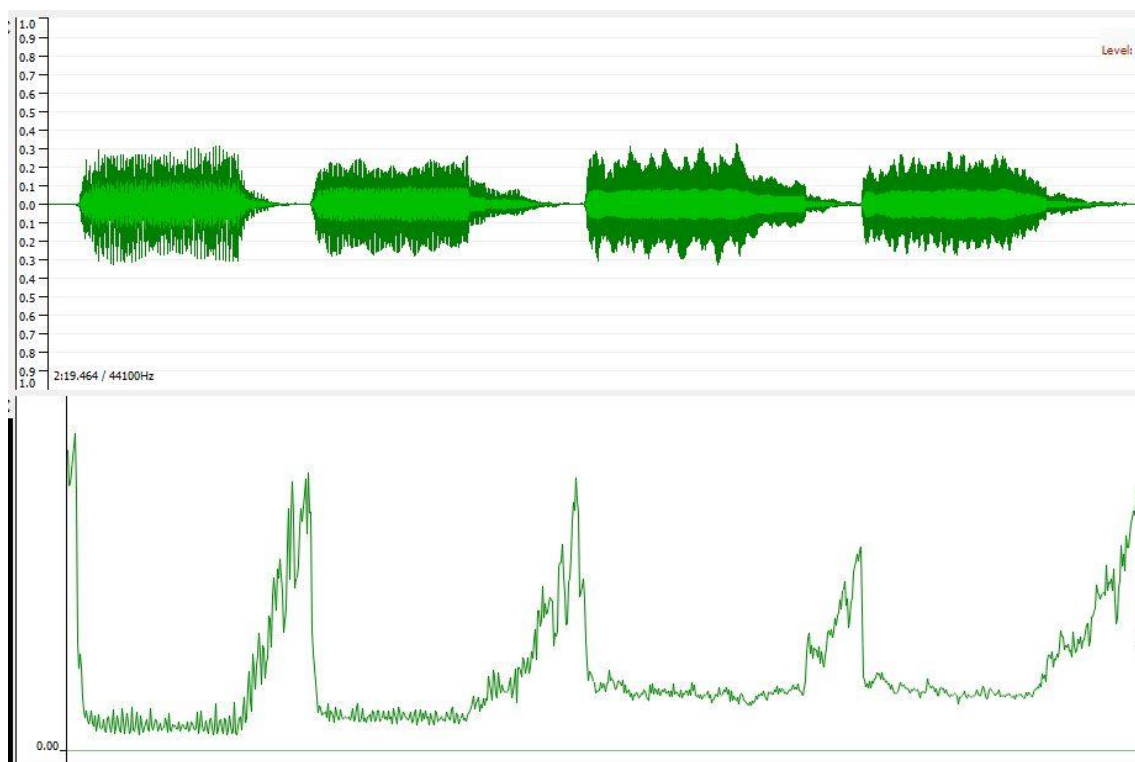


Figura C.62 – Acordes gravados no primeiro registo utilizado.

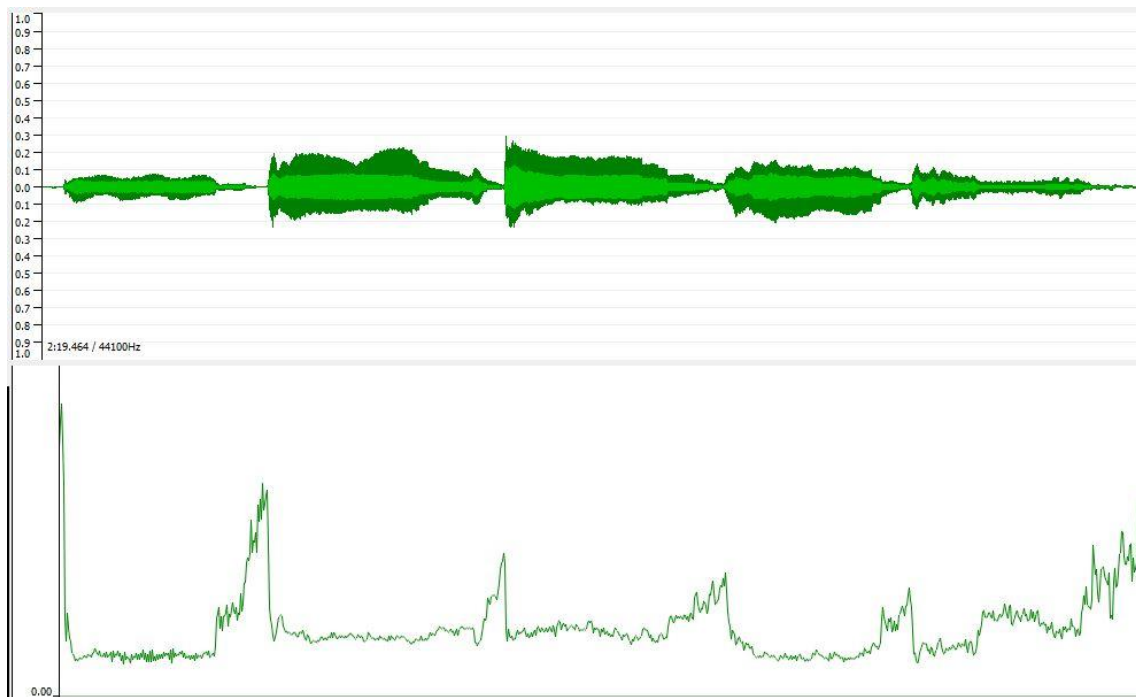


Figura C.63 – Notas gravadas no segundo registo utilizado.

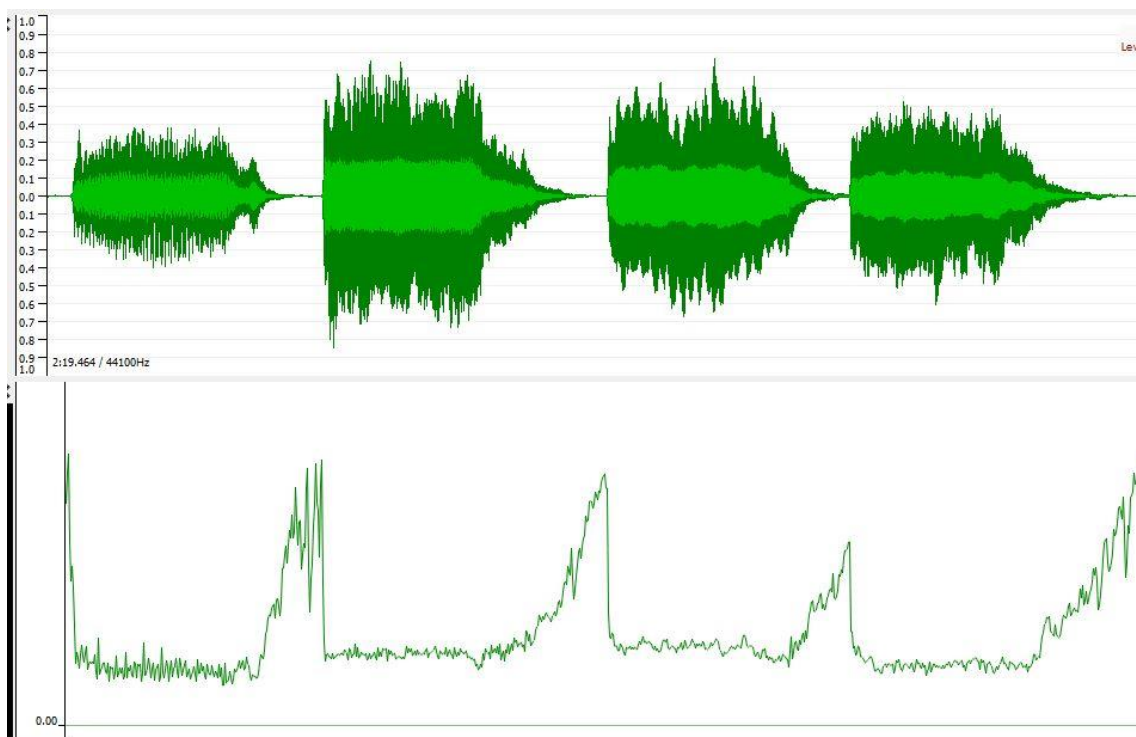


Figura C.64 – Acordes gravados no segundo registo utilizado.

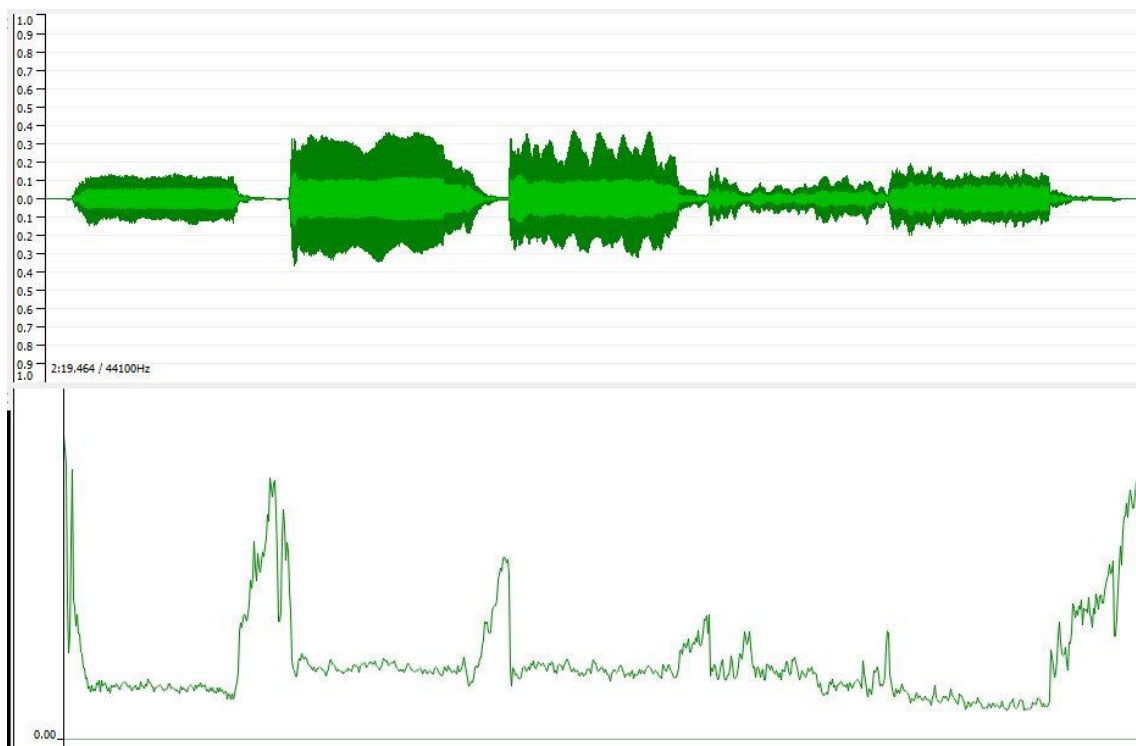


Figura C.65 – Notas gravadas no terceiro registo utilizado.

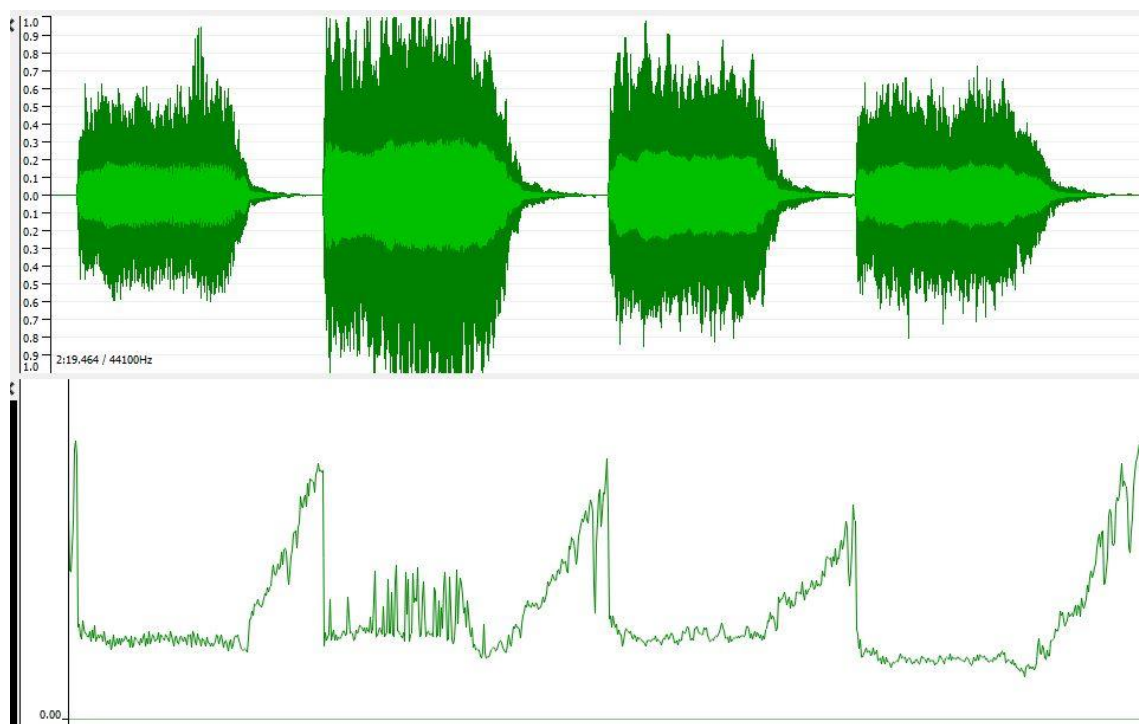


Figura C.66 – Acordes gravados no terceiro registo utilizado.

Medições efetuadas no órgão eletrónico, no altar

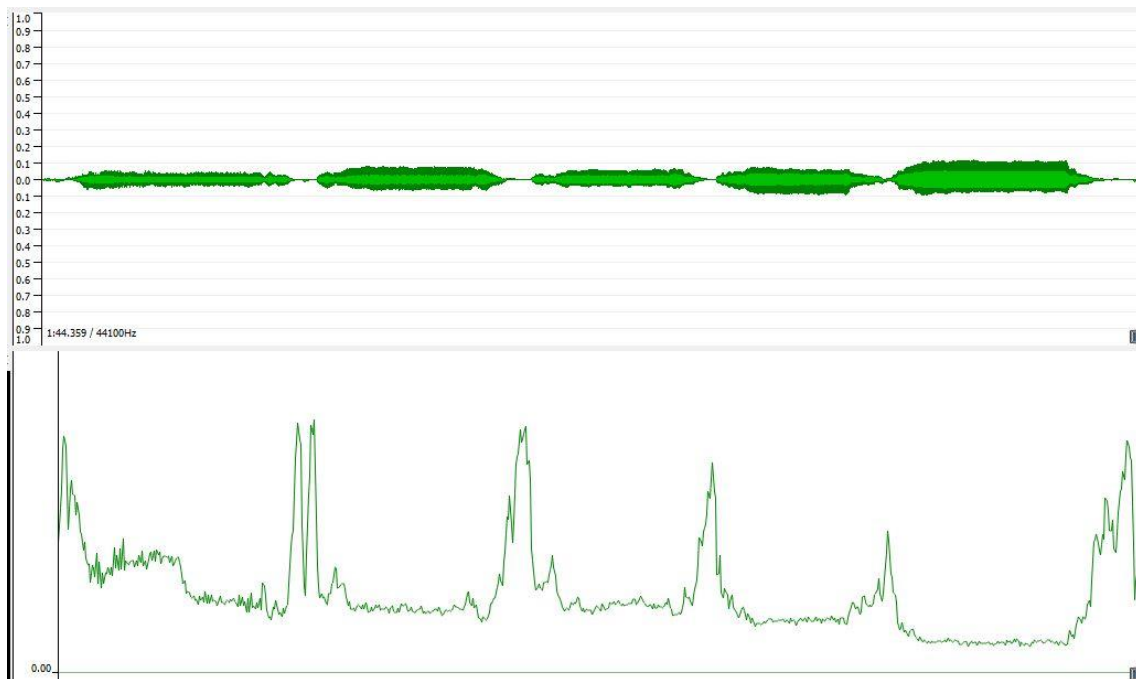


Figura C.67 – Notas gravadas no primeiro registo utilizado.

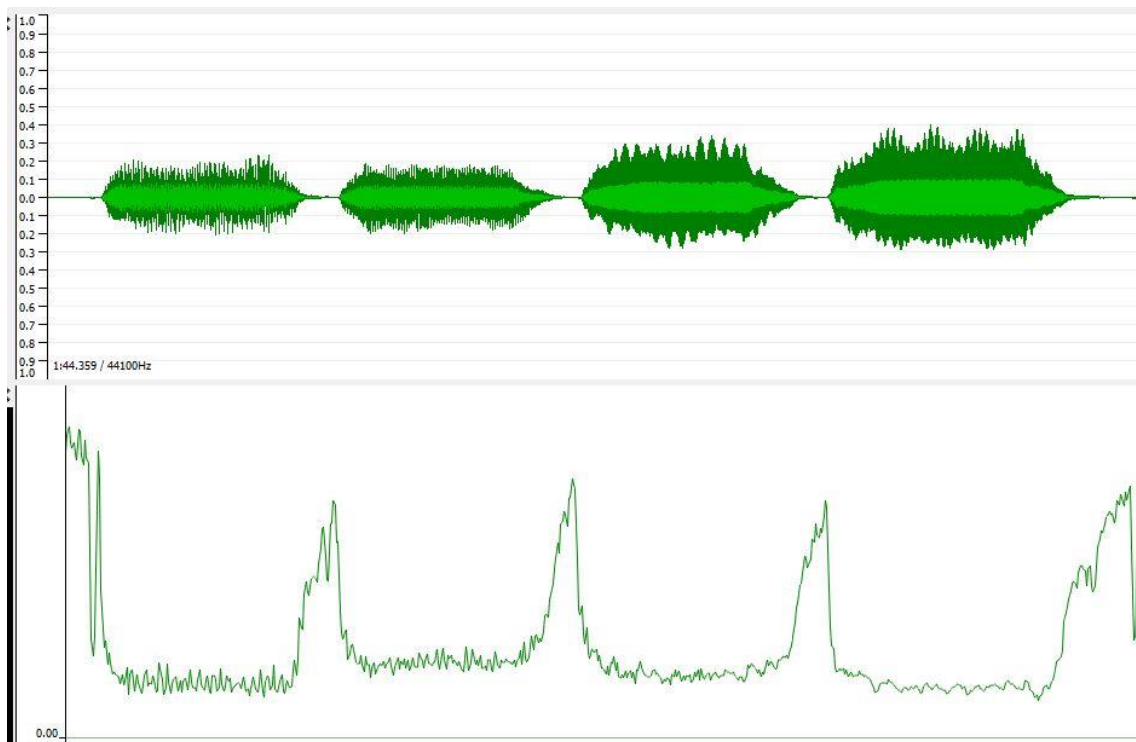


Figura C.68 – Acordes gravados no primeiro registo utilizado.

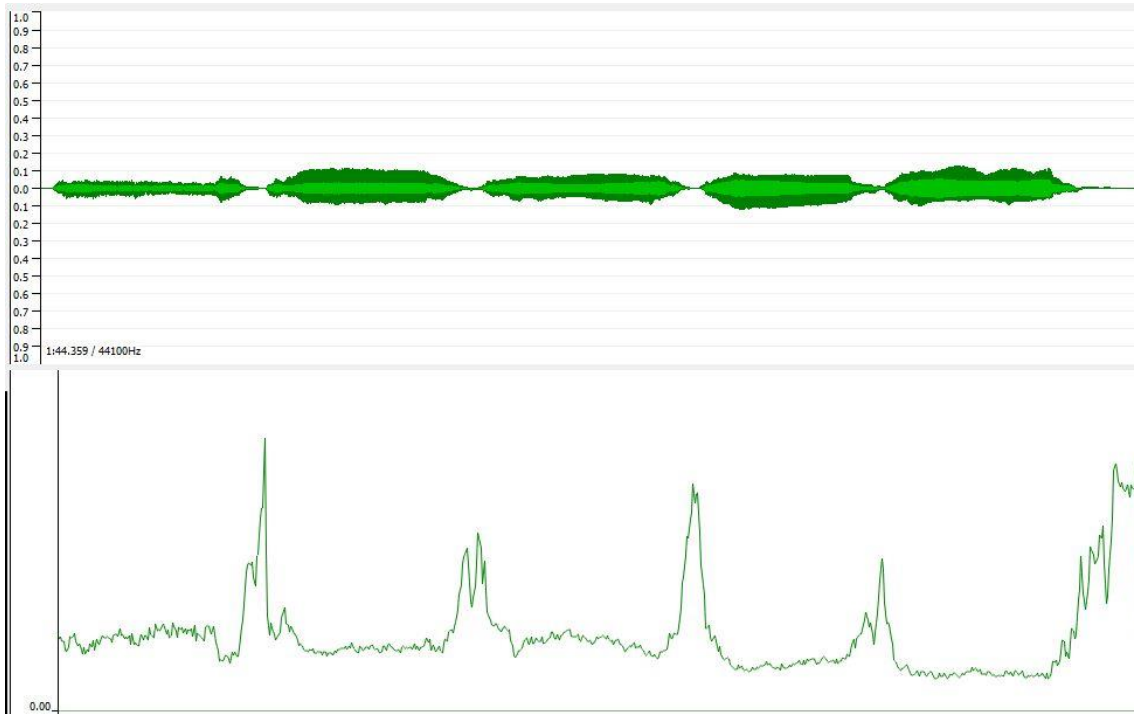


Figura C.69 – Notas gravadas no segundo registo utilizado.

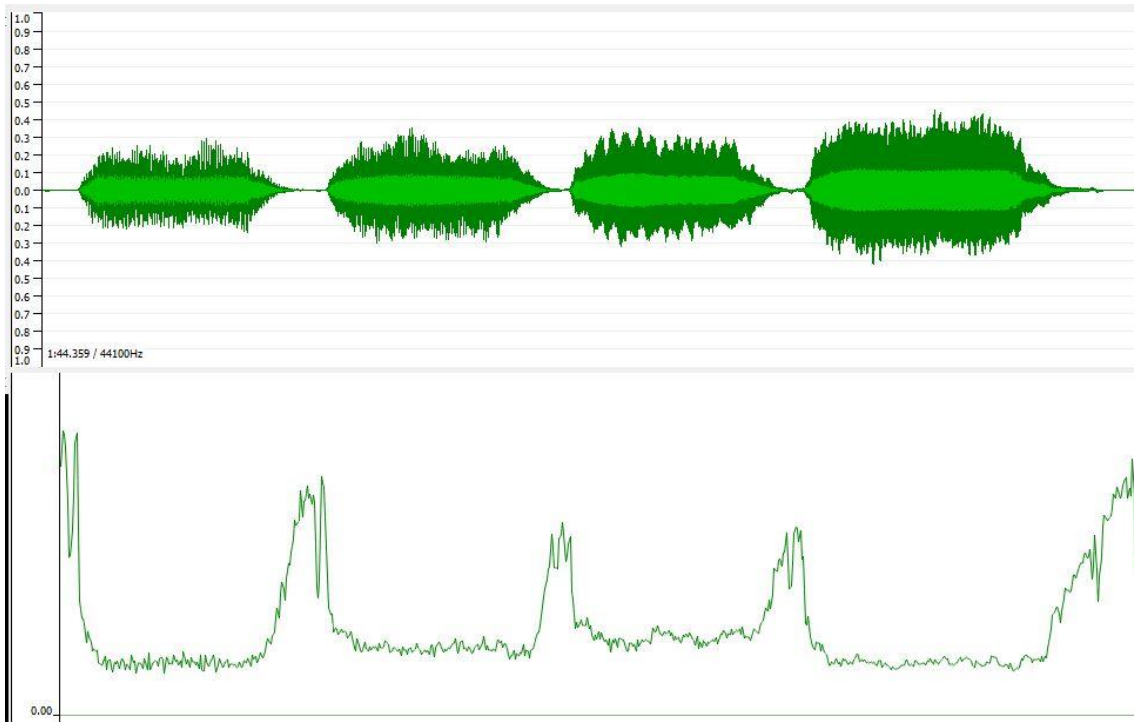


Figura C.70 – Acordes gravados no segundo registo utilizado.

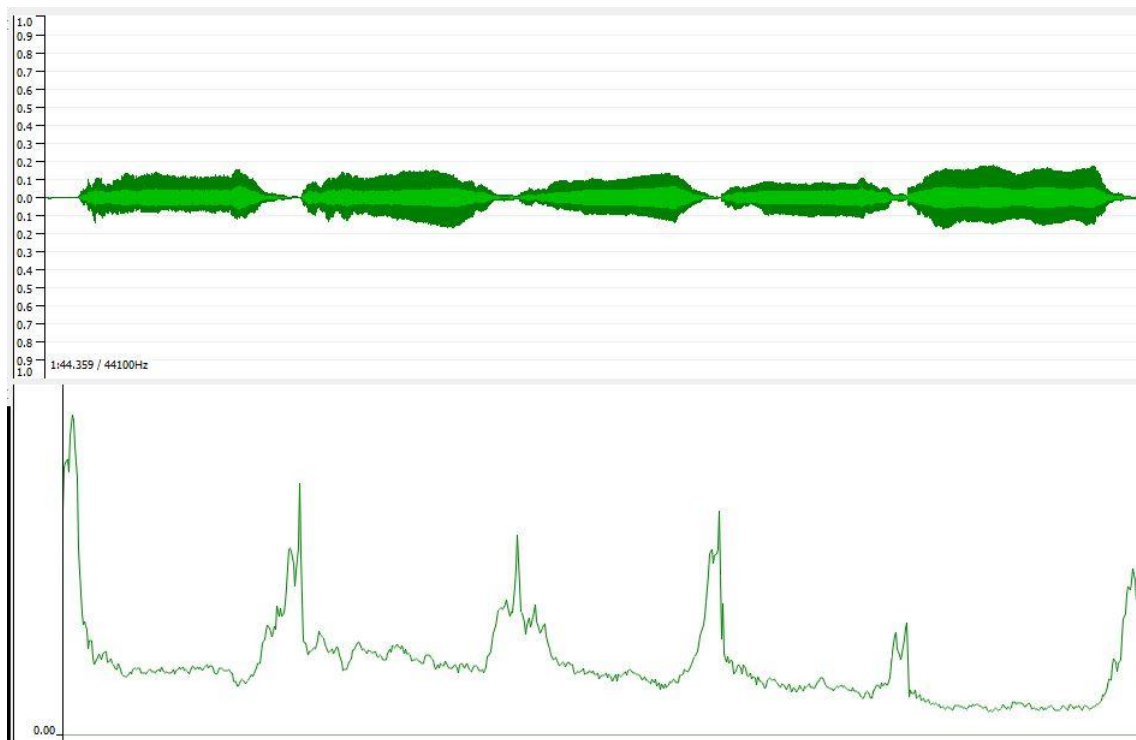


Figura C.71 – Notas gravadas no terceiro registo utilizado.

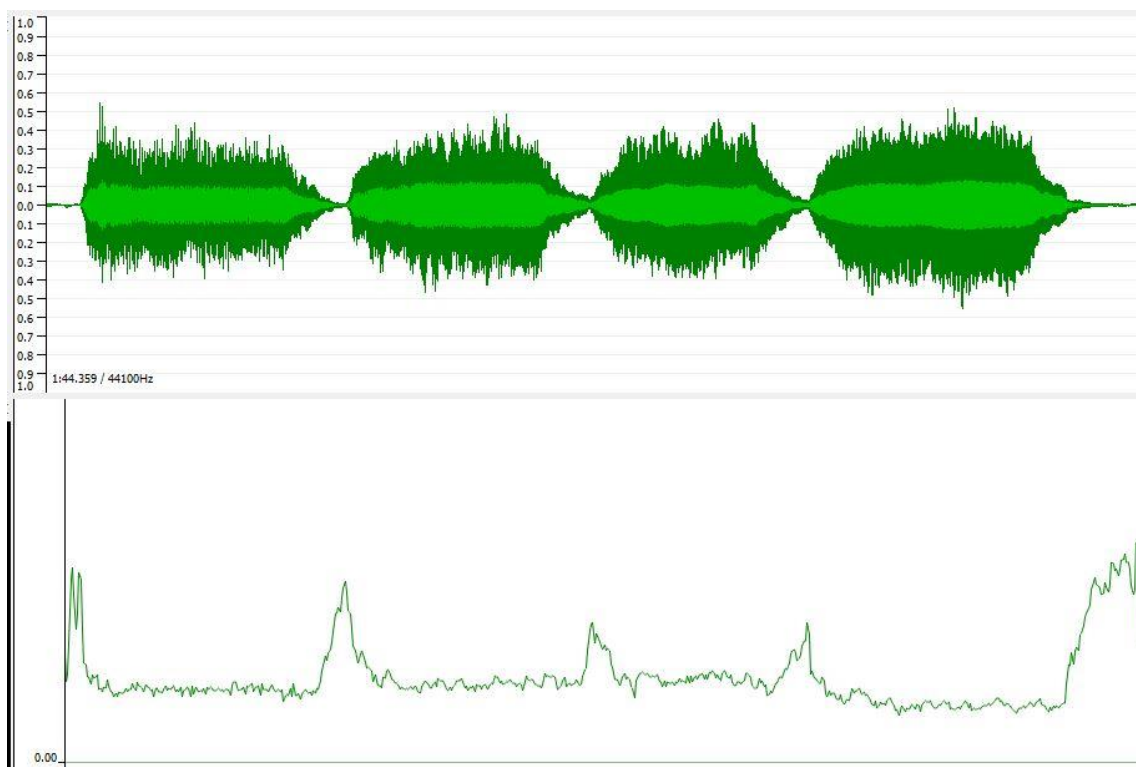


Figura C.72 – Acordes gravados no terceiro registo utilizado.