

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

RANIERI GUIMARÃES FRANÇA

**APLICAÇÃO DO FILTRO DE KALMAN NOS COEFICIENTES DE
APROXIMAÇÃO E *SOFT THRESHOLDING* NOS COEFICIENTES DE
DETALHE PARA A REDUÇÃO DE RUÍDO EM SINAIS DE VOZ NO
DOMÍNIO WAVELET**

**Dissertação apresentada ao Curso de
Engenharia Elétrica. Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Elétrica, da
Universidade Federal de Uberlândia como
requisito parcial para a obtenção do título de
Mestre em Engenharia Elétrica.**

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Edna Lúcia Flôres.

UBERLÂNDIA-MG

2016

RANIERI GUIMARÃES FRANÇA

**APLICAÇÃO DO FILTRO DE KALMAN NOS COEFICIENTES DE
APROXIMAÇÃO E *SOFT THRESHOLDING* NOS COEFICIENTES DE
DETALHE PARA A REDUÇÃO DE RUÍDO EM SINAIS DE VOZ NO
DOMÍNIO WAVELET**

**Dissertação apresentada ao Curso de
Engenharia Elétrica. Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Elétrica, da
Universidade Federal de Uberlândia como
requisito parcial para a obtenção do título de
Mestre em Engenharia Elétrica.**

Área de Concentração: Engenharia Elétrica

Linha de Pesquisa: Processamento de Sinais

Banca examinadora:

Edna Lúcia Flores, Dr(a) (UFU) – Orientadora

Leandro Aureliano da Silva, Ms (UFU)

Milena Bueno Pereira Carneiro, Dr(a) (UFU)

Cláriton Rodrigues Bernadelli, Dr (UFTM)

UBERLÂNDIA-MG

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

F814a
2016 França, Ranieri Guimarães, 1982-
Aplicação do filtro de Kalman nos coeficientes de aproximação e *soft thresholding* nos coeficientes de detalhe para a redução de ruído em sinais de voz no domínio Wavelet [recurso eletrônico] / Ranieri Guimarães França. - 2016.

Orientadora: Edna Lúcia Flores.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2025.5577>

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Engenharia Elétrica. 2. Processamento de sinais. 3. Controle de ruído. I. Flores, Edna Lúcia (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica. III. Título.

CDU: 621.3

Rejane Maria da Silva
Bibliotecária-Documentalista – CRB6/1925



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Ata da defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO junto ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica da Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Uberlândia.

Defesa de Dissertação de Mestrado Acadêmico, número 653 /2016/PPGEE

Data: 09 de dezembro de 2016.

Discente: RANIERI GUIMARÃES FRANÇA

Número de matrícula: 11222EEL011

Título do Trabalho: Aplicação do filtro de kalman nos coeficientes de aproximação e soft thresholding nos coeficientes de detalhe para a redução de ruído em sinais de voz no domínio wavelet.

Área de concentração: Processamento da Informação.

Linha de pesquisa: Processamento digital de sinais.

As 09:00 horas do dia 09 de dezembro de 2016 na Sala de Defesas da Faculdade de Engenharia Elétrica, Campus Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia, reuniu-se a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, assim composta:

Milena Bueno Pereira Carneiro

CPF: 013.475.816-18

Cláriton Rodrigues Bernadelli e

CPF: 054.654.246-80

Edna Lúcia Flores

CPF: 472.756.696-68, orientadora do candidato.

Iniciando os trabalhos a presidente da mesa Profa. Dra. Edna Lúcia Flores apresentou a Comissão Examinadora e o candidato, agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir a senhora presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos examinadores, que passaram a arguir o candidato. Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu os conceitos finais.

Em face do resultado obtido, a Banca Examinadora considerou o candidato n provado.

Esta defesa de Dissertação de Mestrado Acadêmico é parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre. O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar, foram encerrados os trabalhos às 10 horas e 25 minutos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.

Profa. Dra. Edna Lúcia Flores
UFU

Prof. Dr. Cláriton Rodrigues Bernadelli
UFTM

Profa. Dra. Milena Bueno Pereira Carneiro
UFU

Dedico esta dissertação à minha esposa Jéssica Xavier de Sá Morais, aos meus familiares, ao Prof. Leandro Aureliano da Silva e à Prof.^a Dra. Edna Lúcia Flôres que acreditou e me ofereceu muito mais que a sua orientação: a sua amizade e o seu companheirismo.

Que Deus abençoe a todos!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por ter me dado forças para superar os períodos de dificuldades e a oportunidade de cumprir mais uma etapa da minha vida.

À Prof.^a Dr.^a Edna Lúcia Flôres e ao Prof. Leandro Aureliano da Silva pela dedicação e pela orientação neste período de aprendizado.

À minha esposa Jéssica Xavier de Sá Moraes por estar sempre ao meu lado em todos os momentos da minha vida.

Aos meus pais Aldo França de Oliveira e Marta Helena Guimarães Costa França e ao meu irmão Érick Guimarães França pelo apoio e incentivo.

À Priscila Crisfir por ter me dado o apoio e o incentivo nestes períodos de longa dedicação.

E aos meus amigos e colegas que fizeram, de alguma forma, parte deste trabalho.

Muito obrigado!

“Se um dia tiver que escolher entre o mundo e o amor lembre-se: se escolher o mundo ficará sem o amor, mas se escolher o amor com ele você conquistará o mundo.”

(Albert Einstein)

RESUMO

O ruído está cada vez mais presente na transmissão de sinais de voz, assim, novas pesquisas estão sendo desenvolvidas para reduzi-lo. Este trabalho apresenta uma técnica de redução de ruído em sinais de voz contaminados por ruído branco que utiliza o filtro de Kalman aplicado aos coeficientes de aproximação da decomposição wavelet e o soft thresholding aos coeficientes de detalhe. Para avaliar o desempenho desse método foram utilizadas as medidas de relação sinal ruído segmentada e a distância de Itakura-Saito. Após os testes realizados, foi verificado que a técnica proposta, quando comparada com o algoritmo desenvolvido por Dhivya e Justin (2014), apresenta uma distorção espectral menor e para as relações sinal ruído segmentada de entrada acima de 3dB, as relações sinal ruído segmentada de saída foram maiores.

Palavras Chaves: transformada *wavelet*; filtro de Kalman; subtração espectral; distância de Itakura-Saito; relação sinal/ruído.

ABSTRACT

Noise is increasingly present in the transmission of speech signals, so new research is being developed to reduce it. This work presents a noise reduction technique that applies Kalman filtering to the approximation coefficients and soft thresholding to the detail coefficients of the wavelet decomposition speech signals contaminated by white noise. In order to evaluate the performance of this method, we measured the signal-to-noise ratio and the Itakura-Saito distance. We verified that the proposed technique showed higher output signal-to-noise ratios for input signal-to-noise ratios above 3dB and a lower spectral distortion when compared to the algorithm of Dhivya and Justin (2014).

Key Words: Itakura-Saito distance; Kalman filters; signal-to-noise ratio; spectral subtraction; wavelet transforms.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	20
1.1	Introdução.....	20
1.2	Motivação.....	21
1.3	Trabalhos Correlatos	21
1.4	Objetivos Deste Trabalho.....	23
1.5	Estrutura Deste Trabalho	23
1.6	Considerações Finais Deste Capítulo.....	23
2	MÉTODOS DE REDUÇÃO DE RUÍDO EM SINAIS DE VOZ	24
2.1	Introdução.....	24
2.2	Subtração Espectral.....	24
2.3	Filtro de Kalman	30
2.4	Transformada Wavelet	42
2.5	Thresholding	53
2.6	Considerações Finais Deste Capítulo.....	57
3	MÉTODO PROPOSTO.....	58
3.1	Introdução.....	58
3.2	Etapas do Método Proposto	58
3.3	Considerações Finais Deste Capítulo.....	65
4	RESULTADOS OBTIDOS	66
4.1	Introdução.....	66
4.2	Banco de dados	66
4.3	Relação Sinal/Ruído Segmentada (SNR_{seg}).....	67
4.4	Distância de Itakua-Saito	68
4.5	Resultados Obtidos.....	68
4.6	Conclusões	101
5	CONCLUSÕES E CONTRIBUIÇÕES DESTE TRABALHO E TRABALHOS FUTUROS.....	103
5.1	Introdução.....	103
5.2	Conclusões	103

5.3	Contribuições Deste Trabalho.....	104
5.4	Trabalhos Futuros.....	104
5.5	Considerações Finais deste Capítulo	104
6	- BIBLIOGRAFIA.....	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Recursos computacionais usados nesse trabalho.....	68
Tabela 4.2 – Resultado da relação sinal/ruído segmentada de saída (SNROseg) para uma relação sinal/ruído segmentada de entrada (SNRIseg) de 0 dB usando o método proposto neste trabalho para diferentes famílias de <i>wavelets</i>	70
Tabela 4.3 – Resultado da distância de Itakura-Saito para SNRIseg de 0 dB usando o método proposto neste trabalho para diferentes famílias de <i>wavelets</i>	72
Tabela 4.4 – Resultado da relação sinal/ruído segmentada de saída (SNROseg) para a relação sinal/ruído segmentada de entrada (SNRIseg) de 3 dB usando o método proposto neste trabalho para diferentes famílias de <i>wavelets</i>	74
Tabela 4.5 – Resultado da distância de Itakura-Saito para SNRIseg de 3 dB usando o método proposto neste trabalho para diferentes famílias de <i>wavelets</i>	76
Tabela 4.6 – Resultado da relação sinal/ruído segmentada de saída (SNROseg) para a relação sinal/ruído segmentada de entrada (SNRIseg) de 6 dB usando o método proposto neste trabalho para diferentes famílias de <i>wavelets</i>	79
Tabela 4.7 – Resultado da distância de Itakura-Saito para a SNRIseg de 6 dB usando o método proposto neste trabalho para diferentes famílias de <i>wavelets</i>	81
Tabela 4.8 – Resultado da relação sinal/ruído segmentada de saída (SNROseg) para a relação sinal/ruído segmentada de entrada (SNRIseg) de 0 dB usando o método proposto por Dhivya e Justin (2014) para diferentes famílias de <i>wavelets</i>	84

Tabela 4.9 – Resultado da distância de Itakura-Saito para a SNRIseg de 0 dB usando o método proposto por Dhivya e Justin (2014) para diferentes famílias de <i>wavelets</i>	87
Tabela 4.10 – Resultado da relação sinal/ruído segmentada de saída (SNROseg) para a relação sinal/ruído segmentada de entrada (SNRIseg) de 3 dB usando o método proposto por Dhivya e Justin (2014) para diferentes famílias de <i>wavelets</i>	89
Tabela 4.11 – Resultado da distância de Itakura-Saito para SNRIseg de 3 dB usando o método proposto por Dhivya e Justin (2014) para diferentes famílias de <i>wavelets</i>	91
Tabela 4.12 – Resultado da relação sinal/ruído segmentada de saída (SNROseg) para uma relação sinal/ruído segmentada de entrada (SNRIseg) de 6 dB usando o método proposto por Dhivya e Justin (2014) para diferentes famílias de <i>wavelets</i>	93
Tabela 4.13 – Resultado da distância de Itakura-Saito para a SNRIseg de 6 dB usando o método proposto por Dhivya e Justin (2014) para diferentes famílias de <i>wavelets</i>	96
Tabela 4.14 – Média dos resultados da SNR e da distância de Itakura-Saito para a SNRIseg igual a 0, 3, e 6 dB usando o método proposto neste trabalho e o método de Dhivya e Justin (2014) para diferentes famílias de <i>wavelets</i>	101
Tabela A1. 1 – Características da placa de interface <i>Fast Track Pro</i>	109
Tabela A1. 2 – Especificações técnicas do microfone utilizado.	111

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 –	Diagrama em blocos da subtração espectral de magnitude.	28
Figura 2.2 –	Diagrama em blocos da subtração espectral de potência.	31
Figura 2.3 –	Ciclo do filtro de Kalman no tempo discreto.	41
Figura 2.4 –	Diagrama da operação do filtro de Kalman.	41
Figura 2.5 –	Transformada Wavelet.	42
Figura 2.6 –	Exemplo de variações da escala s da <i>wavelet</i>	43
Figura 2.7 –	Exemplo de uma variação da posição u	44
Figura 2.8 –	(a) Forma de onda senoidal e (b) forma da onda <i>wavelet</i> da senoide.	45
Figura 2.9 –	Estágio unitário da FWT.	47
Figura 2.10 –	Componentes do sinal reconstruídos.	48
Figura 2.11 –	Processo de análise e síntese de multipasso da TWD.	48
Figura 2.12 –	Família <i>wavelet</i> Haar.	49
Figura 2.13 –	Família <i>wavelet</i> Daubechies.	50
Figura 2.14 –	Família <i>wavelet</i> biorthogonal.	50
Figura 2.15 –	Família <i>wavelet</i> coiflets.	51
Figura 2.16 –	Família <i>wavelet</i> symlets.	51
Figura 2.17 –	Família <i>wavelet</i> Morlet.	52
Figura 2.18 –	Família <i>wavelet</i> Mexican Hat.	52
Figura 2.19 –	Família <i>wavelet</i> Meyer.	53
Figura 2.20 –	Gráfico da função <i>hard threshold</i>	54
Figura 2.21 –	Gráfico da função <i>soft threshold</i>	55
Figura 3.1 –	Diagrama em blocos da aplicação do filtro <i>wavelet</i>	59
Figura 3.2 –	Exemplo de um sinal de voz da palavra “elefante”.	60
Figura 3.3 –	Exemplo de um sinal de voz normalizado da palavra “elefante”.	60

Figura 3.4 –	Gráfico de um ruído Gaussiano gerado no Matlab.....	61
Figura 3.5 –	Exemplo do sinal de voz normalizado da palavra “elefante” com o ruído gaussiano.	61
Figura 3.6 –	Decomposição da transformada <i>wavelet</i> em 3 níveis.....	62
Figura 3.7 –	Exemplo do coeficiente de aproximação de um sinal decomposto em 3 níveis da transformada <i>wavelet</i> de Daubechies de ordem 2. (a) coeficiente de aproximação 1; (b) coeficiente de aproximação 2; (c) coeficiente de aproximação 3; (d) coeficiente de detalhe 1; (e) coeficiente de detalhe 2 e (f) coeficiente de detalhe 3.....	62
Figura 3.8 –	Exemplo da aplicação do filtro de Kalman nos coeficientes de aproximação e Threshold nos coeficientes de detalhe: (a) coeficiente de aproximação 1; (b) coeficiente de aproximação 2; (c) Coeficiente de Aproximação 3; (d) coeficiente de detalhe 1; (e) coeficiente de detalhe 2 e (f) coeficiente de detalhe 3.....	63
Figura 3.9 –	Exemplo da TWD aplicada no sinal de voz da palavra “elefante”, sem ruído aditivo. (a) coeficiente de aproximação 1; (b) coeficiente de aproximação 2; (c) coeficiente de aproximação 3; (d) coeficiente de detalhe 1; (e) coeficiente de detalhe 2 e (f) coeficiente de detalhe 3.	64
Figura 3.10 –	Exemplo do sinal de voz ruidoso da palavra “elefante” após a aplicação da TWD, Kalman e <i>threshold</i>	64
Figura 4.1 –	Diagrama em blocos do método proposto.	69
Figura 4.2 –	Diagrama em blocos do método de redução de ruído proposto por Dhivya e Justin (2014).	83
Figura 4.3 –	Comparação entre os métodos propostos neste trabalho e de Dhivya e Justin (2014) usando como parâmetro de medida a SNROseg para uma SNRIseg de 0 dB.....	98

Figura 4.4 –	Comparação entre os métodos propostos neste trabalho e de Dhivya e Justin (2014) usando como parâmetro de medida a SNROseg para uma SNRIseg de 3 dB.....	98
Figura 4.5 –	Comparação entre os métodos propostos neste trabalho e de Dhivya e Justin (2014) usando como parâmetro de medida a SNROseg para uma SNRIseg de 6 dB.....	99
Figura 4.6 –	Comparação da distância de Itakura-Saito entre os métodos propostos neste trabalho e por Dhivya e Justin (2014) para a SNRIseg de 0 dB.....	99
Figura 4.7 –	Comparação da distância de Itakura-Saito entre os métodos propostos neste trabalho e por Dhivya e Justin (2014) para a SNRIseg de 3 dB.....	100
Figura 4.8 –	Comparação da distância de Itakura-Saito entre os métodos propostos neste trabalho e por Dhivya e Justin (2014) para a SNRIseg de 6 dB.....	100
Figura A1. 1 –	Placa de interface Fast Track Pro	110
Figura A1. 2 –	Microfone M-Audio, pedestal e <i>Pop Filter</i> utilizados.	111

LISTA DE SIGLAS

$y(n)$	Sinal contaminado por ruído
$x(n)$	Sinal de voz original sem ruído
$v(n)$	Ruído aditivo
$Y(e^{j\omega_k})$	Espectro de magnitude do sinal contaminado por ruído
$X(e^{j\omega_k})$	Espectro de magnitude do sinal sem ruído $x(n)$
$V(e^{j\omega_k})$	Espectro de magnitude do ruído aditivo $v(n)$
$\mu(e^{j\omega_k})$	Módulo da estimativa média do espectro de magnitude do ruído
ω_k	Frequência discreta da DFT
$X_\mu(e^{j\omega_k})$	Valor estimado do sinal de voz
$\overline{ Y(e^{j\omega_k}) }$	Valor médio do espectro do sinal contaminado por ruído
$ \mu(e^{j\omega_k}) $	Valor médio do ruído
$V_R(e^{j\omega_k})$	Ruído residual determinado nos instantes de silêncio
$ \hat{X}(e^{j\omega_k}) ^2$	Espectro de potência estimado do sinal sem ruído
$ Y(e^{j\omega_k}) ^2$	Espectro de potência do sinal contaminado com o ruído
$ \mu(e^{j\omega_k}) ^2$	Valor médio do espectro de potência do ruído estimado nos trechos de silêncio
α	Fator de subtração
SNR	Relação sinal/ruído
α_0	Fator de subtração encontrado no instante em que SNR for 0 dB
β	Limite espectral
$a_p(k)$	Coeficiente de redução linear de ordem P
$w(n)$	Erro de predição que está associado à excitação do modelo fonte-filtro de produção da fala
A	Matriz de transição de estados com dimensão $P \times P$

$\mathbf{w}(n)$ Vetor de excitação de entrada com dimensão $P \times 1$
 \mathbf{H} Vetor unitário de dimensão $P \times 1$
 $\mathbf{x}(n)$ Vetor de estado de dimensão $P \times 1$ no instante n
 $\mathbf{A}(n-1)$ Matriz de transição de estados com dimensão $P \times P$, que relaciona o instante n com o instante $n-1$
 $\mathbf{w}(n)$ Vetor de excitação de entrada da equação de estado de ordem $P \times 1$ modelado por um ruído branco
 $\mathbf{y}(n)$ Vetor de observação de ordem $M \times 1$
 $\mathbf{H}(n)$ Matriz de distorção de canal de ordem $M \times P$
 $\mathbf{v}(n)$ Vetor de ruído branco aditivo de dimensão $M \times 1$
 $R(n)$ Elementos da diagonal da matriz de covariância relacionados ao ruído aditivo
 $Q(n)$ Elementos da diagonal da matriz de covariância relacionados ao erro de predição
 $\hat{\mathbf{x}}^-(n)$ Estimativa do estado inicial
 $\mathbf{Q}(n)$ É a matriz de covariância associada ao ruído de estado
 $\hat{\mathbf{x}}(n)$ Estimativa do vetor de estado a *posteriori*
 $\mathbf{K}(n)$ Ganho de Kalman
 $\mathbf{y}(n)$ Vetor de observação
 $\mathbf{H}(n)$ Matriz de distorção do canal, variante no tempo
 $\mathbf{P}(n)$ Matriz do erro de covariância associada a estimativa *posteriori*
 \mathbf{I} Matriz identidade
 $\mathbf{P}^-(n)$ Matriz do erro de covariância associada a estimativa *a priori*
 $\mathbf{v}(n)$ Covariância associada ao ruído aditivo
 λ É o limiar do método *thresholding*
 $\text{sign}(\cdot)$ Função sinal
 σ Desvio padrão associado ao ruído
 n Tamanho do sinal analisado

LISTA DE ABREVIATURAS

AR	Autorregressivo
Bior	Família <i>wavelet</i> Biorthogonal
cA	Coeficiente de aproximação
cD	Coeficiente de detalhe
Coif	Família <i>wavelet</i> coiflet
db	Família <i>wavelet</i> Daubechies
DFT	Discrete Fourier Transform
FPA	Filtro passa-alta
FPB	Filtro passa-baixa
PCA	Análise de componentes principais
PCM	Pulse-code modulation
TW	Transformada <i>wavelet</i>
TWD	Transformada <i>wavelet</i> discreta
wav	Waveform audio file format
WPD	<i>Wavelet</i> packet
Sym	Família <i>wavelet</i> symlet
SNRseg	Relação sinal/ruído segmentada
SNRIseg	Relação sinal/ruído segmentada de entrada
SNROseg	Relação sinal/ruído segmentada de saída

1 INTRODUÇÃO

1.1 Introdução

A fala é um dos principais meios de comunicação, portanto, ela é frequentemente utilizada em processos de transmissão. Ao usar a fala nesses processos ocorrem interferências nela. Segundo Silva (2007), essas interferências podem ser devido ao canal de transmissão, a contaminação por ruído ambiente, perdas devido à codificação de enlaces digitais ou até mesmo devido a outras conversações ou outras fontes de sinais que podem comprometer a qualidade da fala.

Nos últimos anos algumas técnicas de processamento digital de sinais de voz vêm se destacando. Essas técnicas são: subtração espectral, filtros de Kalman, transformada *wavelet*, filtros de Wiener, filtros adaptativos, psicoacústica, dentre outras. No entanto, novas pesquisas com a finalidade de evidenciar a redução de ruído em sinais de voz estão sendo cada vez mais desenvolvidas. Como exemplo, pode-se citar a subtração espectral.

Novas pesquisas em subtração espectral estão trabalhando com o objetivo de eliminar o ruído musical gerado pelo resultado da subtração. (MIYAZAKI et al., 2012; LU et al., 2012)

Todavia, as pesquisas em transformada *wavelet* estão sendo conduzidas para encontrar novos limiares a serem aplicados aos coeficientes de aproximação e detalhe obtidos na decomposição *wavelet*. (LI et al., 2012; AGGARWAL et al, 2011)

Um trabalho relevante nesse segmento que merece destaque é o trabalho proposto por Dhivya e Justin (2014). Elas aplicaram a técnica de subtração espectral nos coeficientes de aproximação da decomposição *wavelet* e *soft thresholding* nos coeficientes de detalhe. Nos testes foram utilizados cinco filtros *wavelet* e para encontrar o melhor filtro foi usada a relação sinal/ruído. Para

verificar o desempenho da técnica proposta por elas, foram utilizadas a relação sinal ruído, o coeficiente de correlação e a evolução perceptual da qualidade da fala (PESQ).

Diferente do método proposto por Dhivya e Justin (2014), após a decomposição *wavelet* este trabalho aplica nos coeficientes de aproximação o filtro de Kalman e nos coeficientes de detalhe o *soft thresholding*. A finalidade dessa substituição é comparar essas duas técnicas e mostrar que o método proposto nesta dissertação apresenta melhores resultados em relação à distorção espectral.

Esse capítulo apresenta a motivação, os trabalhos correlatos, os objetivos e a estrutura desse trabalho. Finalmente, são realizadas as considerações finais desse capítulo.

1.2 Motivação

Todos os avanços em algoritmos de redução de ruído em sinais de voz mostram como a remoção de ruído é satisfatória, mas não mostram o quanto em relação a distorção espectral esses algoritmos são capazes de minimizá-la. Assim, a motivação deste trabalho é aplicar o filtro de Kalman no coeficiente de aproximação e o *soft thresholding* no coeficiente de detalhe com o objetivo de mostrar a eficiência dessa técnica na remoção do ruído e sobretudo na distorção espectral.

1.3 Trabalhos Correlatos

Silva (2007) utilizou a subtração espectral de potência como uma pré-filtragem do sinal ruidoso. Em seguida, esse sinal filtrado foi utilizado como estimativa inicial para o filtro de Kalman. Os resultados obtidos nesse trabalho foram bons em relação a distorção espectral e a relação sinal ruído.

Em 2006, Shao e Chang (2006) adaptaram o filtro de Kalman a um banco de filtros *wavelet* para o enriquecimento do sinal de fala corrompido por ruído. A adaptação desse filtro no domínio *wavelet* reduziu efetivamente o ruído não estacionário. O resultado do sinal após passar pelo filtro de Kalman, foi então submetido a um filtro de ponderação perceptual. A finalidade de utilizar esse último filtro, foi usar as propriedades do modelo psicoacústico para melhorar a inteligibilidade da fala.

Chen et al. (2015) propuseram a decomposição do sinal ruidoso usando a transformada *wavelet* e o cálculo da entropia do sinal decomposto em cada subintervalo. Assim, foi possível combinar a entropia *wavelet* com um limiar adaptativo para determinar o limiar de alta frequência. Assim, esse limiar foi utilizado para minimizar o ruído.

Em 2011, Hassani e Mollaei (2011) usaram a subtração espectral aplicada aos coeficientes de aproximação e detalhe da transformada *wavelet*.

Bouzid (2015) combinou a *wavelet packet* (WPD) com a análise de componentes principais (PCA). O objetivo é encontrar uma relação linear entre os coeficientes encontrados pela WPD e PCA com a finalidade de obter um vetor característico para melhorar o sinal de voz.

Em 2016, Joshi e Hainalkar (2016) utilizaram a transformada *wavelet* na redução de ruído e realizaram uma comparação entre o *soft* e o *hard thresholding*.

França et al. (2016) usaram o filtro de Kalman para pré-filtrar o sinal ruidoso. Esse sinal após ser filtrado é decomposto por uma *wavelet até* o nível 3 e foi aplicado o *hard thresholding* nos coeficientes da *wavelet*. A finalidade desse trabalho foi melhorar a relação sinal ruído e verificar que a distorção espectral é menor quando comparada com a aplicação somente do filtro de Kalman.

1.4 Objetivos Deste Trabalho

O objetivo deste trabalho é desenvolver um algoritmo de redução de ruído para sinais de voz e obter o sinal estimado com a mínima distorção espectral quando comparado com o sinal original. Além disso, comparar os resultados obtidos nos algoritmos desenvolvidos neste trabalho e por Dhivya e Justin (2014).

1.5 Estrutura Deste Trabalho

Este trabalho está estruturado em 5 capítulos.

Este capítulo apresenta a motivação, os trabalhos correlatos, os objetivos e a estrutura deste trabalho.

O Capítulo 2 apresenta as técnicas de subtração espectral, filtro de Kalman e transformada *wavelet*.

O Capítulo 3 descreve o método proposto neste trabalho.

O Capítulo 4 mostra o banco de dados utilizado neste trabalho, as medidas utilizadas e os resultados obtidos nos testes realizados.

O Capítulo 5 apresenta as conclusões e as contribuições deste trabalho e os trabalhos futuros que poderão ser desenvolvidos a partir desta dissertação.

1.6 Considerações Finais Deste Capítulo

Neste capítulo foi mostrado a motivação deste trabalho, posteriormente, foram apresentados os objetivos propostos, em seguida foram mostrados os trabalhos correlatos e, por fim, foi proporcionado a estrutura deste trabalho, o próximo capítulo apresenta os métodos utilizados neste trabalho para a redução de ruído em sinais de voz.

2 MÉTODOS DE REDUÇÃO DE RUÍDO EM SINAIS DE VOZ

2.1 Introdução

No processo de transmissão de sinais de voz a qualidade e a inteligibilidade desses sinais podem ser comprometidas pelos ruídos ambiente e do próprio canal de transmissão, por codificação de enlaces ou até mesmo por outras fontes de sinais que podem degradar a qualidade do sinal transmitido.

Nesse sentido, diversas técnicas com a finalidade de eliminar ou até mesmo reduzir o ruído aditivo vêm surgindo (DHIVYA e JUSTIN, 2014). Dentre essas técnicas é importante ressaltar: a subtração espectral (BOLL, 1979) e (BEROUTI, SCHWARTZ e MAKHOUL, 1979), o filtro de Kalman (HAYES, 1996), a transformada *wavelet*, entre outras.

Este capítulo apresenta a fundamentação teórica da subtração espectral, do filtro de Kalman e da transformada *wavelet* baseada em limiares. Finalmente, são realizadas as considerações finais deste capítulo.

2.2 Subtração Espectral

A subtração espectral é um método de redução de ruído em sinais de voz com a finalidade de subtrair do espectro do sinal contaminado o ruído aditivo e o espectro médio do ruído. Essa subtração pode ser realizada em magnitude e potência (BOLL, 1979) (BEROUTI, SCHWARTZ e MAKHOUL, 1979).

Considere a Equação (2.1) para o desenvolvimento da subtração espectral em magnitude.

$$y(n) = x(n) + v(n) \quad (2.1)$$

em que: $y(n)$ é o sinal contaminado por ruído; $x(n)$ é o sinal sem ruído e $v(n)$ é o ruído aditivo.

Aplicando-se a transformada discreta de Fourier (*Discrete Fourier Transform* - DFT) na Equação (2.1), obtém-se a Equação (2.2) (VASEGHI, 2000).

$$Y(e^{j\omega_k}) = X(e^{j\omega_k}) + V(e^{j\omega_k}) \quad (2.2)$$

em que: $Y(e^{j\omega_k})$ é o espectro de magnitude do sinal contaminado por ruído $y(n)$; $X(e^{j\omega_k})$ é o espectro de magnitude do sinal sem ruído $x(n)$; e $V(e^{j\omega_k})$ é o espectro de magnitude do ruído aditivo $v(n)$.

Como mostrado na Equação (2.3), o módulo da estimativa do espectro de magnitude do sinal estimado $\hat{X}(e^{j\omega_k})$ é encontrado pela subtração do módulo do espectro de magnitude do sinal contaminado $Y(e^{j\omega_k})$ pelo módulo da estimativa média do espectro de magnitude do ruído $\mu(e^{j\omega_k})$ obtido no período de silêncio.

$$|\hat{X}(e^{j\omega_k})| = |Y(e^{j\omega_k})| - |\mu(e^{j\omega_k})| \quad (2.3)$$

Uma vez encontrado o módulo do espectro de magnitude do sinal estimado $\hat{X}(e^{j\omega_k})$, é necessário a combinação da fase do sinal contaminado $\theta_y(e^{j\omega_k})$ com o módulo dele $|\hat{X}(e^{j\omega_k})|$. Como apresentado na Equação (2.4), a finalidade desse módulo é obter o sinal $\hat{x}(n)$ pela aplicação da transformada inversa discreta de Fourier.

$$\hat{x}(n) = \sum_{k=0}^{N-1} |\hat{X}(e^{j\omega_k})| e^{j\theta_Y(e^{j\omega_k})} e^{-j\omega_k n} \quad (2.4)$$

em que: $\omega_k = \frac{2\pi}{N}k$ é a frequência discreta da DFT.

Segundo Boll (1979), o erro espectral resultante do sinal pode ser definido utilizando a Equação (2.5).

$$\varepsilon(e^{j\omega_k}) = \hat{X}(e^{j\omega_k}) - X(e^{j\omega_k}) \quad (2.5)$$

Ainda foram consideradas no trabalho de Boll (1979) três modificações para melhorar a subtração espectral de magnitude: magnitude média, retificação de meia onda e redução do ruído residual.

A Equação (2.6) apresenta a modificação da magnitude média, ou seja, o valor da magnitude do sinal ruidoso da Equação (2.3) foi substituído pela média do seu valor.

$$X_\mu(e^{j\omega_k}) = [\overline{|Y(e^{j\omega_k})|} - |\mu(e^{j\omega_k})|] e^{j\theta_y(e^{j\omega_k})} \quad (2.6)$$

em que: $\overline{|Y(e^{j\omega_k})|} = \frac{1}{M} \sum_{i=0}^{M-1} |Y_i(e^{j\omega_k})|$ é valor médio da magnitude do sinal ruidoso; $X_\mu(e^{j\omega_k})$ é o valor estimado do sinal de voz; $\overline{|Y(e^{j\omega_k})|}$ é o valor médio do espectro do sinal contaminado por ruído e $|\mu(e^{j\omega_k})|$ é o valor médio do ruído.

Para que o valor resultante da Equação (2.3) não seja negativo, o valor da magnitude média do ruído deve ser maior do que a magnitude do espectro do sinal contaminado pelo ruído. Assim, pode-se aplicar o método da modificação da retificação de meia onda como descrito na Equação (2.7).

$$|\hat{X}(e^{j\omega_k})| = \begin{cases} |\hat{X}(e^{j\omega_k})|, & \text{se } |\hat{X}(e^{j\omega_k})| > 0 \\ 0, & \text{se } |\hat{X}(e^{j\omega_k})| \leq 0 \end{cases} \quad (2.7)$$

A modificação da Equação (2.3) pela redução do ruído residual ocorre eliminando ou diminuindo o ruído ainda presente após a subtração espectral.

Como mostrado na Equação (2.8), se o módulo da magnitude espectral da estimativa $|\hat{X}(e^{j\omega_k})|$ for menor do que o valor máximo do módulo do ruído residual determinado durante os instantes de silêncio $|V_R(e^{j\omega_k})|$, o módulo da magnitude espectral da estimativa assume o valor mínimo do módulo da estimativa do espectro de magnitude do sinal $Min|\hat{X}(e^{j\omega_k})|$. Caso contrário, o resultado será o seu próprio valor.

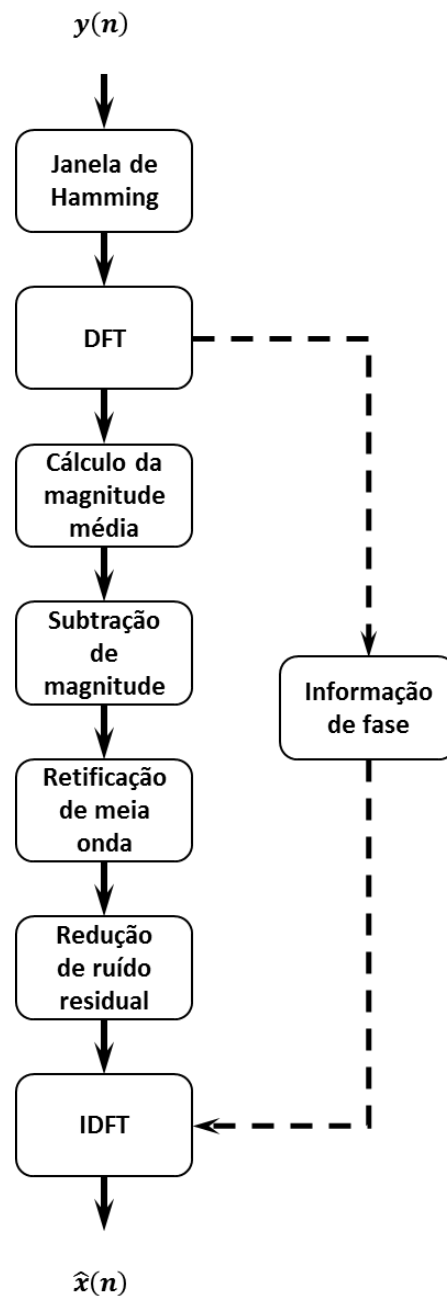
$$|\hat{X}(e^{j\omega_k})| = \begin{cases} |\hat{X}(e^{j\omega_k})| & , \text{ se } |\hat{X}(e^{j\omega_k})| \geq \text{MAX}|V_R(e^{j\omega_k})| \\ \text{Min}|\hat{X}(e^{j\omega_k})| & , \text{ se } |\hat{X}(e^{j\omega_k})| < \text{MAX}|V_R(e^{j\omega_k})| \end{cases} \quad (2.8)$$

em que: $V_R(e^{j\omega_k}) = V(e^{j\omega_k}) - \mu(e^{j\omega_k})$ é o ruído residual determinado nos instantes de silêncio.

Após a aplicação desses métodos desenvolvidos por Boll (1979) para redução do erro espectral, verifica-se uma perda na qualidade do sinal, podendo até mesmo comprometer a nitidez do mesmo. Exemplos de problemas que podem ocorrer: sinais com fonemas e consoantes plosivas podem ser comprometidas com o método de modificação por magnitude média e as informações com baixas amplitudes podem ser perdidas com a retificação de meia onda.

Para ilustrar o processo de subtração espectral de magnitude, a Figura 2.1 mostra o diagrama em blocos das operações utilizadas no algoritmo proposto por Boll (1979).

Figura 2.1 – Diagrama em blocos da subtração espectral de magnitude.



Fonte: Próprio autor (2016).

Além da subtração espectral por magnitude, é importante destacar o método de subtração espectral de potência proposto por Berouti, Schwartz e Makhoul (1979). A Equação (2.9) descreve o método de subtração espectral de potência.

$$|\hat{X}(e^{j\omega_k})|^2 = |Y(e^{j\omega_k})|^2 - |\mu(e^{j\omega_k})|^2 \quad (2.9)$$

em que: $|\hat{X}(e^{j\omega_k})|^2$ é o espectro de potência estimado do sinal sem ruído; $|Y(e^{j\omega_k})|^2$ é o espectro de potência do sinal contaminado pelo ruído e $|\mu(e^{j\omega_k})|^2$ é o valor médio do espectro de potência do ruído estimado nos trechos de silêncio.

Um dos grandes problemas encontrados quando se realiza a subtração espectral de magnitude é o ruído musical. Para solucionar esse problema, Berouti, Schwartz e Makhoul (1979) realizaram uma modificação na Equação (2.9) adicionando o fator de subtração α como apresentado na Equação (2.10).

$$|\hat{X}(e^{j\omega_k})|^2 = |Y(e^{j\omega_k})|^2 - \alpha |\mu(e^{j\omega_k})|^2 \quad (2.10)$$

em que: $\alpha = \alpha_0 - \frac{3}{20} SNR$ é o fator de subtração; SNR é a relação sinal/ruído e α_0 é o fator de subtração encontrado no instante em que SNR for 0 dB.

O fator α foi determinado de forma empírica. Este fator depende da relação sinal/ruído SNR que pode variar de -5 dB a 20 dB.

Para mascarar o efeito do ruído musical, Berouti, Schwartz e Makhoul (1979) estabeleceram um limite espectral (β) dependente da relação sinal/ruído (SNR). A finalidade de utilizar essa nova variável no processo de retificação ou retirada do ruído é considerar que as informações do sinal de baixa amplitude não se percam nesse processo. A Equação (2.11) define o processo de retificação do ruído.

$$|\hat{X}(e^{j\omega_k})|^2 = \begin{cases} |\hat{X}(e^{j\omega_k})|^2, & \text{se } |\hat{X}(e^{j\omega_k})|^2 > \beta |\mu(e^{j\omega_k})|^2 \\ \beta |\mu(e^{j\omega_k})|^2, & \text{se } |\hat{X}(e^{j\omega_k})|^2 \leq \beta |\mu(e^{j\omega_k})|^2 \end{cases} \quad (2.11)$$

em que: β é o limite espectral.

Segundo Berouti, Schwartz e Makhoul (1979), o limite espectral (β) poderá assumir os seguintes valores, conforme a Equação (2.12).

$$\begin{cases} 0,02 \leq \beta \leq 0,06 & , \text{ se } SNR \leq 0dB \\ 0,0005 \leq \beta \leq 0,02 & , \text{ se } SNR > 0dB \end{cases} \quad (2.12)$$

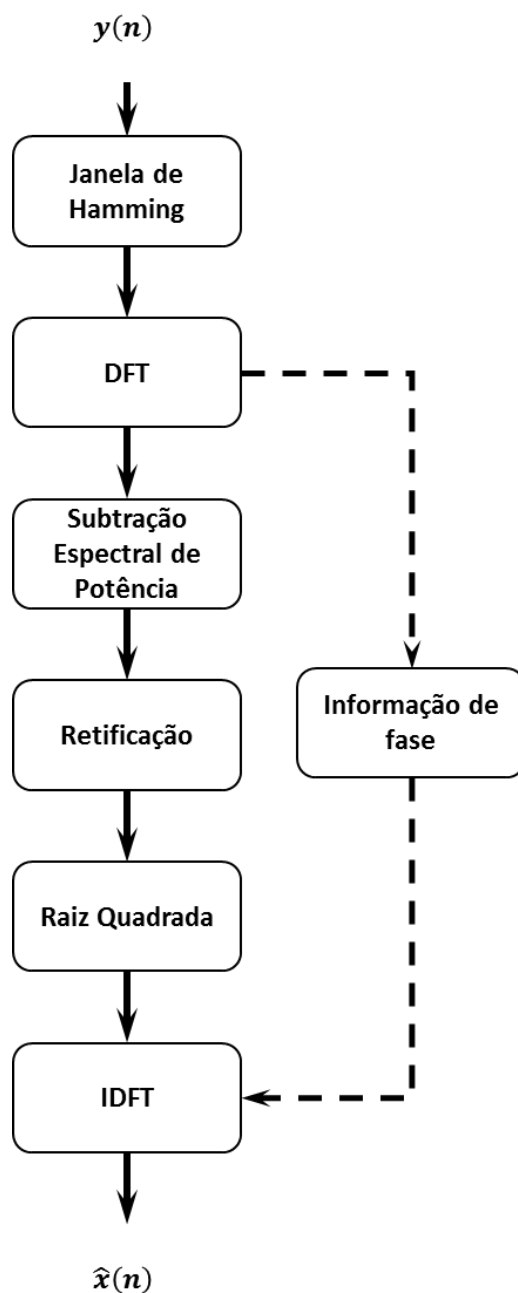
A Figura 2.2 mostra o diagrama em blocos da subtração espectral de potência com as suas operações.

2.3 Filtro de Kalman

O filtro de Kalman foi desenvolvido por Kalman em 1960 para solucionar o problema da filtragem linear de dados discretos. Devido aos grandes avanços da computação digital, o filtro de Kalman tem sido uma técnica muito importante em diversas áreas, como por exemplo: navegação, monitoramento de processos e economia e reconstrução de sinais contaminados por ruído. (KALMAN, 1960)

O filtro de Kalman é um conjunto de equações que utiliza medidas linearmente relacionadas aos estados e calcula a estimativa de estados instantâneos de um sistema dinâmico linear perturbado por um ruído branco.

Figura 2.2 – Diagrama em blocos da subtração espectral de potência.



Fonte: Próprio autor (2016).

De acordo com a Equação (2.13), o processo de modelagem do sinal de voz é iniciado por um processo autorregressivo AR de ordem P ($AR(P)$).

$$x(n) = \sum_{k=1}^P a_p(k)x(n-k) + w(n) \quad (2.13)$$

em que: $a_p(k)$ é o coeficiente de predição linear de ordem P ; $w(n)$ é o erro de predição que está associado à excitação do modelo fonte-filtro de produção da fala e $x(n)$ é o sinal de voz.

Seguindo a mesma heurística de Hayes (1996), como mostrado na Equação (2.14), a Equação (2.13) pode ser representada por um modelo de estados.

$$\begin{bmatrix} x(n) \\ x(n-1) \\ x(n-2) \\ \vdots \\ x(n-P+1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_p(1) & a_p(2) & \cdots & a_p(P-1) & a_p(P) \\ 1 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & \cdots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(n-1) \\ x(n-2) \\ x(n-3) \\ \vdots \\ x(n-P) \end{bmatrix} + w(n) \quad (2.14)$$

Como os ruídos são sempre adicionados no processo de aquisição dos sinais de áudio e voz, o sinal de entrada pode ser analisado de acordo com a Equação (2.15).

$$y(n) = x(n) + v(n) \quad (2.15)$$

em que: $y(n)$ é o sinal de voz contaminado por um ruído e $v(n)$ é o ruído aditivo gaussiano.

Considerando $x(n)$ como sendo um vetor de estado, a Equação (2.15) pode ser escrita de acordo com a Equação (2.16).

$$y(n) = [1 \ 0 \ 0 \ \dots \ 0]\mathbf{x}(n) + v(n) \quad (2.16)$$

Assim, as Equações (2.17) e (2.18) são as representações matriciais de estado e de observação das Equações (2.16) e (2.14), respectivamente (VASEGHI, 2000).

$$\mathbf{x}(n) = \mathbf{A}\mathbf{x}(n-1) + \mathbf{w}(n) \quad (2.17)$$

$$y(n) = \mathbf{H}^T \mathbf{x}(n) + v(n) \quad (2.18)$$

em que: \mathbf{A} é a matriz de transição de estados com dimensão $P \times P$; $\mathbf{w}(n)$ é o vetor de excitação de entrada com dimensão $P \times 1$ e \mathbf{H} é o vetor unitário de dimensão $P \times 1$.

Como o sinal de voz contaminado por um ruído é um processo não estacionário, as Equações (2.17) e (2.18) devem ser reescritas de acordo com as Equações (2.19) e (2.20).

$$\mathbf{x}(n) = \mathbf{A}(n-1)\mathbf{x}(n-1) + \mathbf{w}(n) \quad (2.19)$$

$$\mathbf{y}(n) = \mathbf{H}(n)\mathbf{x}(n) + v(n) \quad (2.20)$$

em que: $\mathbf{x}(n)$ é o vetor de estado de dimensão $P \times 1$ no instante n ; $\mathbf{A}(n-1)$ é a matriz de transição de estados com dimensão $P \times P$, que relaciona o instante n com o instante $n-1$; $\mathbf{w}(n)$ é o vetor de excitação de entrada da equação de estado de ordem $P \times 1$ modelado por um ruído branco; $\mathbf{y}(n)$ é o vetor de observação de ordem $M \times 1$; $\mathbf{H}(n)$ é a matriz de distorção de canal de ordem $M \times P$ e $v(n)$ é o vetor de ruído branco aditivo de dimensão $M \times 1$.

Considerando os vetores de excitação de entrada ($\mathbf{w}(n)$ na Equação (2.19)) e do ruído branco aditivo ($\mathbf{v}(n)$ na Equação (2.19)) como ruídos branco independentes, Vaseghi (2000) demonstrou que as equações de correlação podem ser escritas de acordo com as Equações (2.21) e (2.22).

$$E[\mathbf{v}(n)\mathbf{v}^T(k)] = \begin{cases} R(n), & \text{se } k = n \\ 0, & \text{se } k \neq n \end{cases} \quad (2.21)$$

$$E[\mathbf{w}(n)\mathbf{w}^T(k)] = \begin{cases} Q(n), & \text{se } k = n \\ 0, & \text{se } k \neq n \end{cases} \quad (2.22)$$

em que: $R(n)$ são os elementos da diagonal da matriz de covariância relacionados ao ruído aditivo e $Q(n)$ são os elementos da diagonal da matriz de covariância relacionados ao erro de predição.

Para o desenvolvimento das equações do filtro de Kalman, primeiro é necessário calcular a estimativa inicial do estado \mathbf{x} como mostrado na Equação (2.23):

$$\hat{\mathbf{x}}^-(0) = E[\mathbf{x}(0)] \quad (2.23)$$

Na Equação (2.23), o sinal de menos sobrescrito indica uma estimativa inicial antes da assimilação de uma nova medida.

No entanto, as Equações (2.24) e (2.25), encontram o erro de estimação entre a estimação inicial e a matriz de covariância do erro.

$$\mathbf{e}^-(0) = \mathbf{x}(0) - \hat{\mathbf{x}}^- \quad (2.24)$$

$$\mathbf{P}^-(0) = E[\mathbf{e}^-(0)\mathbf{e}^{-T}(0)] = E\left[(\mathbf{x}(0) - \hat{\mathbf{x}}^-(0))(\mathbf{x}(0) - \hat{\mathbf{x}}^-(0))^T\right] \quad (2.25)$$

Para determinar a estimativa $\hat{\mathbf{x}}(n)$, o processo é repetido a cada nova observação $\mathbf{y}(n)$ disponível. São necessários dois passos para a determinação de $\hat{\mathbf{x}}(n)$: primeiro é determinado a estimativa $\hat{\mathbf{x}}^-(n)$ sem a utilização da nova medida $\mathbf{y}(n)$, posteriormente, é calculado $\hat{\mathbf{x}}(n)$ a partir do $\mathbf{y}(n)$ (BROWN, 1983).

A Equação (2.26) apresenta a equação da estimativa $\hat{\mathbf{x}}^-(n)$.

$$\hat{\mathbf{x}}^-(n) = \mathbf{A}(n-1)\hat{\mathbf{x}}(n-1) \quad (2.26)$$

em que: $\hat{\mathbf{x}}^-(n)$ é a estimativa do estado inicial, ou seja, sem a utilização de uma nova medida $\mathbf{y}(n)$.

O cálculo do erro entre $\hat{\mathbf{x}}(n)$ e $\hat{\mathbf{x}}^-(n)$ é mostrado na Equação (2.27).

$$\mathbf{e}^-(n) = \mathbf{x}(n) - \hat{\mathbf{x}}^-(n) \quad (2.27)$$

Substituindo-se as Equações (2.19) e (2.26) na Equação (2.27) obtém-se a Equação (2.28).

$$\mathbf{e}^-(n) = \mathbf{A}(n-1)\mathbf{x}(n-1) + \mathbf{w}(n) - \mathbf{A}(n-1)\hat{\mathbf{x}}(n-1) \quad (2.28)$$

Em sequência, a Equação (2.29) é obtida substituindo novamente a Equação (2.27) na Equação (2.28):

$$\mathbf{e}^-(n) = \mathbf{A}(n-1)\mathbf{e}^-(n-1) + \mathbf{w}(n) \quad (2.29)$$

Considerando que a estimativa do erro $\mathbf{e}^-(n-1)$ é descorrelacionada com o ruído de excitação de entrada $\mathbf{w}(n)$, a matriz de covariância associada com a estimativa $\hat{\mathbf{x}}^-(n)$ é mostrada nas Equações (2.30) e (2.31).

$$\mathbf{P}^-(n) = E[\mathbf{e}^-(n-1)\mathbf{e}^-(n-1)^T] \quad (2.30)$$

$$\mathbf{P}^-(n) = E[\{\mathbf{A}(n-1)\mathbf{e}^-(n-1) + \mathbf{w}(n)\}\{\mathbf{A}(n-1)\mathbf{e}^-(n-1) + \mathbf{w}(n)\}^T] \quad (2.31)$$

assim,

$$\mathbf{P}^-(n) = \mathbf{A}(n-1)\mathbf{P}(n-1)\mathbf{A}^T(n-1) + \mathbf{Q}(n) \quad (2.32)$$

em que: $\mathbf{Q}(n)$ é a matriz de covariância associada ao ruído de estado $\mathbf{w}(n)$.

Concluído o processo que determina as estimativas iniciais, como mostrado na Equação (2.33), é necessário determinar o vetor de estado $\hat{\mathbf{x}}(n)$, utilizando a medida $\mathbf{y}(n)$.

$$\hat{\mathbf{x}}(n) = \hat{\mathbf{x}}^-(n) + \mathbf{K}(n)[\mathbf{y}(n) - \mathbf{H}(n)\hat{\mathbf{x}}^-(n)] \quad (2.33)$$

em que: $\hat{\mathbf{x}}(n)$ é a estimativa do vetor de estado *a posteriori*; $\hat{\mathbf{x}}^-(n)$ é a estimativa do vetor de estado *a priori*; $\mathbf{K}(n)$ é o ganho de Kalman; $\mathbf{y}(n)$ é o vetor de observação; e $\mathbf{H}(n)$ é a matriz de distorção do canal, variante no tempo.

O termo da diferença entre a medida atual $\mathbf{y}(n)$ e a predição da medida $\mathbf{H}(n)\hat{\mathbf{x}}^-(n)$ apresentado entre colchetes na Equação (2.33) é conhecido como

medida de inovação ou resíduo. Assim, pode-se entender que esse resíduo é um vetor que contém as observações passadas incluindo o ruído e a parte do sinal.

Obtêm-se uma estimativa ótima linear do erro quadrático médio, quando o sinal de inovação é descorrelacionado e ortogonal aos vetores de observações passadas.

Ainda nesse processo, o ganho de Kalman ótimo $\mathbf{K}(n)$ deve ser encontrado para que se tenha uma estimativa ótima de $\mathbf{x}(n)$ aplicando o método dos mínimos quadrados. Mas para que isto ocorra, primeiro é necessário calcular a matriz de covariância do erro associada com a estimativa atualizada, como mostrada na Equação (2.34).

$$\mathbf{P}(n) = E[\mathbf{e}(n)\mathbf{e}(n)^T] = E[(\mathbf{x}(n) - \hat{\mathbf{x}}(n))(\mathbf{x}(n) - \hat{\mathbf{x}}(n))^T] \quad (2.34)$$

Substituindo a Equação (2.20) na Equação (2.33), obtém-se a Equação (2.35):

$$\mathbf{P}(n) = E \left[\begin{Bmatrix} (\mathbf{x}(n) - \hat{\mathbf{x}}^-(n)) - \mathbf{K}(n)[\mathbf{H}(n)\mathbf{x}(n) + \mathbf{v}(n) - \mathbf{H}(n)\hat{\mathbf{x}}^-(n)] \\ (\mathbf{x}(n) - \hat{\mathbf{x}}^-(n) - \mathbf{K}(n)[\mathbf{H}(n)\mathbf{x}(n) + \mathbf{v}(n) - \mathbf{H}(n)\hat{\mathbf{x}}^-(n)])^T \end{Bmatrix} \right] \quad (2.35)$$

em que: $E[\]$ é o valor esperado.

Considerando a descorrelação entre $(\mathbf{x}(n) - \hat{\mathbf{x}}^-(n))$ e $\mathbf{v}(n)$, pode-se reescrever a Equação (2.35) como mostrado na Equação (2.36):

$$\mathbf{P}(n) = [\mathbf{I} - \mathbf{K}(n)\mathbf{H}(n)]\mathbf{P}^-(n)[\mathbf{I} - \mathbf{K}(n)\mathbf{H}(n)]^T + \mathbf{K}(n)\mathbf{R}(n)\mathbf{K}^T(n) \quad (2.36)$$

em que: $\mathbf{P}(n)$ é a matriz do erro de covariância associada a estimativa *posteriori*; \mathbf{I} é a matriz identidade; $\mathbf{K}(n)$ é o ganho de Kalman; $\mathbf{P}^-(n)$ é a matriz do erro de covariância associada a estimativa *a priori*; $\mathbf{P}(n)$ é a matriz de distorção do canal

ou matriz variante no tempo e $\mathbf{v}(n)$ é a covariância associada ao ruído aditivo $\mathbf{v}(n)$.

Após encontrar a equação de atualização da matriz de covariância do erro, é necessário obter o ganho de Kalman ótimo. Este ganho minimizará os termos que representam as variâncias dos erros que estão associados à estimação dos elementos do vetor de estado $\hat{\mathbf{x}}$, ao longo da diagonal principal da matriz do erro de covariância $\mathbf{P}(n)$.

Apesar de existir vários métodos de obtenção do processo de otimização para o ganho de Kalman, será utilizado apenas o método do cálculo diferencial, usando as fórmulas de diferenciação de matrizes.

Para começar o cálculo da diferenciação de matrizes, considere primeiro as matrizes quadradas \mathbf{A} , \mathbf{B} e \mathbf{C} , em que a matriz \mathbf{C} é uma matriz simétrica. Feito isso, suponha as Equações (2.37) e (2.38):

$$\frac{d[\text{traco}(\mathbf{AB})]}{d\mathbf{A}} = \mathbf{B}^T \quad (2.37)$$

$$\frac{d[\text{traco}(\mathbf{ACA}^T)]}{d\mathbf{A}} = 2\mathbf{AC} \quad (2.38)$$

Assim, a derivada escalar de uma matriz pode ser escrita como mostrado na Equação (2.39).

$$\frac{ds}{d\mathbf{A}} = \begin{bmatrix} \frac{ds}{da_{11}} & \frac{ds}{da_{12}} & \dots \\ \frac{ds}{da_{21}} & \frac{ds}{da_{22}} & \dots \\ \vdots & \vdots & \ddots \end{bmatrix} \quad (2.39)$$

Contudo, pode-se reescrever a Equação (2.36) e aplicar as fórmulas de diferenciação de matrizes, como apresentado nas Equações (2.40) e (2.41) respectivamente:

$$\mathbf{P}(n) = \mathbf{P}^-(n) - \mathbf{K}(n)\mathbf{H}(n)\mathbf{P}^-(n) - \mathbf{P}^-(n)\mathbf{H}^T(n)\mathbf{K}^{-T}(n) + \mathbf{K}(n)[\mathbf{H}(n)\mathbf{P}^-(n)\mathbf{H}^T(n) + \mathbf{R}(n)]\mathbf{k}^{-T}(n) \quad (2.40)$$

$$\frac{d(\text{traco}\mathbf{P}(n))}{d\mathbf{K}(n)} = -2[\mathbf{H}(n)\mathbf{P}^-(n)]^T + 2\mathbf{K}(n)[\mathbf{H}(n)\mathbf{P}^-(n)\mathbf{H}^T(n) + \mathbf{R}(n)] \quad (2.41)$$

Dessa forma, minimizando a soma dos elementos da diagonal principal da matriz parcial do traço de $\mathbf{P}(n)$ é determinado o valor de $\mathbf{K}(n)$ que fornece um valor mínimo para o erro de estimação.

O ganho de Kalman é responsável por minimizar o erro de estimação médio quadrático. Para obter a representação desse ganho é necessário igualar a Equação (2.41) a zero. Assim, obtém-se a Equação (2.42):

$$\mathbf{K}(n) = \mathbf{P}^-(n)\mathbf{H}^T(n)[\mathbf{H}(n)\mathbf{P}^-(n)\mathbf{H}^T(n) + \mathbf{R}(n)]^{-1} \quad (2.42)$$

Além do cálculo da expressão do ganho de Kalman, ainda é necessário calcular a matriz de covariância do erro de estimação associada ao ganho ótimo e, posteriormente, a estimativa do estado $\hat{\mathbf{x}}(n)$ da Equação (2.33). Portanto, a Equação (2.36) pode ser escrita como apresentado na Equação (2.43):

$$\mathbf{P}(n) = [\mathbf{I} - \mathbf{k}(n)\mathbf{H}(n)]\mathbf{P}^-(n)[\mathbf{I} - \mathbf{K}(n)\mathbf{H}(n)]^T + \mathbf{K}(n)\mathbf{R}(n)\mathbf{K}^T(n) \quad (2.43)$$

$$\begin{aligned} \mathbf{P}(n) = & \mathbf{P}^-(n) - \mathbf{k}(n)\mathbf{H}(n)\mathbf{P}^-(n) - \\ & \mathbf{P}^-(n)\mathbf{H}^T(n)\mathbf{K}^T(n) + \mathbf{K}(n)[\mathbf{H}(n)\mathbf{P}^-(n)\mathbf{H}^T(n) + \mathbf{R}(n)]\mathbf{K}^T(n) \end{aligned} \quad (2.44)$$

Substituindo a Equação (2.42) nos respectivos termos da Equação (2.44), obtém-se as Equações (2.45), (2.46) e (2.47), respectivamente:

$$\mathbf{P}(n) = \mathbf{P}^-(n) - \mathbf{P}^-(n)\mathbf{H}^T(n)[\mathbf{H}(n)\mathbf{P}^-(n)\mathbf{H}^T(n) + \mathbf{R}(n)]^{-1}\mathbf{H}(n)\mathbf{P}^-(n) \quad (2.45)$$

$$\mathbf{P}(n) = \mathbf{P}^-(n) - \mathbf{k}(n)[\mathbf{H}(n)\mathbf{P}^-(n)\mathbf{H}^T(n) + \mathbf{R}(n)]\mathbf{K}^T(n) \quad (2.46)$$

$$\mathbf{P}(n) = [\mathbf{I} - \mathbf{K}(n)\mathbf{H}(n)]\mathbf{P}^-(n) \quad (2.47)$$

Finalmente, a Equação (2.47) é a expressão simplificada da matriz do erro de covariância $\mathbf{P}(n)$ para um ganho de Kalman ótimo.

É importante observar na Equação (2.42) que se a covariância do erro $\mathbf{R}(n)$ se aproxima de zero, o ganho $\mathbf{K}(n)$ influencia mais na medida de inovação, a medida atual $\mathbf{y}(n)$ é mais confiável e a predição da média $\mathbf{H}(n)\hat{\mathbf{x}}^-(n)$ se torna menos confiável.

Entretanto, quando a covariância do erro do estimado $\mathbf{P}^-(n)$ se aproxima de zero, o ganho $\mathbf{K}(n)$ influencia menos na medida de inovação, a medida atual $\mathbf{y}(n)$ é cada vez menos confiável e a predição da média $\mathbf{H}(n)\hat{\mathbf{x}}^-(n)$ se torna mais confiável.

O filtro de Kalman estima um processo usando uma realimentação de controle e os cálculos são divididos em dois grupos:

- Equações de atualização de tempo: responsável pela projeção do estado atual e pela estimação da covariância do erro; e
- Equações de atualização de medida: responsável pela realimentação, incorporando uma nova medida *a priori* para obter a estimativa *a posteriori*.

A Figura 2.3 ilustra o ciclo do filtro de Kalman no tempo discreto.

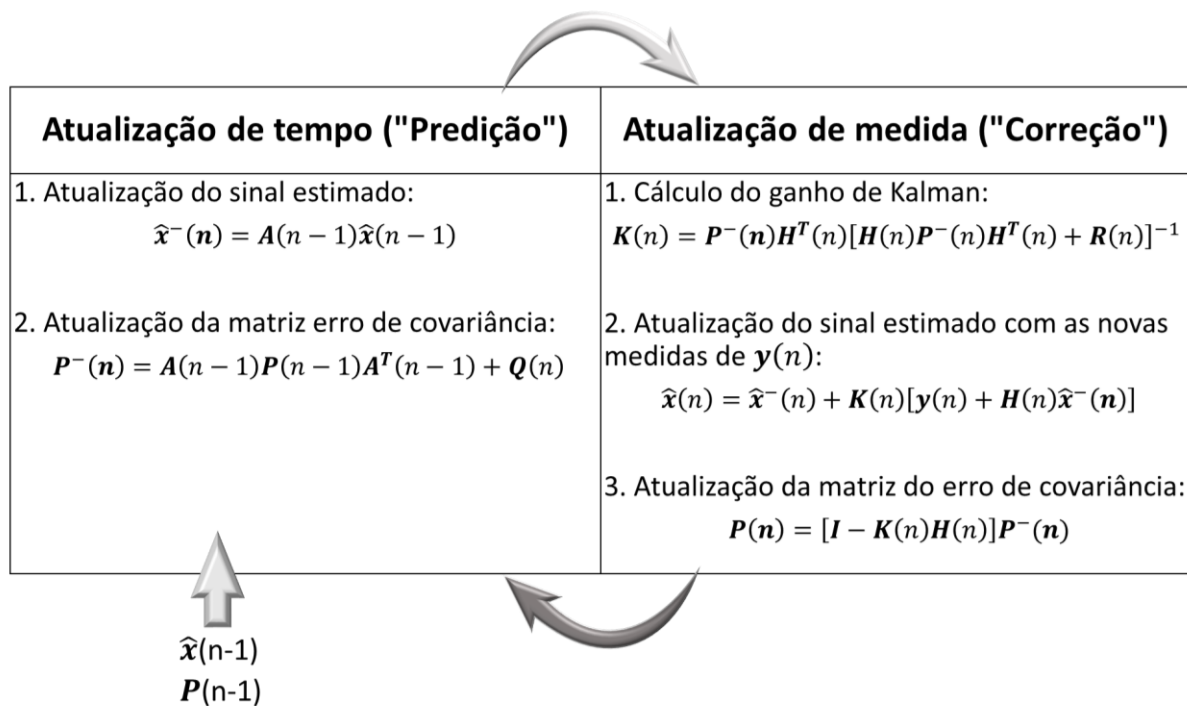
Figura 2.3 – Ciclo do filtro de Kalman no tempo discreto.



Fonte: Próprio autor (2016).

Em suma, é necessário utilizar as equações na sequência mostrada na Figura 2.4 para realizar as atualizações de tempo e medida.

Figura 2.4 – Diagrama da operação do filtro de Kalman.

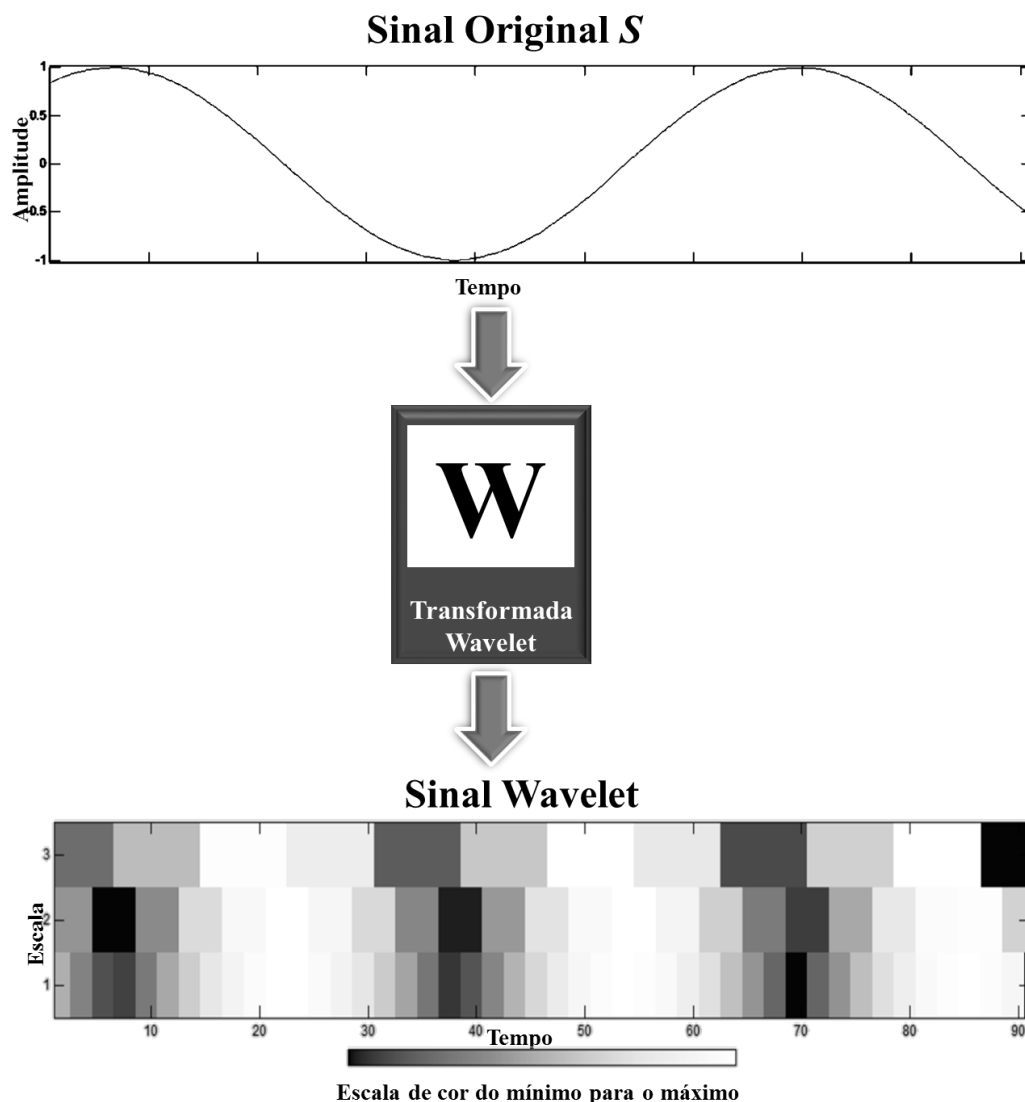


Fonte: Próprio autor (2016).

2.4 Transformada Wavelet

A análise utilizando a transformada *wavelet* (TW) vem sendo amplamente utilizada em processamento e tratamento de sinais. Essas técnicas são aplicadas de forma eficiente em várias áreas importantes da engenharia como por exemplo: redução de ruído, compressão, codificação em sub-bandas, análise de multirresolução, modelagem de sistemas variantes no espaço-tempo, compressão de vídeo, reconhecimento de objetos, dentre outras (OLIVEIRA, 2007) e (BAHOURA e ROUAT, 2001).

Figura 2.5 – Transformada Wavelet



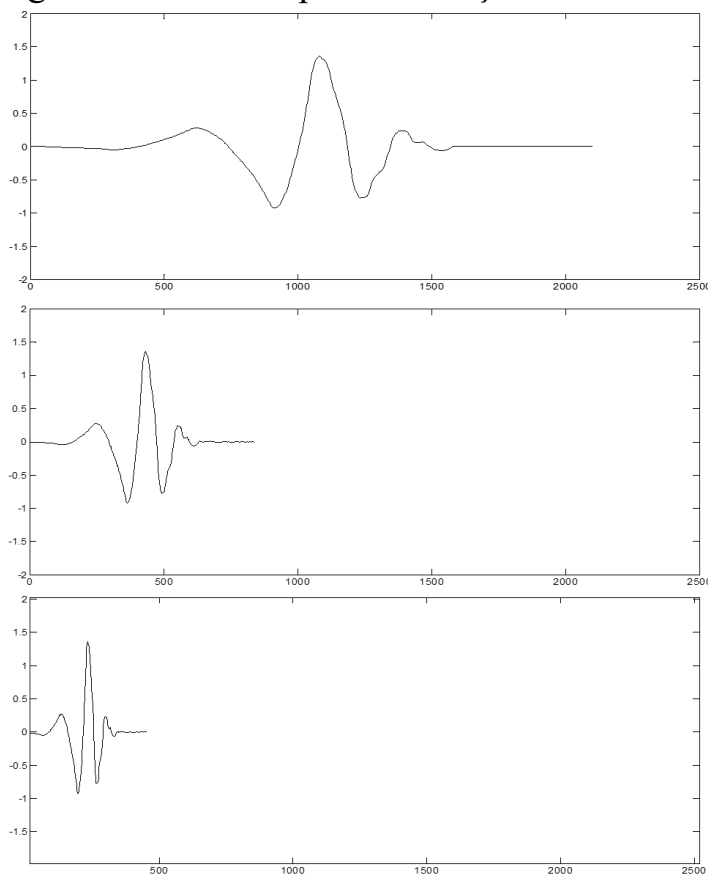
Fonte: Próprio autor (2016).

A finalidade da transformada *wavelet* é transformar o sinal original em uma nova base representativa de funções. Essa transformação resulta em análises nos domínios do tempo e da frequência. Essas análises são baseadas em uma técnica de janelamento de regiões de tamanhos variados, que permite utilizar longos intervalos de tempo para as informações mais detalhadas de baixas frequências e curtos intervalos de tempo que originam as informações de alta frequência.

Como mencionada acima, a saída do sinal após a transformada *wavelet* utiliza regiões de tamanhos variados. Como mostrado na Figura 2.5, isso origina um gráfico de escala (s) pelo tempo (t).

A escala s da *wavelet* é apenas a sua compressão ou o seu alongamento. A Figura 2.6 ilustra o gráfico para três valores de s .

Figura 2.6 – Exemplo de variações da escala s da *wavelet*.



$$f(t) = \psi(t) ; a = 1$$

$$f(t) = \psi(2t) ; a = \frac{1}{2}$$

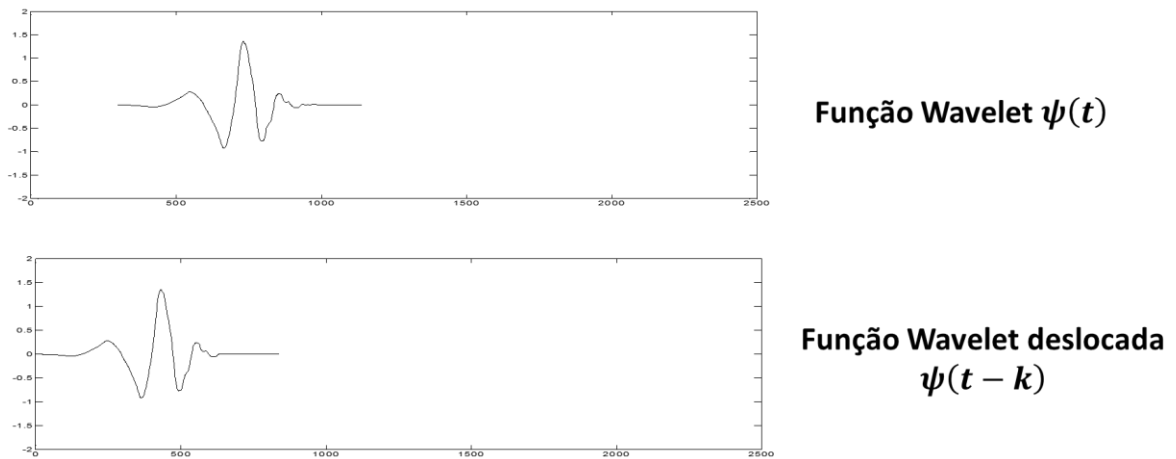
$$f(t) = \psi(4t) ; a = \frac{1}{4}$$

Fonte: Próprio autor (2016).

Pode-se verificar na Figura 2.6 que a escala s está relacionada com a frequência do sinal.

Além da escala s , também é importante ressaltar o parâmetro de posição u . Como mostrado na Figura 2.7, a posição u está relacionada com o atraso ou o adiantamento do sinal.

Figura 2.7 – Exemplo de uma variação da posição u .

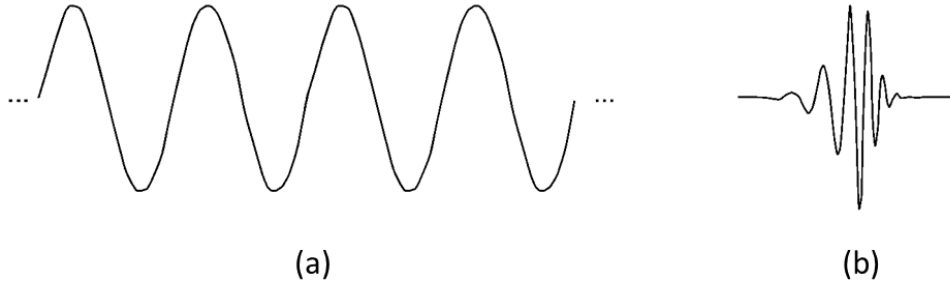


Fonte: Próprio autor (2016).

A vantagem de utilizar a transformada *wavelet* é a capacidade de realizar análises locais, ou seja, analisar uma determinada área local em um sinal maior.

Pode-se verificar na Figura 2.8 que um sinal senoidal sem duração limitada é suave e previsível, após passar pela transformada *wavelet*, esse sinal tende a ser irregular e assimétrico.

Figura 2.8 – (a) Forma de onda senoidal e (b) forma da onda *wavelet* da senoide.



Fonte: Próprio autor (2016).

A integral da transformada *wavelet* é a convolução de uma função $f(t)$ em relação à uma função mãe ψ , conhecida como “R-Wavelet” (CHUI, 1992). As Equações (2.48) e (2.49) são utilizadas para encontrar a TW de um sinal contínuo e a sua transformada inversa, respectivamente (MALLAT, 2009).

$$Wx(u, s) = \langle x(t), \psi_{u,s}(t) \rangle = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) \frac{1}{\sqrt{s}} \psi^* \left(\frac{t-u}{s} \right) dt \quad (2.48)$$

$$Wx(u, s) = x \star \bar{\psi}_s(u)$$

em que: $\bar{\psi}_s(u) = \frac{1}{\sqrt{s}} \psi^* \left(\frac{-t}{s} \right)$; $\psi_{u,s}$ é a função mãe; s é o parâmetro de escala; e u é o parâmetro de posição.

$$x_a(t) = \frac{1}{C_\psi} \int_0^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} Wf_a(u, s) \psi_s(t-u) \frac{ds}{s^2} du \quad (2.49)$$

em que: $C_\psi = \int_0^\infty \frac{|\hat{\psi}(\omega)|^2}{\omega} d\omega < +\infty$ é a condição de admissibilidade.

Segundo Mallat (2009), a transformada *wavelet* discreta (TWD) pode ser obtida utilizando a Equação (2.50).

$$Wf(n, a^j) = \sum_{m=0}^{N-1} x(m) \psi_j^*[m - n] = x \star \bar{\psi}_j[n] \quad (2.50)$$

em que: $\psi_j[n] = \frac{1}{\sqrt{a^j}} \psi\left(\frac{n}{a^j}\right)$; e $\bar{\psi}_j[n] = \psi_j^*[-n]$.

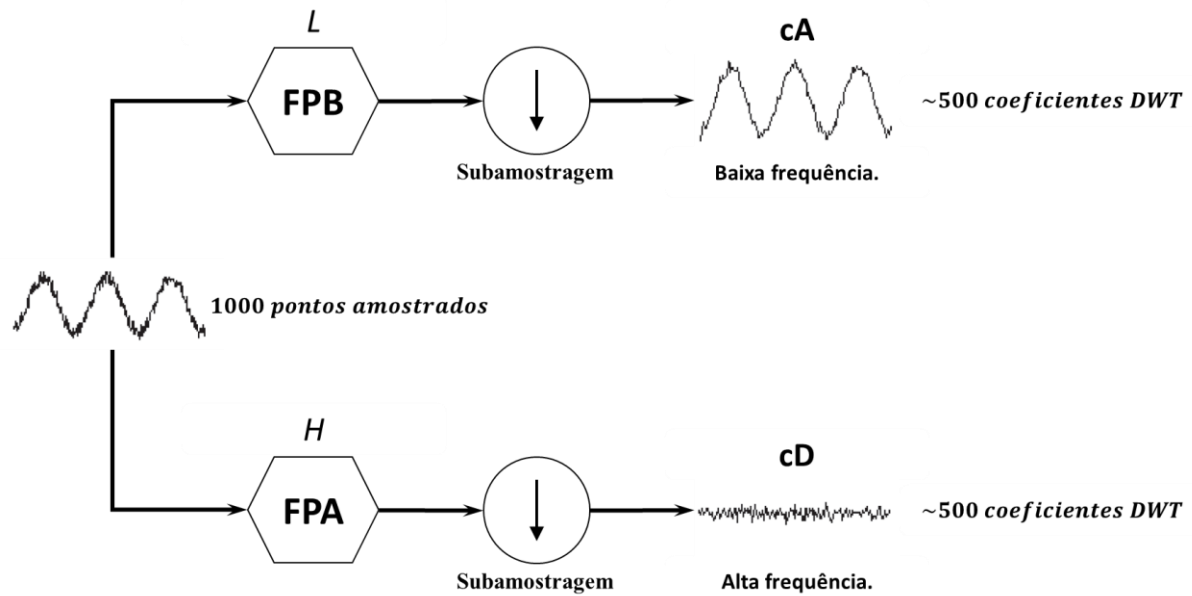
A TWD pode ser aplicada usando a transformada rápida *wavelet* (*Fast Wavelet Transform* - FWT) do inglês *Fast Wavelet Transform*, conhecida como codificador de subfaixa de dois canais (MALLAT, 1989).

O algoritmo FWT utiliza dois filtros de estado no sinal de entrada com base na função *wavelet* que pode ser: Daubechies, symlet, coiflet, entre outras (OLIVEIRA, 2007) e estes filtros são:

- Filtro passa-baixa (*FPB*), responsável pelo coeficiente de aproximação (*cA*), cuja finalidade é obter as componentes de baixa frequência presentes no sinal; e
- Filtro passa-alta (*FPA*), origina o coeficiente de detalhe (*cD*). O *FPA* seleciona as componentes de alta frequência do sinal analisado.

A Figura 2.9 mostra o sinal passando pelos filtros passa-alta e passa-baixa. Nessa figura, a quantidade de amostras é reduzida utilizando um processo conhecido como subamostragem, do inglês *downsampling*.

Figura 2.9 – Estágio unitário da FWT.



Fonte: Próprio autor (2016).

em que: cD é o coeficiente de detalhe; e cA é o coeficiente de aproximação.

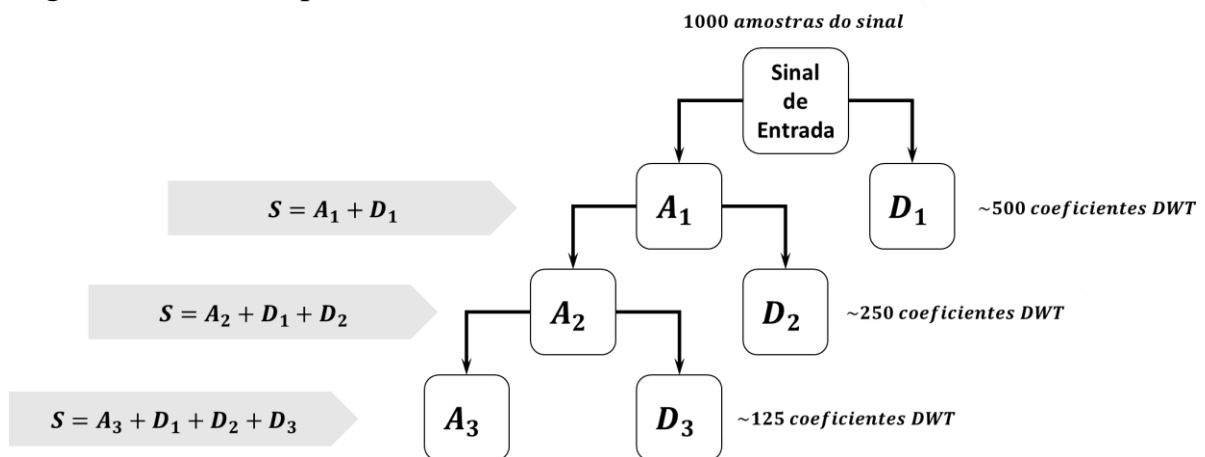
Os passos para entender o processo de sobreamostragem (do inglês *upsampling*) e reconstrução do sinal, são necessários os seguintes passos:

1. Aumentar o número de amostras pela sobreamostragem;
2. Aplicar os filtros de reconstrução L' e H' nos coeficientes cA_1 e cD_1 , respectivamente;
3. Combinar os coeficientes de aproximação e detalhes filtrados com um vetor de zeros para encontrar as reconstruções de aproximação A_1 e de detalhe D_1 ; e
4. Encontrar o sinal recuperado S combinando os vetores A_1 e D_1 .

Da mesma forma que a inversa da transformada rápida *wavelet* (*Fast Transform Wavelet Inverse* – FTWI) reconstrói o sinal original de um estágio

único. Conforme mostrado a Figura 2.10, o procedimento pode ser repetido para os outros estágios da análise de multinível *wavelet*.

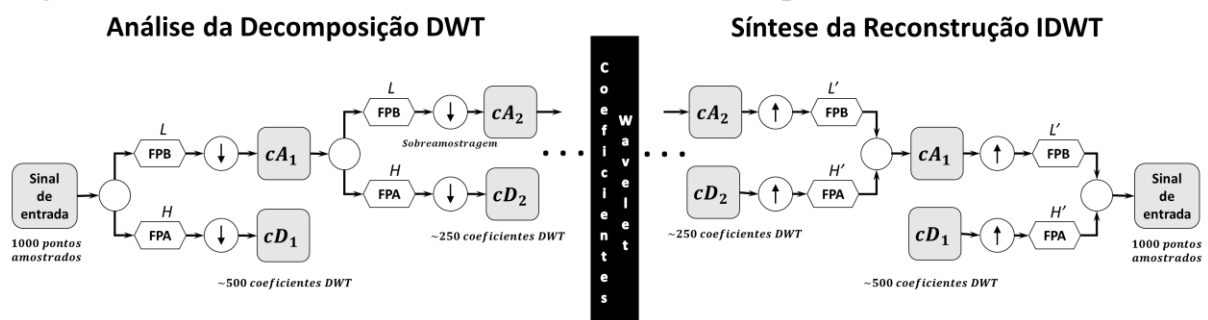
Figura 2.10 – Componentes do sinal reconstruídos.



Fonte: Próprio autor (2016).

A Figura 2.11 ilustra o processo de decomposição e composição de multipasso de um determinado sinal de entrada.

Figura 2.11 – Processo de análise e síntese de multipasso da TWD.



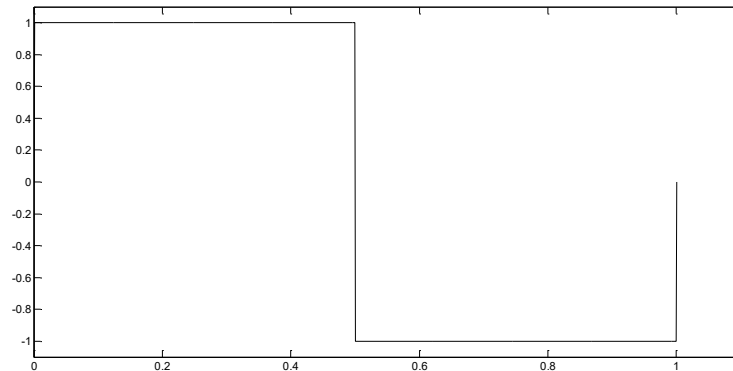
Fonte: Próprio autor (2016).

Nos últimos anos foram criadas várias famílias da função *wavelet* ψ . As que mais se destacam, estão:

- a. Haar: função descontínua representada por uma função degrau. A Figura 2.12 mostra essa família. A Equação (2.51) descreve a função degrau de Haar. Essa função tem a mesma representação da função Daubechies 1.

$$\psi_{Haar}(t) = \begin{cases} -\frac{1}{\sqrt{2}} & , \quad -1 < t \leq 0 \\ \frac{1}{\sqrt{2}} & , \quad 0 < t \leq 1 \\ 0 & , \quad \text{caso contrário} \end{cases} \quad (2.51)$$

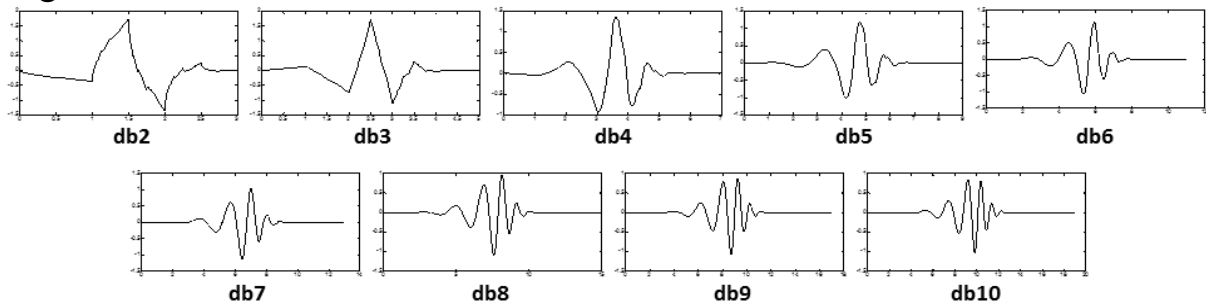
Figura 2.12 – Família *wavelet* Haar.



Fonte: Próprio autor (2016).

- b. Daubechies: as funções da família Daubechies são representadas por $db\ N$, em que N é a ordem. A família Daubechies possui 9 funções que são mostradas na Figura 2.13.

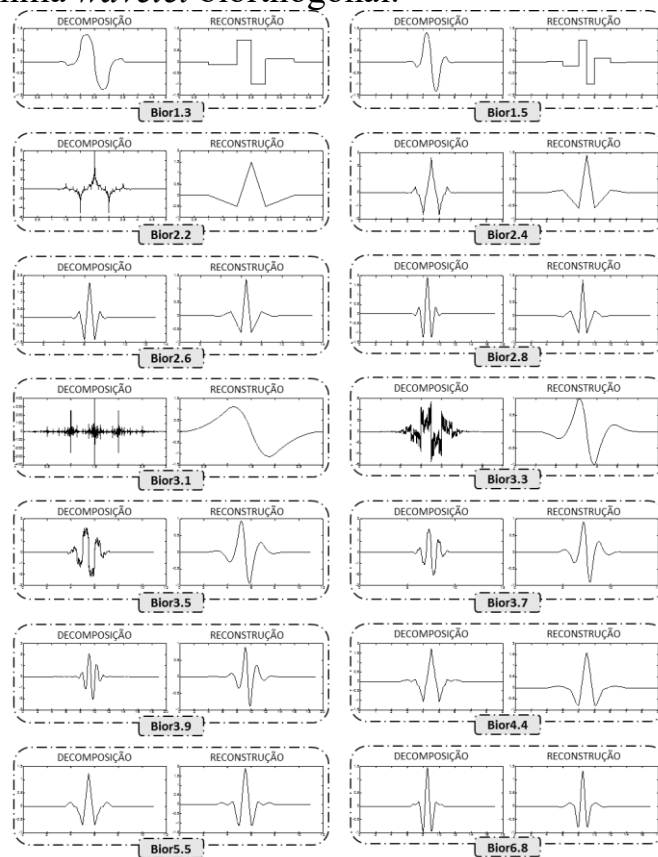
Figura 2.13 – Família *wavelet* Daubechies.



Fonte: Próprio autor (2016).

- c. Biorthogonal: Essa família utiliza duas funções *wavelets*: uma para a decomposição do sinal e a outra para a sua reconstrução. A Figura 2.14 ilustra estas duas fases para cada uma das 14 funções da *wavelet* biorthogonials.

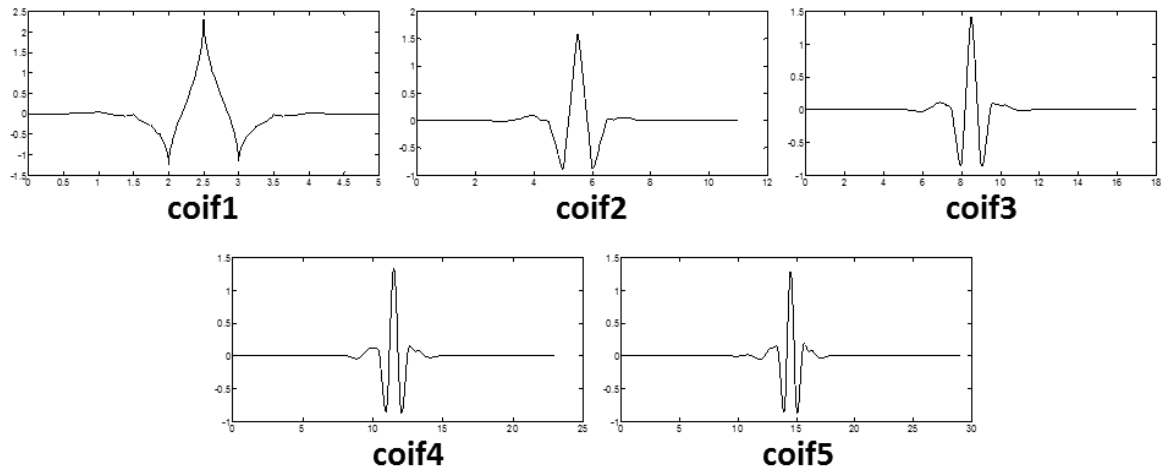
Figura 2.14 – Família *wavelet* biorthogonal.



Fonte: Próprio autor (2016).

d. Coiflets: A Figura 2.15 mostra as cinco funções da família coiflets.

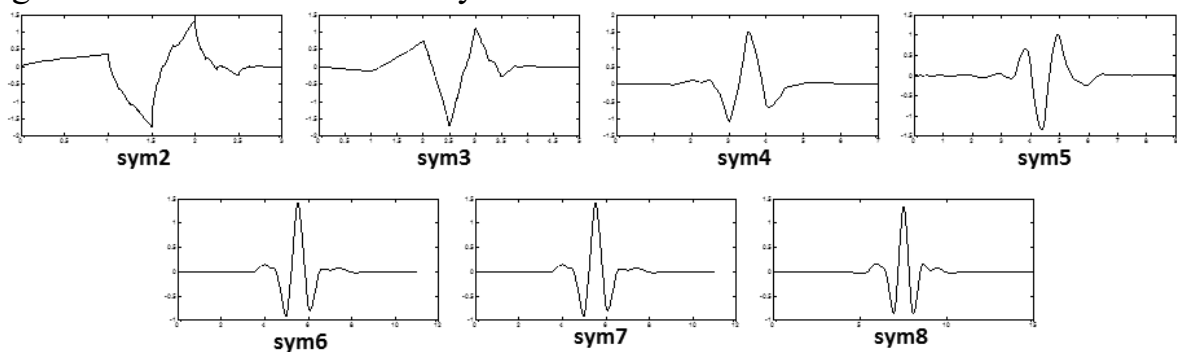
Figura 2.15 – Família *wavelet* coiflets.



Fonte: Próprio autor (2016).

e. Symlets: As funções symlets, ilustradas na Figura 2.16, possuem propriedades muito similares às funções da família Daubechies.

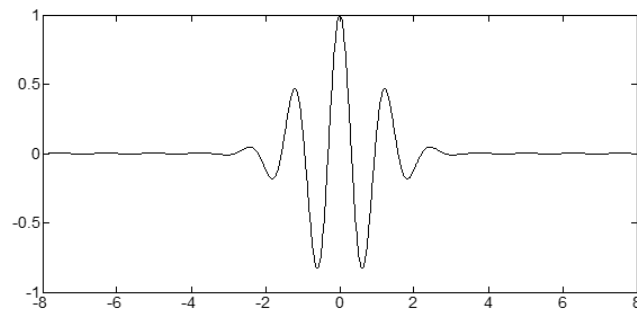
Figura 2.16 – Família *wavelet* symlets.



Fonte: Próprio autor (2016).

f. Morlet: Essa família não possui a função escala. A Figura 2.17 mostra a função Morlet.

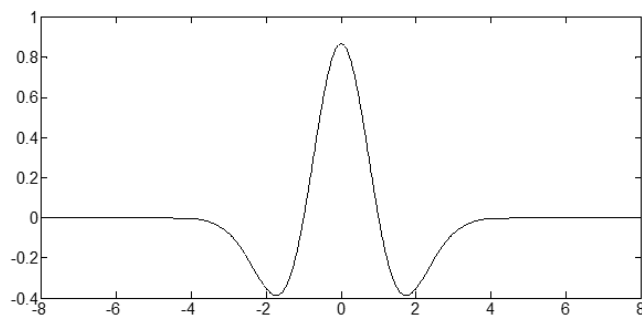
Figura 2.17 – Família *wavelet* Morlet.



Fonte: Próprio autor (2016).

- g. Mexican Hat: A família Mexican Hat propõe uma função que é proporcional à segunda derivada da função densidade da probabilidade Gaussiana mostrada na Figura 2.18.

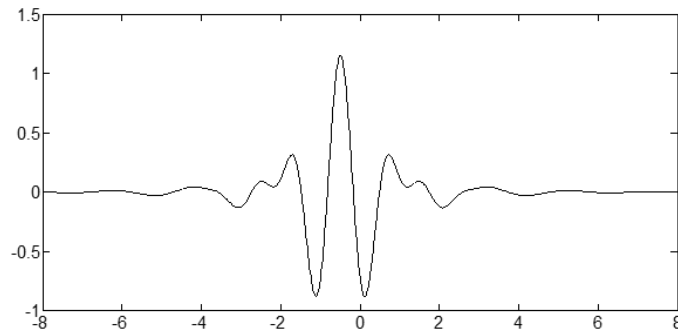
Figura 2.18 – Família *wavelet* Mexican Hat.



Fonte: Próprio autor (2016).

- h. Meyer: A *wavelet* Meyer e a função de escala são definidas no domínio da frequência. A Figura 2.19 mostra o gráfico da família wavelet Meyer.

Figura 2.19 – Família *wavelet* Meyer.



Fonte: Próprio autor (2016).

2.5 Thresholding

O método de limiarização (*thresholding*) é um método eficiente de redução de ruído aplicado aos coeficientes de detalhe cD . Algumas funções deste método (DONOHO e JOHNSTONE, 1994) são destacadas neste trabalho: *hard threshold* ($thr_{\lambda}^h(\cdot)$ - limiarização brusca), *soft threshold* ($thr_{\lambda}^s(\cdot)$ - limiarização suave), *firm shrinkage* ($thr_{\lambda}^{fs}(\cdot)$),

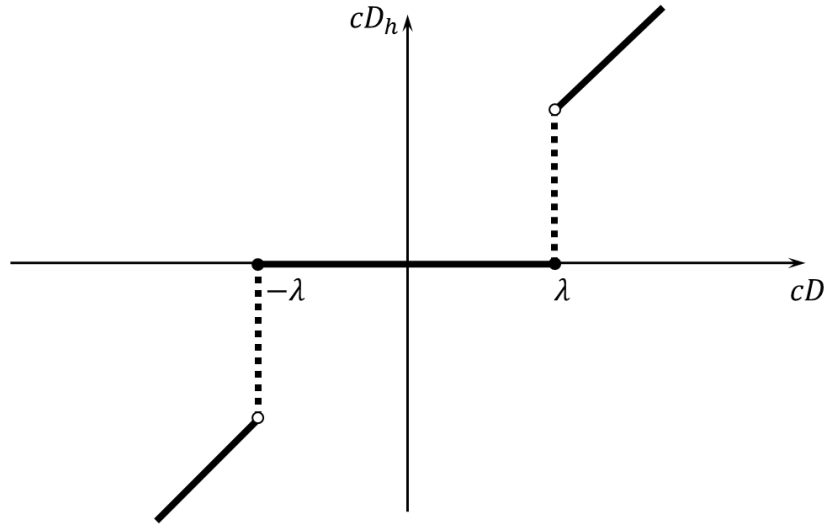
A função *hard threshold* é mostrada na Equação (2.52).

$$thr_{\lambda}^h(cD) = \begin{cases} 0 & , \quad se \ |cD| \leq \lambda \\ cD & , \quad se \ |cD| > \lambda \end{cases} \quad (2.52)$$

em que: λ é o limiar do método *thresholding*.

Como ilustrado na Figura 2.20a, a equação da função *hard threshold* considera como ruído, todo valor de cD abaixo do limiar λ .

Figura 2.20 – Gráfico da função *hard threshold*.



Fonte: Próprio autor (2016).

A Figura 2.20 mostra uma função descontínua. Nessa figura, se o módulo da amplitude do componente de cD for menor do que o limiar λ , seu valor é zerado. Por outro lado, se o módulo da componente do coeficiente de detalhe for maior que λ o valor de sua amplitude não será alterado.

A função *soft threshold* ($thr_{\lambda}^s(\cdot)$), representada na Equação (2.53), considera que o ruído está distribuído igualmente em todos os componentes de cD . Assim, a filtragem do ruído ocorre em todo o sinal do coeficiente *wavelet*, reduzindo a possibilidade de ocorrer descontinuidade do sinal recuperado.

$$thr_{\lambda}^s(cD) = \begin{cases} 0 & , \quad se \ |cD| \leq \lambda \\ \text{sign}(cD) (|cD| - \lambda) & , \quad se \ |cD| > \lambda \end{cases} \quad (2.53)$$

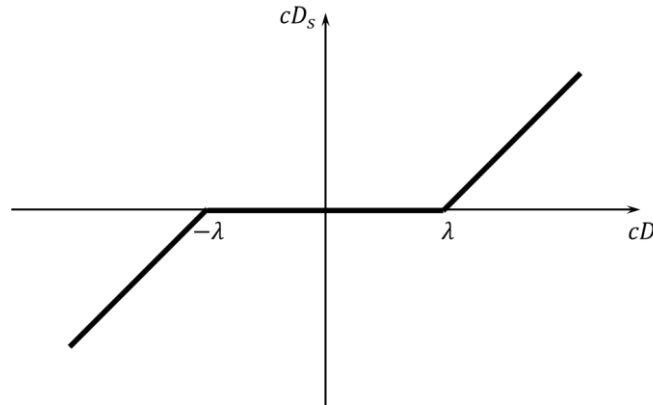
em que: $\text{sign}(\cdot)$ é a função sinal.

A função sinal é apresentada na Equação (2.54).

$$\text{sign}(cD) = \begin{cases} 1, & \text{se } cD > 1 \\ 0, & \text{se } cD = 0 \\ -1, & \text{se } cD < 1 \end{cases} \quad (2.54)$$

A Figura 2.21 ilustra o gráfico da função *soft threshold*.

Figura 2.21 – Gráfico da função *soft threshold*.



Fonte: Próprio autor (2016).

Para encontrar o limiar λ automaticamente, pode-se utilizar o método limiar universal, do inglês *global thresholding*, (DONOHO e JOHNSTONE, 1994) mostrado na Equação (2.55).

$$\lambda = \sigma \sqrt{2 \log n} \quad (2.55)$$

em que: σ é o desvio padrão associado ao ruído e n é o tamanho do sinal analisado.

A Equação (2.56) é uma medida eficiente, robusta e simples para se calcular o desvio padrão associado ao ruído.

$$\sigma = \text{mediana} \frac{|cD|}{0,6745} \quad (2.56)$$

A Equação (2.57) apresenta um outro método de limiar chamado *Firm Shrinkage*. A dificuldade desse método está em obter os valores ideais de λ_1 e λ_2 .

$$thr_{\lambda_1 \lambda_2}^{fs}(cD) = \begin{cases} 0 & , \quad se \ |cD| \leq \lambda_1 \\ \text{sign}(cD) \frac{\lambda_2(|cD| - \lambda_1)}{\lambda_2 - \lambda_1} & , \quad se \ \lambda_1 < |cD| \leq \lambda_2 \\ cD & , \quad se \ |cD| > \lambda \end{cases} \quad (2.57)$$

Outro método de limiar é o *Garrote thresholding* apresentado na Equação (2.58). Este método não apresenta descontinuidade e precisa apenas de um valor de limiar λ .

$$thr_{\lambda}^g(cD) = \begin{cases} cD - \frac{\lambda^2}{cD} & , \quad se \ |cD| > \lambda \\ 0 & , \quad se \ |cD| \leq \lambda \end{cases} \quad (2.58)$$

A função limiar *custom thresholding* é mostrada na Equação (2.59). Essa função é considerada como uma combinação linear das funções *Hard* e *Soft*.

$$thr_{\lambda}^c(cD) = \begin{cases} 0 & , \quad se \ |cD| \leq \lambda \\ \alpha \lambda_2 \left(\frac{|cD| - \lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1} \right)^2 \left[(\alpha - 3) \frac{|cD|}{\lambda_2 - \lambda_1} + 4 - \alpha \right] & , \quad se \ \lambda_1 < |cD| < \lambda_2 \\ cD - \text{sign}(cD) (1 - \alpha) t_2 & , \quad se \ |cD| \geq \lambda_2 \end{cases} \quad (2.59)$$

Como último exemplo das funções *threshold* apresentadas neste trabalho, pode-se citar a função descontínua *Step-Garrote*, mostrada na Equação (2.60).

$$thr_{\lambda}^{sg}(cD) = \left[\sum_{l=-1}^{\kappa} \frac{cD}{2^{l+2}} \times \left\{ \frac{t}{2^{l+1}} < |cD| \leq \frac{t}{2^l} \right\} \right] + \left[cD - \frac{2t^2}{cD} \right] \times \{|cD| - 2t\} \quad (2.60)$$

em que: $\kappa = 4$ ou $\kappa = 5$.

2.6 Considerações Finais Deste Capítulo

Este capítulo mostrou o método de redução de ruído que usa a Subtração Espectral, apresentou o processo e da filtragem de Kalman e as técnicas da transformada *wavelet*. Finalmente, foi apresentado o método de redução de ruído *thresholding* e suas variações aplicadas no coeficiente de detalhamento cD .

O próximo capítulo apresenta o método proposto para o tratamento de sinal de voz.

3 MÉTODO PROPOSTO

3.1 Introdução

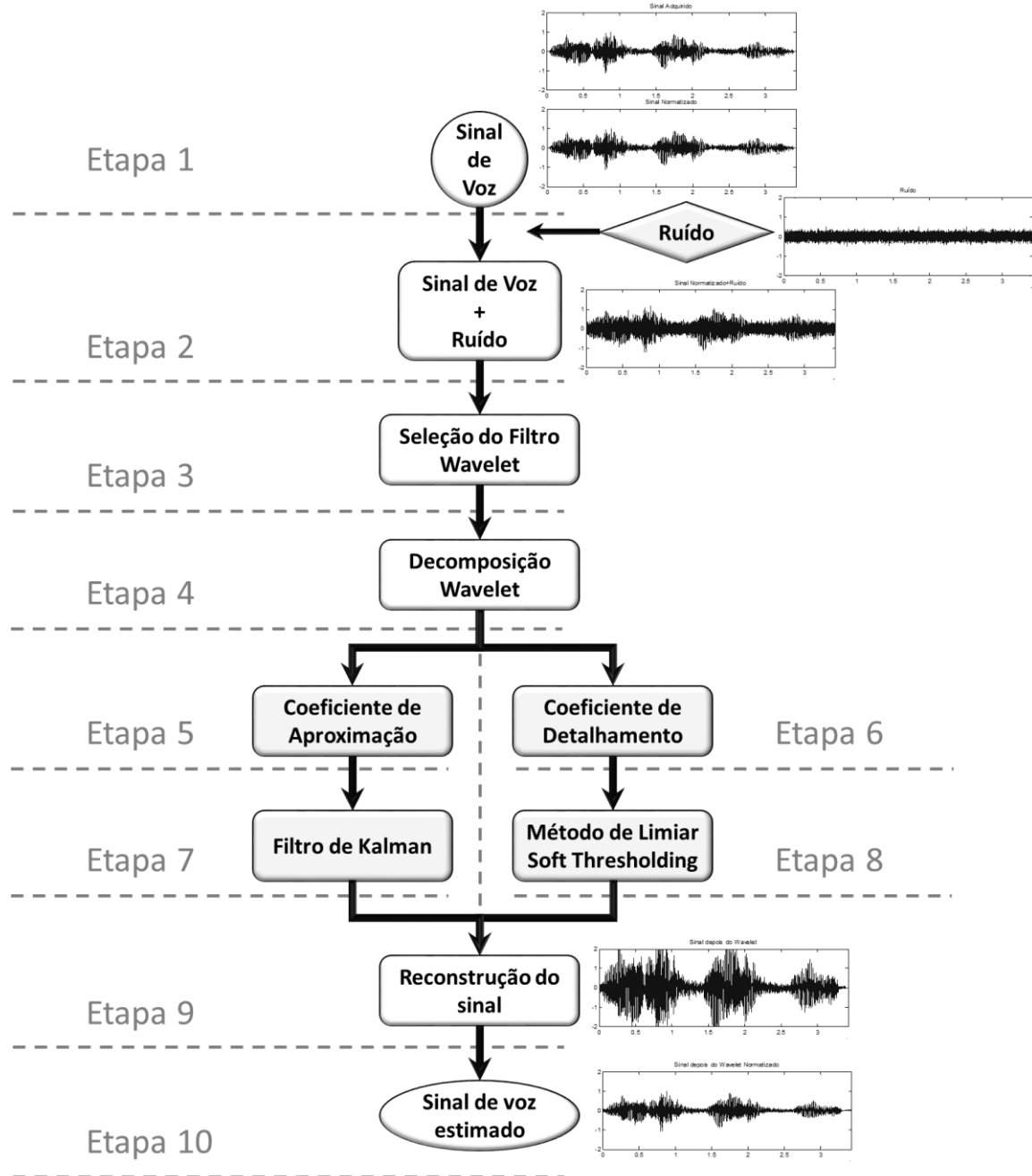
Um dos principais meios de comunicação nos dias de hoje é a fala. Assim, quando é necessário transmitir essa informação de um ponto ao outro, essa fala pode ser contaminada por ruído e a informação muitas vezes se torna ininteligível. Assim, o principal objetivo deste trabalho é desenvolver um algoritmo com a finalidade de reduzir o ruído do sinal de fala.

Este capítulo apresenta o método proposto neste trabalho. Finalmente, são realizadas as considerações finais desse capítulo.

3.2 Etapas do Método Proposto

A Figura 3.1 mostra o diagrama em blocos do método proposto neste trabalho. Para um melhor entendimento esse método foi dividido em 10 etapas.

Figura 3.1 – Diagrama em blocos da aplicação do filtro *wavelet*.

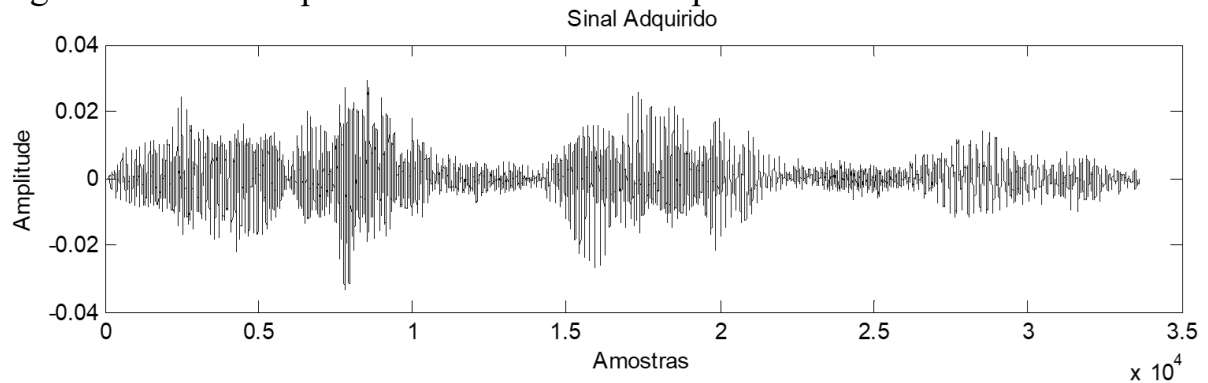


Fonte: Próprio autor (2016).

Para a utilização desses sinais no método proposto, foi necessário realizar a conversão para o formato *Waveform Audio File Format* (extensão “.wav”), utilizando a modulação *Pulse-Code Modulation* (PCM) com uma taxa de

amostragem de 22.050Hz , 16 bits por amostra. A Figura 3.2 ilustra um exemplo de um sinal após a gravação.

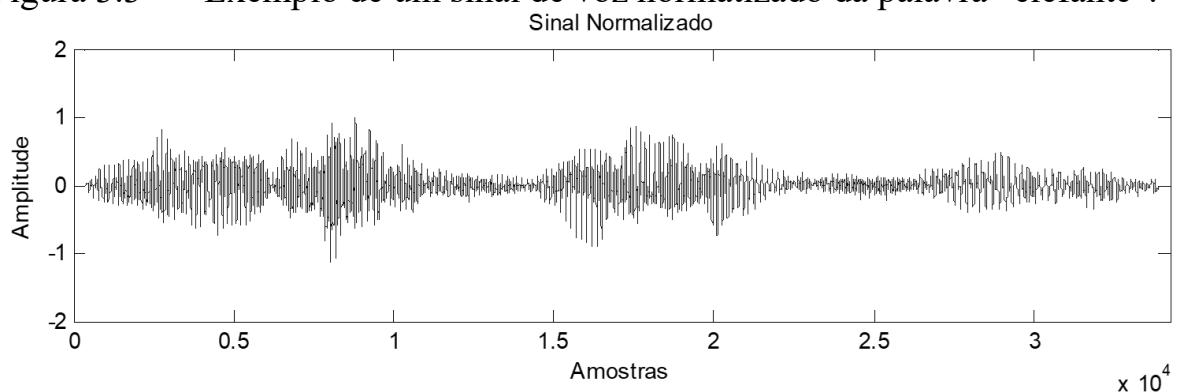
Figura 3.2 – Exemplo de um sinal de voz da palavra “elefante”.



Fonte: Próprio autor (2016).

Como os sinais gravados por diferentes pessoas possuem amplitudes diversas, tem-se a necessidade de normalizá-los para que suas amplitudes possam variar no intervalo de -1 a 1, como ilustra a Figura 3.3.

Figura 3.3 – Exemplo de um sinal de voz normalizado da palavra “elefante”.

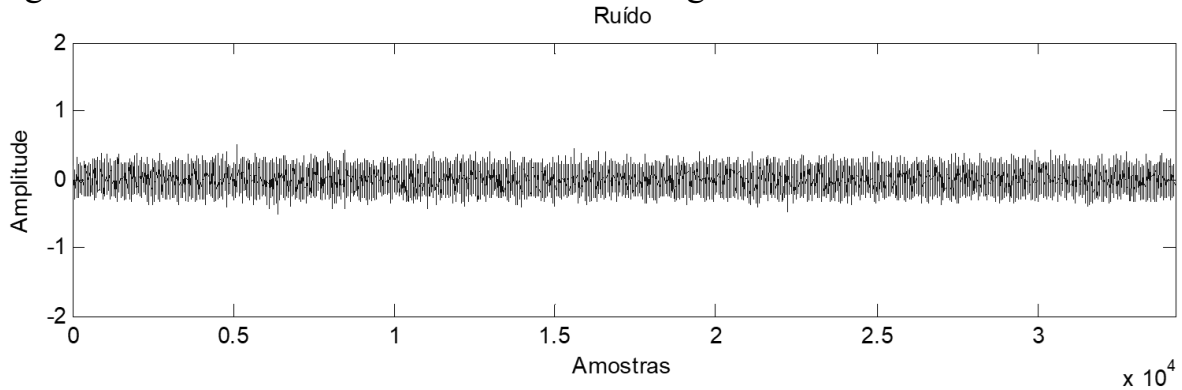


Fonte: Próprio autor (2016).

Após a normalização do sinal de voz na etapa 2, é adicionado a esse sinal um ruído gaussiano. As Figuras 3.4 e 3.5 mostram o ruído e o sinal com ruído adicionado, respectivamente. Assim, aplica-se no sinal uma janela de Hamming

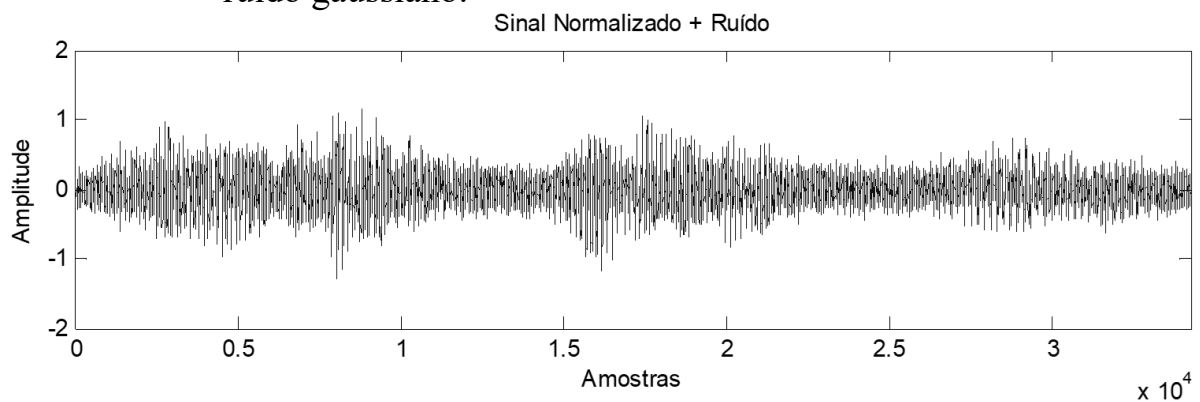
de 512 amostras com sobreposição de 50% para melhorar o processamento do algoritmo pelo método proposto.

Figura 3.4 – Gráfico de um ruído Gaussiano gerado no Matlab.



Fonte: Próprio autor (2016).

Figura 3.5 – Exemplo do sinal de voz normalizado da palavra “elefante” com o ruído gaussiano.

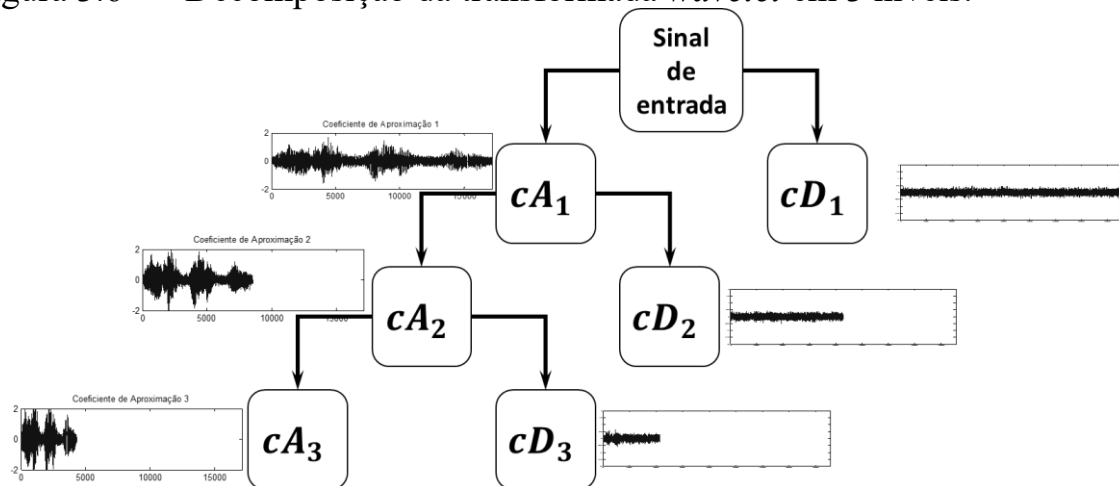


Fonte: Próprio autor (2016).

Em seguida, foram selecionados os filtros nas etapas 3 e 4 e então realizada a decomposição do sinal ruidoso usando a transformada *wavelet* até o nível 3 (KUMARI e DEVARAKONDA, 2013). Nessa decomposição foram utilizados os seguintes filtros: Daubechies de ordens 1 a 10, coiflets de ordens 1 a 5 e symlets com as ordens variando de 1 a 10.

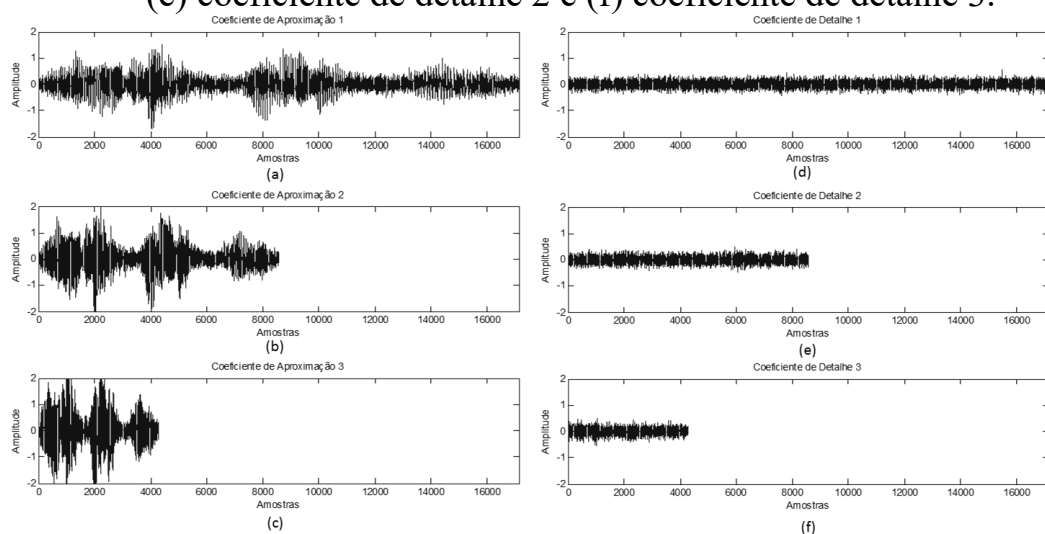
As Figuras 3.6 e 3.7 ilustram a decomposição *wavelet* até o nível 3 e um exemplo de um sinal decomposto até o nível 3, usando a transformada *wavelet* de Daubechies de ordem 2 e seus coeficientes de aproximação e detalhe, respectivamente.

Figura 3.6 – Decomposição da transformada *wavelet* em 3 níveis.



Fonte: Próprio autor (2016).

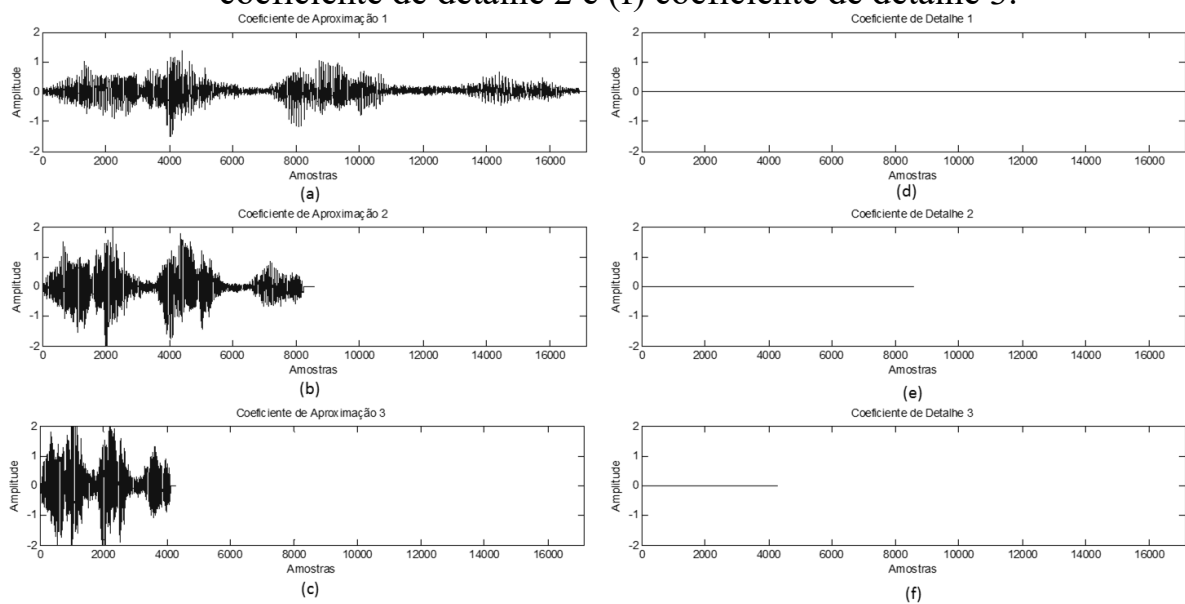
Figura 3.7 – Exemplo do coeficiente de aproximação de um sinal decomposto em 3 níveis da transformada *wavelet* de Daubechies de ordem 2. (a) coeficiente de aproximação 1; (b) coeficiente de aproximação 2; (c) coeficiente de aproximação 3; (d) coeficiente de detalhe 1; (e) coeficiente de detalhe 2 e (f) coeficiente de detalhe 3.



Fonte: Próprio autor (2016).

Nas etapas 5 e 6, uma vez obtidos os coeficientes de aproximação e detalhe como mostrado na Figura 3.7, esses coeficientes são submetidos ao filtro de Kalman (etapa 7) e ao *soft thresholding* (etapa 8), respectivamente. A Figura 3.8 ilustra esse processamento.

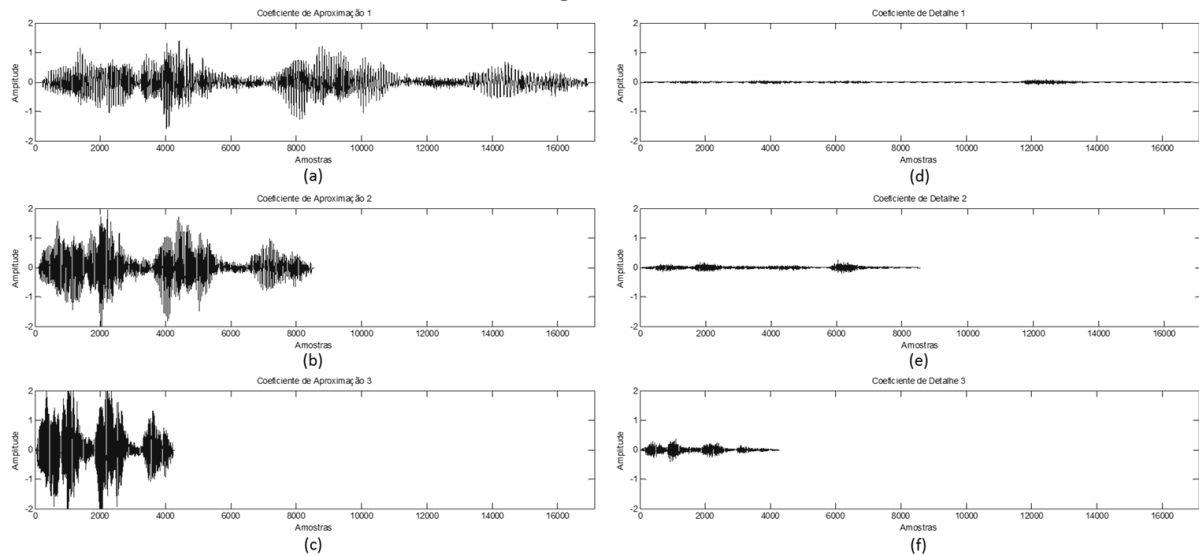
Figura 3.8 – Exemplo da aplicação do filtro de Kalman nos coeficientes de aproximação e Threshold nos coeficientes de detalhe: (a) coeficiente de aproximação 1; (b) coeficiente de aproximação 2; (c) Coeficiente de Aproximação 3; (d) coeficiente de detalhe 1; (e) coeficiente de detalhe 2 e (f) coeficiente de detalhe 3.



Fonte: Próprio autor (2016).

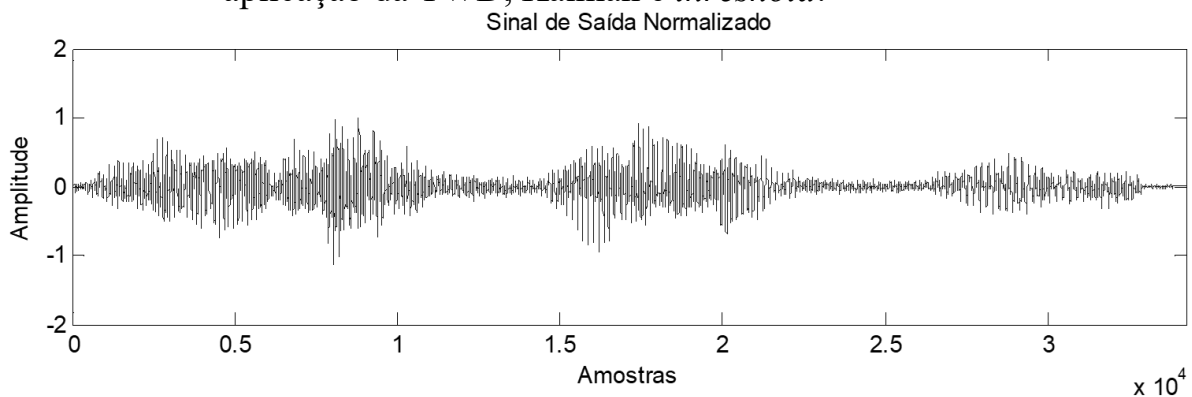
Ao comparar a Figura 3.7 com a Figura 3.9, pode-se verificar que os coeficientes de detalhe representam uma pequena parte da potência de voz. Com isso, pode-se justificar a ausência de sinal nesses coeficientes da Figura 3.8, ao aplicar o método *soft thresholding*.

Figura 3.9 – Exemplo da TWD aplicada no sinal de voz da palavra “elefante”, sem ruído aditivo. (a) coeficiente de aproximação 1; (b) coeficiente de aproximação 2; (c) coeficiente de aproximação 3; (d) coeficiente de detalhe 1; (e) coeficiente de detalhe 2 e (f) coeficiente de detalhe 3.



Fonte: Próprio autor (2016).

Figura 3.10 – Exemplo do sinal de voz ruidoso da palavra “elefante” após a aplicação da TWD, Kalman e *threshold*.



Fonte: Próprio autor (2016).

Finalmente, na etapa 9 aplica-se a transformada inversa de wavelet e na etapa 10 com o sinal no domínio do tempo, aplica-se novamente a normalização do sinal estimado. A Figura 3.10 ilustra esse sinal.

3.3 Considerações Finais Deste Capítulo

Este capítulo apresentou o método proposto neste trabalho para a redução de ruído nos sinais de voz.

O próximo capítulo apresenta os resultados obtidos nos testes realizados. E finalmente, são apresentadas as conclusões desses resultados.

4 RESULTADOS OBTIDOS

4.1 Introdução

Este capítulo apresenta os resultados obtidos utilizando o algoritmo de redução de ruído proposto neste trabalho e a comparação desse algoritmo com o método proposto por Dhivya e Justin (2014). Finalmente, são realizadas as conclusões desses resultados.

Como parâmetros de medida para avaliar o método proposto são utilizadas a relação sinal/ruído segmentada (SNRseg) e a distância de Itakura-Saito $d(a, b)$.

4.2 Banco de dados

Para avaliar o desempenho do método proposto, os testes foram realizados utilizando um banco de dados de 100 palavras. As gravações foram realizadas com 10 pessoas: 5 do sexo masculino e 5 do sexo feminino. Cada pessoa gravou 10 sinais de voz com palavras diferentes. A configuração digital utilizada na gravação é de 44100 Hz (amostras por segundo), com 32 bits por amostra em um canal monofônico (gravado por meio de um único canal). Nessa captação de áudio foram utilizados os seguintes equipamentos e programa:

- Microfone *M-Audio Sputnik Class A* com função phantom;
- *Pop Filter* para microfone;
- Placa *M-Audio FastTrack USB Pro* conexão em um canal de entrada;
- Notebook; e
- Software Sony Sound Forge 9.0a.

Para a utilização desses sinais, foi necessário realizar a conversão para o formato *Waveform Audio File Format* (extensão “.wav”), utilizando a modulação *Pulse-Code Modulation* (PCM) com uma taxa de amostragem de 22050 Hz, 16 bits por amostra.

4.3 Relação Sinal/Ruído Segmentada (SNR_{seg})

Considerando que o sinal de voz $x(n)$ e o ruído $v(n)$ são conhecidos pode-se determinar a potência desses sinais. Assim, segundo Deller, Proakis e Hansen (1993), a relação sinal/ruído SNR é determinada utilizando a Equação (4.1).

$$SNR = 10 \log_{10} \frac{\sum_n x^2(n)}{\sum_n v^2(n)} \quad (4.1)$$

em que: $x(n)$ é o sinal original e $v(n)$ é o ruído branco adicionado.

No entanto, a SNR é considerada pobre, pois ela é afetada por trechos de maior e menor intensidade sonora. Para solucionar esse problema foi usado neste trabalho a relação sinal/ruído segmentada (SNR_{seg}). O objetivo dessa relação é calcular a relação sinal/ruído em segmentos curtos desse sinal de forma a equilibrar os trechos de sinal com maior ou menor intensidade. Como mostrado por Deller, Proakis e Hansen (1993), a Equação (4.2) define a relação sinal/ruído segmentada.

$$SNR_{seg} = \frac{1}{M} \sum_{j=0}^{M-1} 10 \log_{10} \left[\sum_{n=mj-N+1}^{mj} \frac{x^2(n)}{[x(n) - \hat{x}(n)]^2} \right] \quad (4.2)$$

em que: mj representa o limites de cada um dos M quadros, cada um de tamanho N .

4.4 Distância de Itakura-Saito

A distância de Itakura-Saito ($d(a, b)$) é usada quando dois sinais possuem espectros diferentes, pois a SNRseg não fornece uma medida significativa para mostrar essa diferença. Conforme Rabiner e Schafer (1978), essa distância pode ser calculada utilizando os parâmetros de predição linear (LPC) como mostrado na Equação (4.3).

$$d(a, b) = \log \left[\frac{aRa^T}{bRb^T} \right] \quad (4.3)$$

em que: a é o vetor dos coeficiente LPC do sinal original, b é o vetor de coeficiente LPC do sinal estimado e R é a matriz autocorrelação do sinal original.

4.5 Resultados Obtidos

A Tabela 4.1 mostra os recursos computacionais usados neste trabalho.

Tabela 4.1 – Recursos computacionais usados nesse trabalho.

Processador	IntelCorei7
Memória RAM	8 GB
Disco rígido	1 TB
Ferramenta de programação	MatlabR2013b

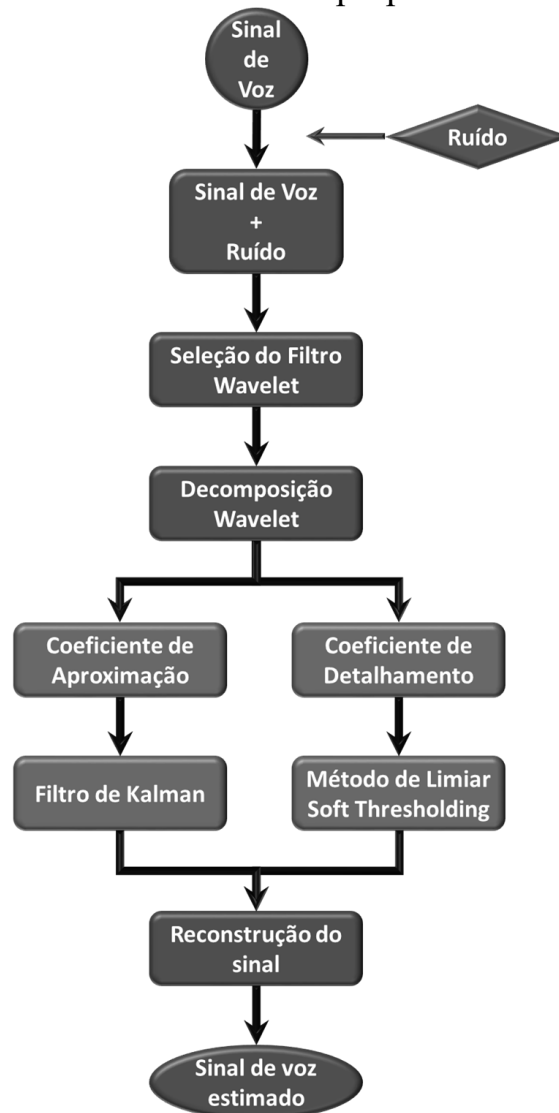
Fonte: Próprio autor (2016).

No primeiro teste, foi utilizado o método proposto ilustrado na Figura 4.1. Neste método o sinal de voz é contaminado por ruído branco com relações sinal/ruído segmentada de entrada (SNRIseg) de 0, 3 e 6 dB, respectivamente. Em seguida é realizada a decomposição *wavelet* até o nível 3 do sinal ruidoso, após

aplica-se o filtro de Kalman nos coeficientes de aproximação e o *soft threshold* nos coeficientes de detalhe.

Com a finalidade de verificar a *wavelet* mais apropriada na redução do ruído e na distorção espectral, foram realizados testes com as *wavelets* de Daubechies de ordens 1 a 10, coiflet de ordens 1 a 5 e symlets de ordens de 1 a 10. Os resultados desses testes são mostrados nas Tabelas 4.2 a 4.7, respectivamente.

Figura 4.1 – Diagrama em blocos do método proposto.



Fonte: Próprio autor (2016).

Tabela 4.2 – Resultado da relação sinal/ruído segmentada de saída (SNROseg) para uma relação sinal/ruído segmentada de entrada (SNRIseg) de 0 dB usando o método proposto neste trabalho para diferentes famílias de *wavelets*.

[illegible]

VOZ	PALAVRA	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	DB8	DB9	DB10	COIF1	COIF2	COIF3	COIF4	COIF5	SYM1	SYM2	SYM3	SYM4	SYM5	SYM6	SYM7	SYM8	SYM9	SYM10
VOZ G - FEMININO	BALA	5	5	6	5	5	4	5	5	5	5	4	6	4	5	6	5	4	5	5	5	5	5	5	3	5
	BOI	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	4	3	2	2	4	4	3	3	3	4	3	3	2
	CASA	3	2	2	2	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	1	3	3	2	3	2	2	2	2	3	2
	COLA	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	DADO	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	3
	DIA	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	ELEFANTE	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	ELÉTRICA	3	2	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3
	IGREJA	3	3	2	3	3	3	2	2	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	3	2	3	2	3
	SAPO	1	2	2	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	1	1
VOZ H - FEMININO	BALA	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3
	BOI	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
	CASA	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
	COLA	4	4	5	5	4	5	4	4	3	3	5	4	3	3	4	3	4	5	5	4	5	4	4	4	5
	DADO	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3
	DIA	4	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	5	4	5	5	4	4	5	4	4	5	5	5
	ELEFANTE	4	4	3	4	4	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4
	ELÉTRICA	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	IGREJA	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4
	SAPO	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
VOZ I - MASCULINO	BALA	4	5	4	5	5	5	3	5	5	5	4	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5
	BOI	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4
	CASA	3	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4
	COLA	5	5	4	5	4	5	4	5	4	3	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	5
	DADO	4	3	4	3	3	4	4	3	4	3	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4
	DIA	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	ELEFANTE	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	2	3	2	3	3	3	3
	ELÉTRICA	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	IGREJA	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	SAPO	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2
VOZ J - FEMININO	BALA	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3
	BOI	3	3	2	2	3	3	2	3	2	2	3	2	2	2	2	3	2	3	3	2	2	2	3	3	2
	CASA	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	COLA	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	DADO	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	3	2	3	3	2	2	2	3	2	3	2	2	2	3
	DIA	3	3	2	3	3	3	3	4	4	3	4	2	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	4	3
	ELEFANTE	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
	ELÉTRICA	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2
	IGREJA	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3
	SAPO	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
MÉDIA	BALA	3,6	4,0	3,6	4,0	3,8	3,6	3,8	3,7	3,8	4,0	3,9	3,8	3,6	3,9	3,9	3,6	4,0	3,9	3,7	3,6	4,0	3,6	3,7	3,5	3,9
	BOI	3,2	3,4	3,1	3,3	3,1	3,4	2,7	3,1	3,0	3,0	3,1	3,3	3,0	2,9	3,2	3,1	3,4	3,3	3,1	2,9	3,2	3,4	3,2	3,3	3,1
	CASA	2,8	3,0	2,9	3,0	3,0	3,0	2,9	2,7	2,9	3,0	3,2	2,9	3,0	2,9	2,5	3,0	3,1	2,7	3,2	2,9	2,9	2,9	2,9	3,1	3,0
	COLA	3,5	3,7	3,9	3,8	3,3	3,7	3,4	3,7	3,6	3,1	3,7	3,7	3,7	3,5	3,7	3,5	3,7	3,7	3,6	3,8	3,5	3,5	3,6	3,7	3,9
	DADO	3,1	3,0	3,1	3,1	3,0	2,9	3,3	3,0	3,0	2,9	3,1	3,0	2,9	3,4	3,3	3,0	3,2	3,3	3,2	3,1	3,2	3,3	3,1	3,2	2,9
	DIA	3,1	3,6	3,4	3,4	3,3	3,3	3,1	3,3	3,4	3,5	3,6	3,3	3,3	3,1	3,4	3,5	3,2	3,4	3,5	3,5	3,3	3,7	3,6	3,6	3,6
	ELEFANTE	3,1	2,9	2,9	2,9	3,0	2,8	3,0	3,0	2,9	3,0	2,9	3,0	3,0	2,8	2,8	3,2	3,1	2,8	2,9	3,2	2,9	3,1	3,1	2,9	3,1
	ELÉTRICA	3,1	3,1	3,2	3,3	3,2	3,2	2,9	3,0	3,3	3,2	3,3	3,1	3,1	3,2	3,3	3,0	3,5	3,0	3,2	3,3	3,3	3,3	3,0	3,2	3,2
	IGREJA	3,4	3,4	3,0	3,2	3,4	3,3	3,3	3,1	3,1	3,3	3,1	3,2	3,4	3,1	3,4	3,3	3,4	3,2	3,3	3,1	3,5	3,2	3,2	3,2	3,4
	SAPO	2,1	2,2	2,3	2,0	2,2	2,1	2,1	2,2	2,1	2,2	2,4	2,2	2,1	2,0	2,2	2,0	2,3	2,3	2,1	2,3	2,3	2,3	2,2	2,1	2,0
MÉDIA TOTAL		3,10	3,23	3,14	3,20	3,13	3,13	3,05	3,08	3,11	3,12	3,23	3,15	3,11	3,08	3,17	3,12	3,29	3,16	3,18	3,17	3,21	3,23	3,16	3,18	3,21

Fonte: Próprio autor (2016).

Ao analisar a variação das ordens dos filtros de Daubechies, symlet e coiflet na Tabela 4.2, pode-se verificar que o melhor resultado usando a relação sinal/ruído segmentada de entrada (SNRIseg) de 0 dB foi a *wavelet* symlet de ordem 2. Esse tipo de filtro obteve uma relação sinal/ruído segmentada de saída

(SNROseg) média de 3,29 dB. No entanto, os demais tipos de *wavelets* usadas nesse teste obtiveram uma SNROseg média que variou de 3,05 dB a 3,23 dB.

Tabela 4.3 – Resultado da distância de Itakura-Saito para SNRIseg de 0 dB usando o método proposto neste trabalho para diferentes famílias de *wavelets*.

VOZ	PALAVRA	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	DB8	DB9	DB10	COIF1	COIF2	COIF3	COIF4	COIF5	SYM1	SYM2	SYM3	SYM4	SYM5	SYM6	SYM7	SYM8	SYM9	SYM10
VOZ A - MASCULINO	BALA	0,69	0,46	0,33	0,19	0,32	0,31	0,42	0,83	1,21	1,58	0,35	0,41	0,51	0,67	0,60	0,68	0,42	0,33	0,43	0,96	0,91	0,59	0,44	0,20	0,35
	BOI	0,79	0,29	0,31	0,24	0,25	0,60	0,50	0,77	0,48	0,63	0,41	0,54	0,58	1,90	0,46	0,80	0,31	0,28	0,58	0,65	0,69	0,56	0,97	1,20	1,83
	CASA	0,23	0,23	0,82	0,88	1,81	1,34	1,89	1,44	1,75	1,13	0,38	1,23	1,46	1,83	1,22	0,22	0,23	0,93	1,17	1,35	1,72	2,46	2,54	1,46	1,49
	COLA	1,01	0,52	0,42	0,32	0,35	0,48	0,53	0,58	1,22	0,46	0,62	0,35	1,11	1,57	0,39	1,03	0,48	0,53	0,32	0,36	0,30	0,52	1,01	0,38	0,50
	DADO	0,93	0,46	0,38	0,42	0,26	0,43	0,52	0,40	1,38	0,30	0,74	0,59	0,70	0,60	1,18	0,92	0,59	0,39	0,62	0,84	0,61	0,23	1,12	0,26	0,97
	DIA	0,45	0,35	0,34	0,14	0,67	0,13	0,33	0,91	0,88	0,85	0,27	0,18	0,58	1,25	0,33	0,51	0,46	0,28	0,34	0,28	0,24	0,77	0,40	1,58	1,37
	ELEFANTE	0,30	0,13	0,37	0,41	0,63	1,82	0,86	0,77	2,17	1,07	0,08	1,24	0,67	1,49	1,55	0,30	0,13	0,33	0,53	0,88	1,50	0,61	0,47	1,28	1,11
	ELÉTRICA	0,42	0,25	0,62	0,80	1,12	0,75	2,03	1,98	1,22	1,19	0,23	0,81	1,38	0,97	2,45	0,43	0,24	0,48	0,66	0,94	1,01	1,35	0,69	0,98	1,22
	IGREJA	0,39	0,17	0,27	0,99	0,88	0,40	0,96	0,93	0,82	1,68	0,17	0,56	0,63	1,79	0,58	0,40	0,17	0,32	1,20	0,97	0,99	1,39	0,81	1,17	0,64
	SAPO	0,61	0,79	1,57	1,21	2,21	1,80	2,15	2,27	2,20	2,63	1,02	1,58	2,09	3,36	2,92	0,63	0,79	1,58	1,71	1,68	2,35	2,62	1,91	2,68	1,99
VOZ B - MASCULINO	BALA	0,67	0,47	0,51	0,63	0,80	0,93	0,93	1,08	1,90	1,17	0,45	0,64	2,03	0,86	2,17	0,61	0,46	0,59	0,66	1,02	1,30	1,24	1,98	1,04	0,95
	BOI	0,75	0,39	0,54	1,24	1,29	0,66	0,72	1,16	0,67	1,41	0,38	0,68	0,93	1,64	2,26	0,75	0,39	0,47	0,64	1,43	1,25	0,48	1,18	1,10	1,06
	CASA	0,20	0,12	0,62	0,62	1,20	1,09	1,20	1,76	1,65	1,98	0,17	0,81	1,23	1,46	2,86	0,20	0,07	0,64	0,77	1,08	0,96	1,40	1,39	1,12	2,28
	COLA	0,83	0,53	0,57	0,95	1,07	0,96	1,36	1,98	0,93	1,38	0,42	0,69	1,03	0,74	2,80	0,78	0,51	0,75	0,67	0,47	0,61	0,36	0,74	1,26	1,43
	DADO	0,74	0,38	0,37	0,58	0,58	1,13	0,84	1,91	1,31	0,82	0,47	0,68	0,91	1,43	1,47	0,75	0,38	0,35	0,55	0,86	1,09	0,70	1,52	0,95	1,03
	DIA	0,17	0,18	0,48	0,34	0,64	0,74	1,52	1,50	1,20	1,73	0,21	0,57	0,82	1,22	1,83	0,18	0,16	0,58	0,85	1,55	1,00	1,15	0,61	1,00	1,97
	ELEFANTE	0,17	0,30	0,68	1,64	0,79	1,95	2,10	1,49	1,18	1,78	0,17	1,37	1,25	1,92	1,79	0,16	0,32	0,62	1,48	0,96	1,49	1,28	2,39	1,49	1,45
	ELÉTRICA	0,57	0,49	0,64	1,16	0,88	0,92	1,48	1,21	1,38	1,15	0,33	0,74	1,33	1,18	2,13	0,56	0,48	0,48	0,92	0,68	1,75	1,28	1,21	1,30	1,78
	IGREJA	0,38	0,26	0,76	0,95	1,43	1,24	0,82	1,09	1,19	1,04	0,35	0,63	1,46	1,69	1,58	0,30	0,23	0,61	0,89	1,06	0,74	0,99	0,78	1,96	0,63
	SAPO	0,19	0,51	0,61	1,16	1,39	1,39	2,11	1,64	1,64	1,29	0,31	1,57	1,68	2,97	2,41	0,19	0,49	0,60	1,64	1,09	1,54	1,05	1,63	2,88	1,87
VOZ C - MASCULINO	BALA	1,06	0,47	0,43	0,53	0,45	0,26	0,33	0,40	0,65	0,36	0,64	0,26	0,32	1,23	1,42	1,08	0,53	0,50	0,34	0,51	0,22	0,54	0,19	0,49	0,25
	BOI	0,53	0,17	0,28	0,35	0,33	1,20	0,52	1,74	1,34	0,69	0,23	1,05	0,61	1,43	0,87	0,52	0,18	0,22	0,29	0,40	0,62	0,64	0,33	0,89	0,84
	CASA	0,30	0,16	0,71	0,80	0,75	1,59	1,63	1,16	1,92	1,18	0,24	1,07	1,17	1,64	2,07	0,30	0,17	0,63	1,00	1,22	1,03	0,76	1,06	1,29	0,85
	COLA	1,59	1,03	1,02	0,96	0,86	0,79	0,74	0,67	0,67	0,63	1,32	0,79	0,86	0,71	1,02	1,62	1,03	1,01	0,87	0,78	0,75	0,61	0,66	0,73	0,75
	DADO	1,33	1,05	0,60	0,70	0,57	1,07	0,64	0,55	0,57	0,73	0,87	0,59	0,45	0,54	0,93	1,21	0,98	0,68	0,72	0,85	0,52	0,62	0,49	0,45	0,56
	DIA	1,40	0,88	0,82	0,63	0,65	0,51	0,63	1,29	0,60	0,41	1,00	0,73	0,50	0,64	1,33	1,35	0,87	0,77	0,75	0,80	0,56	0,50	0,44	0,41	0,45
	ELEFANTE	0,97	0,61	0,54	0,60	0,62	0,29	0,69	1,45	0,82	1,28	0,76	0,87	0,44	0,64	0,98	0,99	0,60	0,62	0,85	0,78	0,42	0,40	1,33	0,40	0,40
	ELÉTRICA	1,19	0,77	0,54	0,49	0,40	0,43	0,35	0,46	0,62	0,90	0,74	0,58	0,67	1,24	1,75	1,20	0,62	0,61	0,56	0,57	0,42	0,38	0,26	0,49	0,37
	IGREJA	0,86	0,72	0,55	0,51	1,10	0,47	0,92	1,18	0,80	2,04	0,59	0,47	0,44	0,63	1,24	0,83	0,62	0,49	0,61	0,49	0,71	0,52	0,58	0,52	0,48
	SAPO	0,58	0,40	0,28	0,25	1,02	0,53	0,33	0,56	0,95	0,77	0,33	0,38	0,36	0,25	2,10	0,60	0,44	0,36	0,53	1,01	0,68	0,90	1,25	0,48	1,59
VOZ D - MASCULINO	BALA	0,84	0,40	0,43	0,70	0,58	0,55	1,01	1,81	1,39	1,09	0,51	0,90	0,84	1,72	1,97	0,86	0,44	0,43	0,71	1,16	1,29	1,06	1,66	0,86	1,83
	BOI	0,91	0,61	0,55	0,67	0,55	1,03	1,04	1,68	1,38	1,71	0,58	0,80	0,77	1,37	1,59	0,82	0,46	0,67	0,92	0,89	1,17	1,03	0,97	0,95	1,44
	CASA	0,27	0,15	0,46	0,52	0,49	0,61	0,71	1,05	1,34	0,50	0,11	0,45	1,01	1,23	1,45	0,27	0,19	0,20	0,30	0,81	0,73	0,69	0,55	0,91	0,79
	COLA	0,80	0,61	0,54	0,36	1,25	0,46	0,54	0,81	1,73	0,43	0,48	0,73	0,77	1,09	1,05	0,66	0,45	0,61	0,51	1,70	1,50	1,28	1,31	0,48	0,89
	DADO	0,98	0,43	0,42	0,81	0,84	1,18	0,65	0,76	0,55	0,54	0,61	0,35	0,81	1,58	1,27	0,99	0,45	0,38	0,53	0,34	0,89	0,47	0,90	0,69	0,56
	DIA	0,26	0,29	0,27	0,41	0,63	1,90	1,12	1,03	1,03	0,88	0,24	0,48	1,34	0,50	1,58	0,21	0,30	0,74	0,62	1,07	0,40	0,67	1,11	1,05	0,95
	ELEFANTE	0,22	0,35	0,29	0,71	1,72	0,95	1,09	1,48	1,70	1,95	0,25	0,61	1,89	1,22	1,80	0,26	0,29	0,74	0,76	1,00	2,14	1,06	1,94	1,44	2,61
	ELÉTRICA	0,53	0,32	0,42	0,54	0,84	1,01	1,11	1,18	2,15	1,50	0,33	0,72	0,77	1,36	1,99	0,50	0,32	0,47	0,78	1,39	1,48	1,49	1,12	1,17	0,66
	IGREJA	0,32	0,25	0,54	0,45	0,56	1,39	1,59	0,88	1,75	1,06	0,23	1,34	0,92	1,10	1,70	0,32	0,21	0,66	0,58	1,55	1,88	1,19	1,11	1,54	0,54
	SAPO	0,33	0,40	0,81	1,12	0,99	1,98	2,03	1,59	1,74	1,58	0,54	1,18	1,61	1,38	2,28	0,34	0,38	0,67	0,85	1,15	1,35	1,24	1,11	1,67	1,56
VOZ E - FEMININO	BALA	0,90	0,70	0,62	0,90	0,69	0,95	1,03	1,03	1,81	0,84	0,63	1,11	0,85	0,77	1,40	0,96	0,73	0,83	0,71	1,83	1,07	0,86	0,62	1,49	1,58
	BOI	1,44	1,12	1,51	0,77	0,82	0,62	0,82	0,89	0,86	0,74	1,08	0,76	0,96	0,63	1,03	1,52	1,06	0,91	0,87	0,79	1,00	0,73	1,49	1,31	1,06
	CASA	0,38	0,55	1,00	0,69	0,96	1,03	1,51	0,93	1,34	0,93	0,62	1,23	1,29	1,21	2,05	0,33	0,47	0,77	0,85	1,23	1,96	1,99	0,61	1,52	0,98
	COLA	1,25	0,79	0,67	0,83	0,76	0,80	0,68	0,76	0,78	1,68	0,83	0,87	0,59	0,63	1,30	1,20	0,76	0,68	0,69	1,00	0,57	1,31	0,63	1,23	0,63
	DADO	0,59	0,49	0,75	1,43	0,72	0,74	0,59	2,69	1,09	1,54	0,59	1,29	1,28	2,48	2,32	0,53	0,56	1,16	1,26	0,82	1,68	1,36	0,86	2,47	0,56
	DIA	0,87	0,41	0,35	0,44	0,23	0,3																			

VOZ	PALAVRA	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	DB8	DB9	DB10	COIF1	COIF2	COIF3	COIF4	COIF5	SYM1	SYM2	SYM3	SYM4	SYM5	SYM6	SYM7	SYM8	SYM9	SYM10	
VOZ F - FEMININO	BALA	0,75	0,43	0,57	0,83	0,47	0,64	0,78	1,46	1,24	0,98	0,45	0,54	0,62	1,12	1,38	0,76	0,38	0,45	0,95	0,54	1,13	0,53	1,04	0,96	1,25	
	BOI	0,91	0,59	1,39	1,36	0,97	1,31	1,51	1,08	2,29	0,95	0,79	1,47	1,15	1,53	1,99	0,61	0,59	1,58	1,22	2,10	1,27	0,86	1,83	1,15	0,84	
	CASA	0,25	0,55	0,50	1,41	1,06	1,33	1,67	1,72	1,32	1,98	0,29	1,27	1,26	1,40	2,68	0,25	0,52	0,58	1,24	1,11	1,09	1,48	1,95	1,44	1,62	
	COLA	0,63	0,32	0,36	0,59	1,40	0,72	0,88	0,98	0,95	0,98	0,49	1,11	0,86	0,85	1,10	0,66	0,35	0,33	1,08	0,99	2,00	0,78	1,85	0,71	1,51	
	DADO	0,48	0,35	0,65	0,81	0,61	0,67	0,86	2,15	0,86	2,44	0,38	0,92	0,85	1,11	1,37	0,48	0,35	0,51	0,36	0,86	0,82	1,09	1,93	1,10	0,55	
	DIA	0,33	0,91	1,07	1,54	1,63	2,02	1,57	1,51	1,94	1,96	0,70	1,45	1,17	1,88	1,43	0,33	0,91	1,33	1,85	1,39	1,93	1,81	1,88	1,86	1,05	
	ELEFANTE	0,20	0,31	0,62	1,58	1,13	0,91	0,98	1,88	1,17	1,04	0,19	1,29	1,21	1,44	1,35	0,18	0,36	0,54	1,13	0,92	0,81	0,81	2,44	2,35	1,17	
	ELÉTRICA	0,44	0,29	0,90	0,50	1,22	0,81	2,56	2,49	1,39	1,24	0,40	1,38	1,07	0,91	0,72	0,43	0,27	1,24	1,38	0,96	0,70	0,87	0,91	0,76	1,01	
	IGREJA	0,18	0,46	0,79	1,13	1,37	1,67	1,56	1,77	2,34	1,05	0,38	1,14	1,15	1,94	2,03	0,18	0,51	0,64	1,39	1,24	1,60	1,02	2,05	1,51	1,53	
	SAPO	0,61	1,18	1,18	1,90	1,74	1,94	1,60	1,71	1,38	1,81	0,86	1,62	1,52	1,89	2,05	0,60	1,18	1,17	1,45	1,64	2,22	1,57	1,62	1,88	1,44	
VOZ G - FEMININO	BALA	0,78	0,53	0,50	1,55	1,12	1,88	1,48	2,08	1,71	1,65	0,41	1,30	1,27	2,61	1,44	0,72	0,53	0,50	1,38	1,11	1,48	1,47	0,92	1,60	2,56	
	BOI	0,52	0,88	0,72	1,91	0,87	2,23	2,31	2,89	2,17	2,80	0,78	1,27	1,85	2,06	2,12	0,55	1,04	1,01	1,34	2,22	1,67	1,65	1,82	1,39	1,56	
	CASA	0,33	1,30	1,69	1,50	1,60	2,52	2,73	2,37	2,80	2,89	0,95	2,33	2,28	2,00	2,10	0,31	1,61	1,66	1,81	2,22	1,55	1,38	1,85	2,49	1,58	
	COLA	0,49	0,45	0,84	0,98	1,05	2,07	2,61	2,12	2,14	1,84	0,51	0,89	1,35	1,37	2,28	0,51	0,44	0,92	1,17	2,00	1,33	1,07	1,91	2,99	2,05	
	DADO	0,40	0,56	0,89	1,16	1,88	1,84	1,70	1,13	1,93	2,07	0,37	1,42	1,88	1,87	2,09	0,39	0,55	0,75	1,50	1,45	1,61	2,82	1,42	2,37	1,13	
	DIA	0,23	0,76	0,99	1,99	1,67	1,98	2,32	3,06	1,87	1,50	0,46	2,18	2,00	2,39	2,53	0,23	0,68	0,96	1,48	2,07	1,73	2,54	2,73	1,72	1,44	
	ELEFANTE	0,26	0,55	1,24	2,04	1,82	1,63	1,96	2,09	1,95	2,14	0,46	1,97	2,49	1,96	1,82	0,26	0,75	1,30	1,78	2,23	1,43	1,85	1,97	2,78	2,16	
	ELÉTRICA	0,30	0,76	1,10	1,72	1,69	1,29	1,19	1,88	2,65	2,14	0,57	1,62	2,60	2,07	2,92	0,30	0,70	1,21	1,62	1,00	1,64	1,05	2,28	2,23	1,75	
	IGREJA	0,32	1,07	1,42	2,33	1,82	2,05	1,90	2,33	2,08	2,47	0,70	1,94	1,65	2,42	3,27	0,33	1,08	1,40	1,46	2,28	1,86	1,69	2,37	1,98	1,84	
	SAPO	0,79	1,03	1,94	1,79	2,31	1,83	2,62	2,26	2,75	4,14	1,41	1,84	2,92	2,66	4,41	0,79	1,06	1,65	2,04	2,14	1,92	2,57	2,50	2,83	2,31	
VOZ H - FEMININO	BALA	0,63	0,54	0,85	0,94	1,90	1,98	1,04	1,26	1,06	1,74	0,56	1,07	1,75	0,93	1,11	0,64	0,54	0,80	0,84	1,00	1,31	1,13	1,30	1,36	1,32	
	BOI	0,68	0,37	0,39	0,57	0,76	1,63	1,22	1,78	1,61	1,40	0,37	0,90	1,21	1,26	2,59	0,64	0,37	0,43	0,60	0,73	0,72	0,97	1,17	2,41	1,48	
	CASA	0,18	0,52	1,68	1,43	2,12	1,87	2,04	1,67	2,62	1,72	0,97	1,38	2,21	3,17	1,78	0,21	0,52	1,59	1,66	1,92	1,87	2,63	2,11	2,07	1,85	
	COLA	0,60	0,47	0,67	1,22	1,24	1,27	0,85	1,09	1,07	1,18	0,59	1,05	2,19	2,76	1,36	0,71	0,48	0,79	1,17	1,25	1,47	1,27	0,71	0,95	0,99	
	DADO	0,74	0,61	0,70	0,58	0,90	0,65	0,90	1,67	1,88	1,48	0,48	0,54	2,05	1,33	1,91	0,75	0,62	0,73	0,74	0,73	1,77	0,69	1,33	1,37	1,20	
	DIA	0,34	0,22	0,34	0,86	1,14	1,76	1,07	1,36	1,00	0,86	0,17	0,97	1,21	1,64	1,54	0,35	0,24	0,50	0,53	0,64	0,94	0,88	0,97	1,22	1,19	
	ELEFANTE	0,26	0,26	0,28	0,51	0,63	0,60	0,86	1,22	1,60	1,68	0,13	1,34	1,06	1,12	0,97	0,21	0,24	0,53	0,78	1,21	0,54	1,03	1,65	1,51	1,04	
	ELÉTRICA	0,56	0,44	0,62	1,33	1,59	0,86	2,12	1,19	1,21	1,27	0,33	1,09	1,22	1,89	1,95	0,54	0,42	0,60	1,24	0,89	1,71	0,90	2,34	1,08	1,48	
	IGREJA	0,40	0,32	0,29	0,73	0,60	0,71	1,92	2,19	1,21	0,92	0,24	1,07	1,01	1,46	1,16	0,41	0,30	0,57	0,70	1,33	0,94	0,50	0,72	0,90	1,93	
	SAPO	0,66	1,03	1,94	2,30	2,47	2,38	3,05	2,00	2,56	1,87	1,32	1,66	2,93	2,73	3,27	0,56	0,96	1,83	1,74	1,87	1,72	2,55	2,19	1,81	2,41	
VOZ I - MASCULINO	BALA	1,31	0,74	0,79	0,97	1,21	0,59	1,03	2,13	1,63	0,74	0,94	0,92	1,17	1,18	1,84	1,27	0,77	0,77	0,61	1,20	0,76	0,68	1,06	1,12	1,75	
	BOI	1,19	0,77	0,70	0,85	0,58	0,60	1,87	1,61	1,99	1,44	0,91	0,86	1,71	0,76	1,29	1,12	0,74	0,95	1,38	1,11	0,81	0,93	1,75	0,53	2,09	
	CASA	1,03	0,53	0,47	0,34	0,33	0,36	0,26	0,44	0,78	0,77	0,68	0,50	0,39	0,26	0,82	1,01	0,54	0,50	0,29	0,32	0,26	0,37	0,29	0,35	0,35	
	COLA	1,06	0,85	0,79	0,86	1,45	0,78	1,40	1,75	1,40	1,34	0,79	1,22	1,17	1,82	1,70	1,10	0,86	0,96	1,17	1,72	0,71	0,59	1,39	1,69	1,97	
	DADO	0,94	0,81	0,64	1,12	0,97	0,91	2,25	1,16	1,73	1,07	0,68	1,01	0,82	1,09	1,79	1,04	0,78	0,91	1,13	0,93	0,58	0,61	1,08	1,53	0,81	
	DIA	1,13	0,90	0,73	0,63	0,92	1,15	0,58	1,55	0,84	1,29	0,81	0,84	0,54	1,07	1,18	1,06	0,89	0,69	0,69	0,66	0,61	0,47	0,52	1,10	0,76	
	ELEFANTE	0,56	0,34	0,37	0,19	0,31	1,08	1,21	1,03	0,97	0,49	0,25	0,31	0,41	0,41	0,97	0,57	0,37	0,24	0,27	0,44	0,67	0,23	0,35	0,18	0,41	
	ELÉTRICA	0,78	0,60	0,47	0,47	0,70	0,36	0,59	0,90	1,14	1,39	0,45	0,64	1,49	0,63	2,24	0,78	0,57	0,38	0,48	0,84	0,55	1,21	0,66	1,07	0,28	
	IGREJA	0,71	0,54	0,63	0,46	0,49	0,38	0,86	1,66	1,37	0,87	0,40	0,81	0,51	0,95	0,65	0,23	0,66	0,51	0,40	0,52	0,53	0,49	0,48	0,33	1,75	0,92
	SAPO	0,51	0,42	0,15	0,14	0,65	0,11	1,42	1,17	1,61	1,09	0,27	0,20	0,18	1,01	1,52	0,57	0,41	0,16	0,27	0,32	0,09	0,32	1,09	0,13	0,64	
VOZ J - FEMININO	BALA	0,59	0,34	0,51	1,12	1,33	0,63	0,87	2,09	0,72	0,97	0,40	0,54	1,02	0,91	0,78	0,59	0,44	0,51	0,88	1,14	0,95	1,13	1,24	2,06	0,42	
	BOI	0,46	0,30	0,22	0,87	0,92	0,59	1,53	0,99	1,91	1,73	0,23	0,83	1,07	2,29	2,23	0,47	0,29	0,47	0,73	1,11	0,45	0,45	0,61	1,85	0,82	
	CASA	0,23	0,92	1,00	1,22	1,60	1,66	2,46	1,69	2,85	1,79	0,54	1,94	1,72	1,37	3,10	0,23	0,85	0,98	1,39	1,84	1,65	1,35	1,46	1,53	1,49	
	COLA	0,54	0,36	0,79	0,71	1,14	0,82	1,02	1,57	0,98	0,85	0,65	1,25	1,22	1,25	1,45	0,54	0,44	0,71	0,97	1,23	1,69	0,69	1,26	1,05	0,41	
	DADO	0,41	0,33	0,20	0,42	0,18	0,57	1,71	0,61	0,20	0,41	0,23	0,38	1,48	0,25	1,92	0,41	0,31	0,19	0,34	1,24	1,32	0,38	0,49	0,95	0,84	
	DIA	0,21	0,34	0,56	1,35	1,41	0,94	0,83	1,14	1,40	0,95	0,14	0,47	1,23	1,65	2,79	0,20	0,31	0,69	1,34	1,48	2,09	1,48	1,54	1,41	0,88	
	ELEFANTE	0,18	0,32	0,44	0,64	0,60	1,01	1,50	2,61	1,03	1,16	0,11	1,49	1,41	1,27	1,67	0,17	0,24	0,63	1,20	0,66	1,11	1,77	1,44	1,14	0,72	
	ELÉTRICA	0,33	0,24	0,54	1,30	0,75	0,69	1,69	1,80	1,87	1,20	0,17	1,11	1,20	1,76	1,55	0,33	0,22	0,64	0,67	1,23	0,57	1,10	2,64	0,93	0,67	
	IGREJA	0,29	0,27	1,03	0,52	1,08	0,64	1,37	1,04	1,38	1,03	0,48	1,33	1,05	0,86	1,28	0,30	0,31	1,10	0,57	1,20	0,55	2,21	1,25	0		

Pode-se observar na

Tabela 4.3 que o melhor resultado médio em relação a distorção espectral foi a utilização da transformada *wavelet* coiflet de ordem 1. Esse tipo de *wavelet* obteve um valor médio de distorção espectral igual a 0,51. Os demais resultados médios de distorção variaram entre 0,52 a 1,71. É importante ressaltar que quanto menor é essa medida, mais próximo o sinal estimado está do sinal original livre de ruído.

Como já mencionado neste trabalho, também foram realizados testes para a relação sinal/ruído segmentada de entrada de 3dB utilizando o método proposto. As Tabelas 4.4 e 4.5 apresentam os resultados para a relação sinal/ruído segmentada de saída (SNROseg) e para a distância de Itakura-Saito, respectivamente.

Tabela 4.4 – Resultado da relação sinal/ruído segmentada de saída (SNROseg) para a relação sinal/ruído segmentada de entrada (SNRIseg) de 3 dB usando o método proposto neste trabalho para diferentes famílias de *wavelets*.

VOZ	PALAVRA	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	DB8	DB9	DB10	COIF1	COIF2	COIF3	COIF4	COIF5	SYM1	SYM2	SYM3	SYM4	SYM5	SYM6	SYM7	SYM8	SYM9	SYM10
VOZ A - MASCULINO	BALA	8	8	8	8	8	9	8	7	8	9	8	9	7	8	9	8	8	5	7	7	9	8	9	7	9
	BOI	8	9	9	9	8	9	8	8	8	9	8	9	8	9	7	7	8	9	9	8	7	7	8	8	9
	CASA	7	7	8	8	7	8	8	8	8	8	8	7	6	7	8	8	8	8	8	7	7	8	7	6	7
	COLA	9	8	7	8	7	8	7	8	9	6	8	7	7	7	7	8	8	9	10	10	8	5	7	5	8
	DADO	7	5	8	8	8	7	7	8	8	6	8	6	8	6	8	7	7	8	8	8	6	8	8	8	7
	DIA	7	8	9	8	9	8	8	8	8	8	9	8	9	8	7	7	8	8	8	8	8	8	9	9	8
	ELEFANTE	8	9	9	9	7	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	8	10	10	10	9	8	9	9	8	8
	ELÉTRICA	8	9	7	8	8	9	7	9	7	9	8	8	8	8	8	8	9	8	8	9	9	8	8	9	9
	IGREJA	10	10	10	9	10	10	10	10	10	10	10	8	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	10	10
	SAPO	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5
VOZ B - MASCULINO	BALA	5	6	6	6	5	6	6	7	6	7	7	6	6	7	7	6	6	7	5	5	6	7	6	5	6
	BOI	7	7	5	7	5	7	7	5	6	5	7	5	7	5	7	6	7	5	7	5	5	5	5	5	7
	CASA	4	4	3	4	3	4	3	5	4	4	3	4	3	5	3	4	4	3	5	4	4	3	5	3	3
	COLA	5	5	5	6	4	4	5	6	6	4	5	4	6	6	4	5	5	5	6	5	5	4	6	6	6
	DADO	5	4	6	3	5	4	5	5	4	4	5	4	5	3	6	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4
	DIA	6	6	6	6	5	5	5	5	5	6	6	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	5	5	5	6
	ELEFANTE	4	3	4	6	5	4	4	5	5	6	5	4	5	4	5	4	5	4	5	5	4	4	4	4	4
	ELÉTRICA	5	6	5	6	5	6	5	6	6	5	4	5	5	5	6	5	6	5	5	5	5	5	5	4	6
	IGREJA	6	6	5	5	5	6	5	5	5	5	4	5	5	6	6	5	6	6	6	5	5	6	5	6	6
	SAPO	4	5	6	5	6	3	6	5	6	4	5	4	6	6	6	5	5	6	5	6	4	6	6	5	3
VOZ C - MASCULINO	BALA	7	7	8	7	6	7	4	7	7	7	7	8	5	7	8	7	8	8	7	6	6	6	7	5	6
	BOI	6	5	6	6	6	5	6	6	6	6	5	5	6	6	6	5	5	6	5	6	5	6	6	6	5
	CASA	5	6	5	6	6	6	5	6	6	6	5	6	6	6	5	5	6	5	6	6	6	5	6	6	6
	COLA	8	8	6	8	8	7	6	8	9	9	9	7	6	9	9	8	9	9	9	9	7	9	9	8	7
	DADO	8	7	8	8	7	7	8	8	7	7	8	8	4	7	7	8	7	7	8	8	8	4	8	8	7
	DIA	6	6	5	6	6	5	6	6	5	6	5	5	6	6	6	5	6	5	6	6	6	6	6	6	6
	ELEFANTE	5	3	5	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	7	4	4	3	3	6	6	6	3	5	3
	ELÉTRICA	6	6	6	7	4	7	7	6	6	3	7	6	4	4	6	4	7	6	5	6	7	7	5	7	7
	IGREJA	5	5	5	5	4	3	5	5	5	5	5	3	5	5	4	5	5	5	5	4	5	4	4	4	4
	SAPO	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6	6	6	5	7	6	6	6	6	6

VOZ	PALAVRA	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	DB8	DB9	DB10	COIF1	COIF2	COIF3	COIF4	COIF5	SYM1	SYM2	SYM3	SYM4	SYM5	SYM6	SYM7	SYM8	SYM9	SYM10
VOZ J - FEMININO	BALA	6	7	6	6	7	5	7	6	7	6	6	7	7	6	5	6	6	7	6	6	6	7	6	8	6
	BOI	5	5	5	5	5	5	6	5	3	4	6	5	6	6	5	5	5	6	6	6	5	6	6	5	5
	CASA	4	4	5	4	4	4	5	3	5	5	4	5	5	4	4	4	4	5	3	5	5	4	3	5	4
	COLA	5	5	6	6	5	6	7	6	5	7	5	5	5	7	5	5	6	7	6	5	5	4	6	4	7
	DADO	4	5	5	6	4	6	5	6	5	6	5	6	3	6	5	4	6	5	5	4	6	5	6	4	6
	DIA	6	7	7	6	7	7	7	6	7	7	7	7	7	6	7	6	6	5	6	7	6	7	6	7	7
	ELEFANTE	3	4	5	3	5	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	5	5	3	4	5	5	4	4	1
	ELÉTRICA	4	5	6	5	4	3	6	5	5	5	6	3	6	6	6	4	4	6	6	5	4	4	6	6	4
	IGREJA	7	7	7	6	6	7	6	7	6	7	6	6	6	6	7	7	7	6	7	7	7	6	6	7	7
	SAPO	3	4	3	5	3	4	3	4	4	4	3	4	4	5	3	3	5	3	5	4	4	3	5	4	5
MÉDIA	BALA	6,7	7,3	7,0	6,9	6,5	6,6	5,8	7,0	7,8	7,4	6,8	7,0	6,4	7,4	7,4	7,1	7,2	6,8	6,6	6,6	6,9	6,9	7,0	6,4	7,0
	BOI	6,5	6,9	6,2	6,4	6,7	6,4	6,7	6,4	6,5	6,7	6,6	6,4	7,1	6,5	6,2	6,6	6,8	6,5	7,2	6,6	5,9	6,5	6,4	7,3	6,3
	CASA	5,9	5,9	6,1	6,2	6,1	6,3	6,2	5,9	5,9	5,8	6,0	6,2	6,1	5,7	5,9	6,0	6,1	6,0	5,9	6,2	5,8	5,9	5,6	5,9	6,0
	COLA	6,5	6,6	6,9	7,3	6,5	6,9	6,9	6,8	6,6	6,3	7,2	6,5	5,8	6,7	6,8	6,6	7,2	7,4	7,2	6,9	7,1	6,6	6,9	6,3	7,3
	DADO	6,4	6,3	6,6	6,7	6,3	6,3	6,5	6,7	6,5	6,3	6,5	6,3	6,2	6,3	7,0	6,3	6,6	6,5	6,8	6,4	6,1	6,2	6,4	6,0	6,3
	DIA	6,1	6,4	6,5	6,7	6,2	6,1	6,1	6,0	5,8	5,8	6,3	6,5	6,8	6,2	6,3	6,1	6,2	6,2	6,1	6,2	6,9	6,3	6,4	5,9	6,6
	ELEFANTE	5,8	5,4	6,2	5,8	5,7	6,0	5,4	5,9	5,5	5,7	5,6	5,8	5,5	5,6	6,0	5,5	6,3	5,9	5,6	6,0	6,0	6,2	5,8	5,7	5,3
	ELÉTRICA	6,0	6,4	5,9	6,4	5,7	6,2	6,3	6,4	6,2	5,8	6,2	6,1	6,0	6,2	6,3	5,8	6,7	6,0	6,2	6,0	6,3	5,9	6,2	6,2	6,4
	IGREJA	6,7	6,9	6,7	6,8	6,5	6,6	6,7	6,7	6,6	7,0	7,1	6,7	6,5	6,7	7,0	6,6	7,1	6,7	7,0	6,6	6,9	6,7	6,5	6,6	6,8
	SAPO	4,4	5,0	4,8	5,1	5,1	4,7	4,5	5,0	4,9	5,0	4,5	5,0	4,9	5,1	4,7	4,5	5,2	4,8	4,7	5,2	5,2	5,1	5,0	4,9	4,9
MÉDIA TOTAL		6,10	6,31	6,29	6,43	6,13	6,21	6,11	6,28	6,23	6,18	6,28	6,25	6,13	6,24	6,36	6,11	6,54	6,28	6,33	6,27	6,31	6,23	6,22	6,12	6,29

Fonte: Próprio autor (2016).

Entre as médias apresentadas na Tabela 4.4, pode-se verificar que a família symlet de ordem 2 apresentou a maior SNROseg. Este resultado foi igual a 6,54 dB. No entanto, ao usar as outras famílias *wavelets* os valores médios das SNROseg variaram entre 6,10 dB e 6,43dB.

Tabela 4.5 – Resultado da distância de Itakura-Saito para SNRIseg de 3 dB usando o método proposto neste trabalho para diferentes famílias de *wavelets*.

VOZ	PALAVRA	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	DB8	DB9	DB10	COIF1	COIF2	COIF3	COIF4	COIF5	SYM1	SYM2	SYM3	SYM4	SYM5	SYM6	SYM7	SYM8	SYM9	SYM10
VOZ A - MASCULINO	BALA	0,57	0,34	0,12	0,26	0,40	0,46	0,28	0,90	1,06	0,59	0,19	0,40	0,55	0,65	0,95	0,58	0,34	0,20	0,36	0,51	0,57	1,76	1,41	1,50	0,82
	BOI	0,70	0,20	0,21	0,24	0,47	0,88	0,47	1,00	1,13	1,40	0,30	0,40	0,62	1,45	1,13	0,70	0,20	0,20	0,77	0,37	0,65	0,73	0,88	0,94	0,64
	CASA	0,25	0,24	0,77	0,97	1,39	1,64	2,09	1,61	2,07	1,21	0,34	0,94	2,09	1,92	1,81	0,83	0,25	0,81	0,98	1,57	1,42	1,79	0,88	1,35	1,34
	COLA	0,92	0,36	0,33	0,21	0,78	1,36	0,35	0,64	0,56	0,30	0,51	0,63	0,46	0,82	0,46	0,83	0,35	0,26	0,55	0,78	0,68	0,32	1,21	0,68	0,82
	DADO	0,77	0,47	0,23	0,31	0,64	0,61	0,26	0,28	1,45	2,04	0,44	0,25	0,27	1,05	0,31	0,79	0,30	0,20	0,29	0,22	0,26	0,70	1,27	0,83	1,38
	DIA	0,31	0,19	0,35	0,45	0,75	0,36	0,20	0,88	0,20	1,59	0,10	0,36	1,17	0,24	0,93	0,33	0,19	0,13	0,46	0,19	0,13	0,35	1,47	0,25	1,64
	ELEFANTE	0,28	0,10	0,22	0,46	1,19	1,15	1,00	1,65	1,95	2,02	0,05	0,95	1,13	1,24	1,34	0,28	0,09	0,34	1,25	0,94	0,86	0,76	2,06	1,31	1,22
	ELÉTRICA	0,38	0,20	0,37	0,61	0,76	1,02	1,38	2,19	1,54	2,43	0,13	0,68	1,74	0,98	2,22	0,38	0,19	0,51	0,64	1,57	1,29	1,06	1,79	1,21	0,77
	IGREJA	0,35	0,13	0,33	1,21	0,52	0,70	1,07	2,19	1,66	1,10	0,11	0,96	0,60	1,02	0,91	0,35	0,14	0,29	0,78	1,00	1,60	0,71	1,06	1,96	0,63
	SAPO	0,65	0,82	1,19	1,17	1,36	1,32	1,46	1,35	1,34	1,38	1,02	1,22	1,38	1,51	1,56	0,62	0,83	1,26	1,13	1,31	1,34	1,45	1,45	1,38	1,42
VOZ B - MASCULINO	BALA	0,49	0,40	0,53	0,56	0,33	1,29	2,22	2,06	2,11	1,62	0,40	0,57	1,67	1,60	1,70	0,45	0,41	0,58	0,60	1,04	1,22	1,40	1,27	2,65	2,00
	BOI	0,71	0,28	0,40	0,96	1,19	1,65	1,49	1,69	2,46	1,64	0,24	0,91	0,77	1,66	2,49	0,71	0,29	0,39	0,92	0,97	0,80	1,27	2,06	1,31	1,24
	CASA	0,20	0,09	0,51	0,65	1,16	1,30	1,73	1,86	2,04	2,00	0,16	0,65	1,53	1,80	2,31	0,20	0,09	0,56	0,65	1,23	1,29	2,05	1,49	1,66	1,66
	COLA	0,68	0,30	0,42	0,48	0,61	1,74	1,10	1,98	1,29	1,22	0,21	0,78	1,48	0,77	2,18	0,68	0,30	0,42	0,58	0,96	0,82	0,93	1,12	0,82	1,71
	DADO	0,67	0,29	0,26	0,91	0,80	1,52	1,60	1,90	2,20	1,46	0,42	0,72	1,24	1,73	2,43	0,66	0,28	0,26	0,73	0,76	1,62	1,22	1,47	1,44	1,33
	DIA	0,19	0,16	0,70	0,43	1,40	0,58	0,74	1,01	1,14	1,53	0,22	0,83	1,04	0,98	0,97	0,19	0,17	0,39	0,43	1,09	0,62	0,94	0,96	1,11	1,00
	ELEFANTE	0,16	0,34	0,63	1,14	1,20	1,50	1,58	1,72	1,89	1,62	0,11	1,24	1,13	2,01	2,53	0,15	0,30	0,56	1,30	1,58	1,42	2,01	1,44	1,60	1,56
	ELÉTRICA	0,51	0,36	0,55	1,41	1,02	1,24	1,77	1,99	1,78	1,77	0,33	1,42	1,74	2,20	1,88	0,52	0,35	0,56	1,41	1,18	1,26	0,97	1,58	2,52	2,53
	IGREJA	0,35	0,14	0,60	0,37	1,63	0,63	1,93	2,06	2,44	2,05	0,28	0,59	0,84	2,22	2,56	0,35	0,15	0,89	1,01	1,13	0,59	1,55	1,21	1,16	1,56
	SAPO	0,21	0,51	0,62	1,29	1,31	1,67	1,89	2,64	1,74	1,64	0,31	1,47	2,18	3,07	3,12	0,22	0,51	0,62	1,48	1,33	2,02	2,24	2,98	2,54	2,64

VOZ	PALAVRA	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	DB8	DB9	DB10	COIF1	COIF2	COIF3	COIF4	COIF5	SYM1	SYM2	SYM3	SYM4	SYM5	SYM6	SYM7	SYM8	SYM9	SYM10
VOZ C - MASCULINO	BALA	0,91	0,30	0,23	0,30	0,22	0,39	0,38	0,75	1,32	0,84	0,45	0,54	0,32	0,38	0,77	0,92	0,30	0,22	0,42	0,18	0,39	0,56	0,53	0,39	1,57
	BOI	0,37	0,04	0,10	0,86	0,79	0,70	1,21	1,20	1,33	1,55	0,11	0,71	1,40	1,44	1,34	0,35	0,45	0,08	0,49	1,06	1,04	0,98	0,89	1,45	1,05
	CASA	0,36	0,18	0,66	0,77	1,57	1,07	1,08	1,43	1,94	1,58	0,18	0,86	1,39	1,41	2,29	0,34	0,17	0,65	0,83	1,42	1,52	1,31	1,72	2,60	1,75
	COLA	1,29	0,65	0,65	0,71	0,44	0,46	0,71	0,41	1,24	0,48	0,81	0,64	0,98	1,39	0,69	1,37	0,66	0,57	0,75	0,55	1,30	1,07	1,20	0,49	0,51
	DADO	0,75	0,67	0,39	0,44	0,26	0,25	0,50	1,24	0,54	1,05	0,47	0,49	0,38	1,39	1,86	0,90	0,66	0,36	0,35	0,33	0,85	0,48	0,39	0,46	0,51
	DIA	1,06	0,52	0,44	0,29	0,44	0,46	0,43	1,01	0,26	0,50	0,66	0,44	0,65	1,30	1,73	1,08	0,51	0,43	0,38	0,29	0,94	1,16	0,34	0,57	0,29
	ELEFANTE	0,50	0,31	0,36	0,74	0,34	1,53	1,25	0,92	0,68	0,58	0,34	0,51	1,13	1,35	0,70	0,66	0,30	0,35	0,33	0,86	1,45	0,29	1,25	0,69	1,02
	ELÉTRICA	0,90	0,36	0,34	0,52	0,75	0,86	0,35	0,25	0,91	0,45	0,51	0,61	0,58	1,37	1,05	0,98	0,37	0,34	0,66	0,52	0,45	0,32	0,65	1,29	0,68
	IGREJA	0,49	0,27	0,22	0,54	0,53	1,05	1,19	1,57	0,60	1,91	0,20	0,55	1,19	1,07	1,31	0,50	0,27	0,39	0,54	1,28	0,60	0,30	1,44	0,89	0,87
	SAPO	0,69	0,45	0,46	0,60	0,36	1,26	0,47	1,07	2,00	1,72	0,31	0,33	0,93	1,64	1,87	0,70	0,45	0,25	0,50	1,35	0,65	0,32	1,60	1,10	1,70
VOZ D - MASCULINO	BALA	0,76	0,32	0,31	0,63	0,80	1,22	0,92	1,35	2,11	0,74	0,39	0,70	0,75	1,11	1,99	0,84	0,33	0,39	1,14	0,93	1,15	0,86	1,25	1,63	1,18
	BOI	0,54	0,29	0,36	0,54	0,64	1,01	0,91	1,28	1,24	1,92	0,30	0,62	0,66	1,39	1,55	0,55	0,28	0,37	0,54	1,11	1,00	0,74	1,86	1,30	1,73
	CASA	0,24	0,13	0,24	0,29	0,98	1,07	0,96	1,34	1,22	0,97	0,06	0,40	0,95	0,98	1,74	0,25	0,13	0,31	0,40	0,90	1,31	0,90	0,90	0,91	1,30
	COLA	0,57	0,38	0,65	0,82	1,06	0,95	0,83	1,13	0,93	1,61	0,28	0,77	0,95	0,82	1,05	0,55	0,32	0,55	0,63	1,01	0,56	0,56	1,00	0,69	2,16
	DADO	0,87	0,31	0,25	0,79	0,78	1,35	0,65	0,89	1,24	1,28	0,40	0,52	1,38	1,20	1,90	0,87	0,30	0,23	0,67	0,73	0,72	1,36	0,79	0,79	0,92
	DIA	0,18	0,36	0,44	0,63	1,49	0,95	1,51	0,82	1,27	0,89	0,15	1,25	0,90	1,35	1,18	0,20	0,33	0,68	1,24	1,62	1,14	1,37	1,66	1,11	0,83
	ELEFANTE	0,15	0,35	0,71	1,01	1,46	1,04	1,77	1,68	1,61	1,25	0,16	1,00	2,11	1,60	1,06	0,15	0,35	0,78	1,15	1,54	1,49	1,25	1,52	1,12	2,02
	ELÉTRICA	0,51	0,27	0,72	0,45	1,09	1,56	1,44	1,56	1,04	1,76	0,27	0,81	1,98	1,11	1,46	0,52	0,28	0,42	0,67	1,57	0,88	0,81	1,36	2,59	1,34
	IGREJA	0,26	0,22	0,63	1,37	1,52	0,85	1,91	1,56	1,24	2,10	0,12	1,29	1,69	1,18	1,83	0,27	0,21	0,45	1,00	1,49	0,85	0,66	0,98	1,75	1,21
	SAPO	0,39	0,48	0,84	0,90	1,26	1,59	1,82	2,13	2,36	1,92	0,60	0,93	1,42	1,77	2,82	0,39	0,48	0,96	0,99	1,23	1,48	1,97	1,25	1,46	1,84
VOZ E - FEMININO	BALA	0,78	0,52	0,54	1,08	0,67	2,32	0,61	1,97	2,16	0,98	0,40	0,75	1,35	1,73	1,21	0,65	0,48	0,58	1,10	1,82	1,27	1,06	1,38	0,81	2,05
	BOI	1,02	0,46	0,51	0,59	0,83	1,22	1,19	0,78	0,52	0,35	0,62	0,79	0,46	0,48	0,43	0,99	0,50	0,40	0,81	0,42	0,51	1,39	0,86	0,74	0,80
	CASA	0,21	0,25	0,92	1,22	1,01	0,98	1,30	0,99	1,93	1,18	0,46	1,22	1,38	1,34	2,03	0,20	0,23	0,89	1,09	2,04	1,34	1,40	1,68	1,63	1,34
	COLA	0,84	0,34	0,38	0,40	0,84	0,88	0,92	0,68	0,81	1,62	0,42	0,34	1,25	1,19	1,47	0,83	0,32	0,32	0,95	0,42	0,88	0,40	0,87	0,71	0,83
	DADO	0,31	0,24	0,94	0,92	1,40	2,08	1,21	2,62	1,69	1,09	0,42	1,22	1,93	1,72	3,12	0,31	0,24	1,05	1,09	0,70	1,57	1,68	1,56	1,55	1,42
	DIA	0,75	0,30	0,27	0,52	0,25	0,57	0,18	0,44	0,55	0,77	0,48	0,54	0,17	0,21	0,70	0,76	0,32	0,27	0,24	0,46	0,19	0,45	0,20	1,25	1,22
	ELEFANTE	0,23	0,16	0,15	0,37	0,31	0,30	0,63	1,14	1,76	1,48	0,08	1,13	1,31	0,97	1,59	0,23	0,15	0,30	1,10	1,10	0,55	1,40	1,46	0,60	0,60
	ELÉTRICA	0,70	0,27	0,26	1,18	0,83	1,13	1,51	1,25	1,94	1,36	0,40	1,13	0,74	1,45	1,10	0,69	0,26	0,29	0,40	1,10	0,74	0,61	1,15	0,71	1,22
	IGREJA	0,56	0,17	0,22	0,31	0,29	0,26	0,55	0,71	0,65	0,59	0,24	0,69	1,15	0,85	1,89	0,57	0,16	0,21	0,46	0,59	0,54	1,11	1,01	1,62	0,40
	SAPO	0,63	0,53	0,30	0,33	0,45	0,87	1,09	1,09	0,84	1,12	0,37	0,37	1,45	0,68	1,41	0,65	0,53	0,30	0,31	0,40	0,71	0,76	0,52	0,74	0,95
VOZ F - FEMININO	BALA	0,70	0,33	0,31	0,63	1,02	0,61	1,33	0,93	2,17	1,15	0,32	0,80	0,85	1,10	1,74	0,67	0,34	0,32	0,96	0,68	0,88	1,01	0,99	1,16	1,60
	BOI	0,39	0,31	1,49	1,49	1,68	1,90	1,85	2,27	1,54	1,57	0,68	1,12	1,78	1,37	2,12	0,40	0,32	1,50	1,74	2,14	1,64	0,92	1,49	1,97	1,40
	CASA	0,31	0,57	0,53	0,87	0,92	1,15	1,08	1,00	1,14	1,42	0,35	0,92	1,01	1,31	1,25	0,31	0,56	0,52	0,83	1,01	1,19	1,25	1,07	1,11	1,40
	COLA	0,50	0,24	0,24	1,04	1,05	1,92	1,98	1,72	1,76	1,25	0,26	0,89	0,92	1,08	1,21	0,52	0,24	0,23	0,88	0,78	1,21	1,26	0,97	1,12	1,49
	DADO	0,41	0,32	0,73	0,69	1,37	1,52	1,99	2,08	2,68	1,27	0,34	0,78	1,65	1,31	1,76	0,41	0,32	0,55	0,75	1,28	1,45	1,06	0,85	0,98	1,40
	DIA	0,31	0,68	0,69	0,82	1,02	1,21	0,95	0,92	0,83	0,90	0,63	1,03	0,88	1,23	1,02	0,32	0,65	0,67	0,96	0,79	1,13	0,81	1,02	0,99	1,04
	ELEFANTE	0,27	0,30	0,68	1,08	0,80	1,29	1,29	1,18	1,10	1,26	0,17	0,72	0,85	0,89	0,95	0,24	0,33	0,60	0,95	1,09	0,71	0,86	0,96	0,97	1,07
	ELÉTRICA	0,37	0,21	1,05	1,49	0,68	1,98	1,68	1,38	1,15	1,07	0,28	1,17	2,41	0,84	2,17	0,38	0,20	1,19	1,47	1,23	2,19	2,51	1,28	1,69	1,58
	IGREJA	0,20	0,51	0,70	1,81	1,40	1,52	1,62	2,36	1,86	2,19	0,29	1,31	2,22	2,05	2,65	0,21	0,50	1,00	1,43	1,39	1,62	2,10	1,69	1,71	1,59
	SAPO	0,61	0,83	0,70	0,72	0,76	0,75	0,76	0,71	0,72	0,77	0,61	0,79	0,76	0,69	0,69	0,58	0,84	0,71	0,73	0,82	0,78	0,78	0,71	0,78	0,76
VOZ G - FEMININO	BALA	0,65	0,37	0,42	1,35	1,02	2,02	1,16	2,18	2,04	1,19	0,31	1,13	1,90	2,64	1,75	0,65	0,44	0,46	1,04	1,35	2,04	1,36	1,86	2,13	1,20
	BOI	0,46	0,70	1,12	1,73	2,05	1,83	2,67	2,10	3,02	2,92	0,46	1,57	1,72	1,67	3,42	0,49	0,69	0,98	2,02	1,55	1,77	1,99	2,62	3,22	1,70
	CASA	0,38	1,12	1,49	2,08	1,99	1,94	2,61	2,90	2,17	2,23	0,82	2,03	1,78	1,87	3,02	0,33	1,11	1,49	2,44	2,01	2,27	1,69	2,50	2,03	2,06
	COLA	0,42	0,41	0,74	0,95	1,74	2,12	1,97	1,54	1,85	1,71	0,46	1,01	1,37	2,09	2,85	0,38	0,40	0							

VOZ	PALAVRA	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	DB8	DB9	DB10	COIF1	COIF2	COIF3	COIF4	COIF5	SYM1	SYM2	SYM3	SYM4	SYM5	SYM6	SYM7	SYM8	SYM9	SYM10
VOZ I - MASCULINO	BALA	1,03	0,53	0,57	1,15	1,19	0,56	1,52	0,90	1,17	0,70	0,69	1,08	0,86	1,12	1,32	1,04	0,59	0,54	0,57	0,67	0,92	1,64	0,65	2,05	0,89
	BOI	0,91	0,50	0,50	1,29	1,13	0,65	0,74	1,16	1,26	2,16	0,55	1,20	1,48	0,88	2,45	0,90	0,46	0,60	1,21	1,11	0,51	0,91	0,71	0,88	1,04
	CASA	0,92	0,46	0,38	0,30	0,20	0,28	0,41	1,18	1,63	0,25	0,62	0,53	0,83	0,35	1,80	0,92	0,46	0,38	0,52	0,45	0,30	0,87	0,24	0,53	1,01
	COLA	0,83	0,60	0,96	0,78	0,79	1,36	1,63	2,06	0,99	1,22	0,50	1,10	1,08	1,43	2,61	0,84	0,58	0,96	1,04	1,03	1,30	1,15	0,91	1,40	0,59
	DADO	0,70	0,47	0,68	1,10	0,57	0,75	0,95	1,03	1,33	1,30	0,44	1,14	1,29	1,19	2,57	0,70	0,49	0,83	0,95	1,50	1,41	0,78	0,69	2,06	1,51
	DIA	0,95	0,70	0,58	0,47	1,14	0,77	0,88	1,25	1,54	1,89	0,56	0,64	1,26	1,34	1,66	0,92	0,67	0,56	0,63	0,98	1,11	1,47	0,78	1,32	0,65
	ELEFANTE	0,41	0,24	0,24	0,15	0,36	1,18	0,96	0,84	0,92	1,60	0,17	0,51	1,13	1,22	1,23	0,44	0,24	0,26	0,45	0,93	0,80	1,28	0,39	0,68	0,48
	ELÉTRICA	0,59	0,39	0,30	0,38	0,38	1,07	1,37	1,28	1,27	1,13	0,26	0,42	1,47	0,74	2,11	0,58	0,39	0,38	0,40	0,49	1,14	0,25	1,31	1,73	0,91
	IGREJA	0,52	0,33	0,46	0,59	0,86	0,57	1,61	0,82	2,28	0,61	0,26	0,65	0,89	1,50	2,39	0,51	0,33	0,50	0,61	1,15	0,75	0,48	0,34	0,46	1,00
	SAPO	0,54	0,48	0,17	0,18	0,71	0,18	0,97	0,84	1,73	0,44	0,32	0,21	0,42	0,96	1,83	0,54	0,47	0,22	0,21	0,47	0,56	1,18	1,31	0,56	1,22
VOZ J - FEMININO	BALA	0,53	0,31	0,37	0,95	1,04	1,63	1,38	0,93	1,20	1,27	0,28	0,70	1,12	0,88	1,84	0,54	0,34	0,33	1,10	0,92	0,63	0,68	1,21	0,93	0,78
	BOI	0,41	0,18	0,31	1,24	1,51	1,05	1,34	1,29	1,16	1,34	0,18	0,95	1,95	0,98	1,08	0,41	0,16	0,32	1,33	0,85	1,07	2,00	2,09	1,44	0,88
	CASA	0,22	0,91	0,86	1,43	1,50	1,68	1,51	2,00	1,38	1,78	0,47	1,36	1,84	1,20	1,35	0,23	0,92	0,85	1,30	1,56	1,32	1,36	1,54	2,06	1,67
	COLA	0,47	0,29	0,70	0,89	1,78	1,05	1,04	0,59	1,21	1,24	0,41	0,92	0,87	1,19	0,90	0,46	0,27	0,62	0,98	1,67	0,97	0,89	1,77	2,31	1,10
	DADO	0,43	0,39	0,26	0,30	0,89	0,77	0,48	0,52	2,29	2,02	0,27	0,34	0,78	0,96	2,30	0,43	0,41	0,27	0,29	0,59	0,35	0,96	1,70	0,74	0,36
	DIA	0,24	0,27	0,69	0,88	1,72	1,28	1,35	2,41	1,18	1,03	0,12	1,30	1,07	2,66	2,30	0,29	0,31	0,56	1,59	1,31	1,69	1,33	1,21	1,28	1,60
	ELEFANTE	0,19	0,30	0,54	1,31	1,38	1,92	1,72	2,33	1,50	1,37	0,12	1,11	1,56	2,30	1,75	0,20	0,28	0,53	1,41	1,41	1,49	1,17	2,03	1,69	1,32
	ELÉTRICA	0,39	0,21	0,64	1,58	1,54	1,53	1,55	1,98	2,05	1,61	0,18	1,43	1,60	1,27	2,24	0,38	0,21	0,63	1,62	1,37	1,26	1,86	2,27	1,45	1,16
	IGREJA	0,30	0,19	1,16	1,29	1,08	1,87	1,24	1,68	1,68	0,93	0,42	1,37	1,40	1,73	1,59	0,30	0,19	1,26	1,33	1,54	1,37	1,46	0,94	0,94	1,94
	SAPO	0,49	0,52	1,21	1,06	1,15	1,61	1,54	1,16	1,38	1,27	0,83	1,31	1,30	1,42	1,53	0,48	0,51	1,32	1,50	1,75	1,92	1,44	1,44	1,42	1,30
MÉDIA	BALA	0,70	0,39	0,41	0,77	0,78	1,17	1,18	1,34	1,67	1,12	0,39	0,76	1,09	1,25	1,52	0,70	0,40	0,44	0,82	0,94	1,10	1,21	1,22	1,50	1,34
	BOI	0,62	0,33	0,54	0,96	1,16	1,22	1,37	1,44	1,50	1,62	0,38	0,90	1,16	1,32	1,74	0,61	0,37	0,53	1,04	1,08	0,99	1,29	1,45	1,43	1,13
	CASA	0,32	0,44	0,78	1,02	1,26	1,38	1,51	1,66	1,77	1,49	0,44	1,05	1,57	1,45	1,96	0,37	0,43	0,80	1,06	1,42	1,35	1,57	1,38	1,62	1,70
	COLA	0,71	0,40	0,58	0,73	1,05	1,30	1,16	1,34	1,18	1,13	0,43	0,82	1,11	1,35	1,52	0,70	0,38	0,56	0,82	1,03	1,04	1,06	1,38	1,25	1,20
	DADO	0,59	0,40	0,51	0,77	0,98	1,25	1,17	1,39	1,77	1,45	0,39	0,78	1,22	1,46	2,00	0,60	0,39	0,52	0,75	0,88	1,23	1,06	1,26	1,25	1,17
	DIA	0,47	0,41	0,58	0,73	1,15	0,94	0,92	1,28	1,10	1,26	0,35	0,90	1,06	1,25	1,52	0,48	0,41	0,53	0,86	0,96	0,97	1,08	1,09	1,13	1,22
	ELEFANTE	0,28	0,31	0,52	0,86	1,03	1,21	1,47	1,55	1,49	1,46	0,17	1,07	1,38	1,74	1,47	0,29	0,30	0,55	1,12	1,22	1,36	1,27	1,49	1,21	1,36
	ELÉTRICA	0,53	0,34	0,60	1,09	1,01	1,41	1,47	1,62	1,64	1,67	0,31	1,11	1,52	1,35	1,84	0,53	0,34	0,62	1,02	1,21	1,28	1,22	1,42	1,67	1,37
	IGREJA	0,39	0,32	0,61	1,11	1,05	1,11	1,56	1,78	1,63	1,58	0,28	1,05	1,38	1,67	1,98	0,39	0,32	0,68	1,00	1,34	1,15	1,17	1,18	1,46	1,25
	SAPO	0,55	0,64	0,85	0,92	1,03	1,24	1,33	1,51	1,71	1,37	0,67	0,97	1,30	1,53	1,79	0,55	0,63	0,83	0,99	1,17	1,22	1,29	1,42	1,29	1,54
MÉDIA TOTAL		0,51	0,40	0,60	0,90	1,05	1,22	1,31	1,49	1,54	1,41	0,38	0,94	1,28	1,44	1,73	0,52	0,40	0,61	0,95	1,13	1,17	1,22	1,33	1,38	1,33

Fonte: Próprio autor (2016).

Pode-se observar na Tabela 4.5 que para a SNRIseg de 3 dB, o melhor resultado para a distância de Itakura-Saito foi obtido utilizando a *wavelet* coiflet de ordem 1. Na média esse resultado foi 0,38 e os demais resultados para as outras famílias foram entre 0,40 e 1,73.

O último teste realizado utilizando o método proposto neste trabalho foi para a SNRIseg de 6 dB. A Tabela 4.6 ilustra os resultados obtidos da relação sinal/ruído segmentado de saída desse teste.

Tabela 4.6 – Resultado da relação sinal/ruído segmentada de saída (SNROseg) para a relação sinal/ruído segmentada de entrada (SNRIseg) de 6 dB usando o método proposto neste trabalho para diferentes famílias de *wavelets*.

VOZ	PALAVRA	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	DB8	DB9	DB10	COIF1	COIF2	COIF3	COIF4	COIF5	SYM1	SYM2	SYM3	SYM4	SYM5	SYM6	SYM7	SYM8	SYM9	SYM10
VOZ A - MASCULINO	BALA	8	9	9	9	8	10	9	9	9	8	8	10	9	9	9	7	9	9	10	9	9	9	10	9	9
	BOI	8	8	8	9	7	7	8	9	8	7	8	8	7	10	8	8	10	8	9	8	8	8	8	8	9
	CASA	8	9	8	9	8	9	8	8	8	9	9	8	6	8	9	8	7	7	8	9	8	8	8	7	9
	COLA	10	8	9	9	9	9	9	9	10	8	10	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	9	9	9	9
	DADO	8	8	9	10	10	9	10	10	9	8	9	8	9	8	9	9	7	9	9	10	9	10	10	9	9
	DIA	8	8	8	8	8	7	7	8	8	8	7	8	8	8	7	9	8	9	8	9	8	9	8	8	7
	ELEFANTE	9	9	9	8	9	9	10	9	10	9	9	8	8	9	9	8	8	8	8	12	9	10	9	9	8
	ELÉTRICA	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7	9	8	8	8	9	8	8	8	8	7	7	8	8	9	8
	IGREJA	11	10	9	9	10	11	10	10	10	9	11	9	11	9	10	10	10	9	10	10	9	10	10	11	10
	SAPO	6	7	6	5	6	5	7	5	6	5	7	6	6	4	7	5	7	7	5	6	5	6	6	5	6
VOZ B - MASCULINO	BALA	7	9	9	8	7	9	8	8	7	7	8	8	8	9	9	7	8	9	8	7	8	9	7	7	9
	BOI	7	8	8	7	8	6	8	8	6	6	7	8	6	5	6	7	8	7	6	7	8	8	8	8	6
	CASA	5	6	4	6	5	5	4	7	5	5	4	5	5	7	4	5	6	4	7	6	5	4	7	5	5
	COLA	6	7	5	5	6	6	5	7	5	5	5	6	5	6	5	6	7	5	5	5	5	6	6	5	6
	DADO	8	6	9	7	8	7	9	8	7	7	8	7	8	7	10	8	6	9	8	8	6	10	8	8	6
	DIA	6	6	6	5	6	7	8	7	7	5	7	6	6	7	6	6	6	5	5	6	7	6	6	6	6
	ELEFANTE	5	5	5	5	6	5	5	6	6	5	5	5	5	6	5	6	5	5	6	5	5	6	5	6	5
	ELÉTRICA	6	8	6	7	7	7	7	7	8	8	7	7	7	7	8	6	8	7	7	6	7	7	7	7	7
	IGREJA	6	7	5	7	6	6	6	7	6	6	6	6	6	7	6	6	7	6	7	7	7	6	7	6	6
	SAPO	6	5	8	6	7	4	8	6	7	5	7	3	7	5	6	6	4	5	7	7	6	5	8	5	4
VOZ C - MASCULINO	BALA	8	6	7	7	7	6	7	6	5	7	7	6	7	7	7	8	7	7	8	7	7	7	6	7	7
	BOI	7	6	5	6	6	5	6	6	6	5	6	5	7	5	6	7	5	6	6	5	6	6	6	5	4
	CASA	4	5	5	5	8	6	7	6	7	8	6	5	8	5	6	4	5	4	6	6	5	3	5	5	5
	COLA	8	8	10	9	7	8	9	8	7	9	10	9	7	9	9	8	8	10	10	9	8	9	9	9	7
	DADO	8	10	9	9	9	9	9	9	9	8	9	8	9	8	9	10	9	10	10	9	9	9	9	9	9
	DIA	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	4	5	5	4
	ELEFANTE	7	7	6	7	5	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7	7	6	7
	ELÉTRICA	7	7	8	7	7	7	7	7	7	7	8	7	7	8	7	6	7	7	7	7	7	7	8	7	7
	IGREJA	5	6	6	6	6	5	6	6	5	6	6	6	5	5	6	6	5	6	5	5	6	6	5	6	5
	SAPO	7	6	6	6	6	6	6	7	6	6	7	6	6	6	6	7	5	7	7	6	6	7	6	6	5
VOZ D - MASCULINO	BALA	6	9	9	9	9	10	9	9	9	9	10	10	9	9	9	6	10	7	8	8	6	10	9	9	9
	BOI	8	8	8	7	8	8	7	7	9	7	8	8	7	8	7	8	7	8	8	8	8	8	8	8	8
	CASA	8	8	8	8	8	7	8	8	7	7	8	8	8	7	7	8	8	7	8	8	7	9	8	8	8
	COLA	8	9	9	9	8	8	9	8	8	8	9	9	8	9	8	9	9	9	9	9	8	8	8	9	8
	DADO	8	11	11	10	10	8	9	10	11	11	10	11	9	10	10	9	11	10	9	10	8	9	10	7	8
	DIA	10	9	9	9	9	9	9	8	8	8	8	8	9	8	9	10	9	9	8	9	7	9	8	8	8
	ELEFANTE	7	7	7	6	6	7	6	7	7	7	7	7	6	6	7	6	7	6	7	7	7	6	7	7	6
	ELÉTRICA	8	9	7	9	7	7	7	7	9	7	8	7	7	9	7	8	9	7	9	7	8	7	8	7	9
	IGREJA	10	9	9	8	9	10	8	9	8	8	9	9	9	9	9	9	8	9	9	9	9	8	9	9	9
	SAPO	7	7	5	7	6	5	5	5	5	7	5	6	5	7	5	7	7	5	7	6	5	6	8	5	7
VOZ E - FEMININO	BALA	6	7	6	6	7	5	5	7	6	6	7	7	5	6	6	7	7	7	7	7	5	6	6	7	7
	BOI	8	9	9	8	9	8	9	9	9	8	9	8	9	8	8	9	10	9	9	9	8	8	8	9	9
	CASA	6	7	6	6	6	7	6	7	5	6	6	6	7	5	6	6	7	6	7	7	6	7	7	7	7
	COLA	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	5	6	6
	DADO	5	6	7	6	4	6	5	4	6	5	7	6	5	6	5	5	6	6	5	6	5	6	6	6	6
	DIA	10	10	9	9	9	9	10	9	9	9	8	9	9	8	9	10	10	10	9	10	10	9	9	10	9
	ELEFANTE	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	ELÉTRICA	6	7	7	8	6	7	7	7	9	7	8	7	6	8	8	6	7	8	7	7	6	7	8	8	7
	IGREJA	7	6	7	5	6	5	6	7	6	7	6	6	6	7	6	6	6	6	7	6	6	7	7	6	6
	SAPO	5	5	4	5	5	5	5	5	4	6	5	4	5	4	6	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5
VOZ F - FEMININO	BALA	7	9	9	7	7	10	6	7	9	10	9	9	5	7	9	7	8	8	9	8	7	6	8	8	9
	BOI	9	9	7	8	9	9	8	8	9	9	9	9	9	8	8	9	9	9	9	7	7	8	8	8	8
	CASA	6	8	8	6	9	8	8	5	8	8	8	8	9	6	8	6	8	8	6	9	8	6	6	9	8
	COLA	7	6	9	7	9	6	8	5	7	4	7	6	8	7	9	8	7	9	7	8	6	9	7	7	7
	DADO	8	10	9	9	8	9	9	9	8	10	9	9	8	9	9	8	9	9	10	8	10	9	9	8	10
	DIA	1	4	4	3	4	2	2	2	4	3	3	2	4	2	3	2	3	6	3	3	2	6	4	3	3
	ELEFANTE	7	7	8	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7	8	8	8	8	7
	ELÉTRICA	8	9	7	9	5	9	8	9	9	10	8	8	9	8	8	8	9	8	9	9	9	8	10	8	9
	IGREJA	8	8	8	8	8	8	8	7	8	8	9	8	8	8	8	8	8	8	9	8	8	8	9	8	8
	SAPO	6	6	6	5	7	6	6	5	6	6	6	6	7	5	5	6	6	6	5	7	6	6	5	7	6

VOZ	PALAVRA	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	DB8	DB9	DB10	COIF1	COIF2	COIF3	COIF4	COIF5	SYM1	SYM2	SYM3	SYM4	SYM5	SYM6	SYM7	SYM8	SYM9	SYM10
VOZ G - FEMININO	BALA	9	9	9	7	9	9	10	7	10	9	9	9	8	10	10	9	10	9	9	10	9	9	8	8	9
	BOI	7	7	6	8	8	7	6	7	7	6	7	7	6	8	8	7	8	6	7	5	7	7	7	6	7
	CASA	7	6	7	7	7	5	6	7	6	6	7	6	7	7	6	7	5	7	7	7	6	8	6	7	5
	COLA	7	8	8	7	7	8	6	6	4	6	8	7	5	6	5	7	8	8	8	6	7	8	7	6	6
	DADO	10	10	8	10	9	7	9	7	10	9	11	7	10	10	9	9	9	7	10	7	8	9	8	7	6
	DIA	5	5	5	4	5	4	5	4	5	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	5	4	5	5
	ELEFANTE	6	8	7	7	7	7	7	7	8	7	7	7	6	7	7	6	7	7	7	7	6	7	7	6	7
	ELÉTRICA	6	7	7	6	7	7	7	6	7	5	7	7	7	6	7	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	IGREJA	6	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6	7	7	7	5	6	5
	SAPO	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	6	3	5	4	4	5	5	5	3	5	5	5	4	5
VOZ H - FEMININO	BALA	8	9	7	9	7	8	6	9	8	8	8	8	7	9	7	8	9	8	9	9	9	7	8	8	8
	BOI	7	7	7	7	7	7	7	8	7	6	7	7	7	6	7	6	7	7	7	7	6	7	7	6	7
	CASA	8	7	8	8	8	8	7	7	7	7	8	8	7	8	8	8	8	8	8	7	9	9	8	7	8
	COLA	8	10	10	9	7	10	8	8	8	6	10	9	6	7	9	8	10	10	10	9	10	8	8	7	10
	DADO	8	9	8	8	8	9	9	9	8	9	8	9	8	9	8	8	8	8	9	7	8	9	9	8	9
	DIA	4	8	7	7	8	8	8	9	8	7	9	9	7	8	8	8	8	8	8	6	8	8	8	7	8
	ELEFANTE	7	7	7	6	7	6	7	6	7	6	7	7	7	6	7	7	6	7	7	7	6	7	6	7	6
	ELÉTRICA	7	7	7	7	7	8	7	7	8	7	7	8	8	7	7	8	7	7	7	7	7	8	7	9	8
	IGREJA	8	9	9	9	9	8	9	8	8	9	8	8	9	8	9	8	9	8	8	9	8	8	8	8	9
	SAPO	7	7	6	7	7	7	6	7	7	7	6	6	7	7	7	7	6	6	6	6	7	7	6	7	7
VOZ I - MASCULINO	BALA	8	9	9	9	9	8	8	9	9	8	8	10	8	9	8	9	8	8	9	10	8	10	9	10	9
	BOI	8	9	8	8	8	8	8	7	7	8	8	7	8	8	7	8	7	8	8	7	8	7	7	7	7
	CASA	9	7	9	8	8	8	10	9	8	8	9	9	7	8	9	9	7	9	9	9	8	9	9	9	8
	COLA	8	10	8	7	7	6	7	6	8	8	8	8	8	9	8	8	9	8	8	8	7	9	7	10	7
	DADO	8	9	9	9	9	9	9	8	9	7	8	8	8	8	8	8	9	8	9	9	9	8	9	9	9
	DIA	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7	7
	ELEFANTE	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	ELÉTRICA	8	8	6	8	7	7	8	7	7	7	7	7	7	8	7	8	8	6	7	8	7	8	7	7	8
	IGREJA	8	7	7	6	6	7	7	7	7	7	7	7	6	7	6	8	7	7	7	7	7	7	7	6	6
	SAPO	6	7	7	6	7	6	7	7	7	7	7	8	7	7	6	7	7	6	7	6	6	7	6	8	7
VOZ J - FEMININO	BALA	8	8	8	7	10	7	9	7	9	7	8	9	10	7	7	7	8	8	8	8	9	9	6	10	7
	BOI	7	5	7	7	6	6	6	7	5	5	8	5	7	5	7	6	5	7	7	7	6	8	7	5	5
	CASA	5	6	6	5	7	6	5	5	7	6	5	6	7	4	6	5	5	5	4	7	6	6	5	7	5
	COLA	6	7	8	8	6	8	8	8	6	7	7	7	7	7	8	7	6	7	8	7	7	7	8	7	8
	DADO	7	9	8	7	6	10	8	9	7	10	8	10	6	9	8	7	9	8	8	6	9	8	8	5	9
	DIA	6	8	7	7	7	7	7	8	6	8	7	7	7	8	7	7	8	6	7	7	8	7	8	8	7
	ELEFANTE	5	6	7	5	6	5	6	5	4	6	5	5	7	5	5	4	6	6	2	7	6	7	5	7	6
	ELÉTRICA	4	5	8	7	3	4	8	7	7	6	8	5	7	7	8	4	6	8	7	7	6	5	8	7	5
	IGREJA	8	9	8	9	8	9	8	9	8	9	7	8	8	8	8	8	9	7	8	9	8	8	8	8	9
	SAPO	4	6	4	6	5	5	4	6	6	5	4	6	5	7	4	4	5	4	7	6	6	4	7	5	5
MÉDIA	BALA	7,5	8,4	8,2	7,8	8,0	8,2	7,7	7,8	8,1	7,9	8,2	8,6	7,6	8,2	8,1	7,5	8,4	8,0	8,5	8,3	7,7	8,2	7,7	8,3	8,3
	BOI	7,6	7,6	7,3	7,5	7,6	7,1	7,3	7,6	7,3	6,7	7,7	7,2	7,3	7,1	7,2	7,5	7,6	7,5	7,6	7,0	7,2	7,5	7,4	7,0	7,0
	CASA	6,6	6,9	6,9	6,8	7,4	6,9	6,9	6,9	6,8	7,0	7,0	6,9	7,1	6,5	6,9	6,6	6,6	6,5	7,0	7,5	6,8	6,9	6,9	7,1	6,8
	COLA	7,4	7,9	8,2	7,6	7,2	7,5	7,5	7,1	6,9	6,7	8,0	7,6	6,9	7,6	7,5	7,5	8,0	8,2	8,0	7,6	7,2	7,9	7,5	7,4	7,4
	DADO	7,8	8,8	8,7	8,5	8,1	8,3	8,6	8,3	8,4	8,4	8,7	8,3	8,0	8,5	8,4	8,0	8,4	8,3	8,7	8,1	8,1	8,7	8,6	7,6	8,1
	DIA	6,2	7,0	6,7	6,4	6,8	6,5	6,7	6,7	6,7	6,5	6,5	6,5	6,6	6,7	6,6	6,9	6,9	6,9	6,4	6,5	6,7	7,0	6,7	6,7	6,4
	ELEFANTE	6,4	6,7	6,7	6,2	6,3	6,4	6,7	6,7	6,7	6,6	6,6	6,5	6,5	6,7	6,6	6,2	6,5	6,3	6,3	7,1	6,4	6,9	6,5	6,7	6,3
	ELÉTRICA	6,8	7,5	7,1	7,6	6,4	7,0	7,5	7,2	7,7	7,2	7,8	7,1	7,2	7,6	7,7	6,7	7,6	7,3	7,5	7,2	7,1	7,2	7,8	7,6	7,5
	IGREJA	7,7	7,7	7,4	7,3	7,4	7,5	7,4	7,6	7,1	7,5	7,5	7,2	7,5	7,3	7,4	7,5	7,7	7,1	7,6	7,7	7,5	7,6	7,4	7,4	7,3
	SAPO	5,8	6,1	5,7	5,8	6,0	5,4	5,9	5,8	5,8	5,9	5,8	5,7	5,8	5,7	5,6	5,8	5,8	5,5	6,1	5,7	5,6	6,1	5,9	5,6	5,7
	MÉDIA TOTAL	6,98	7,46	7,29	7,15	7,12	7,08	7,22	7,17	7,15	7,04	7,38	7,16	7,05	7,19	7,20	7,02	7,35	7,16	7,37	7,27	7,03	7,40	7,24	7,14	7,08

Fonte: Próprio autor (2016).

Pode-se verificar na Tabela 4.6 que o valor médio da melhor SNROseg obtida utilizando a Daubechies de ordem 2 foi de 7,46 dB. E os demais valores médios para a SNROseg das outras famílias *wavelets* variaram de 6,98 dB a 7,40 dB.

A Tabela 4.7 ilustra os resultados obtidos das distâncias de Itakura-Saito para a SNRIseg de 6 dB.

Tabela 4.7 – Resultado da distância de Itakura-Saito para a SNRIseg de 6 dB usando o método proposto neste trabalho para diferentes famílias de *wavelets*.

VOZ	PALAVRA	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	DB8	DB9	DB10	COIF1	COIF2	COIF3	COIF4	COIF5	SYM1	SYM2	SYM3	SYM4	SYM5	SYM6	SYM7	SYM8	SYM9	SYM10
VOZ A - MASCULINO	BALA	0,51	0,32	0,19	0,27	1,09	1,02	0,82	0,56	0,90	1,92	0,18	0,30	0,22	0,57	0,84	0,55	0,32	0,13	0,26	0,47	0,94	0,42	0,39	1,20	1,03
	BOI	0,68	0,19	0,15	0,39	0,78	0,51	0,59	0,78	0,41	1,81	0,28	0,30	0,84	0,92	1,13	0,69	0,20	0,16	0,57	0,72	0,55	0,53	0,62	0,66	0,49
	CASA	0,28	0,26	0,80	0,88	1,79	1,19	1,26	2,17	2,13	1,41	0,34	0,83	1,61	1,69	1,43	0,27	0,26	0,71	0,90	1,23	1,65	1,67	1,44	1,47	1,23
	COLA	0,81	0,36	0,27	0,42	0,71	0,82	0,35	1,70	0,81	0,42	0,47	0,59	0,35	0,35	1,61	0,80	0,35	0,25	0,43	0,27	0,33	0,42	0,53	1,74	1,19
	DADO	0,76	0,26	0,16	0,41	0,33	1,35	0,30	0,36	0,84	1,16	0,40	0,21	0,70	0,22	1,04	0,72	0,33	0,16	0,24	0,26	0,51	0,24	0,75	1,23	0,29
	DIA	0,36	0,19	0,22	0,21	0,27	0,22	0,76	0,64	0,49	1,97	0,10	0,44	0,52	0,50	0,99	0,35	0,19	0,13	0,37	0,28	0,39	1,53	0,54	0,23	0,70
	ELEFANTE	0,30	0,05	0,30	0,97	0,95	1,32	1,77	1,40	2,22	1,29	0,06	0,89	1,48	1,32	1,44	0,29	0,06	0,21	0,69	0,94	1,10	1,39	1,73	1,15	1,68
	ELÉTRICA	0,37	0,20	0,39	0,55	1,42	1,38	1,37	1,28	1,73	1,38	0,13	0,63	0,99	1,63	1,85	0,38	0,19	0,43	0,53	0,91	0,95	1,22	1,11	1,69	1,93
	IGREJA	0,36	0,08	0,29	0,90	1,12	0,81	1,66	0,98	0,90	1,39	0,11	0,80	0,48	1,31	0,71	0,36	0,07	0,29	0,94	1,03	0,47	0,43	1,45	1,51	0,60
	SAPO	0,61	0,71	0,85	0,80	0,83	0,82	0,80	0,83	0,88	0,83	0,82	0,83	0,81	0,87	0,84	0,61	0,72	0,78	0,82	0,83	0,83	0,90	0,82	0,79	0,84
VOZ B - MASCULINO	BALA	0,42	0,40	0,58	0,47	1,22	1,20	2,16	1,66	2,72	1,99	0,38	0,55	1,66	2,08	1,97	0,46	0,43	0,58	0,56	1,08	1,21	2,13	1,59	1,30	1,14
	BOI	0,69	0,26	0,28	0,90	1,15	1,25	1,82	2,32	1,67	1,42	0,24	1,12	1,27	2,36	1,88	0,69	0,25	0,28	0,95	0,98	1,23	1,40	1,70	1,96	1,23
	CASA	0,20	0,13	0,32	0,43	0,70	0,65	0,66	0,82	0,77	0,75	0,16	0,44	0,75	0,75	0,73	0,20	0,12	0,33	0,46	0,70	0,66	0,74	0,77	0,75	0,77
	COLA	0,62	0,23	0,37	0,61	1,57	1,71	1,43	1,36	1,70	0,92	0,15	0,60	1,70	1,77	1,98	0,61	0,24	0,37	0,51	1,44	1,66	2,09	1,46	2,32	1,16
	DADO	0,67	0,27	0,23	0,78	0,66	1,10	1,44	1,60	1,89	1,46	0,39	0,61	1,20	2,22	2,35	0,66	0,26	0,24	0,70	0,68	1,61	1,23	2,16	1,51	2,35
	DIA	0,19	0,16	0,30	0,31	0,39	0,38	0,50	0,52	0,51	0,60	0,20	0,31	0,99	0,40	0,46	0,19	0,16	0,32	0,34	0,57	0,36	0,54	0,46	0,50	0,53
	ELEFANTE	0,13	0,20	0,59	1,32	1,49	2,08	1,64	2,27	2,10	2,54	0,09	1,42	1,79	1,70	2,11	0,14	0,20	0,55	1,21	1,55	1,85	1,38	1,97	2,07	1,66
	ELÉTRICA	0,47	0,27	0,49	1,13	1,25	1,74	1,97	2,00	2,37	2,14	0,16	1,34	1,66	1,75	2,53	0,47	0,27	0,51	1,26	1,33	1,91	1,19	1,74	2,13	2,26
	IGREJA	0,32	0,08	0,63	0,73	1,18	1,47	1,58	2,10	1,72	1,59	0,13	0,80	1,52	2,03	2,39	0,33	0,08	0,58	0,96	1,39	1,24	1,40	2,00	1,73	1,57
	SAPO	0,25	0,48	0,59	1,22	1,26	1,60	1,46	1,67	2,18	1,65	0,34	1,17	1,31	1,54	1,78	0,25	0,48	0,57	1,23	1,00	1,35	1,61	1,64	1,43	1,78
VOZ C - MASCULINO	BALA	0,88	0,26	0,19	0,08	0,12	0,19	0,58	0,57	1,03	0,43	0,42	0,36	0,41	0,64	1,14	0,87	0,27	0,19	0,29	0,13	0,69	0,22	0,29	1,16	0,54
	BOI	0,36	0,07	0,18	0,43	0,79	1,03	1,24	1,40	1,64	1,29	0,12	0,54	1,13	1,15	2,17	0,36	0,06	0,06	0,65	0,93	0,96	0,74	2,18	1,80	1,77
	CASA	0,38	0,16	0,49	0,55	0,78	0,75	0,87	0,80	1,02	1,01	0,16	0,50	0,84	0,93	1,02	0,37	0,17	0,46	0,58	0,83	0,65	0,97	0,89	1,12	1,00
	COLA	1,32	0,64	0,43	0,52	0,57	1,19	0,48	0,65	0,97	0,89	0,69	0,35	0,99	0,90	0,77	1,29	0,66	0,45	0,37	0,42	0,34	0,35	0,39	1,31	0,70
	DADO	0,84	0,54	0,20	0,40	0,74	0,96	0,51	1,23	0,69	0,43	0,39	0,34	0,34	0,47	1,60	0,84	0,53	0,19	0,28	0,77	0,95	0,40	1,32	1,66	0,41
	DIA	1,03	0,50	0,33	0,30	0,42	0,94	0,61	1,15	1,21	1,55	0,57	0,28	0,55	0,84	1,56	1,03	0,52	0,34	0,35	0,36	0,61	0,55	0,76	0,38	0,43
	ELEFANTE	0,57	0,19	0,24	0,56	0,72	0,58	1,26	0,91	0,73	1,17	0,29	0,36	0,75	0,83	0,96	0,56	0,25	0,23	0,57	0,28	0,65	1,10	0,79	1,03	0,33
	ELÉTRICA	0,89	0,37	0,25	0,39	0,65	0,12	0,55	0,55	0,66	1,10	0,43	0,28	1,02	0,39	0,96	0,90	0,39	0,25	0,40	0,51	0,44	0,23	0,07	0,47	0,75
	IGREJA	0,58	0,23	0,17	0,31	0,68	1,03	0,71	1,04	1,63	1,75	0,19	0,42	1,19	1,32	1,58	0,58	0,23	0,18	0,38	0,63	0,31	0,65	0,96	1,20	0,64
	SAPO	0,67	0,42	0,28	0,54	0,55	0,60	0,88	1,14	1,83	0,78	0,31	0,52	0,76	0,67	2,04	0,66	0,46	0,29	0,54	0,91	0,95	0,65	1,08	0,66	1,00
VOZ D - MASCULINO	BALA	0,76	0,29	0,25	0,80	1,15	1,91	1,55	1,33	1,91	1,09	0,27	0,95	1,17	1,87	1,44	0,73	0,27	0,26	0,77	0,72	0,80	1,21	1,20	1,38	1,24
	BOI	0,53	0,26	0,39	0,67	0,62	1,13	0,82	1,24	1,13	1,42	0,27	0,63	0,94	2,00	2,00	0,54	0,25	0,32	0,90	1,24	1,05	1,46	1,62	1,64	1,63
	CASA	0,23	0,13	0,32	0,36	0,94	0,93	1,57	1,41	1,05	1,78	0,07	0,37	1,06	1,07	1,12	0,23	0,14	0,32	0,35	0,86	0,81	1,01	0,97	1,53	1,32
	COLA	0,50	0,27	0,48	0,41	1,52	1,12	0,61	1,48	1,21	0,92	0,26	0,46	0,62	1,01	0,86	0,46	0,27	0,37	0,84	0,78	1,47	1,45	1,58	1,95	1,01
	DADO	0,81	0,25	0,18	0,46	0,33	0,64	1,50	2,08	1,67	0,61	0,33	0,35	1,36	1,09	1,53	0,82	0,26	0,19	0,63	0,65	0,64	0,79	1,17	1,48	1,39
	DIA	0,21	0,22	0,51	1,21	1,53	1,72	1,03	2,01	1,06	1,95	0,19	1,38	1,36	1,39	1,08	0,22	0,23	0,71	1,01	1,31	0,89	1,74	2,52	1,77	1,16
	ELEFANTE	0,15	0,18	0,62	1,38	1,63	1,44	1,76	2,25	1,79	1,82	0,13	1,36	1,59	1,45	1,57	0,16	0,18	0,68	1,14	1,41	1,46	1,85	1,52	1,89	1,41
	ELÉTRICA	0,52	0,24	0,63	0,56	1,55	0,90	1,47	1,13	1,82	2,47	0,20	0,74	1,48	1,29	1,64	0,52	0,23	0,62	0,64	1,07	1,40	1,14	1,13	1,92	1,53
	IGREJA	0,27	0,13	0,55	1,07	1,00	1,49	1,28	1,75	1,50	1,17	0,12	1,18	1,36	1,41	1,98	0,28	0,12	0,50	1,10	1,47	1,36	1,79	1,34	1,36	1,41
	SAPO	0,40	0,52	0,74	0,84	1,13	1,08	1,32	1,25	1,40	1,64	0,50	0,82	1,08	1,26	1,31	0,41	0,52	0,66	0,82	1,02	1,12	1,29	1,14	1,52	1,35
VOZ E - FEMININO	BALA	0,75	0,54	0,59	1,36	1,24	0,85	1,30	1,15	1,48	1,33	0,45	1,54	1,84	1,66	2,17	0,72	0,61	0,64	1,39	1,51	1,97	1,39	1,11	1,22	0,44
	BOI	1,06	0,56	0,43	0,66	0,60	0,56	0,80	0,97	0,57	0,54	0,61	0,47	0,44	1,43	0,58	1,03	0,54	0,44	0,43	0,45	0,43	0,71	1,14	0,59	0,41
	CASA	0,27	0,34	1,22	1,29	1,36	1,39	1,39	2,28	1,86	1,56	0,56	1,26	2,07	1,88	2,59	0,27	0,33	1,12	1,32	1,60	2,09	2,08	1,45	1,88	1,56
	COLA	0,81	0,42	0,36	0,58	0,41	1,18	0,51	0,94	0,70	1,41	0,49	0,59	1,02	0,87	1,11	0,83	0,41	0,37	0,54	0,87	0,54	0,99	0,68	0,75	0,85
	DADO	0,39	0,29	1,03	1,30	1,95	1,99	1,41	1,67	2,58	2,65	0,54	1,38	2,31	1,98	2,43	0,39	0,29	1,12	1,33	1,93	2,01	1,27	1,94	1,82	1,79
	DIA	0,74	0,37	0,26	0,22	0,49	0,74	0,93	0,79	0,55	0,81	0,47	0,34	0,59	0,79	0,92	0,									

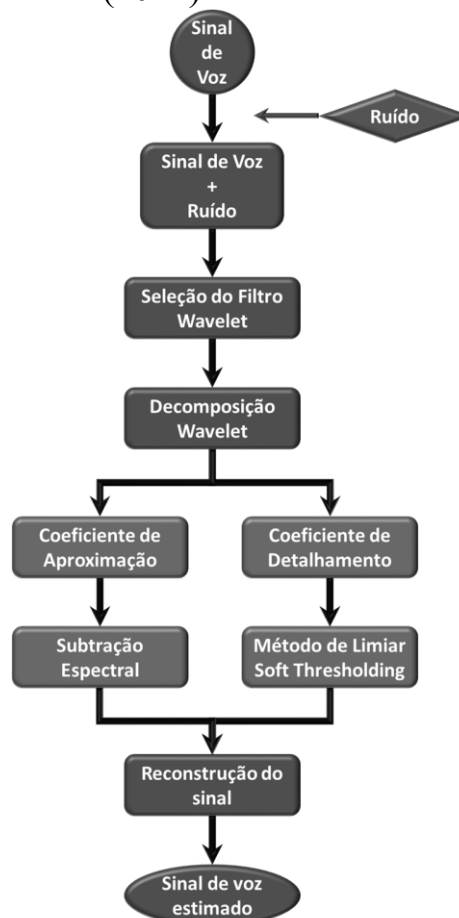
VOZ	PALAVRA	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	DB8	DB9	DB10	COIF1	COIF2	COIF3	COIF4	COIF5	SYM1	SYM2	SYM3	SYM4	SYM5	SYM6	SYM7	SYM8	SYM9	SYM10
VOZ F - FEMININO	BALA	0,69	0,32	0,27	0,68	0,79	1,74	1,44	2,28	1,16	2,71	0,28	0,81	1,01	1,08	1,70	0,69	0,33	0,28	0,68	0,77	1,17	1,89	1,31	1,51	1,52
	BOI	0,36	0,27	1,44	1,07	2,02	1,59	1,33	2,56	1,70	1,32	0,58	1,74	1,88	1,65	2,39	0,37	0,25	1,59	1,51	1,52	1,52	2,90	2,89	1,87	1,30
	CASA	0,34	0,53	0,46	0,69	0,72	0,77	0,80	0,95	0,83	0,97	0,35	0,76	0,84	0,78	0,85	0,35	0,51	0,48	0,65	0,70	0,80	0,79	0,73	0,85	0,86
	COLA	0,46	0,20	0,22	0,74	0,72	0,83	1,37	1,14	1,23	1,44	0,22	0,90	0,94	1,21	1,32	0,47	0,20	0,21	0,89	1,00	1,56	2,04	2,10	1,13	1,58
	DADO	0,39	0,29	0,69	0,68	0,88	1,33	2,01	1,86	2,26	1,46	0,33	0,78	1,49	1,57	1,60	0,39	0,30	0,65	0,69	1,10	1,27	1,11	1,48	2,29	1,13
	DIA	0,30	0,44	0,51	0,56	0,60	0,68	0,71	0,70	0,64	0,64	0,53	0,66	0,75	0,69	0,73	0,30	0,45	0,50	0,64	0,57	0,70	0,57	0,63	0,59	0,69
	ELEFANTE	0,25	0,27	0,37	0,44	0,49	0,49	0,55	0,62	0,67	0,68	0,17	0,44	0,52	0,62	0,67	0,23	0,27	0,39	0,45	0,49	0,50	0,53	0,55	0,56	0,67
	ELÉTRICA	0,37	0,20	1,10	1,44	2,01	2,16	2,45	2,06	1,79	2,50	0,24	1,52	1,44	1,85	1,80	0,37	0,20	1,05	1,46	1,67	1,86	2,58	2,07	2,45	0,97
	IGREJA	0,22	0,48	0,91	0,93	1,15	1,13	1,32	1,83	1,58	1,45	0,28	1,18	1,41	1,35	1,32	0,21	0,46	0,72	0,96	1,40	1,32	1,55	1,86	1,52	1,78
	SAPO	0,46	0,48	0,40	0,39	0,42	0,40	0,38	0,35	0,36	0,39	0,41	0,42	0,41	0,36	0,36	0,46	0,50	0,40	0,39	0,43	0,41	0,38	0,36	0,40	0,37
VOZ G - FEMININO	BALA	0,61	0,35	0,35	1,26	1,46	2,35	1,55	1,51	1,68	2,21	0,27	1,42	0,66	2,66	1,61	0,61	0,34	0,36	1,05	1,43	2,28	2,16	1,82	1,79	1,55
	BOI	0,47	0,62	0,85	1,41	1,97	2,42	2,84	2,11	2,01	1,92	0,39	1,75	2,38	2,32	2,73	0,47	0,56	0,92	1,93	1,87	1,98	2,81	1,90	1,89	2,48
	CASA	0,24	1,00	1,10	1,47	1,32	1,33	1,22	1,29	1,29	1,31	0,84	1,37	1,31	1,29	1,34	0,39	0,91	1,14	1,48	1,28	1,27	1,43	1,36	1,27	1,30
	COLA	0,33	0,43	0,75	0,79	1,60	1,84	1,89	2,20	1,87	2,32	0,49	0,85	1,48	2,40	2,84	0,33	0,43	0,75	0,80	1,43	1,84	1,24	2,71	2,63	3,11
	DADO	0,30	0,38	0,85	1,66	1,40	1,61	1,89	2,25	3,00	2,29	0,26	1,68	1,87	2,03	2,38	0,30	0,38	0,80	1,70	1,72	2,15	1,66	2,07	1,87	2,86
	DIA	0,30	0,50	0,69	0,92	1,00	1,05	1,10	1,11	1,09	1,06	0,33	1,01	1,11	1,05	1,08	0,28	0,50	0,69	1,01	0,95	1,09	0,96	1,04	1,07	1,20
	ELEFANTE	0,28	0,51	1,06	1,74	2,14	2,23	2,92	1,91	1,76	1,86	0,32	1,81	2,16	2,23	2,60	0,28	0,50	1,04	1,85	1,96	2,71	2,26	2,89	2,86	2,32
	ELÉTRICA	0,32	0,60	1,13	1,98	2,05	1,96	2,39	2,17	2,61	2,37	0,34	1,77	1,89	3,21	3,26	0,32	0,63	1,18	1,57	1,88	1,77	1,98	2,23	2,80	1,63
	IGREJA	0,46	0,83	1,39	1,71	1,84	1,92	2,04	1,90	2,03	1,89	0,60	1,65	1,66	2,28	2,24	0,47	0,82	1,32	1,75	1,70	1,94	1,85	1,84	1,91	2,06
	SAPO	0,46	0,52	0,51	0,40	0,39	0,45	0,41	0,42	0,38	0,40	0,56	0,46	0,38	0,40	0,41	0,46	0,52	0,50	0,41	0,38	0,43	0,41	0,41	0,38	0,42
VOZ H - FEMININO	BALA	0,59	0,45	0,77	0,77	1,78	1,93	1,52	2,04	1,66	1,51	0,47	0,90	2,18	1,72	2,03	0,59	0,45	0,74	0,79	1,44	1,73	1,06	1,76	1,70	1,47
	BOI	0,59	0,33	0,38	1,05	1,11	1,14	1,83	2,04	2,33	1,49	0,32	0,97	1,76	1,41	1,71	0,57	0,34	0,38	0,86	1,11	1,63	0,95	1,19	1,66	1,69
	CASA	0,13	0,37	1,58	1,62	1,80	2,06	2,49	2,09	1,84	1,77	0,89	1,65	3,06	3,28	2,06	0,13	0,37	1,57	1,65	2,47	2,36	2,39	1,76	2,10	1,31
	COLA	0,50	0,38	0,87	0,97	1,13	1,91	1,38	1,14	1,29	1,57	0,39	1,00	2,42	2,06	2,16	0,50	0,37	0,80	0,91	1,97	2,12	1,08	1,12	3,02	1,47
	DADO	0,58	0,43	0,54	0,54	1,44	0,89	2,11	2,22	1,72	1,51	0,37	0,58	1,94	1,54	2,07	0,58	0,43	0,51	0,55	1,23	1,18	1,47	1,67	1,39	1,73
	DIA	0,29	0,17	0,42	0,85	1,14	0,97	1,12	1,23	1,55	1,00	0,13	0,62	1,12	1,18	1,22	0,32	0,18	0,49	1,20	0,81	0,80	1,07	1,20	1,04	0,90
	ELEFANTE	0,22	0,17	0,56	1,10	1,36	1,73	1,75	2,11	1,71	1,38	0,09	1,21	1,89	2,24	1,75	0,22	0,18	0,56	1,17	1,26	1,10	1,19	1,29	1,42	1,77
	ELÉTRICA	0,52	0,33	0,60	1,08	1,51	1,50	1,22	1,06	1,56	1,54	0,27	1,22	1,82	1,43	1,26	0,53	0,36	0,64	1,27	1,17	1,50	1,00	1,88	1,37	1,47
	IGREJA	0,43	0,24	0,48	1,15	0,84	1,05	1,36	2,34	1,09	1,36	0,20	1,24	1,36	1,45	2,54	0,44	0,23	0,54	1,17	1,13	1,13	1,21	1,56	1,74	1,55
	SAPO	0,62	0,72	1,17	1,26	1,18	1,30	1,18	1,27	1,34	1,34	1,11	1,32	1,31	1,35	1,30	0,61	0,77	1,19	1,22	1,17	1,25	1,33	1,37	1,24	1,30
VOZ I - MASCULINO	BALA	0,95	0,40	0,46	0,73	0,67	1,71	1,07	1,12	1,44	1,08	0,53	0,78	0,76	0,43	2,41	0,96	0,40	0,43	0,96	1,01	1,61	0,71	1,36	1,32	0,70
	BOI	0,83	0,33	0,45	0,95	1,12	1,57	0,78	2,26	2,25	1,00	0,44	0,92	1,24	1,45	1,75	0,82	0,35	0,46	0,95	1,20	0,61	1,67	1,09	0,93	1,20
	CASA	0,93	0,51	0,38	0,30	0,24	0,85	1,05	0,37	0,51	0,50	0,62	0,33	0,71	0,76	1,17	0,93	0,50	0,36	0,36	0,41	1,23	0,72	0,27	0,29	1,94
	COLA	0,75	0,46	0,73	0,89	1,55	1,93	1,31	1,86	1,13	2,13	0,39	1,01	2,18	1,08	2,88	0,73	0,48	0,74	1,08	1,45	1,14	0,97	1,40	1,40	1,77
	DADO	0,66	0,39	0,75	0,82	0,99	0,94	1,54	2,15	1,93	1,55	0,35	1,04	1,52	2,42	2,84	0,65	0,39	0,75	0,84	1,21	1,30	0,94	0,99	2,17	1,09
	DIA	0,90	0,64	0,43	0,57	1,10	1,15	1,46	1,69	1,14	1,32	0,53	0,56	1,39	0,88	1,61	0,91	0,65	0,46	0,55	1,60	1,20	0,55	1,00	0,71	1,38
	ELEFANTE	0,44	0,25	0,17	0,37	0,73	0,95	1,22	1,45	1,43	0,66	0,18	0,30	0,90	0,74	1,30	0,44	0,26	0,18	0,36	0,92	0,75	0,88	0,46	0,92	1,09
	ELÉTRICA	0,55	0,36	0,28	0,32	0,76	1,12	1,16	1,29	1,73	0,91	0,24	0,40	1,01	1,33	1,87	0,55	0,36	0,28	0,36	1,00	1,10	1,46	0,67	0,93	0,55
	IGREJA	0,46	0,25	0,35	0,48	1,18	1,27	1,08	1,58	2,28	1,05	0,16	0,50	1,39	1,10	2,22	0,46	0,25	0,36	0,38	1,14	0,84	0,59	1,13	2,15	1,41
	SAPO	0,55	0,51	0,21	0,26	0,46	0,36	0,77	0,89	1,20	1,67	0,37	0,30	0,43	1,43	1,96	0,55	0,51	0,19	0,30	0,61	0,92	0,27	1,30	1,13	0,73
VOZ J - FEMININO	BALA	0,53	0,29	0,34	0,90	0,95	1,61	1,86	2,60	2,11	1,22	0,29	1,05	1,56	2,56	2,03	0,53	0,30	0,35	1,06	1,02	1,03	1,85	2,07	1,20	2,11
	BOI	0,42	0,19	0,27	1,21	1,14	1,40	1,58	1,17	1,12	1,09	0,17	1,27	1,49	1,70	1,58	0,47	0,16	0,26	1,11	1,38	1,14	0,76	2,18	1,23	1,01
	CASA	0,24	0,76	0,76	0,73	0,71	0,78	0,69	0,77	0,75	0,83	0,43	0,81	0,74	0,76	0,74	0,24	0,72	0,75	0,74	0,88	0,83	0,71	0,72	0,81	0,74
	COLA	0,41	0,25	0,66	0,72	1,03	1,24	1,35	1,04	1,94	0,60	0,36	0,83	1,61												

Pode-se observar na Tabela 4.7 que o melhor valor médio da distorção espectral calculada para a coiflet de ordem 1 foi de 0,34.

Pode-se verificar nas Tabelas 4.2 a 4.7 que o resultado médio das 100 palavras utilizadas foi melhor para a symlet de ordem 2 e para as SNRIseg de 0 e 3 dB, respectivamente. No entanto, para a SNRIseg de 6 dB, o melhor resultado foi utilizar as *wavelets* de Daubechies de ordem 2 e coiflet de ordem 1 que apresentaram os mesmos resultados.

Para comparar o método de redução de ruído proposto neste trabalho foram realizados testes usando o método de redução de ruído proposto por Dhivya e Justin (2014). A Figura 4.2 ilustra o diagrama em blocos do método de Dhivya e Justin.

Figura 4.2 – Diagrama em blocos do método de redução de ruído proposto por Dhivya e Justin (2014).



Fonte: Próprio autor (2016).

As Tabelas 4.8 a 4.13 mostram os resultados obtidos utilizando o método proposto por Dhivya e Justin (2014), o mesmo banco de dados e as mesmas SNRIseg de 0, 3 e 6 dB, respectivamente nos testes realizados anteriormente neste capítulo.

Tabela 4.8 – Resultado da relação sinal/ruído segmentada de saída (SNROseg) para a relação sinal/ruído segmentada de entrada (SNRIseg) de 0 dB usando o método proposto por Dhivya e Justin (2014) para diferentes famílias de *wavelets*.

[illegible]

[illegible]

VOZ	PALAVRA	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	DB8	DB9	DB10	COIF1	COIF2	COIF3	COIF4	COIF5	SYM1	SYM2	SYM3	SYM4	SYM5	SYM6	SYM7	SYM8	SYM9	SYM10
VOZ I - MASCULINO	BALA	8	8	8	7	8	7	7	7	8	7	8	7	7	7	8	7	7	8	7	7	7	8	7	7	
	BOI	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
	CASA	5	5	6	6	5	5	5	6	6	5	5	5	6	6	5	5	5	5	6	5	6	5	6	5	
	COLA	6	6	6	7	7	7	6	7	6	6	6	7	7	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	7	
	DADO	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
	DIA	7	7	7	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	7	6	7	7	7	7	7	7	7
	ELEFANTE	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	ELÉTRICA	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5
	IGREJA	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
VOZ J - FEMININO	SAPO	3	3	3	4	4	4	3	4	4	3	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4
	BALA	3	3	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	3	4	3	4	4	4	3	4	4
	BOI	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	CASA	2	3	3	2	3	3	3	2	3	2	3	3	3	2	3	2	3	3	2	3	3	2	3	2	3
	COLA	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	5
	DADO	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3
	DIA	5	5	5	5	6	6	5	6	5	5	5	5	6	5	6	5	5	5	5	6	6	5	5	5	5
	ELEFANTE	2	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3	2	3	2	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	3
	ELÉTRICA	2	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2
MÉDIA	IGREJA	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4
	SAPO	2	3	2	2	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	2	2	3	2	3	2	3	2	2	3	3
	BALA	4,2	4,6	4,3	4,3	4,4	4,3	4,3	4,4	4,6	4,0	4,5	4,4	4,4	4,3	4,5	3,9	4,2	4,5	4,2	4,5	4,5	4,4	4,3	4,3	4,3
	BOI	4,1	4,2	4,2	4,4	4,4	4,4	4,1	4,3	4,3	4,3	4,3	4,5	4,6	4,2	4,1	4,3	4,4	4,4	4,3	4,5	4,4	4,3	4,5	4,5	4,4
	CASA	3,0	3,4	3,5	3,4	3,2	3,3	3,5	3,1	3,3	3,2	3,4	3,3	3,5	3,3	3,3	3,0	3,4	3,4	3,3	3,5	3,4	3,5	3,3	3,3	3,2
	COLA	3,7	4,0	4,0	4,0	4,0	4,3	4,3	4,2	4,1	4,0	4,1	4,2	4,1	4,0	4,2	3,7	4,0	4,2	4,0	4,0	4,1	4,1	4,1	3,7	4,1
	DADO	3,5	3,8	3,8	3,7	3,7	3,8	3,9	3,9	3,7	3,8	3,8	3,7	3,6	3,9	3,7	3,6	3,7	3,9	3,9	3,5	3,8	3,8	3,6	3,7	3,6
	DIA	4,6	4,6	4,6	4,4	4,6	4,7	4,4	4,7	4,6	4,5	4,6	4,6	4,8	4,7	4,6	4,5	4,6	4,5	4,5	4,7	4,5	4,6	4,4	4,7	4,5
	ELEFANTE	3,0	3,0	3,3	3,0	3,2	3,0	3,3	3,0	3,1	3,0	3,2	2,9	3,2	3,2	3,3	3,0	3,1	3,1	2,9	3,1	3,1	3,3	3,1	3,2	3,1
MÉDIA TOTAL	ELÉTRICA	3,0	3,0	3,2	3,2	3,0	3,1	3,2	3,2	3,0	2,8	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3	3,1	3,0	3,2	3,2	3,2	3,0	3,2	3,0	3,3	2,9
	IGREJA	4,0	4,1	4,1	4,0	4,1	4,1	4,1	4,2	4,2	4,0	4,1	4,0	4,0	4,3	4,2	4,0	4,0	4,0	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	3,9	
	SAPO	2,8	3,1	3,0	3,2	3,2	3,2	3,1	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1	3,1	3,3	3,0	2,9	3,2	3,2	3,3	3,2	3,0	3,1	3,2	3,3

Fonte: Próprio autor (2016).

Pode-se observar na Tabela 4.8 que 3,85 dB foi o melhor resultado médio para a SNROseg usando a família coiflet de ordem 3. No entanto, para as outras famílias esses resultados foram de 3,59 dB a 3,84 dB.

A Tabela 4.9 mostra os resultados obtidos para a distância de Itakura-Saito usando o mesmo procedimento da Figura 4.2 para a SNRIseg de 0 dB.

Tabela 4.9 – Resultado da distância de Itakura-Saito para a SNRIseg de 0 dB usando o método proposto por Dhivya e Justin (2014) para diferentes famílias de *wavelets*.

VOZ	PALAVRA	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	DB8	DB9	DB10	COIF1	COIF2	COIF3	COIF4	COIF5	SYM1	SYM2	SYM3	SYM4	SYM5	SYM6	SYM7	SYM8	SYM9	SYM10
VOZ A - MASCULINO	BALA	0,69	0,48	0,51	0,55	1,17	1,18	1,69	1,66	1,88	1,20	0,32	0,60	1,18	1,19	1,86	0,66	0,45	0,47	0,54	1,13	1,24	1,62	1,76	1,78	1,95
	BOI	0,76	0,32	0,39	0,87	0,88	1,46	1,54	1,77	1,84	1,93	0,46	1,00	1,34	1,97	1,50	0,81	0,40	0,37	0,81	1,06	1,34	1,55	1,23	1,71	0,50
	CASA	0,21	0,24	1,21	1,10	2,02	2,21	2,61	2,73	2,00	1,73	0,57	1,24	1,41	2,78	1,91	0,20	0,25	1,15	1,28	1,93	1,90	2,49	2,49	2,88	3,03
	COLA	1,02	0,51	0,51	0,89	0,93	1,06	1,50	1,71	1,11	1,95	0,63	0,84	1,22	1,36	1,96	1,01	0,57	0,42	0,85	0,97	1,39	0,85	1,72	0,81	1,40
	DADO	1,05	0,70	0,50	0,82	1,01	1,24	0,67	1,38	1,31	1,31	0,79	0,90	0,53	1,27	1,82	1,08	0,68	0,58	0,79	0,92	1,36	1,60	1,18	1,39	1,53
	DIA	0,41	0,21	0,45	0,51	1,07	1,23	1,61	1,48	1,24	1,11	0,20	0,59	1,40	1,16	2,02	0,44	0,21	0,45	0,61	0,18	1,17	1,58	1,64	1,71	0,33
	ELEFANTE	0,31	0,23	0,48	1,21	1,30	1,87	0,88	2,15	0,94	2,46	0,11	1,05	1,18	1,59	2,49	0,30	0,20	0,46	1,19	1,38	1,83	1,85	0,85	1,89	1,30
	ELÉTRICA	0,47	0,25	0,74	0,83	1,61	1,66	2,06	2,17	1,28	2,41	0,25	0,93	1,98	2,20	2,44	0,41	0,24	0,77	0,88	1,64	1,64	2,12	2,16	1,56	2,49
	IGREJA	0,42	0,26	0,41	1,21	1,16	1,57	1,60	1,94	1,71	1,88	0,18	1,18	1,60	1,71	1,79	0,45	0,25	0,41	1,19	1,20	1,72	1,69	2,01	1,82	1,66
	SAPO	0,66	0,79	1,95	2,03	2,85	2,88	3,08	3,21	3,53	3,69	1,25	2,01	3,14	3,33	3,69	0,68	0,81	1,92	2,02	1,88	2,85	3,31	2,28	2,86	3,29
VOZ B - MASCULINO	BALA	0,58	0,48	0,67	0,59	1,58	1,23	2,01	2,01	2,66	2,69	0,46	0,65	2,05	2,38	2,26	0,58	0,49	0,66	0,67	1,62	1,66	2,07	1,93	2,16	2,74
	BOI	0,77	0,55	0,72	1,45	1,59	2,03	2,14	2,43	1,78	2,83	0,43	1,44	1,79	2,55	1,00	0,76	0,54	0,63	1,50	1,51	1,77	2,10	2,39	2,30	2,23
	CASA	0,17	0,11	0,78	0,88	1,88	1,70	2,51	2,47	2,14	2,95	0,33	0,85	2,31	2,41	2,17	0,19	0,15	0,83	0,81	1,90	1,74	2,37	2,45	2,88	2,90
	COLA	0,74	0,55	0,97	1,06	1,85	1,89	2,30	2,20	2,50	2,67	0,54	0,97	2,00	2,38	1,65	0,75	0,56	0,98	1,08	1,78	1,86	2,35	2,33	2,50	2,60
	DADO	0,82	0,41	0,36	1,14	1,08	1,87	1,86	2,36	2,43	2,61	0,53	1,07	1,60	2,47	2,67	0,76	0,45	0,40	0,68	1,10	1,92	1,88	2,34	2,43	2,68
	DIA	0,11	0,11	0,81	1,00	1,46	1,58	1,08	2,12	1,83	1,50	0,22	1,01	1,86	1,38	1,23	0,13	0,11	0,82	1,00	1,51	1,63	2,06	1,92	2,41	2,38
	ELEFANTE	0,18	0,50	0,76	1,61	1,78	2,18	2,24	2,43	2,72	2,67	0,18	1,68	2,17	2,63	2,82	0,15	0,48	0,77	1,67	1,74	2,26	1,80	2,68	2,65	2,09
	ELÉTRICA	0,60	0,54	0,73	1,47	1,52	2,19	2,10	1,38	2,55	2,88	0,33	1,56	1,92	2,64	2,87	0,58	0,55	0,76	1,58	1,07	2,23	2,09	1,55	2,46	2,60
	IGREJA	0,33	0,28	0,97	1,09	1,33	1,83	2,21	2,10	2,22	2,62	0,43	1,15	2,04	2,22	2,15	0,34	0,23	0,95	1,11	1,52	1,80	2,01	2,14	2,52	1,88
	SAPO	0,26	0,62	0,73	1,71	1,80	2,56	2,58	2,94	3,11	2,55	0,32	1,21	2,40	2,91	2,58	0,27	0,63	0,75	1,75	1,71	2,53	2,26	3,11	1,63	2,06
VOZ C - MASCULINO	BALA	1,08	0,52	0,46	0,57	0,63	1,00	1,12	1,40	1,41	1,58	0,65	0,63	0,89	1,16	1,61	1,06	0,55	0,47	0,59	0,64	1,05	0,77	1,41	1,39	0,27
	BOI	0,63	0,27	0,39	1,15	1,21	1,82	1,83	2,15	1,45	2,30	0,29	1,20	1,63	2,25	2,39	0,59	0,30	0,40	1,19	1,26	1,76	1,83	1,94	0,60	2,41
	CASA	0,33	0,16	0,86	1,11	1,77	1,84	1,89	2,32	2,26	2,66	0,29	1,15	0,98	2,41	2,82	0,31	0,18	0,94	1,13	1,81	1,87	2,28	2,16	2,58	2,74
	COLA	1,57	0,98	0,96	0,96	0,88	1,28	1,32	1,44	1,64	1,64	1,19	0,88	1,19	1,64	1,67	1,52	0,99	0,90	0,85	0,94	1,29	1,18	0,84	1,36	1,90
	DADO	1,15	0,92	0,69	0,70	1,03	1,14	1,50	1,53	1,72	1,66	0,79	0,66	1,23	1,60	1,47	1,13	0,85	0,69	0,71	1,03	1,06	1,47	1,50	1,57	1,07
	DIA	1,32	0,87	0,70	0,76	0,83	0,64	1,23	1,57	1,56	1,73	0,92	0,80	1,09	1,58	1,76	1,35	0,90	0,82	0,78	0,85	1,13	1,20	1,44	1,22	1,71
	ELEFANTE	0,92	0,49	0,58	0,72	1,06	1,50	1,53	1,84	1,73	1,84	0,52	0,94	1,32	1,82	1,92	0,87	0,52	0,50	0,92	1,06	1,47	1,53	1,84	1,74	1,93
	ELÉTRICA	1,08	0,57	0,62	0,77	0,87	1,27	1,31	1,59	1,40	1,89	0,69	0,79	0,63	1,65	1,42	1,09	0,60	0,61	0,83	0,77	1,12	1,32	1,50	1,61	1,89
	IGREJA	0,72	0,57	0,62	0,74	1,15	1,24	1,78	1,76	2,03	1,94	0,51	0,81	1,53	1,68	2,17	0,76	0,54	0,63	0,77	1,33	1,35	1,72	1,73	2,00	2,07
	SAPO	0,52	0,34	0,55	0,67	1,16	1,35	1,66	0,82	0,36	0,65	0,28	0,78	1,48	1,51	2,22	0,52	0,39	0,52	0,69	0,26	1,30	1,01	1,67	1,92	1,41
VOZ D - MASCULINO	BALA	0,86	0,46	0,48	1,24	1,26	1,05	2,01	2,09	2,42	1,50	0,55	1,14	1,83	2,44	2,02	0,88	0,49	0,47	1,21	1,51	1,96	1,72	2,36	2,47	1,43
	BOI	1,05	0,69	0,77	1,27	1,40	1,82	1,81	1,55	2,20	1,80	0,67	1,24	1,60	1,57	2,37	1,01	0,67	0,81	1,25	1,35	1,73	1,69	2,02	1,74	1,88
	CASA	0,29	0,17	0,49	0,57	1,42	0,50	1,09	1,94	2,26	2,41	0,12	0,71	1,67	1,93	2,10	0,27	0,18	0,44	0,66	1,41	1,50	1,38	1,96	2,17	1,87
	COLA	0,67	0,49	0,90	1,07	1,49	1,69	1,91	1,87	1,63	0,60	0,49	1,08	1,59	2,08	2,66	0,65	0,50	0,81	1,01	1,71	1,80	2,13	1,98	1,76	1,51
	DADO	1,10	0,60	0,53	1,08	1,06	1,52	1,75	1,58	1,46	1,77	0,69	1,14	1,50	1,46	1,53	1,04	0,63	0,54	1,03	1,02	1,34	1,55	2,03	2,10	1,51
	DIA	0,25	0,56	0,88	1,47	1,42	1,67	2,06	1,47	1,29	1,87	0,27	1,47	1,65	1,94	2,39	0,25	0,51	0,81	1,32	1,69	2,04	1,53	1,45	1,49	0,86
	ELEFANTE	0,27	0,63	1,06	1,60	1,87	2,31	2,30	2,66	2,19	2,67	0,44	1,78	1,23	2,59	2,81	0,30	0,58	1,05	1,70	1,83	2,29	2,12	2,62	2,57	1,37
	ELÉTRICA	0,75	0,52	0,80	1,01	1,51	1,50	2,19	2,24	1,08	0,93	0,51	0,98	1,93	1,61	1,71	0,77	0,55	0,84	0,96	1,68	1,72	2,05	1,33	2,37	1,90
	IGREJA	0,36	0,48	0,89	1,50	1,74	1,93	1,91	1,86	2,54	2,55	0,27	1,22	1,77	2,33	2,02	0,33	0,46	0,78	1,37	1,60	2,10	1,76	2,38	1,97	1,01
	SAPO	0,41	0,42	1,10	1,24	1,94	2,20	2,58	2,66	2,78	2,23	0,53	1,39	2,39	2,76	2,91	0,38	0,44	1,00	1,24	2,00	1,95	2,61	2,61	2,88	2,95
VOZ E - FEMININO	BALA	0,77	0,69	0,72	1,81	2,07	2,46	2,55	2,39	2,23	2,46	0,51	1,78	1,38	2,84	1,00	0,69	0,62	0,84	0,97	1,97	2,34	1,50	2,67	2,02	1,51
	BOI	1,28	0,80	0,74	0,94	0,97	1,32	1,06	1,79	1,81	2,10	0,88	0,64	1,11	1,40	0,90	1,29	0,78	0,77	0,93	1,04	1,10	1,18	1,56	1,45	2,13
	CASA	0,33	0,37	1,27	1,63	1,86	2,29	2,75	2,42	3,08	1,16	0,71	1,63	2,49	2,89	3,37	0,35	0,41	1,26	1,53	2,04	2,36	2,80	2,49	2,31	0,93
	COLA	0,84	0,44	0,54	0,94	1,14	1,50	1,63	1,84	1,90	2,04	0,57	1,05	1,43	1,95	1,72	0,94	0,47	0,56	0,95	0,57	1,43	1,63	1,63	1,99	2,15
	DADO	0,40																								

VOZ	PALAVRA	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	DB8	DB9	DB10	COIF1	COIF2	COIF3	COIF4	COIF5	SYM1	SYM2	SYM3	SYM4	SYM5	SYM6	SYM7	SYM8	SYM9	SYM10
VOZ G - FEMININO	BALA	0,63	0,48	0,41	1,50	1,56	2,42	2,23	2,10	1,98	3,06	0,33	1,62	1,54	2,16	1,61	0,64	0,48	0,42	1,42	1,61	2,35	2,38	2,50	2,61	2,87
	BOI	0,52	1,00	1,19	2,20	2,34	2,64	2,90	2,90	3,38	1,72	0,56	2,31	2,55	3,04	3,14	0,53	1,01	1,08	2,23	2,36	2,63	2,67	3,25	2,70	2,17
	CASA	0,35	1,43	1,64	2,74	2,78	3,48	3,54	3,80	3,95	3,94	1,01	2,70	3,32	2,99	4,11	0,33	1,48	1,55	2,72	2,75	2,66	3,53	2,04	4,00	4,22
	COLA	0,48	0,48	1,17	1,20	2,19	2,33	2,72	2,67	3,02	2,45	0,62	1,27	1,80	2,85	2,47	0,49	0,48	1,12	1,16	1,41	2,25	2,68	2,66	2,98	3,08
	DADO	0,45	0,59	0,76	1,99	2,09	2,82	2,56	1,92	3,34	3,31	0,40	1,93	2,68	3,34	3,49	0,46	0,63	0,71	1,96	2,08	2,82	2,93	3,27	3,00	3,57
	DIA	0,31	0,89	1,38	2,09	2,26	2,56	2,80	2,29	3,20	3,27	0,52	2,25	2,47	3,13	3,37	0,31	0,90	1,33	2,18	2,28	2,78	2,82	3,18	3,30	3,23
	ELEFANTE	0,28	0,90	1,52	2,24	2,37	2,65	2,76	1,91	2,00	2,71	0,60	2,30	2,80	3,11	3,14	0,29	0,84	1,46	2,33	2,46	1,80	3,00	3,30	2,17	2,99
	ELÉTRICA	0,36	1,12	1,41	2,25	2,39	2,83	2,86	3,17	3,13	3,07	0,46	2,30	2,79	2,26	3,01	0,36	1,11	1,34	2,16	2,35	2,79	2,98	3,24	3,34	2,53
	IGREJA	0,39	1,17	1,64	2,34	2,43	3,08	2,96	3,35	3,35	3,40	0,78	2,44	2,17	3,43	3,41	0,38	1,19	1,63	2,43	2,51	3,06	3,03	3,19	3,38	2,86
	SAPO	0,86	1,13	2,10	2,14	2,20	2,31	3,86	3,89	2,75	3,40	1,56	2,20	2,95	3,74	3,35	0,82	1,09	1,97	2,08	2,36	3,20	3,78	2,44	4,29	4,16
VOZ H - FEMININO	BALA	0,76	0,61	0,89	1,17	1,87	2,15	2,08	2,04	2,78	3,06	0,62	1,25	1,94	2,75	2,12	0,73	0,61	0,95	1,19	1,65	1,98	2,42	1,83	1,83	1,92
	BOI	0,65	0,38	0,44	1,44	1,51	2,00	1,19	2,34	1,31	2,74	0,36	1,48	1,90	2,35	1,96	0,61	0,39	0,47	1,28	1,49	1,95	2,11	2,47	2,11	2,47
	CASA	0,29	0,60	1,74	1,75	2,71	2,50	3,17	3,30	3,05	2,72	1,20	1,80	2,52	1,91	2,66	0,31	0,58	1,85	1,80	2,80	2,84	3,42	3,41	2,92	3,25
	COLA	0,78	0,61	1,11	1,31	2,12	2,23	2,56	2,29	2,32	2,21	0,63	1,36	2,25	2,80	2,01	0,76	0,57	1,06	1,31	2,12	1,32	2,65	2,21	2,94	2,16
	DADO	0,65	0,57	0,75	0,77	1,73	1,70	2,35	2,30	2,75	2,26	0,49	0,77	2,18	2,53	2,15	0,66	0,57	0,74	0,73	1,69	1,69	1,55	2,28	2,66	2,77
	DIA	0,31	0,39	0,62	1,42	1,24	1,82	1,15	2,26	2,39	2,66	0,11	1,47	0,61	2,42	2,63	0,32	0,38	0,58	1,40	1,44	1,98	1,74	2,14	2,29	2,55
	ELEFANTE	0,20	0,30	0,59	1,50	1,62	1,85	1,87	1,89	1,69	2,04	0,12	1,56	1,80	2,32	1,23	0,22	0,31	0,54	1,50	1,46	1,78	1,91	2,04	1,85	1,91
	ELÉTRICA	0,68	0,52	0,62	1,24	1,45	1,03	1,55	1,95	2,02	1,60	0,43	1,49	1,60	1,75	1,65	0,66	0,48	0,72	1,40	1,62	1,54	1,82	1,55	1,44	1,80
	IGREJA	0,42	0,42	0,66	1,44	1,54	1,80	1,88	2,36	2,39	2,11	0,21	1,52	1,82	2,15	1,66	0,46	0,39	0,65	1,41	1,55	1,95	1,89	1,92	1,99	2,50
	SAPO	0,80	0,98	2,10	2,11	3,28	3,23	3,72	3,88	4,10	4,17	1,49	2,13	3,46	3,90	4,19	0,72	0,94	2,10	2,10	3,17	3,10	3,76	3,45	3,40	3,68
VOZ I - MASCULINO	BALA	1,10	0,67	0,62	1,23	1,27	1,76	1,87	0,51	2,15	1,99	0,71	1,28	1,66	2,18	2,43	1,10	0,69	0,67	1,18	1,02	0,93	1,83	2,07	1,42	1,93
	BOI	1,07	0,76	0,77	1,32	1,19	1,93	2,04	2,23	2,22	2,42	0,75	1,38	1,79	2,18	2,14	1,08	0,73	0,85	1,37	1,47	1,92	1,88	2,34	1,63	2,30
	CASA	1,01	0,52	0,46	0,65	0,81	0,92	0,57	1,52	1,52	1,88	0,67	0,68	1,11	1,58	1,36	1,00	0,55	0,44	0,77	0,81	0,26	1,27	1,45	1,68	1,86
	COLA	0,99	0,80	1,12	1,33	0,99	2,00	2,35	2,43	2,54	2,44	0,78	1,38	2,24	2,40	2,23	1,00	0,81	1,19	1,33	1,86	1,97	2,36	2,40	0,76	1,48
	DADO	0,88	0,69	1,11	1,27	1,91	0,89	2,30	2,24	2,68	2,38	0,65	1,27	2,16	2,48	1,85	0,88	0,72	1,10	1,33	1,90	1,94	2,40	2,15	2,59	2,50
	DIA	0,95	0,77	0,64	0,71	0,72	1,30	1,76	1,85	2,10	2,06	0,65	0,61	1,63	1,92	1,77	0,95	0,75	0,67	0,65	1,23	1,16	1,83	1,87	2,19	1,92
	ELEFANTE	0,48	0,31	0,49	0,65	1,26	1,01	1,67	1,62	1,97	2,03	0,33	0,67	1,50	1,69	2,04	0,50	0,32	0,48	0,57	1,23	1,19	1,67	1,72	1,98	1,93
	ELÉTRICA	0,80	0,59	0,60	0,70	1,35	1,39	1,83	1,81	2,06	2,07	0,45	0,73	1,58	1,78	2,05	0,74	0,64	0,60	0,65	1,32	1,39	1,77	1,82	1,92	1,70
	IGREJA	0,69	0,58	0,70	0,82	1,43	1,04	1,94	1,93	2,18	1,60	0,51	0,89	1,60	1,97	1,84	0,73	0,60	0,75	0,90	1,43	1,50	1,79	1,95	2,26	2,01
	SAPO	0,50	0,39	0,28	0,44	0,86	0,99	0,27	1,41	1,70	0,72	0,24	0,45	1,02	1,45	1,87	0,51	0,34	0,29	0,42	0,34	0,97	1,35	1,41	1,62	1,59
VOZ J - FEMININO	BALA	0,59	0,40	0,44	1,17	1,24	2,22	2,22	2,60	2,68	1,02	0,29	1,28	1,86	2,37	2,84	0,57	0,41	0,41	1,27	1,28	1,65	2,08	2,64	2,69	2,69
	BOI	0,50	0,34	0,55	1,62	1,60	2,25	2,27	2,65	2,40	2,77	0,25	1,63	1,03	2,24	2,78	0,48	0,36	0,50	1,57	1,08	2,23	2,25	2,34	2,63	2,71
	CASA	0,24	1,01	1,04	1,89	1,86	2,92	2,72	1,65	3,30	3,56	0,53	2,09	2,42	3,35	3,58	0,24	1,05	0,98	1,88	1,50	2,87	2,76	3,29	3,05	3,74
	COLA	0,47	0,32	1,17	1,09	1,99	2,15	2,50	2,62	2,75	2,87	0,53	1,08	2,30	2,51	3,09	0,45	0,31	1,13	1,10	1,84	2,14	2,46	2,58	2,66	1,98
	DADO	0,41	0,30	0,44	0,39	1,19	1,28	1,88	1,86	2,14	2,24	0,25	0,40	1,59	2,06	0,78	0,41	0,30	0,40	0,37	1,20	1,18	0,77	2,03	1,92	2,32
	DIA	0,24	0,41	0,77	1,74	0,92	2,29	2,33	2,65	2,63	3,01	0,15	1,77	2,08	2,82	2,77	0,27	0,51	0,85	1,44	1,82	1,42	2,15	2,71	2,54	2,60
	ELEFANTE	0,19	0,39	0,64	1,51	1,51	2,20	1,98	2,60	2,27	2,11	0,10	1,62	1,86	2,43	1,65	0,19	0,43	0,61	1,51	1,55	2,18	2,11	2,54	2,48	2,84
	ELÉTRICA	0,33	0,52	0,75	1,30	1,58	2,23	2,12	2,58	2,49	2,78	0,18	1,69	1,93	2,06	2,54	0,35	0,53	0,72	1,65	1,59	2,16	2,07	2,56	2,46	2,49
	IGREJA	0,33	0,25	1,22	1,42	1,92	1,86	2,15	2,21	2,44	2,16	0,59	1,46	2,18	1,51	2,74	0,24	0,24	1,28	1,44	1,46	1,83	2,34	2,22	1,71	2,58
	SAPO	0,50	0,61	1,61	1,68	2,64	2,55	3,25	3,41	3,74	3,02	1,17	1,75	3,19	3,41	3,63	0,50	0,64	1,61	1,75	2,69	2,47	3,27	2,05	3,74	3,65
MÉDIA	BALA	0,78	0,52	0,56	1,07	1,37	1,73	1,98	1,90	2,24	2,02	0,49	1,14	1,59	2,06	1,93	0,76	0,52	0,58	1,00	1,35	1,71	1,81	2,16	2,09	1,92
	BOI	0,78	0,56	0,79	1,43	1,51	2,00	1,99	2,27	2,18	2,39	0,57	1,45	1,66	2,26	2,07	0,77	0,57	0,78	1,42	1,52	1,83	1,90	2,27	2,03	2,13
	CASA	0,35	0,52	1,01	1,38	1,83	2,00	2,21	2,48	2,58	2,56	0,58	1,45	1,95	2,47	2,70	0,35	0,54	1,01	1,39	1,86	2,05	2,41	2,46	2,59	2,63
	COLA	0,82	0,55	0,88	1,11	1,51	1,81	2,08	2,16	2,19	2,07	0,64	1,07	1,80	2,24	2,18	0,82	0,56	0,85	1,10	1,46	1,75	2,04	2,07	1,96	2,09
	DADO	0,74	0,55	0,75	1,05	1,50	1,64	1,98	2,01	2,35	2,27	0,59	1,05	1,80	2,12	2,03	0,74	0,56	0,75	0,99	1,49	1,73	1,91	2,13	2,04	2,28
	DIA	0,50	0,55	0,72	1,22	1,27	1,68	1,69	1,95	1,87	2,03	0,42	1,28	1,46	2,11	2,23	0,52	0,54	0,82	1,22	1,32	1,61	1,90	2,05	2,14	1,87
	ELEFANTE	0,33	0,43	0,73	1,33	1,57	1,79	1,83	2,07	1,86	2,26	0,27	1,36	1,75	2,06	2,30	0,32	0,41	0,70	1,37	1,56	1,71	2,00	2,13	2,10	1,99
	ELÉTRICA	0,68	0,59	0,82	1,25	1,53	1,83	2,07	2,00	2,01	2,12	0,47	1,34	1,84	1,99	2,14	0,66	0,59	0,84	1,29	1,56	1,75	2,04	1,90	2,08	2,14
	IGREJA	0,44	0,49	0,87	1,34	1,58	1,85	2,05	2,23	2,35	2,29	0,41	1,37	1,83	2,14	2,26	0,45	0,48	0,86	1,31	1,58	1,91	1,98	2,24	2,11	2

Tabela 4.10 – Resultado da relação sinal/ruído segmentada de saída (SNROseg) para a relação sinal/ruído segmentada de entrada (SNRIseg) de 3 dB usando o método proposto por Dhivya e Justin (2014) para diferentes famílias de *wavelets*.

VOZ	PALAVRA	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	DB8	DB9	DB10	COIF1	COIF2	COIF3	COIF4	COIF5	SYM1	SYM2	SYM3	SYM4	SYM5	SYM6	SYM7	SYM8	SYM9	SYM10	
VOZ A - MASCULINO	BALA	6	6	6	6	6	6	5	6	6	6	5	6	6	6	6	6	6	5	6	6	6	5	6	6	6	
	BOI	6	6	7	6	6	6	7	6	7	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	6	
	CASA	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
	COLA	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	
	DADO	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	5	5	4	
	DIA	7	6	7	6	6	6	7	6	7	7	7	6	6	7	6	7	6	6	6	7	6	6	6	7	6	7
	ELEFANTE	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
	ELÉTRICA	8	9	8	9	9	9	8	8	8	9	8	9	8	9	8	9	8	9	8	9	8	9	8	9	8	9
	IGREJA	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
VOZ B - MASCULINO	SAPO	5	5	5	5	5	6	5	5	5	6	5	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6
	BALA	4	5	5	5	3	5	4	5	4	5	4	5	3	5	4	4	5	4	4	3	5	4	5	4	5	
	BOI	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
	CASA	4	4	3	5	4	4	3	5	4	4	3	4	4	5	3	4	4	3	5	4	4	3	5	4	4	
	COLA	5	5	4	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	5	5	5	6	5	
	DADO	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	4	4	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	5	4	
	DIA	6	6	6	7	6	6	6	7	6	7	6	6	6	7	6	6	6	6	7	6	7	6	7	6	7	
	ELEFANTE	3	3	3	4	3	3	4	4	4	3	3	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	
	ELÉTRICA	5	6	6	5	6	6	6	5	6	6	6	6	6	5	6	5	6	6	5	6	6	6	5	6	5	
VOZ C - MASCULINO	IGREJA	5	5	5	5	5	5	5	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	5	5	5	5	
	SAPO	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3	5	4	4	4	5	4	
	BALA	7	7	7	7	8	7	7	7	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	7	7	7	7	7	
	BOI	6	6	7	6	7	6	7	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	7	7	6	6	6	6	6	6	
	CASA	5	6	5	6	6	6	5	7	6	6	5	6	6	6	5	5	6	5	7	6	6	5	6	6	6	
	COLA	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
	DADO	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
	DIA	7	7	7	7	7	7	8	7	7	7	7	7	7	7	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
	ELEFANTE	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
VOZ D - MASCULINO	ELÉTRICA	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
	IGREJA	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7	
	SAPO	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	
	BALA	5	4	4	5	5	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	5	4	5	5	
	BOI	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	
	CASA	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6	7	6	7	7	6	6	6	7	6	7	6	6	6	6	
	COLA	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	5	5	6	5	
	DADO	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	
	DIA	4	4	5	5	4	5	4	4	4	5	4	5	5	4	5	4	5	4	5	4	5	5	4	5	5	
VOZ E - FEMININO	ELEFANTE	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	ELÉTRICA	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	IGREJA	5	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	
	SAPO	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
	BALA	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6	6	6	6	5	6	6	5	6	6	6	6	6	
	BOI	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
	CASA	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	
	COLA	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	
	DADO	4	8	7	7	5	7	7	6	5	7	7	8	6	7	6	6	8	6	6	6	6	7	7	6	5	7

VOZ	PALAVRA	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	DB8	DB9	DB10	COIF1	COIF2	COIF3	COIF4	COIF5	SYM1	SYM2	SYM3	SYM4	SYM5	SYM6	SYM7	SYM8	SYM9	SYM10
VOZ F - FEMININO	BALA	6	5	6	5	6	6	6	5	6	6	6	5	6	5	6	5	5	6	5	6	6	5	5	6	5
	BOI	6	7	6	7	7	7	6	7	7	7	6	7	7	7	6	7	7	6	7	7	7	6	7	7	7
	CASA	5	5	5	4	6	5	5	4	6	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4	6	5	6	4	6	6
	COLA	6	5	7	6	6	5	7	6	6	5	7	5	6	6	7	6	5	7	6	6	5	7	6	6	5
	DADO	5	7	6	6	5	7	6	6	5	6	6	6	5	6	6	5	6	6	6	5	6	6	6	5	6
	DIA	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	ELEFANTE	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5
	ELÉTRICA	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	IGREJA	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7
	SAPO	4	4	5	4	5	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	5	4
VOZ G - FEMININO	BALA	8	8	8	8	9	8	9	8	9	8	9	9	9	8	8	8	8	9	8	9	9	8	8	9	8
	BOI	7	8	8	7	8	7	8	7	7	8	8	8	7	7	8	7	8	8	7	8	8	8	8	7	7
	CASA	5	5	6	6	6	5	6	6	6	5	6	5	6	6	6	5	5	6	6	6	5	6	6	6	5
	COLA	5	7	6	7	5	7	6	6	6	7	7	7	6	7	7	5	7	6	6	6	7	6	7	5	7
	DADO	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	5	5	5	5	5	5	5	5	6	5
	DIA	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	4	4	4	5	5
	ELEFANTE	3	3	3	3	4	4	4	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4	4	3	3	4	3	3	4	4
	ELÉTRICA	5	5	5	5	5	5	5	5	6	5	6	5	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6
	IGREJA	5	7	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	SAPO	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4
VOZ H - FEMININO	BALA	5	5	4	6	5	5	5	6	5	5	4	5	5	6	5	4	5	5	5	5	5	4	6	5	5
	BOI	8	8	9	9	9	8	9	9	9	8	8	8	9	9	9	8	8	9	8	9	8	9	8	9	8
	CASA	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4
	COLA	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4
	DADO	7	7	8	8	7	8	8	8	7	9	7	9	8	9	8	8	7	7	8	7	9	8	9	7	9
	DIA	5	5	6	6	6	6	5	6	6	6	6	5	7	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6
	ELEFANTE	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	ELÉTRICA	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	IGREJA	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	SAPO	5	4	5	5	5	5	4	5	5	6	5	5	5	5	5	5	5	5	6	5	6	5	5	5	5
VOZ I - MASCULINO	BALA	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	11	10	10	10	10	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10
	BOI	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	9	9
	CASA	9	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	9	9	9	9	8	9	9	9	8	9	9	9	9
	COLA	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	9	9	9	9
	DADO	8	8	9	9	9	9	9	8	9	9	9	9	9	9	9	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	DIA	9	10	10	10	9	9	9	9	9	10	9	10	9	9	9	9	10	9	9	9	9	9	10	9	9
	ELEFANTE	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	ELÉTRICA	7	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	7	7	8	7	7	7	7	7	7	7	7
	IGREJA	7	8	7	8	7	8	7	8	7	8	8	8	7	8	8	7	8	7	7	8	7	8	7	8	8
	SAPO	6	7	6	8	7	7	6	8	7	7	7	7	7	8	6	7	7	7	8	7	7	6	8	7	7
VOZ J - FEMININO	BALA	5	5	6	5	6	5	6	5	6	5	5	5	6	5	5	5	5	6	5	5	5	6	5	5	5
	BOI	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4
	CASA	4	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4	5	4	5	4	5	4	5	4
	COLA	5	7	6	6	5	7	6	6	5	7	6	7	5	6	6	5	7	6	6	5	7	6	6	5	7
	DADO	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5	4	6	5	5	4	5
	DIA	7	7	7	7	8	7	7	7	8	7	7	7	7	7	8	6	7	7	7	8	8	8	7	8	7
	ELEFANTE	3	4	5	4	5	5	5	4	5	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	5	4	5	4	5	4
	ELÉTRICA	5	5	6	6	6	5	6	6	6	5	5	5	6	6	6	5	5	6	6	6	5	6	6	6	5
	IGREJA	6	7	6	7	6	6	6	7	7	7	6	7	6	7	6	7	6	6	7	6	7	6	7	6	7
	SAPO	4	4	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4	4	4	5	4	5	4	5	4	5
MÉDIA	BALA	6,2	6,0	6,2	6,3	6,4	6,2	6,3	6,5	6,2	6,0	6,2	6,2	6,2	6,1	5,8	5,9	6,3	6,1	6,1	6,4	5,9	6,3	6,3	6,2	6,2
	BOI	6,0	6,2	6,5	6,3	6,5	6,2	6,5	6,3	6,4	6,3	6,4	6,2	6,3	6,4	6,3	6,2	6,3	6,5	6,3	6,4	6,3	6,3	6,5	6,4	6,1
	CASA	5,2	5,3	5,3	5,5	5,7	5,4	5,6	5,7	5,5	5,3	5,4	5,4	5,6	5,5	5,1	5,3	5,4	5,6	5,6	5,4	5,4	5,5	5,7	5,4	
	COLA	5,5	5,9	5,9	6,0	5,5	5,9	5,9	5,8	5,6	5,9	5,9	6,0	5,6	5,9	6,0	5,5	5,9	5,9	5,9	5,6	6,1	5,9	6,0	5,7	5,9
	DADO	5,3	5,9	6,0	6,0	5,5	6,0	6,1	5,8	5,5	6,0	5,7	6,1	5,7	6,1	6,1	5,5	5,8	5,8	6,0	5,6	6,1	6,1	6,1	5,6	5,9
	DIA	6,0	6,1	6,4	6,3	6,2	6,2	6,1	6,1	6,3	6,5	6,1	6,2	6,4	6,1	6,5	5,9	6,3	6,2	6,3	6,2	6,3	6,2	6,3	6,3	6,4
	ELEFANTE	4,4	4,3	4,5	4,6	4,7	4,6	4,8	4,6	4,8	4,4	4,5	4,5	4,6	4,5	4,6	4,4	4,6	4,7	4,5	4,7	4,6	4,7	4,5	4,8	4,6
	ELÉTRICA	4,6	4,9	4,9	4,8	4,9	4,8	4,8	4,7	4,9	4,8	4,8	4,8	4,9	4,9	4,8	4,6	4,9	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
	IGREJA	5,7	6,1	5,8	6,1	5,9	5,9	5,9	6,1	5,9	6,1	6,0	6,0	6,1	6,0	5,8	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	6,2	5,8	6,1	6,0	6,0
	SAPO	4,8	4,9	5,0	5,6	5,1	5,3	4,8	5,4	5,2	5,4	4,8	5,3	5,1	5,4	4,9	4,9	5,1	5,0	5,4	5,2	5,4	4,9	5,3	5,4	
MÉDIA TOTAL		5,37	5,56	5,65	5,75	5,64	5,65	5,65	5,67	5,68	5,71	5,55	5,67	5,62	5,72	5,68	5,37	5,60	5,65	5,68	5,61	5,76	5,60	5,74	5,69	5,67

Fonte: Próprio autor (2016).

A melhor média apresentada na Tabela 4.10 foi de 5,76 dB usando a symlet de ordem 6. No entanto, para as outras famílias de *wavelets* esses resultados variaram de 5,37 dB a 5,75 dB.

A Tabela 4.11 mostra os resultados obtidos da distância de Itakura-Sato para a SNRIseg de 3 dB usando o método proposto por Dhivya e Justin (2014).

Tabela 4.11 – Resultado da distância de Itakura-Saito para SNRIseg de 3 dB usando o método proposto por Dhivya e Justin (2014) para diferentes famílias de *wavelets*.

VOZ	PALAVRA	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	DB8	DB9	DB10	COIF1	COIF2	COIF3	COIF4	COIF5	SYM1	SYM2	SYM3	SYM4	SYM5	SYM6	SYM7	SYM8	SYM9	SYM10
VOZ A - MASCULINO	BALA	0,58	0,34	0,23	0,39	1,08	1,12	0,74	1,80	2,11	1,89	0,21	0,41	1,54	1,82	1,06	0,57	0,38	0,28	0,38	1,07	0,52	0,70	1,78	1,95	1,54
	BOI	0,68	0,22	0,24	0,85	0,94	1,30	1,54	1,93	1,97	2,16	0,31	0,92	1,11	1,19	1,88	0,68	0,23	0,21	0,89	0,96	1,49	1,33	1,78	1,96	2,22
	CASA	0,23	0,29	0,95	0,96	1,96	2,11	2,30	1,42	2,47	2,14	0,40	0,99	2,51	2,41	2,35	0,24	0,26	0,97	0,91	1,93	2,06	2,29	2,65	2,81	2,83
	COLA	0,81	0,35	0,27	0,69	0,90	1,02	1,31	0,93	1,75	1,28	0,48	0,81	1,22	0,87	1,79	0,81	0,34	0,29	0,74	0,95	0,99	1,13	0,96	1,81	1,14
	DADO	0,90	0,42	0,31	0,79	0,75	1,22	1,53	1,74	1,04	1,64	0,58	0,60	1,33	1,72	1,42	0,91	0,42	0,30	0,70	0,77	1,20	1,41	1,55	0,53	0,48
	DIA	0,34	0,20	0,44	0,52	1,14	1,24	1,14	1,31	2,02	1,91	0,16	0,58	1,44	1,65	1,95	0,35	0,19	0,29	0,61	1,00	1,07	1,42	0,78	1,43	1,85
	ELEFANTE	0,30	0,14	0,42	1,25	1,30	1,83	1,84	2,25	2,12	1,88	0,05	1,28	1,62	2,36	2,27	0,30	0,12	0,39	1,26	1,29	1,91	1,90	2,26	2,27	1,87
	ELÉTRICA	0,36	0,19	0,62	0,65	1,61	1,48	1,99	2,08	2,42	1,54	0,15	0,73	2,00	1,76	2,74	0,36	0,17	0,65	0,67	1,60	1,50	1,47	2,03	2,33	2,51
	IGREJA	0,38	0,16	0,40	1,09	1,08	1,61	1,71	1,98	1,87	1,77	0,12	1,21	1,38	1,34	1,30	0,37	0,17	0,38	1,09	1,19	1,75	1,64	1,87	1,87	2,45
	SAPO	0,71	0,88	1,17	1,25	1,26	1,37	1,48	1,56	1,50	1,33	1,03	1,21	1,33	1,52	1,43	0,69	0,85	1,22	1,11	1,21	1,33	1,40	1,24	1,36	1,50
VOZ B - MASCULINO	BALA	0,47	0,42	0,58	0,55	1,31	1,23	2,21	2,34	2,30	2,07	0,41	0,59	1,89	2,39	2,99	0,44	0,42	0,55	0,58	1,28	1,35	2,31	2,31	2,75	2,46
	BOI	0,73	0,36	0,36	1,43	1,50	2,14	2,08	2,54	2,52	2,33	0,30	1,54	1,86	2,57	2,09	0,73	0,34	0,38	1,47	1,49	2,11	2,13	2,52	2,58	2,14
	CASA	0,20	0,11	0,51	0,65	1,44	1,28	1,90	2,03	2,39	2,52	0,16	0,68	1,85	2,04	2,79	0,21	0,11	0,54	0,65	1,18	1,40	2,02	1,48	1,77	2,71
	COLA	0,60	0,30	0,52	0,63	1,73	1,84	2,40	2,40	2,36	2,73	0,21	0,69	2,17	2,29	0,95	0,61	0,29	0,60	0,64	1,78	1,91	2,12	1,45	2,60	2,71
	DADO	0,69	0,28	0,27	0,83	0,74	1,55	1,50	1,41	2,05	2,45	0,42	0,75	1,21	2,21	2,35	0,70	0,27	0,26	0,79	0,76	1,49	1,57	2,07	2,12	2,38
	DIA	0,15	0,14	0,86	0,99	1,05	0,87	1,19	0,95	0,99	0,86	0,23	0,38	0,86	0,78	1,73	0,15	0,16	0,94	0,40	1,08	0,78	0,93	1,21	0,98	1,25
	ELEFANTE	0,17	0,39	0,61	1,63	1,71	2,27	2,25	2,68	2,55	2,91	0,11	1,66	2,05	2,81	2,95	0,17	0,37	0,57	1,62	1,71	2,27	2,27	2,72	2,69	2,18
	ELÉTRICA	0,49	0,44	0,61	1,34	1,32	2,10	1,94	2,56	2,44	2,68	0,20	1,54	1,72	2,68	2,48	0,49	0,45	0,58	1,42	1,28	2,08	1,94	2,34	2,46	2,85
	IGREJA	0,32	0,18	1,00	1,09	1,78	1,65	2,21	2,19	2,59	2,40	0,32	1,12	2,05	2,23	2,61	0,34	0,11	1,05	1,07	1,73	1,67	2,05	2,12	2,55	2,61
	SAPO	0,26	0,58	0,67	1,59	1,56	2,46	2,03	2,99	2,79	3,24	0,31	1,67	2,11	2,97	2,07	0,26	0,61	0,63	1,64	1,55	2,44	2,33	2,71	2,88	3,31
VOZ C - MASCULINO	BALA	0,94	0,32	0,23	0,35	0,57	0,56	1,15	1,41	1,55	1,64	0,46	0,56	0,89	1,56	1,55	0,89	0,34	0,25	0,54	0,42	1,11	1,11	1,50	0,16	0,82
	BOI	0,36	0,07	0,12	1,20	1,14	1,82	1,81	2,20	2,23	2,49	0,13	1,17	1,61	1,89	2,50	0,36	0,07	0,12	1,16	1,11	1,87	1,89	2,29	2,20	2,60
	CASA	0,35	0,18	0,72	0,92	1,72	1,61	2,19	1,71	2,78	1,20	0,18	0,98	2,16	1,35	1,79	0,34	0,20	0,74	0,91	0,92	1,66	2,30	2,08	2,68	2,52
	COLA	1,38	0,71	0,68	0,79	0,70	1,25	1,32	1,43	0,62	1,44	0,89	0,83	1,16	1,13	1,46	1,34	0,71	0,63	0,73	0,82	1,32	1,28	0,69	1,51	1,11
	DADO	0,90	0,67	0,51	0,60	1,06	0,98	1,47	1,43	1,73	0,55	0,50	0,57	1,14	0,81	1,78	0,86	0,69	0,47	0,41	1,02	1,09	1,20	1,49	1,73	1,29
	DIA	1,11	0,54	0,47	0,69	0,66	1,17	1,19	1,59	1,60	1,78	0,69	0,57	1,03	1,65	1,83	1,10	0,54	0,47	0,65	0,54	1,18	1,17	1,67	1,56	1,88
	ELEFANTE	0,63	0,28	0,34	0,54	0,98	1,36	1,44	1,86	1,75	2,09	0,34	0,76	1,22	1,48	1,70	0,60	0,29	0,32	0,89	0,99	1,49	1,33	1,56	1,61	1,47
	ELÉTRICA	1,00	0,47	0,44	0,74	0,83	1,31	1,34	1,63	1,53	1,68	0,60	0,82	1,14	1,57	1,76	0,99	0,45	0,48	0,76	0,80	1,28	1,35	1,64	1,63	0,65
	IGREJA	0,51	0,34	0,52	0,61	1,34	1,27	1,75	1,79	2,09	2,03	0,30	0,64	1,52	1,86	1,30	0,54	0,29	0,54	0,60	1,32	1,31	1,79	1,77	2,08	1,93
	SAPO	0,64	0,35	0,51	0,74	1,28	1,37	1,72	1,79	2,08	2,08	0,26	0,81	1,62	1,91	2,19	0,66	0,36	0,53	0,68	1,34	1,35	1,74	1,54	2,04	1,87
VOZ D - MASCULINO	BALA	0,76	0,32	0,37	1,14	1,22	2,04	1,79	2,16	1,94	2,07	0,43	1,23	1,65	1,99	2,03	0,77	0,33	0,37	1,09	1,28	1,92	1,65	2,49	2,48	2,53
	BOI	0,78	0,52	0,64	1,26	1,33	1,72	1,96	1,70	1,72	2,22	0,53	1,20	1,66	2,32	1,84	0,83	0,47	0,61	1,15	1,39	0,85	1,50	1,65	2,21	2,56
	CASA	0,22	0,16	0,36	0,37	1,22	1,41	1,88	1,91	2,34	2,43	0,08	0,43	1,63	2,02	1,13	0,20	0,15	0,31	0,39	1,31	1,46	1,65	1,90	2,33	1,94
	COLA	0,52	0,33	0,85	0,94	1,77	1,78	2,16	1,43	1,55	1,66	0,33	1,06	1,32	2,26	2,17	0,53	0,36	0,82	1,07	1,70	1,66	1,50	0,97	2,30	2,00
	DADO	0,95	0,41	0,35	0,87	0,82	1,76	1,27	1,33	1,48	1,80	0,50	0,95	1,14	2,23	1,65	0,96	0,41	0,29	0,76	0,85	1,74	1,76	1,77	1,72	1,91
	DIA	0,24	0,68	0,95	1,55	1,54	1,99	1,70	1,75	1,33	1,73	0,16	1,51	1,52	1,59	1,14	0,29	0,60	0,86	1,36	1,19	0,89	1,46	1,49	1,97	1,46
	ELEFANTE	0,23	0,57	0,95	1,70	1,20	1,79	1,89	2,57	2,66	2,28	0,22	1,85	2,27	2,29	2,18	0,19	0,56	0,88	1,73	1,90	2,38	2,38	2,49	2,50	2,55
	ELÉTRICA	0,65	0,41	0,73	0,92	1,47	1,35	1,67	1,95	2,48	1,88	0,39	0,96	1,08	0,74	1,87	0,66	0,40	0,70	0,89	1,32	1,59	2,08	1,96	2,05	1,88
	IGREJA	0,29	0,37	0,78	1,16	1,54	2,09	2,18	2,13	2,50	1,96	0,18	1,55	1,92	1,94	1,92	0,29	0,38	0,79	1,54	1,49	1,86	1,77	1,89	2,00	2,41
	SAPO	0,48	0,52	0,86	1,03	1,15	1,47	1,91	2,71	2,41	2,21	0,61	1,04	2,32	2,78	1,64	0,49	0,54	0,79	0,95	1,85	2,12	2,34	2,24	2,21	3,06

VOZ	PALAVRA	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	DB8	DB9	DB10	COIF1	COIF2	COIF3	COIF4	COIF5	SYM1	SYM2	SYM3	SYM4	SYM5	SYM6	SYM7	SYM8	SYM9	SYM10
VOZ E - FEMININO	BALA	0,66	0,49	0,60	1,78	1,66	2,11	1,64	1,97	1,85	2,17	0,36	1,68	2,19	1,73	2,67	0,69	0,48	0,59	1,78	1,81	2,18	2,05	2,60	1,49	2,40
	BOI	1,02	0,51	0,49	0,81	0,50	1,36	0,94	0,91	1,01	1,73	0,65	0,87	1,04	1,09	1,23	1,04	0,54	0,51	0,80	0,90	1,02	0,38	1,38	1,06	1,10
	CASA	0,22	0,26	1,12	1,32	2,19	2,28	1,73	2,93	3,00	1,76	0,58	1,32	2,52	2,60	2,55	0,21	0,26	1,12	1,36	2,09	2,07	2,10	2,40	3,13	2,30
	COLA	0,77	0,33	0,42	0,98	1,15	1,63	1,57	1,79	1,93	1,85	0,37	1,11	1,47	1,96	1,39	0,73	0,36	0,46	0,85	1,12	1,63	1,29	1,99	0,83	2,23
	DADO	0,27	0,22	1,15	1,11	2,11	2,15	2,84	2,78	2,52	3,06	0,49	1,23	2,51	2,80	3,18	0,27	0,21	1,14	1,14	2,12	2,13	1,27	2,83	3,12	3,17
	DIA	0,76	0,31	0,29	0,55	0,59	1,13	1,14	1,50	1,35	0,76	0,41	0,60	0,86	0,48	1,74	0,77	0,34	0,32	0,57	0,59	0,88	1,00	1,16	0,66	0,64
	ELEFANTE	0,23	0,12	0,47	0,55	1,20	1,18	1,72	1,66	2,01	1,90	0,11	0,57	1,53	1,71	1,89	0,22	0,13	0,41	0,51	1,23	1,18	1,71	1,67	1,92	1,99
	ELÉTRICA	0,96	0,51	0,51	1,16	1,27	1,89	1,23	1,50	1,49	1,81	0,63	1,11	1,78	1,58	1,21	0,97	0,52	0,49	1,14	1,35	1,18	1,90	1,89	1,69	1,81
	IGREJA	0,58	0,22	0,29	0,89	0,87	1,51	1,45	1,63	1,90	1,90	0,24	0,96	1,30	1,73	1,78	0,60	0,22	0,31	0,62	0,99	1,55	1,42	1,91	1,85	1,81
	SAPO	0,56	0,44	0,33	0,39	0,96	1,15	1,36	0,49	1,85	0,50	0,29	0,53	1,34	1,62	1,86	0,54	0,48	0,31	0,46	1,15	1,21	1,61	1,58	1,90	1,86
VOZ F - FEMININO	BALA	0,73	0,37	0,33	0,72	0,86	1,62	1,67	1,77	2,37	1,50	0,39	0,88	1,14	1,85	1,84	0,72	0,39	0,33	0,76	0,82	1,58	1,49	1,92	1,74	1,86
	BOI	0,42	0,26	1,73	1,98	2,66	2,91	3,22	3,09	3,49	2,79	0,73	2,06	2,51	2,81	2,67	0,40	0,24	1,78	1,94	2,55	2,83	2,18	3,24	3,27	2,37
	CASA	0,43	0,59	0,54	0,80	1,02	0,97	1,10	0,75	0,95	1,05	0,46	0,98	0,82	0,99	0,90	0,43	0,62	0,56	0,91	0,90	1,09	1,02	1,04	1,17	1,32
	COLA	0,44	0,21	0,25	1,00	1,10	1,99	1,97	2,56	2,02	2,41	0,24	1,00	1,73	1,37	2,07	0,43	0,19	0,26	1,04	0,96	1,86	2,13	2,58	2,34	2,53
	DADO	0,40	0,34	0,76	0,70	1,30	1,33	1,37	1,65	1,74	2,42	0,40	0,75	1,32	1,69	1,75	0,41	0,33	0,80	0,69	1,32	1,37	1,50	1,72	1,45	1,80
	DIA	0,40	0,39	0,51	0,50	0,67	0,85	0,69	0,62	0,76	0,61	0,59	0,61	0,71	0,77	0,69	0,33	0,43	0,42	0,71	0,63	0,73	0,60	0,74	0,69	0,58
	ELEFANTE	0,20	0,30	0,51	0,76	1,18	1,03	0,80	0,95	0,91	0,96	0,15	0,67	0,94	0,78	1,17	0,20	0,30	0,55	0,81	0,71	0,61	1,43	0,98	0,96	0,76
	ELÉTRICA	0,42	0,23	1,12	1,44	2,03	2,23	2,26	2,57	2,54	2,31	0,27	1,54	1,85	1,55	3,09	0,43	0,23	1,12	1,44	2,22	2,24	1,67	1,57	2,15	2,09
	IGREJA	0,29	0,56	1,00	2,10	2,10	2,47	2,37	1,91	1,43	2,44	0,34	2,17	2,48	2,69	1,66	0,29	0,62	0,90	2,10	2,18	2,12	2,05	2,59	1,84	2,26
	SAPO	0,64	0,78	0,66	0,74	0,72	0,71	0,71	0,66	0,68	0,72	0,61	0,70	0,66	0,66	0,67	0,65	0,74	0,66	0,64	0,74	0,70	0,65	0,66	0,68	0,70
VOZ G - FEMININO	BALA	0,61	0,41	0,37	1,37	1,39	2,30	2,35	2,40	2,04	2,94	0,28	1,53	2,05	2,97	2,24	0,62	0,39	0,41	1,26	1,41	2,40	2,35	2,98	1,81	2,82
	BOI	0,51	0,85	0,95	2,17	2,31	2,28	2,91	3,14	2,46	2,59	0,47	2,17	2,68	3,36	3,44	0,51	0,85	0,96	2,13	2,27	2,58	2,90	2,94	2,78	2,94
	CASA	0,33	1,20	1,39	2,13	2,23	3,17	1,72	1,67	1,78	2,00	0,78	2,42	1,65	2,07	2,28	0,33	1,18	1,41	1,49	2,37	2,88	2,93	1,87	3,05	2,91
	COLA	0,38	0,44	0,90	0,94	1,98	2,21	2,82	2,73	3,13	2,85	0,51	0,95	2,28	2,64	2,29	0,38	0,48	0,89	0,99	2,06	2,25	2,73	2,72	3,12	3,14
	DADO	0,35	0,44	0,62	1,88	1,80	2,78	2,87	3,32	3,07	3,63	0,31	1,76	2,49	3,29	2,95	0,36	0,46	0,58	1,88	1,82	2,62	2,81	2,80	3,32	3,55
	DIA	0,41	0,81	1,16	1,73	2,33	2,67	2,92	2,99	1,90	3,53	0,45	1,74	2,64	3,24	2,41	0,41	0,82	1,10	2,11	1,91	2,90	2,44	3,27	2,28	1,97
	ELEFANTE	0,32	0,85	1,26	2,31	2,44	2,78	2,89	3,38	2,74	2,66	0,47	2,35	2,81	3,21	2,56	0,33	0,83	1,23	1,94	2,37	2,72	2,91	3,41	3,16	2,62
	ELÉTRICA	0,37	0,96	1,15	2,15	2,17	2,82	2,86	2,24	2,59	3,55	0,36	2,33	2,62	3,16	3,56	0,39	0,96	1,17	2,18	2,16	2,86	2,90	3,36	3,37	3,62
	IGREJA	0,50	1,11	1,62	2,48	2,53	2,41	3,07	3,28	3,14	3,58	0,73	2,57	2,96	3,42	3,63	0,50	1,11	1,58	2,52	2,56	2,25	3,07	3,42	3,36	3,73
	SAPO	0,71	0,91	1,13	1,00	1,04	1,04	1,08	1,06	1,05	1,03	1,06	1,05	1,00	1,05	1,08	0,75	0,93	1,09	0,98	1,08	1,11	1,04	1,10	1,04	0,99
VOZ H - FEMININO	BALA	0,64	0,50	0,75	0,90	1,77	1,36	1,72	1,45	1,91	2,56	0,52	0,93	1,38	2,08	2,17	0,66	0,53	0,75	0,89	1,84	1,92	1,59	2,52	1,82	2,15
	BOI	0,64	0,34	0,37	1,43	1,38	2,08	2,06	2,38	2,36	1,53	0,35	1,34	1,80	2,49	2,30	0,64	0,31	0,37	1,42	1,39	2,10	2,06	1,15	2,29	2,70
	CASA	0,21	0,42	1,66	1,58	2,48	2,37	2,38	2,54	2,20	2,79	1,05	1,61	2,54	2,22	2,30	0,20	0,43	1,68	1,55	2,32	2,39	2,75	2,30	2,82	2,20
	COLA	0,57	0,45	0,92	1,02	1,99	2,14	2,07	2,75	2,06	2,63	0,48	1,09	2,09	2,57	2,29	0,57	0,44	0,94	0,99	1,91	1,94	2,58	2,50	2,89	2,01
	DADO	0,55	0,46	0,60	0,60	1,52	1,45	2,45	2,34	2,77	2,79	0,41	0,60	2,13	2,17	2,71	0,56	0,45	0,59	0,56	1,53	1,47	2,37	2,36	2,57	2,69
	DIA	0,28	0,40	0,62	1,48	1,51	1,01	1,78	2,33	1,20	2,64	0,11	1,19	1,82	2,18	2,56	0,28	0,37	0,54	1,54	1,54	2,11	2,07	2,28	2,33	2,61
	ELEFANTE	0,24	0,21	0,45	1,33	1,49	1,54	1,54	1,97	1,73	1,90	0,11	1,49	1,67	1,84	1,71	0,24	0,22	0,44	1,43	1,15	1,94	2,02	1,94	1,67	1,73
	ELÉTRICA	0,63	0,41	0,61	1,43	1,33	0,76	1,40	1,38	1,52	1,50	0,37	1,48	1,45	1,55	1,56	0,69	0,42	0,61	1,45	1,36	1,70	2,19	1,60	1,45	1,75
	IGREJA	0,42	0,35	0,66	1,51	1,52	2,04	2,01	2,00	2,41	2,50	0,19	0,96	1,86	2,32	2,36	0,46	0,35	0,65	1,42	1,60	1,94	2,05	2,23	1,56	2,40
	SAPO	0,72	0,76	1,91	1,88	3,03	2,33	3,43	2,11	2,54	2,01	1,30	1,94	2,38	1,68	2,40	0,74	0,72	1,91	1,88	2,13	2,73	2,26	3,84	1,86	3,64
VOZ I - MASCULINO	BALA	1,02	0,53	0,48	1,24	1,26	1,81	1,88	2,19	2,17	2,11	0,64	1,22	1,66	2,19	2,39	1,05	0,53	0,50	1,23	0,78	1,82	1,86	2,20	2,12	2,50
	BOI	0,95	0,54	0,59	1,30	1,36	1,93	2,05	2,20	0,58	2,30	0,51	1,37	1,79	2,42	2,13	0,95	0,49	0,59	1,34	1,42	1,89	1,98	1,78	1,33	1,45
	CASA	0,91	0,43	0,36	0,67	0,67	1,32	1,32	1,71	1,62	1,95	0,60	0,70	1,07	1,74	1,70	0,90	0,47	0,35	0,74	0,68	1,29	1,27	1,66	0,46	1,94
	COLA	0,75	0,54	1,15	1,24	1,93	2,02	2,48	2,40	2,74	2,36	0,61	1,35	0,95	2,20	2,72	0,72	0,56								

VOZ	PALAVRA	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	DB8	DB9	DB10	COIF1	COIF2	COIF3	COIF4	COIF5	SYM1	SYM2	SYM3	SYM4	SYM5	SYM6	SYM7	SYM8	SYM9	SYM10
MÉDIA	BALA	0,70	0,40	0,43	0,94	1,21	1,63	1,71	2,00	2,08	2,19	0,40	1,02	1,60	2,11	2,17	0,70	0,41	0,43	0,95	1,18	1,69	1,72	2,29	1,89	2,18
	BOI	0,65	0,39	0,58	1,39	1,46	1,97	2,07	2,18	2,09	2,31	0,42	1,41	1,80	2,27	2,27	0,66	0,37	0,58	1,37	1,49	1,89	1,85	2,14	2,22	2,19
	CASA	0,33	0,46	0,84	1,10	1,62	1,81	1,77	1,86	2,16	1,95	0,47	1,13	1,83	1,92	1,93	0,33	0,46	0,85	1,04	1,49	1,79	1,97	1,87	2,22	2,23
	COLA	0,66	0,39	0,68	0,90	1,51	1,79	2,06	2,10	1,97	2,17	0,44	0,97	1,67	1,99	1,99	0,65	0,40	0,69	0,92	1,50	1,75	1,98	1,89	2,28	2,24
	DADO	0,61	0,41	0,59	0,89	1,30	1,63	1,83	2,01	2,14	2,27	0,42	0,87	1,70	2,14	2,23	0,61	0,41	0,57	0,84	1,31	1,61	1,74	2,10	2,08	2,20
	DIA	0,47	0,45	0,66	1,03	1,25	1,44	1,58	1,75	1,60	1,90	0,34	0,95	1,45	1,71	1,92	0,47	0,45	0,62	1,02	1,14	1,38	1,51	1,67	1,60	1,58
	ELEFANTE	0,29	0,34	0,60	1,20	1,41	1,71	1,82	2,04	2,10	2,13	0,18	1,27	1,75	2,07	2,08	0,29	0,34	0,57	1,21	1,38	1,78	1,89	2,10	2,13	1,96
	ELÉTRICA	0,58	0,44	0,68	1,17	1,45	1,68	1,85	2,04	2,17	2,15	0,34	1,22	1,69	1,91	2,33	0,59	0,44	0,68	1,18	1,48	1,72	1,80	2,03	2,13	2,12
	IGREJA	0,41	0,38	0,82	1,29	1,61	1,83	2,11	2,11	2,21	2,32	0,32	1,32	1,85	2,13	2,11	0,42	0,37	0,81	1,30	1,64	1,75	2,00	2,20	2,21	2,40
	SAPO	0,59	0,62	0,89	1,04	1,34	1,46	1,60	1,66	1,81	1,68	0,67	1,03	1,57	1,75	1,64	0,59	0,62	0,86	0,98	1,34	1,53	1,65	1,82	1,67	1,99
MÉDIA TOTAL		0,53	0,43	0,68	1,09	1,42	1,69	1,84	1,97	2,03	2,11	0,40	1,12	1,69	2,00	2,07	0,53	0,43	0,67	1,08	1,40	1,69	1,81	2,01	2,04	2,11

Fonte: Próprio autor (2016).

Pode-se verificar na Tabela 4.11 que 0,40 foi o melhor resultado para a distância de Itakura-Saito para a SNRIseg de 3 dB usando a família *wavelet* coiflet de ordem 1. Os demais valores para essa medida estão entre 0,43 e 2,11, utilizando as outras famílias de *wavelets*.

A Tabela 4.12 ilustra os resultados obtidos da SNROseg para a SNRIseg de 6 dB usando o método proposto de Dhivya e Justin (2014).

Tabela 4.12 – Resultado da relação sinal/ruído segmentada de saída (SNROseg) para uma relação sinal/ruído segmentada de entrada (SNRIseg) de 6 dB usando o método proposto por Dhivya e Justin (2014) para diferentes famílias de *wavelets*.

VOZ	PALAVRA	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	DB8	DB9	DB10	COIF1	COIF2	COIF3	COIF4	COIF5	SYM1	SYM2	SYM3	SYM4	SYM5	SYM6	SYM7	SYM8	SYM9	SYM10
VOZ A - MASCULINO	BALA	7	7	6	7	7	7	7	8	7	7	7	7	7	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	BOI	8	7	8	7	8	8	8	7	8	8	8	8	8	8	8	7	7	8	8	8	8	8	7	8	7
	CASA	6	7	7	7	6	7	7	7	6	7	7	7	6	7	7	6	7	7	7	6	7	7	7	6	7
	COLA	6	6	7	6	6	6	7	7	6	6	7	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	7	7	6	6
	DADO	5	5	6	6	6	5	6	5	6	5	5	5	6	6	6	6	5	6	6	6	5	6	5	6	5
	DIA	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	ELEFANTE	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	ELÉTRICA	9	10	9	10	10	10	9	10	10	10	9	10	9	10	9	9	10	9	10	10	10	9	10	10	10
	IGREJA	6	6	7	7	7	6	7	6	6	6	7	6	6	6	7	6	6	7	6	6	6	7	7	6	6
	SAPO	6	6	6	7	6	7	6	7	6	7	6	7	6	6	6	6	6	6	6	7	6	7	6	7	6
VOZ B - MASCULINO	BALA	5	6	5	5	4	6	5	6	4	6	5	6	4	5	5	4	6	5	5	4	6	5	6	5	6
	BOI	9	9	9	8	9	9	9	8	9	9	9	9	9	8	9	9	9	9	8	9	9	9	8	9	9
	CASA	5	5	4	7	5	5	4	7	5	5	4	5	5	7	4	5	5	4	7	5	5	4	7	5	5
	COLA	6	7	6	7	7	7	6	8	7	7	6	7	7	8	6	6	7	6	8	7	7	6	8	7	7
	DADO	6	5	7	6	6	5	7	6	6	5	6	5	6	6	7	6	5	7	6	6	5	7	6	6	5
	DIA	7	8	7	8	8	8	7	8	8	8	7	8	8	8	7	8	8	7	8	8	8	7	8	8	8
	ELEFANTE	5	4	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	5	4
	ELÉTRICA	7	7	7	7	8	7	7	7	8	7	7	7	8	7	7	7	7	8	7	8	7	7	7	8	7
	IGREJA	6	7	6	6	6	7	6	7	7	6	6	6	7	7	6	6	6	6	6	6	7	6	6	7	7
	SAPO	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5

VOZ	PALAVRA	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	DB8	DB9	DB10	COIF1	COIF2	COIF3	COIF4	COIF5	SYM1	SYM2	SYM3	SYM4	SYM5	SYM6	SYM7	SYM8	SYM9	SYM10
VOZ C - MASCULINO	BALA	8	8	9	8	9	9	9	8	9	9	8	9	9	8	9	8	8	9	8	9	9	8	9	9	
	BOI	7	7	8	7	7	7	8	7	8	7	8	7	7	7	8	7	7	8	7	7	7	8	8	7	7
	CASA	6	7	6	7	7	7	6	8	7	7	6	7	7	8	6	6	7	6	8	7	7	6	8	7	7
	COLA	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	7	7	7	7	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	DADO	8	9	9	9	8	9	9	9	8	9	9	9	8	8	9	8	9	9	9	8	9	9	9	8	9
	DIA	8	8	9	9	9	8	9	9	9	8	9	8	9	9	9	8	8	9	9	9	8	9	9	9	8
	ELEFANTE	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	ELÉTRICA	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	IGREJA	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	SAPO	8	8	7	8	8	8	7	8	8	8	7	8	8	8	7	8	8	7	9	8	8	7	8	8	8
VOZ D - MASCULINO	BALA	6	5	6	5	6	5	6	6	5	6	5	6	6	6	6	6	5	5	6	6	6	5	6	6	5
	BOI	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	CASA	7	7	7	8	7	8	7	8	7	8	6	8	7	7	7	7	7	7	7	7	8	7	8	7	8
	COLA	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	6	6	6	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6
	DADO	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4
	DIA	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	ELEFANTE	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	ELÉTRICA	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4
	IGREJA	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	SAPO	7	7	7	8	7	7	7	8	7	8	7	8	7	8	8	6	7	7	8	7	8	7	7	7	8
VOZ E - FEMININO	BALA	6	6	7	7	7	6	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7	6	7	7	7	6	7	7	7	7
	BOI	5	5	5	5	5	6	5	5	5	6	5	6	6	5	6	6	5	6	5	5	6	6	6	6	5
	CASA	5	4	4	5	4	5	4	4	4	5	5	5	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4
	COLA	8	8	8	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	DADO	7	8	8	8	6	9	9	8	7	9	9	9	7	8	8	6	9	8	8	6	9	8	9	6	9
	DIA	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	ELEFANTE	10	10	10	10	10	10	9	10	9	10	9	10	10	10	10	9	9	10	10	9	10	10	10	10	10
	ELÉTRICA	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2
	IGREJA	9	9	9	9	9	9	9	9	8	9	8	9	8	9	9	9	8	9	9	9	9	9	9	9	9
	SAPO	7	8	7	9	8	8	7	9	8	8	7	8	8	9	7	7	8	7	9	8	8	6	9	8	8
VOZ F - FEMININO	BALA	7	6	7	6	8	7	7	6	7	7	7	6	7	6	7	7	6	7	6	7	7	6	7	7	7
	BOI	8	8	8	9	8	9	8	9	9	9	8	8	9	9	8	8	8	8	9	9	8	8	9	8	9
	CASA	6	6	6	5	7	6	6	5	7	6	6	6	7	5	6	6	6	6	5	7	6	6	5	7	6
	COLA	7	6	8	7	7	6	8	7	7	6	8	6	7	7	8	7	6	8	7	7	6	8	7	7	6
	DADO	7	8	8	8	7	8	8	8	7	8	8	8	7	8	8	7	8	7	8	6	9	8	8	6	8
	DIA	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	ELEFANTE	5	6	6	5	6	5	6	6	6	5	6	5	6	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	ELÉTRICA	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	IGREJA	8	7	8	7	8	8	8	7	8	8	8	8	8	7	8	8	8	8	7	8	8	8	7	8	8
	SAPO	5	5	6	5	6	5	6	4	7	5	5	5	6	4	5	5	5	6	4	6	5	6	5	7	5
VOZ G - FEMININO	BALA	8	9	10	8	10	10	10	9	10	10	10	10	10	8	10	9	9	10	9	10	10	10	8	10	10
	BOI	9	9	9	8	10	9	9	9	9	9	10	9	9	8	9	8	9	9	8	10	9	9	9	10	9
	CASA	6	6	7	7	7	6	7	7	7	6	6	6	7	7	7	6	6	7	7	7	5	7	7	7	6
	COLA	7	8	8	8	7	9	8	8	7	9	8	9	7	8	8	7	9	7	8	7	9	8	8	7	9
	DADO	6	6	7	6	7	6	7	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6	7	6	6	6	7	6	7	6
	DIA	5	6	6	5	6	6	6	5	6	6	6	5	6	5	6	5	6	6	5	6	6	6	5	6	6
	ELEFANTE	5	5	5	6	6	6	6	5	6	6	5	5	6	5	6	5	5	6	5	5	6	6	5	6	6
	ELÉTRICA	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	7	6
	IGREJA	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	7	6	7	6	7	7	7	7	7	6	7	7	7
	SAPO	4	6	5	5	4	6	5	5	4	6	5	6	4	5	5	4	6	5	5	4	6	5	5	5	6
VOZ H - FEMININO	BALA	6	6	6	7	6	7	6	7	7	7	6	6	6	7	6	6	7	6	7	6	7	6	7	7	6
	BOI	9	9	10	10	10	9	10	10	10	9	9	9	10	10	11	9	9	10	10	10	9	11	10	10	9
	CASA	4	4	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4	4	4	5	4	5	5	5	4	4
	COLA	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	5
	DADO	8	8	9	9	8	10	9	10	8	10	8	10	8	10	9	8	8	9	9	8	10	9	10	8	10
	DIA	6	6	7	7	7	6	7	6	7	7	8	6	7	7	6	6	6	8	6	7	6	7	6	6	7
	ELEFANTE	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	ELÉTRICA	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	IGREJA	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	SAPO	6	5	5	6	6	6	5	6	6	6	5	6	6	7	6	6	5	5	6	6	6	5	7	6	6

VOZ	PALAVRA	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	DB8	DB9	DB10	COIF1	COIF2	COIF3	COIF4	COIF5	SYM1	SYM2	SYM3	SYM4	SYM5	SYM6	SYM7	SYM8	SYM9	SYM10
VOZ I - MASCULINO	BALA	12	11	13	12	12	12	13	12	13	12	13	12	13	12	13	12	12	12	12	12	12	13	13	12	12
	BOI	11	11	12	11	12	11	11	11	11	11	12	11	11	12	11	11	11	11	11	11	10	12	11	12	11
	CASA	10	10	11	11	11	10	11	11	11	10	10	10	11	11	11	10	10	11	11	11	10	11	11	11	10
	COLA	10	10	11	11	10	11	11	11	10	11	10	11	10	11	11	10	11	11	11	11	10	11	11	11	10
	DADO	10	11	11	11	10	12	11	11	10	11	10	11	10	11	11	10	11	11	11	10	11	11	11	10	11
	DIA	10	11	11	11	10	11	11	11	10	12	11	12	10	11	11	10	11	11	11	11	10	11	10	11	11
	ELEFANTE	9	10	9	10	10	10	9	10	10	10	9	10	10	10	9	10	10	10	9	10	10	9	10	10	10
	ELÉTRICA	9	10	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10
	IGREJA	9	9	9	9	9	10	10	10	9	10	9	10	9	10	9	9	10	9	9	9	10	9	10	9	10
	SAPO	8	9	8	10	9	9	8	10	9	9	8	9	9	10	8	8	9	8	10	9	9	8	10	9	9
VOZ J - FEMININO	BALA	4	6	5	6	4	6	5	5	4	6	5	6	4	6	5	5	6	5	5	4	6	5	5	5	6
	BOI	9	9	9	8	9	9	9	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	9	9	9	8	9	9
	CASA	5	5	4	6	5	5	4	7	5	5	4	5	5	7	4	5	5	4	6	5	5	4	7	5	5
	COLA	6	7	6	8	7	7	6	8	7	7	6	7	7	8	6	6	7	6	7	7	7	6	8	7	7
	DADO	6	5	7	6	6	5	7	6	6	5	6	5	6	6	7	6	5	7	6	6	5	7	6	6	5
	DIA	8	8	7	8	8	8	7	8	8	8	7	8	8	8	7	7	8	7	8	8	8	7	8	8	8
	ELEFANTE	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4
	ELÉTRICA	7	7	7	7	7	7	7	7	8	7	8	7	8	7	7	8	7	7	8	7	8	7	8	7	8
	IGREJA	6	7	6	6	7	7	6	7	7	6	6	6	6	7	6	6	7	6	6	6	7	6	7	6	7
	SAPO	5	5	4	5	5	5	5	5	6	5	3	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5
MÉDIA	BALA	6,9	7,0	7,4	7,1	7,3	7,5	7,5	7,4	7,3	7,6	7,3	7,5	7,3	7,3	7,5	7,1	7,2	7,3	7,2	7,2	7,6	7,4	7,3	7,5	7,5
	BOI	7,9	7,8	8,2	7,7	8,2	8,1	8,1	7,8	8,2	8,1	8,2	8,0	8,2	8,0	8,3	7,8	7,8	8,2	7,8	8,2	7,9	8,4	8,0	8,3	7,9
	CASA	6,0	6,1	6,0	6,8	6,3	6,4	6,0	6,9	6,3	6,4	5,8	6,4	6,3	6,9	6,0	6,0	6,1	6,0	6,7	6,3	6,2	6,1	7,0	6,3	6,2
	COLA	6,7	7,0	7,2	7,2	6,9	7,2	7,2	7,5	7,0	7,3	6,9	7,1	6,9	7,4	7,2	6,6	7,1	7,1	7,3	6,9	7,2	7,2	7,5	6,9	7,2
	DADO	6,7	6,9	7,6	7,3	6,8	7,3	7,7	7,3	6,8	7,2	7,1	7,2	6,8	7,3	7,6	6,7	7,0	7,5	7,3	6,6	7,3	7,6	7,4	6,8	7,2
	DIA	7,1	7,4	7,4	7,5	7,5	7,4	7,4	7,4	7,5	7,6	7,5	7,4	7,5	7,5	7,3	7,1	7,4	7,5	7,4	7,5	7,4	7,3	7,4	7,4	7,5
	ELEFANTE	5,9	5,9	6,0	6,0	6,2	6,0	6,0	5,9	6,0	5,9	5,9	5,8	6,2	6,1	6,1	5,8	5,9	6,1	6,1	6,0	6,0	6,1	6,1	6,1	6,0
	ELÉTRICA	5,9	6,0	5,9	6,0	6,2	5,9	5,9	6,0	6,2	5,9	5,9	5,9	6,1	6,0	5,8	5,9	6,0	5,9	6,0	6,2	5,9	5,9	5,9	6,3	6,0
	IGREJA	7,0	7,1	7,1	7,0	7,2	7,3	7,2	7,1	7,2	7,0	7,1	7,1	7,1	7,1	7,2	6,9	7,1	7,1	6,9	7,0	7,3	7,0	7,2	7,1	7,3
	SAPO	6,1	6,4	5,9	6,8	6,4	6,6	6,1	6,7	6,6	6,7	5,6	6,7	6,4	6,7	6,2	6,0	6,4	5,9	6,6	6,4	6,7	6,0	6,8	6,6	6,7
MÉDIA TOTAL		6,62	6,76	6,87	6,94	6,90	6,97	6,91	7,00	6,91	6,97	6,73	6,91	6,88	7,03	6,92	6,59	6,80	6,86	6,93	6,83	6,95	6,90	7,06	6,93	6,95

Fonte: Próprio autor (2016).

Pode-se observar na Tabela 4.12 que 6,59 dB foi o melhor resultado da symlet de ordem 1. Os resultados das outras famílias *wavelet* variaram entre 6,62 dB e 7,06 dB.

Finalmente, a Tabela 4.13 mostra os resultados obtidos da distância de Itakura-Saito para a SNRIseg de 6 dB usando o método proposto por Dhivya e Justin (2014).

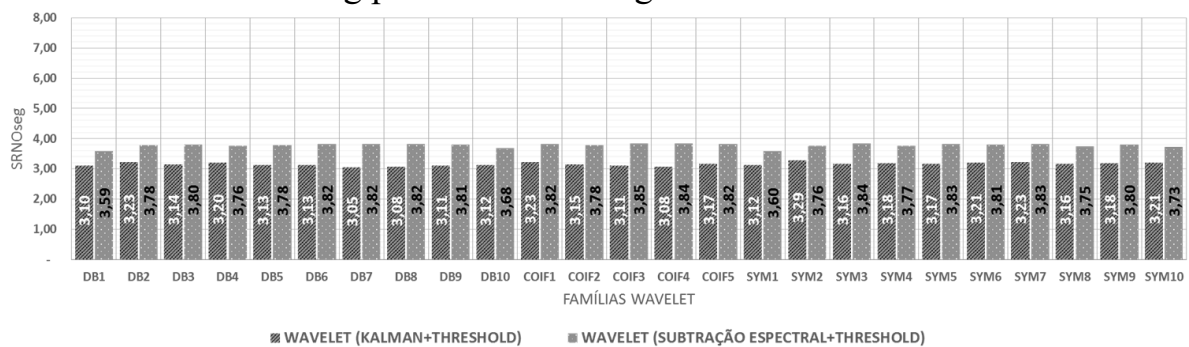
Tabela 4.13 – Resultado da distância de Itakura-Saito para a SNRIseg de 6 dB usando o método proposto por Dhivya e Justin (2014) para diferentes famílias de wavelets.

VOZ	PALAVRA	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	DB8	DB9	DB10	COIF1	COIF2	COIF3	COIF4	COIF5	SYM1	SYM2	SYM3	SYM4	SYM5	SYM6	SYM7	SYM8	SYM9	SYM10
VOZ A - MASCULINO	BALA	0,53	0,31	0,15	0,25	0,43	1,29	1,77	1,69	1,85	2,00	0,15	0,30	0,49	1,43	1,82	0,53	0,31	0,19	0,27	1,23	1,27	1,72	1,74	2,05	1,77
	BOI	0,65	0,19	0,19	0,88	0,85	1,27	1,54	1,25	1,93	1,03	0,29	0,95	1,25	1,51	1,25	0,66	0,17	0,19	0,83	0,94	1,61	1,17	0,51	1,43	2,23
	CASA	0,26	0,29	0,78	0,82	1,33	1,34	2,16	1,55	1,76	1,45	0,37	0,90	1,91	1,66	2,15	0,26	0,29	0,86	0,83	1,51	1,64	2,20	1,26	2,33	2,17
	COLA	0,75	0,31	0,19	0,57	0,81	1,13	1,11	1,56	0,77	1,07	0,42	0,71	0,84	0,91	1,13	0,76	0,30	0,23	0,74	0,67	1,36	0,70	1,22	0,35	1,08
	DADO	0,79	0,32	0,20	0,55	0,61	0,82	1,02	1,51	1,19	1,07	0,45	0,54	0,83	1,05	1,34	0,79	0,29	0,21	0,49	0,55	0,92	0,83	1,61	1,14	2,02
	DIA	0,31	0,18	0,49	0,54	0,63	1,20	1,42	1,73	2,01	0,90	0,11	0,58	1,49	1,42	2,19	0,33	0,20	0,53	0,52	1,24	1,09	1,67	1,29	1,59	1,42
	ELEFANTE	0,30	0,10	0,35	1,30	1,21	1,85	1,85	2,35	1,67	2,46	0,06	1,25	1,62	2,27	2,54	0,32	0,10	0,32	1,33	1,25	1,88	1,81	1,88	2,27	1,38
	ELÉTRICA	0,33	0,17	0,54	0,56	1,60	1,42	2,17	1,95	2,35	2,18	0,13	0,61	2,02	2,09	2,78	0,33	0,18	0,56	0,59	1,58	1,42	2,08	2,00	1,65	2,42
	IGREJA	0,37	0,12	0,37	1,22	1,13	0,74	1,60	1,37	2,07	2,35	0,10	1,06	1,51	0,88	2,22	0,36	0,13	0,36	1,23	1,10	1,71	1,70	2,16	0,89	1,63
	SAPO	0,64	0,71	0,75	0,80	0,76	0,77	0,80	0,84	0,78	0,82	0,76	0,81	0,76	0,78	0,81	0,63	0,70	0,77	0,77	0,76	0,79	0,80	0,78	0,75	0,81
VOZ B - MASCULINO	BALA	0,43	0,41	0,59	0,55	1,21	1,30	2,36	2,08	2,26	2,56	0,44	0,58	1,79	2,14	1,82	0,42	0,41	0,58	0,54	1,16	1,26	2,09	2,06	2,71	2,32
	BOI	0,74	0,32	0,24	1,30	1,34	2,18	2,01	2,59	2,38	2,90	0,26	1,40	1,77	2,63	2,67	0,75	0,30	0,25	1,31	1,37	2,16	2,03	2,60	2,52	2,86
	CASA	0,20	0,13	0,32	0,44	0,72	0,69	0,71	0,78	0,78	0,75	0,17	0,42	0,78	0,85	0,74	0,20	0,14	0,33	0,45	0,70	0,62	0,73	0,84	0,80	0,82
	COLA	0,57	0,28	0,31	0,42	1,66	1,69	1,31	2,37	2,77	2,75	0,22	0,47	2,14	2,24	2,15	0,57	0,26	0,32	0,44	1,64	1,67	2,17	2,33	2,77	2,58
	DADO	0,67	0,25	0,23	0,71	0,64	1,40	1,47	2,13	1,97	2,33	0,39	0,61	1,16	2,07	2,24	0,67	0,26	0,23	0,73	0,65	1,42	1,15	2,14	2,00	2,13
	DIA	0,17	0,17	0,34	0,34	0,44	0,40	0,47	0,51	0,51	0,54	0,20	0,32	0,44	0,40	0,47	0,16	0,17	0,32	0,32	0,52	0,40	0,49	0,44	0,43	0,40
	ELEFANTE	0,17	0,29	0,50	1,64	1,63	2,24	1,62	2,69	2,65	3,00	0,09	1,45	2,05	2,05	2,18	0,17	0,31	0,51	1,59	1,62	2,06	2,23	2,72	2,63	2,97
	ELÉTRICA	0,45	0,34	0,50	1,15	1,22	1,74	1,58	1,74	2,40	2,23	0,17	1,25	1,57	2,55	1,55	0,45	0,36	0,47	1,29	1,18	2,04	1,87	2,29	2,43	2,10
	IGREJA	0,26	0,06	0,98	0,99	1,68	1,56	2,17	2,10	2,44	2,14	0,24	1,02	1,96	2,15	2,43	0,26	0,07	0,99	0,98	1,73	1,53	2,18	2,07	2,57	2,52
	SAPO	0,25	0,56	0,57	1,03	1,14	1,51	1,53	1,50	1,36	1,26	0,28	1,02	1,27	1,22	1,75	0,24	0,52	0,52	0,98	1,18	1,35	1,07	1,49	1,15	1,32
VOZ C - MASCULINO	BALA	0,85	0,25	0,17	0,31	0,51	0,43	1,04	1,58	1,47	1,53	0,41	0,57	0,93	1,63	1,73	0,86	0,26	0,18	0,52	0,51	1,15	1,10	1,54	1,53	1,55
	BOI	0,35	0,06	0,07	1,03	1,05	1,74	1,52	2,30	2,21	2,55	0,14	1,01	1,45	2,20	2,30	0,35	0,06	0,07	1,07	1,04	1,77	1,68	2,25	2,13	2,61
	CASA	0,38	0,20	0,39	0,69	0,83	0,73	0,89	0,88	0,90	0,87	0,17	0,58	0,96	0,79	1,07	0,38	0,18	0,42	0,58	0,69	0,68	0,92	0,78	0,96	0,98
	COLA	1,29	0,55	0,48	0,76	0,66	0,76	0,83	0,93	0,94	0,79	0,71	0,80	0,98	0,87	0,83	1,31	0,59	0,48	0,69	0,75	0,83	0,90	1,03	0,83	1,01
	DADO	0,79	0,52	0,36	0,47	0,96	1,13	1,62	1,46	1,24	0,94	0,34	0,45	1,39	1,55	2,07	0,77	0,54	0,36	0,43	1,10	1,10	1,42	1,55	1,49	1,69
	DIA	0,95	0,43	0,36	0,54	0,47	1,17	1,07	1,71	1,63	1,50	0,57	0,52	0,83	1,74	1,69	0,95	0,41	0,34	0,52	0,43	1,19	1,09	1,64	1,31	1,78
	ELEFANTE	0,57	0,23	0,32	0,90	0,81	1,07	0,93	1,00	1,65	1,76	0,24	0,75	1,14	1,14	1,20	0,57	0,21	0,28	0,92	0,79	1,19	1,17	1,29	0,78	1,13
	ELÉTRICA	0,93	0,33	0,30	0,75	0,63	1,36	1,31	0,67	1,49	2,00	0,45	0,83	1,11	0,39	1,91	0,92	0,30	0,29	0,72	0,81	1,03	1,16	0,94	1,53	1,65
	IGREJA	0,44	0,22	0,35	0,42	1,27	1,17	1,81	1,74	1,96	2,15	0,15	0,46	1,64	1,81	2,12	0,43	0,22	0,38	0,43	1,28	1,09	1,80	1,75	2,19	2,13
	SAPO	0,67	0,36	0,50	0,71	0,94	1,40	1,82	1,86	2,16	2,05	0,23	0,69	1,74	1,92	0,61	0,66	0,40	0,50	0,75	1,41	1,36	1,06	1,87	2,07	2,15
VOZ D - MASCULINO	BALA	0,67	0,25	0,32	0,99	0,86	1,98	1,78	1,95	2,03	1,45	0,29	1,12	1,78	1,69	2,61	0,67	0,26	0,32	0,99	1,08	1,48	2,11	2,18	2,55	2,14
	BOI	0,68	0,38	0,53	1,05	1,35	1,52	0,84	1,57	1,88	1,75	0,43	1,33	1,43	1,99	2,23	0,70	0,41	0,59	1,22	1,22	1,61	1,85	1,73	1,87	1,81
	CASA	0,22	0,16	0,33	0,31	1,27	1,29	1,85	1,95	2,33	1,58	0,08	0,34	1,76	2,04	2,41	0,22	0,17	0,33	0,32	1,25	1,29	2,02	1,93	1,84	2,15
	COLA	0,47	0,30	0,85	0,96	1,82	1,57	1,18	1,69	1,31	1,33	0,28	0,96	1,95	1,30	2,17	0,49	0,30	0,84	0,85	1,52	1,63	2,01	1,95	1,92	1,56
	DADO	0,91	0,33	0,26	0,71	0,72	1,66	1,37	1,54	2,17	2,05	0,42	0,87	1,10	2,18	1,49	0,92	0,34	0,28	0,63	0,69	1,72	1,04	2,13	1,99	1,21
	DIA	0,24	0,69	0,92	1,62	1,57	1,88	1,75	1,52	1,55	1,62	0,15	1,54	1,67	2,09	1,56	0,22	0,72	0,91	1,53	1,48	1,52	1,73	1,77	2,08	1,84
	ELEFANTE	0,18	0,53	0,80	1,77	1,84	2,40	2,26	2,34	2,58	2,91	0,13	1,61	1,28	2,64	2,21	0,19	0,53	0,81	1,68	1,81	2,40	2,33	2,31	2,28	2,86
	ELÉTRICA	0,62	0,31	0,61	0,69	1,18	1,45	1,60	1,40	1,43	1,52	0,27	0,74	1,16	1,38	1,55	0,63	0,29	0,60	0,71	0,96	1,12	1,48	1,39	1,41	1,54
	IGREJA	0,28	0,33	0,68	1,59	1,54	1,73	1,73	1,96	1,85	1,44	0,15	0,98	1,65	2,69	2,23	0,29	0,36	0,75	1,45	1,55	2,13	1,85	2,07	1,62	2,35
	SAPO	0,47	0,59	0,67	0,73	0,95	1,01	1,10	1,02	1,04	1,04	0,60	0,82	1,01	1,08	1,08	0,50	0,59	0,70	0,81	1,07	1,04	1,17	1,21	1,25	0,93
VOZ E - FEMININO	BALA	0,61	0,41	0,49	1,37	1,64	1,75	1,81	1,58	1,56	1,74	0,30	1,38	2,16	1,15	1,33	0,62	0,39	0,50	1,51	1,48	1,48	2,10	2,33	1,37	1,44
	BOI	0,99	0,42	0,45	0,93	0,94	1,06	1,45	1,61	1,09	2,09	0,57	0,79	1,09	0,81	1,52	0,96	0,41	0,41	0,84	0,94	1,17	1,25	0,42	1,10	1,17
	CASA	0,18	0,18	1,04	1,20	2,02	1,74	2,30	2,49	2,24	2,06	0,48	1,20	2,01	1,89	2,26	0,17	0,17	1,04	1,16	1,95	1,90	1,72	2,16	2,00	2,26
	COLA	0,59	0,22	0,37	1,01	1,11	1,67	1,50	1,63	1,88	1,51	0,29	1,12	1,47	1,67	2,11	0,62	0,24	0,38	0,29	1,11	0,88	1,67	1,15	1,74	1,27
	DADO	0,25	0,																							

VOZ	PALAVRA	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	DB8	DB9	DB10	COIF1	COIF2	COIF3	COIF4	COIF5	SYM1	SYM2	SYM3	SYM4	SYM5	SYM6	SYM7	SYM8	SYM9	SYM10
VOZ G - FEMININO	BALA	0,61	0,36	0,32	1,26	1,30	2,20	2,43	2,97	1,68	3,05	0,25	1,47	2,02	1,44	2,42	0,61	0,35	0,38	1,11	1,34	2,09	2,52	2,82	2,92	3,25
	BOI	0,51	0,73	0,78	2,01	2,13	2,86	2,94	3,28	3,08	3,60	0,41	2,12	2,57	3,36	3,33	0,51	0,72	0,79	1,91	2,07	2,41	2,86	3,27	3,25	2,89
	CASA	0,30	1,01	0,99	1,24	1,12	1,23	1,20	1,26	1,38	1,17	0,72	1,12	1,17	1,44	1,28	0,30	1,02	1,03	1,33	1,05	1,19	1,29	1,38	1,17	1,26
	COLA	0,36	0,49	0,73	0,83	1,85	2,07	2,77	2,25	3,15	2,84	0,51	0,84	2,44	2,83	2,30	0,35	0,46	0,76	0,81	1,86	2,07	2,77	2,85	3,07	1,90
	DADO	0,34	0,38	0,53	1,84	1,65	2,58	2,81	2,86	2,65	2,72	0,27	1,67	2,06	2,97	3,29	0,33	0,38	0,55	1,80	1,68	2,74	2,79	2,83	1,99	2,76
	DIA	0,40	0,68	0,73	1,00	0,93	1,11	1,06	1,10	1,08	1,12	0,40	1,07	1,02	1,13	1,06	0,40	0,65	0,72	0,92	1,00	1,10	1,07	1,07	1,17	1,02
	ELEFANTE	0,38	0,81	1,08	2,37	2,35	2,91	2,58	2,63	2,43	2,67	0,40	2,33	2,52	2,83	2,48	0,37	0,80	1,09	2,33	2,36	3,09	3,00	3,12	3,42	2,16
	ELÉTRICA	0,35	0,87	1,09	1,78	2,11	2,91	2,69	1,99	1,90	2,77	0,30	2,31	2,29	1,51	3,55	0,35	0,88	1,09	1,58	1,70	2,88	2,44	2,25	1,88	2,40
	IGREJA	0,55	1,15	1,43	1,97	1,80	2,18	1,95	2,35	2,17	2,07	0,73	1,78	1,93	1,94	2,25	0,55	1,16	1,46	1,40	1,56	1,69	1,86	1,98	1,68	2,12
	SAPO	0,47	0,52	0,53	0,43	0,42	0,45	0,44	0,42	0,41	0,43	0,59	0,50	0,41	0,41	0,44	0,47	0,54	0,51	0,44	0,41	0,45	0,43	0,42	0,39	0,44
VOZ H - FEMININO	BALA	0,60	0,45	0,68	0,81	1,78	1,92	2,11	2,73	1,85	2,07	0,49	0,85	2,07	2,74	2,04	0,62	0,47	0,69	0,79	1,70	1,83	2,59	2,72	2,50	2,99
	BOI	0,63	0,30	0,35	1,39	1,11	1,94	2,02	1,98	2,34	2,53	0,33	1,41	1,80	2,24	2,62	0,65	0,30	0,33	1,44	1,41	2,08	2,04	2,49	1,27	1,86
	CASA	0,19	0,39	1,63	1,53	1,84	1,69	2,54	2,10	1,57	2,30	1,05	1,57	1,77	2,24	2,17	0,19	0,38	1,62	1,50	1,96	2,14	1,97	2,35	2,44	2,41
	COLA	0,52	0,39	0,85	0,83	1,88	2,10	2,37	2,53	2,26	2,79	0,41	0,92	2,25	2,21	2,75	0,51	0,40	0,85	0,85	1,80	2,10	2,74	2,39	2,01	2,66
	DADO	0,57	0,41	0,55	0,53	1,40	1,39	2,28	2,35	2,76	2,76	0,39	0,56	1,88	2,18	3,00	0,55	0,42	0,56	0,52	1,39	1,39	2,42	2,33	2,76	1,90
	DIA	0,28	0,36	0,64	1,08	1,51	2,06	0,85	1,40	2,06	1,59	0,10	1,41	1,12	1,16	2,53	0,29	0,43	0,68	0,89	0,98	1,21	0,89	2,43	2,36	1,19
	ELEFANTE	0,27	0,19	0,43	1,42	1,26	2,05	1,68	1,90	1,63	1,67	0,09	1,36	1,15	1,80	1,75	0,25	0,19	0,42	1,44	1,39	1,47	1,58	1,60	1,87	1,89
	ELÉTRICA	0,69	0,36	0,57	1,50	1,47	2,02	1,20	1,73	1,53	1,85	0,35	0,96	1,66	1,80	1,71	0,62	0,35	0,57	1,43	1,42	1,99	1,53	1,71	1,93	1,73
	IGREJA	0,44	0,31	0,61	1,48	1,50	1,58	1,74	1,55	1,70	1,30	0,18	1,38	1,85	1,12	1,59	0,47	0,31	0,65	1,28	1,47	1,74	1,46	1,48	1,49	1,77
	SAPO	0,70	0,64	1,01	1,04	1,30	1,04	1,17	1,10	1,12	1,15	1,00	1,17	1,18	1,15	1,15	0,68	0,64	1,08	0,99	1,11	1,17	1,20	1,17	1,24	1,16
VOZ I - MASCULINO	BALA	0,90	0,38	0,37	1,22	1,19	1,78	1,07	1,98	2,18	2,32	0,54	1,25	1,64	2,11	2,39	0,93	0,39	0,38	1,23	1,27	1,89	1,73	2,28	2,25	2,46
	BOI	0,78	0,34	0,39	1,32	1,31	1,60	2,00	2,40	2,26	2,62	0,37	1,32	1,77	2,52	2,37	0,79	0,34	0,42	1,30	1,33	0,80	2,00	2,10	1,95	2,59
	CASA	0,91	0,45	0,32	0,65	0,61	1,33	1,29	1,51	1,66	1,94	0,60	0,64	1,05	0,56	1,91	0,91	0,43	0,35	0,64	0,60	1,32	1,26	1,49	1,69	1,89
	COLA	0,67	0,49	1,12	1,27	1,97	2,03	2,52	2,43	2,69	2,73	0,46	1,32	2,23	2,54	2,70	0,69	0,48	1,16	1,32	2,01	1,74	2,45	2,37	2,74	2,74
	DADO	0,62	0,39	0,89	1,06	1,90	1,95	2,46	2,45	2,77	2,74	0,32	1,09	2,29	2,47	2,10	0,60	0,37	0,88	1,02	1,87	1,49	2,35	1,15	2,69	2,51
	DIA	0,72	0,59	0,45	0,43	1,05	1,01	1,92	1,68	2,10	1,78	0,43	0,43	1,55	1,84	1,43	0,71	0,62	0,44	0,41	1,02	0,99	1,65	1,77	2,24	2,23
	ELEFANTE	0,35	0,22	0,30	0,33	1,24	1,15	1,81	1,74	2,14	1,94	0,11	0,40	1,61	1,75	2,16	0,35	0,23	0,30	0,36	0,65	1,14	1,78	1,69	2,11	2,07
	ELÉTRICA	0,48	0,36	0,32	0,30	0,55	1,09	1,85	1,80	2,07	2,04	0,20	0,33	1,61	1,89	2,38	0,48	0,35	0,31	0,31	1,10	1,09	1,89	1,81	2,15	2,13
	IGREJA	0,41	0,23	0,47	0,47	1,28	1,27	2,02	1,93	2,39	2,12	0,19	0,53	1,78	2,01	2,43	0,41	0,25	0,45	0,48	1,34	1,26	2,02	1,93	2,01	2,37
	SAPO	0,57	0,50	0,22	0,32	1,03	0,96	1,38	1,41	1,03	1,21	0,35	0,31	0,46	0,70	1,30	0,58	0,52	0,23	0,34	0,78	0,64	1,49	1,43	0,52	1,34
VOZ J - FEMININO	BALA	0,43	0,41	0,59	0,57	1,17	1,07	2,26	2,20	2,40	2,35	0,43	0,60	1,81	1,83	2,66	0,42	0,41	0,59	0,53	1,16	1,14	1,97	2,14	2,23	2,26
	BOI	0,73	0,32	0,24	1,33	1,35	2,16	1,65	2,28	2,49	2,40	0,23	1,44	1,75	2,48	2,63	0,73	0,31	0,26	1,30	1,35	1,53	2,03	2,56	2,31	2,79
	CASA	0,20	0,14	0,34	0,44	0,69	0,64	0,76	0,77	0,79	0,70	0,17	0,44	0,75	0,83	0,69	0,20	0,14	0,34	0,42	0,66	0,67	0,74	0,81	0,77	0,78
	COLA	0,57	0,25	0,33	0,43	1,66	1,70	2,37	2,35	2,38	2,73	0,21	0,46	2,11	2,16	2,91	0,57	0,25	0,29	0,44	1,65	1,70	2,35	2,33	2,56	2,64
	DADO	0,67	0,25	0,23	0,73	0,62	1,42	1,47	2,12	2,00	2,25	0,39	0,60	1,16	2,07	2,23	0,67	0,26	0,23	0,74	0,63	1,42	1,47	2,13	1,92	2,15
	DIA	0,17	0,15	0,33	0,31	0,44	0,38	0,44	0,50	0,57	0,51	0,19	0,30	0,46	0,41	0,45	0,17	0,16	0,30	0,29	0,56	0,43	0,51	0,39	0,51	0,42
	ELEFANTE	0,17	0,30	0,52	1,60	1,61	2,15	1,59	2,74	2,63	2,69	0,08	1,51	1,38	2,51	2,39	0,18	0,31	0,51	1,60	1,13	1,85	1,81	2,11	2,65	3,01
	ELÉTRICA	0,45	0,37	0,52	1,30	1,19	1,25	1,88	2,47	1,69	3,02	0,16	1,29	1,63	2,49	2,80	0,45	0,36	0,49	1,19	1,26	2,05	1,17	1,40	1,53	2,95
	IGREJA	0,24	0,06	0,96	0,98	1,72	1,54	2,17	1,96	2,52	2,58	0,24	1,02	2,03	2,17	2,46	0,26	0,06	0,98	0,98	1,70	1,56	2,20	2,05	2,52	2,54
	SAPO	0,24	0,55	0,54	1,07	1,05	1,24	1,61	1,64	1,65	1,30	0,28	1,11	1,19	1,84	1,71	0,24	0,55	0,57	0,98	1,10	1,55	1,58	1,28	1,48	1,56
MÉDIA	BALA	0,63	0,36	0,40	0,80	1,09	1,53	1,82	2,05	1,91	2,12	0,36	0,90	1,58	1,78	2,09	0,64	0,36	0,41	0,82	1,17	1,52	1,93	2,16	2,17	2,20
	BOI	0,64	0,32	0,48	1,30	1,41	1,91	1,92	2,25	2,20	2,49	0,36	1,37	1,80	2,30	2,46	0,64	0,32	0,49	1,30	1,44	1,71	2,02	2,03	2,12	2,43
	CASA	0,33	0,35	0,66	0,79	1,11	1,15	1,45	1,40	1,42	1,35	0,42	0,79	1,29	1,30	1,54	0,32	0,34	0,68	0,79	1,11	1,22	1,35	1,37	1,47	1,54
	COLA	0,62	0,35	0,55	0,80	1,44	1,66	1,88	1,96	2,08	2,09	0,37	0,82	1,82	1,93	2,13	0,63	0,35	0,56	0,74	1,40	1,59	1,99	1,92	2,06	1,93
	DADO	0,60	0,34	0,50	0,83	1,17	1,57	1,92	2,10	2,02	2,23	0,37	0,82	1,55	2,10	2,23	0,59	0,34	0,50	0,81	1,18	1,55	1,81	2,04	2,07	2,14
	DIA	0,43	0,39	0,49	0,68	0,81	1,06	1,01	1,20	1,29	1,13	0,30	0,72	0,99	1,18	1,30	0,42	0,39	0,48	0,64	0,81	0,96	1,03	1,23	1,31	1,20
	ELEFANTE	0,28	0,31	0,50	1,22	1,36	1,74	1,65	1,97	2,00	2,09	0,14	1,15	1,47	1,92	1,90	0,28	0,31	0,50	1,20	1,27	1,66	1,79	1,88	2,05	2,00
	ELÉTRICA	0,54	0,36	0,58	1,05	1,32	1,69	1,85	1,75	1,84	2,05	0,27	1,09	1,67	1,74	2,21	0,54	0,36	0,57	1,03	1,33	1,76	1,76	1,81	1,93	2,15
	IGREJA	0,39	0,33	0,68	1,11	1,38	1,40	1,75	1,74	2,09	1,94	0,25	1,06	1,75	1,82	2,06	0,39	0,33	0,70	1,00	1,36	1,53	1,75	1,87	1,83	2

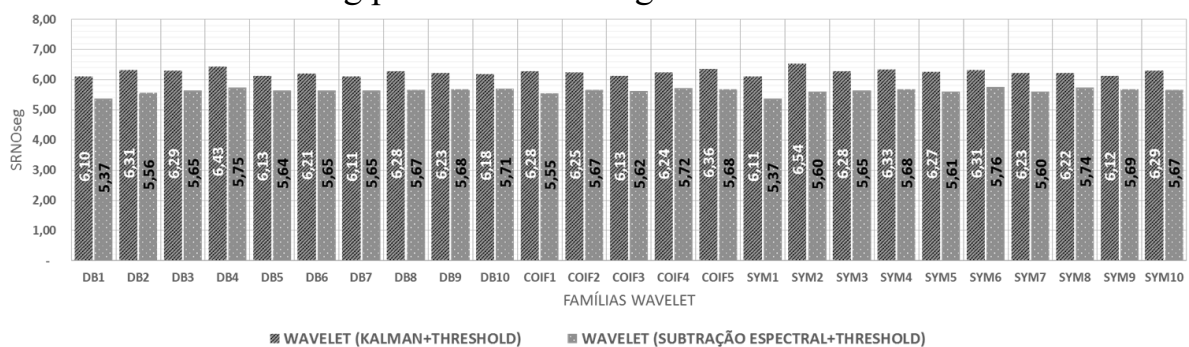
As Figuras 4.3 a 4.8 ilustram os resultados médios obtidos de 100 palavras para as medidas de relação sinal ruído segmentada de saída e distância de Itakura-Saito usando os métodos propostos neste trabalho e de Dhivya e Justin (2014) para todas as famílias *wavelets* testadas nesta dissertação utilizando como parâmetro de entrada a SNRIseg de 0, 3 e 6 dB, respectivamente.

Figura 4.3 – Comparação entre os métodos propostos neste trabalho e de Dhivya e Justin (2014) usando como parâmetro de medida a SNROseg para uma SNRIseg de 0 dB.



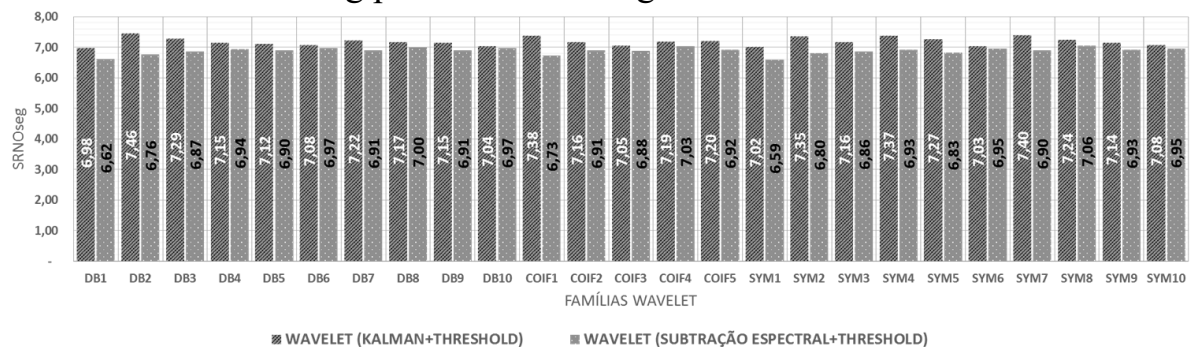
Fonte: Próprio autor (2016).

Figura 4.4 – Comparação entre os métodos propostos neste trabalho e de Dhivya e Justin (2014) usando como parâmetro de medida a SNROseg para uma SNRIseg de 3 dB.



Fonte: Próprio autor (2016).

Figura 4.5 – Comparação entre os métodos propostos neste trabalho e de Dhivya e Justin (2014) usando como parâmetro de medida a SNROseg para uma SNRIseg de 6 dB.

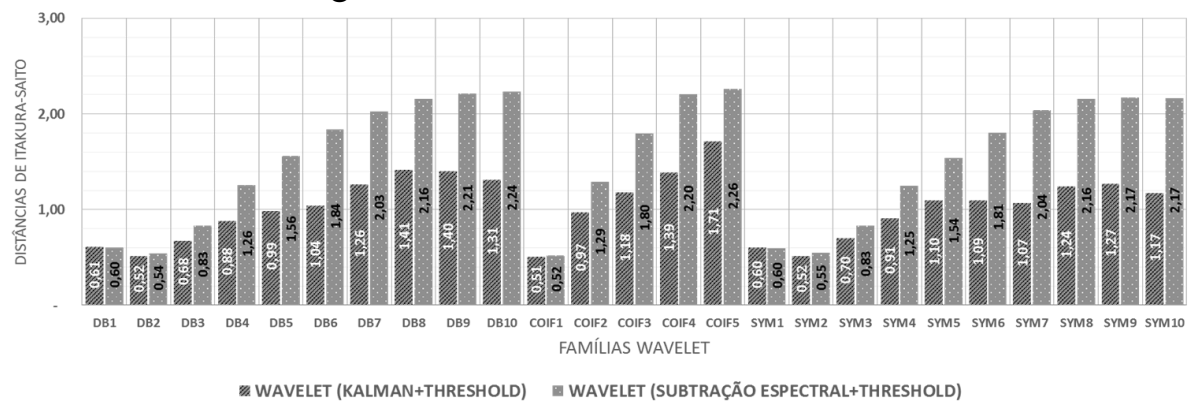


Fonte: Próprio autor (2016).

Pode-se observar nas Figuras 4.3 a 4.5 que para uma SNRIseg de 0 dB o método proposto por Dhivya e Justin (2014) apresentou maiores SNROseg do que o método proposto neste trabalho. Porém, para SNRIseg de 3 dB e 6 dB, o método proposto nesta dissertação apresentou SNROseg maiores do que o método proposto por Dhivya e Justin (2014).

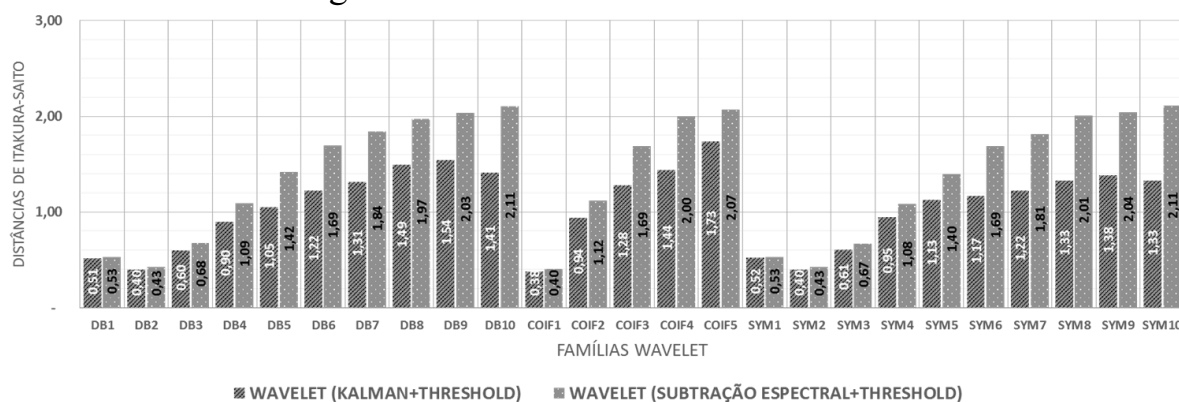
As Figuras 4.6 a 4.8 mostram a comparação da distorção espectral entre os métodos propostos neste trabalho e por Dhivya e Justin (2014).

Figura 4.6 – Comparação da distância de Itakura-Saito entre os métodos propostos neste trabalho e por Dhivya e Justin (2014) para a SNRIseg de 0 dB.



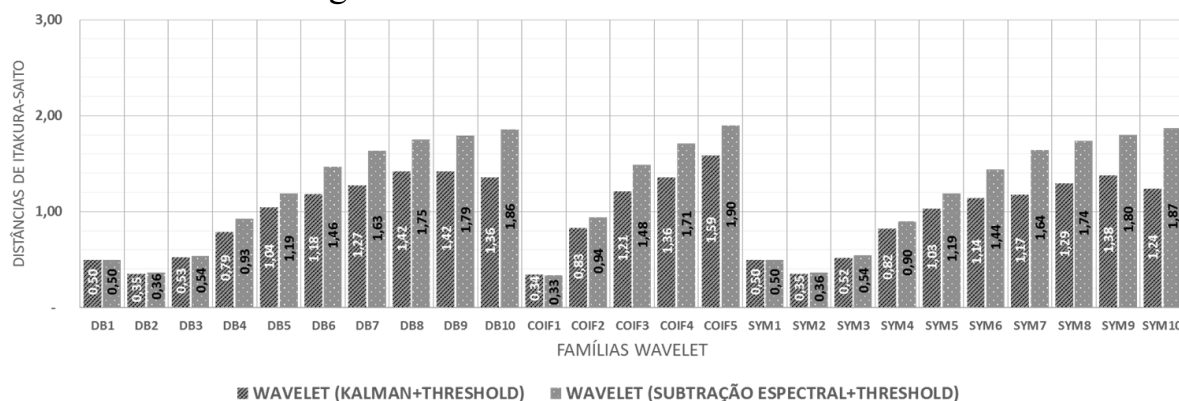
Fonte: Próprio autor (2016).

Figura 4.7 – Comparação da distância de Itakura-Saito entre os métodos propostos neste trabalho e por Dhivya e Justin (2014) para a SNRIseg de 3 dB.



Fonte: Próprio autor (2016).

Figura 4.8 – Comparação da distância de Itakura-Saito entre os métodos propostos neste trabalho e por Dhivya e Justin (2014) para a SNRIseg de 6 dB.



Fonte: Próprio autor (2016).

Pode-se verificar nas Figuras 4.6 a 4.8 que em todos os testes das SNRIseg de 0, 3 e 6 dB, o método proposto neste trabalho apresentou a menor distância espectral em relação ao método proposto de Dhivya e Justin (2014).

Finalmente, a Tabela 4.14 mostra a média de todos os resultados apresentados neste capítulo. Nesta tabela, foram destacadas as famílias coiflet de

ordem 1, symlet de ordem 2 e symlet de ordem 8, pois apresentaram os melhores resultados médios com relação aos três valores de SNRIseg.

Tabela 4.14 – Média dos resultados da SNR e da distância de Itakura-Saito para a SNRIseg igual a 0, 3, e 6 dB usando o método proposto neste trabalho e o método de Dhivya e Justin (2014) para diferentes famílias de wavelets.

MÉTODO	RESULTADO MÉDIO	SNRI (dB)	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	DB8	DB9	DB10	COIF1	COIF2	COIF3	COIF4	COIF5	SYM1	SYM2	SYM3	SYM4	SYM5	SYM6	SYM7	SYM8	SYM9	SYM10
Método Proposto	SNRO (dB)	0	3,10	3,23	3,14	3,20	3,13	3,13	3,05	3,08	3,11	3,12	3,23	3,15	3,11	3,08	3,17	3,12	3,29	3,16	3,18	3,17	3,21	3,23	3,16	3,18	3,21
	SNRO (dB)	3	6,10	6,31	6,29	6,43	6,13	6,21	6,11	6,28	6,23	6,18	6,28	6,25	6,13	6,24	6,36	6,11	6,54	6,28	6,33	6,27	6,31	6,23	6,22	6,12	6,29
	SNRO (dB)	6	6,98	7,46	7,29	7,15	7,12	7,08	7,22	7,17	7,15	7,04	7,38	7,16	7,05	7,19	7,20	7,02	7,35	7,16	7,37	7,27	7,03	7,40	7,24	7,14	7,08
	DIS	0	0,61	0,52	0,68	0,88	0,99	1,04	1,26	1,41	1,40	1,31	0,51	0,97	1,18	1,39	1,71	0,60	0,52	0,70	0,91	1,10	1,09	1,07	1,24	1,27	1,17
	DIS	3	0,51	0,40	0,60	0,90	1,05	1,22	1,31	1,49	1,54	1,41	0,38	0,94	1,28	1,44	1,73	0,52	0,40	0,61	0,95	1,13	1,17	1,22	1,33	1,38	1,33
	DIS	6	0,50	0,35	0,53	0,79	1,04	1,18	1,27	1,42	1,42	1,36	0,34	0,83	1,21	1,36	1,59	0,50	0,35	0,52	0,82	1,03	1,14	1,17	1,29	1,38	1,24
Método Dhivya e Justin	SNRO (dB)	0	3,59	3,78	3,80	3,76	3,78	3,82	3,82	3,82	3,81	3,68	3,82	3,78	3,85	3,84	3,82	3,60	3,76	3,84	3,77	3,83	3,81	3,83	3,75	3,80	3,73
	SNRO (dB)	3	5,37	5,56	5,65	5,75	5,64	5,65	5,65	5,67	5,68	5,71	5,55	5,67	5,62	5,72	5,68	5,37	5,60	5,65	5,68	5,61	5,76	5,60	5,74	5,69	5,67
	SNRO (dB)	6	6,62	6,76	6,87	6,94	6,90	6,97	6,91	7,00	6,91	6,97	6,73	6,91	6,88	7,03	6,92	6,59	6,80	6,86	6,93	6,83	6,95	6,90	7,06	6,93	6,95
	DIS	0	0,60	0,54	0,83	1,26	1,56	1,84	2,03	2,16	2,21	2,24	0,52	1,29	1,80	2,20	2,26	0,60	0,55	0,83	1,25	1,54	1,81	2,04	2,16	2,17	2,17
	DIS	3	0,53	0,43	0,68	1,09	1,42	1,69	1,84	1,97	2,03	2,11	0,40	1,12	1,69	2,00	2,07	0,53	0,43	0,67	1,08	1,40	1,69	1,81	2,01	2,04	2,11
	DIS	6	0,50	0,36	0,54	0,93	1,19	1,46	1,63	1,75	1,79	1,86	0,33	0,94	1,48	1,71	1,90	0,50	0,36	0,54	0,90	1,19	1,44	1,64	1,74	1,80	1,87

Fonte: Próprio autor (2016).

4.6 Conclusões

Este capítulo apresentou os resultados obtidos utilizando o algoritmo de redução de ruído desenvolvido neste trabalho e a comparação desse algoritmo com o método proposto por Dhivya e Justin (2014).

Nos primeiros testes realizados verificou-se que para a SNRIseg de 0 dB a SNROseg média de 100 palavras do método proposto por Dhivya e Justin (2014) foi maior do que o método proposto neste trabalho. Porém, para as SNRIseg de 3 e 6 dB, respectivamente, as SNROseg médias obtidas usando o método proposto nesta dissertação foram maiores do que a do método proposto por Dhivya e Justin.

Em todos os testes realizados ao comparar os métodos propostos neste trabalho com o de Dhivya e Justin (2014) em relação a distância espectral o método proposto nesta dissertação apresentou valores menores de distância

espectral. Isso mostra que o método proposto neste trabalho reconstrói o sinal corrompido por ruído com maior fidelidade.

O próximo capítulo apresenta as conclusões e as contribuições deste trabalho e os trabalhos futuros que poderão ser desenvolvidos a partir desta dissertação.

5 CONCLUSÕES E CONTRIBUIÇÕES DESTE TRABALHO E TRABALHOS FUTUROS

5.1 Introdução

Este capítulo apresenta as conclusões e as contribuições deste trabalho e os trabalhos futuros que poderão ser desenvolvidos a partir desta dissertação. Finalmente, são realizadas as considerações finais desse capítulo.

5.2 Conclusões

Este trabalho estudou as técnicas de redução de ruído em sinais de voz adicionando ruído branco a esses sinais. No método proposto o sinal de voz contaminado por esse ruído foi passado em uma janela de Hamming de 512 amostras com sobreposição de 50%. Após esse sinal ter sido passado por essa janela, ele foi decomposto por uma determinada família de *wavelet* em três níveis. Em seguida, os coeficientes de aproximação e detalhe resultantes dessa decomposição foram aplicados ao filtro de Kalman e ao *soft thresholding*, respectivamente.

No banco de dados construído nesta dissertação foram gravadas 50 vozes masculinas e 50 femininas em um total de 100 palavras. Nos testes realizados utilizando essas palavras o método proposto neste trabalho apresentou uma SNROseg maior do que o método proposto por Dhivya e Justin (2014) para as SNRIseg de 3 e 6 dB.

Em todos os testes realizados ao comparar os métodos propostos neste trabalho com o de Dhivya e Justin (2014) em relação a distância espectral o método proposto nesta dissertação apresentou valores menores de distância espectral. Isso mostra que o método proposto neste trabalho reconstrói o sinal corrompido por ruído com maior fidelidade.

5.3 Contribuições Deste Trabalho

Considerando os resultados obtidos nos testes realizados nesta dissertação, pode-se concluir que apesar dos resultados utilizando o método proposto por Dhivya e Justin (2014) serem satisfatórios, em termos da distorção espectral o método proposto neste trabalho reconstrói o sinal de voz contaminado por ruído branco com maior fidelidade.

5.4 Trabalhos Futuros

Os trabalhos futuros que poderão ser realizados após o desenvolvimento deste trabalho são:

- Comparar o método proposto nesta dissertação com outros métodos existentes de redução de ruído, tais como: psicoacústica, subtração espectral, filtros de Wiener, filtros de Kalman estendido, transformada wavelet Packet, dentre outras;
- Realizar testes utilizando outros tipos de ruídos, como por exemplo: ruído colorido, ruído de carro, ruído de helicóptero, ruído de trem, dentre outros; e
- Realizar testes utilizando outros tipos de limiares nos coeficientes de aproximação e detalhe, tais como: *hard thresholding*, *Semisoft thresholding*, estimador híbrido *SURE*, dentre outros descritos na literatura.

5.5 Considerações Finais deste Capítulo

Este capítulo apresentou as conclusões e as contribuições deste trabalho e os trabalhos futuros que poderão ser desenvolvidos a partir desta dissertação.

6 - BIBLIOGRAFIA

- AGGARWAL, R. et al. Noise reduction of speech signal using wavelet transform with modified universal threshold. **International Journal of Computer Applications**, v. 20, n. 5, p. 14-19, Abril 2011. <https://doi.org/10.5120/2431-3269>
- BAHOURA, M.; ROUAT, J. A New Approach for Wavelet Speech enhancement. 7th European Conference on Speech Communication and Technology 2nd INTERSPEECH Event. Aalborg: ISCA. 2001. p. 1937-1940. <https://doi.org/10.21437/Eurospeech.2001-457>
- BENEDETTO, J. J.; PFANDER, G. E. Periodic Wavelet Transforms and Periodicity Detection. **SIAM Journal on Applied Mathematics**, Auckland, v. 62, n. 4, p. 1329-1368, 2002. ISSN ISSN. <https://doi.org/10.1137/S0036139900379638>
- BEROUTI, M.; SCHWARTZ, R.; MAKHOUL, J. Enhancement of speech corrupted by acoustic noise. **IEEE**, p. 208-211, April 1979. <https://doi.org/10.1109/ICASSP.1979.1170788>
- BOLL, S. F. Suppression of acoustic noise in speech using spectral subtraction. **IEEE TRANSACTIONS ON ACOUSTICS**, Salt Lake City, v. 27, p. 113-120, April 1979. ISSN 0096-3518. <https://doi.org/10.1109/TASSP.1979.1163209>
- BROWN, R. G. **Introduction to Random Signal Analysis and Kalman Filtering**. New York: John Wiley & Sons, 1983.
- BROWN, R. G.; HWANG, P. Y. C. **Introduction to random signals and applied Kalman**. New York: John Wiley & Sons, Inc, 1997.
- CHEN, X.; LI, S.; WANG, W. New De-noising Method for Speech Signal Based on Wavelet Entropy and Adaptive Threshold. **Journal of Information & Computational Science**, Fevereiro 2015. 1257–1265.
- CHUI, C. K. **An Introduction to Wavelets**. 1ª. ed. San Diego: ACADEMIC PRESS, v. I, 1992.

DHIVYA, R.; JUSTIN, J. A Novel Speech Enhancement Technique. **IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology**, v. 3, p. 98-102, Special Issue: 07, Maio 2014.

<https://doi.org/10.15623/ijret.2014.0319019>

DONOHO, D. L.; JOHNSTONE, I. M. Ideal spatial adaptation via wavelet shrinkage. **Biometrika**, London, v. 81, n. 3, p. 425-455, Agosto 1994.

<https://doi.org/10.1093/biomet/81.3.425>

FRANÇA, R. G. et al. Noise Reduction in Speech Signals Using Discrete-time Kalman Filters Combined with Wavelet Transforms. **In: Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists**, Hong Kong, v. 2, p. 558-563, Março 2016.

HASSANI, M.; MOLLAEI, M. R. K. Speech enhancement based on spectral subtraction in wavelet domain. **In: 2011 IEEE 7th International Colloquium on Signal Processing and its Applications**, Março 2011.

<https://doi.org/10.1109/CSPA.2011.5759904>

HAYES, M. H. **Statistical Digital Signal Processing and Modeling**. Canadá: John Wiley & Sons, Inc, 1996.

JOSHI, S. S.; HAINALKAR, V. N. A comparison of soft and hard thresholding by using discrete wavelet transforms. **International Research Journal of Multidisciplinary Studies**, v. 2, n. 3, Março 2016.

KALMAN, R. E. A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems. **Journal of Basic Engineering**, Baltimore, p. 35-45, Março 1960.

<https://doi.org/10.1115/1.3662552>

KUMARI, V. S. R.; DEVARAKONDA, D. K. A Wavelet Based Denoising of Speech Signal. **International Journal of Engineering Trends and**, v. 5, n. 2, p. 107-115, Novembro 2013.

LI, R. et al. Speech enhancement using the combination of adaptive wavelet threshold and spectral subtraction based on wavelet packet decomposition. **In:**

- Signal Processing (ICSP), 2012 IEEE 11th International Conference on**, p. 481-484, 2012. <https://doi.org/10.1109/ICoSP.2012.6491530>
- LU, C.-T.; TSENG, K.-F.; CHEN, C.-T. Reduction of musical residual noise using hybrid median filter. **In: Engineering and Technology (S-CET), 2012 Spring Congress on**, IEEE, p. 1-4, Maio 2012. <https://doi.org/10.1109/SCET.2012.6341927>
- MALLAT, S. G. Multiresolution Approximations and Wavelet Orthonormal Bases of $L^2(\mathbb{R})$. **Transactions of the American Mathematical Society**, New York, v. 315, p. 70-87, September 1989. <https://doi.org/10.2307/2001373>
- MALLAT, S. G. **A Wavelet Tour of Signal Processing: The Sparse Way**. 3^a. ed. AMSTERDAM: Academic Press, 2009.
- MESSAOUD, M. A. B.; BOUZID, A.; ELLOUZE, N. Speech enhancement based on wavelet packet of an improved principal component analysis. **Computer Speech & Language**, v. 35, p. 58-72, Janeiro 2016. <https://doi.org/10.1016/j.csl.2015.06.001>
- MIYAZAKI, R. et al. Musical-noise-free speech enhancement based on optimized iterative spectral subtraction. **IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing**, v. 20, n. 7, p. 2080-2094, 2012. <https://doi.org/10.1109/TASL.2012.2196513>
- OLIVEIRA, H. M. D. **Análise de Sinais para Engenheiros: Uma Abordagem via Wavelets**. 1^a. ed. Recife: Brasport, 2007.
- SHAO, Y.; CHANG, C.-H. A Kalman filter based on wavelet filter-bank and psychoacoustic modeling for speech enhancement. **In: 2006 IEEE International Symposium on Circuits and Systems**, p. 121–124, 2006.
- SILVA, L. A. **Filtros de Kalman no tempo e frequência discretos combinados com subtração espectral**. 127 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade de São Paulo. São Paulo. 2007.

VASEGHI, S. V. **Advanced Digital Signal Processing and Noise Reduction**. 2^a. ed. Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2000.
<https://doi.org/10.1002/0470841621>

APÊNDICE A - CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS DE GRAVAÇÃO UTILIZADOS

A Tabela A1. 1 apresenta as características da placa de interface informadas pelo fabricante.

Tabela A1. 1 – Características da placa de interface *Fast Track Pro*

Two front-panel balanced/unbalanced mic/instrument/line inputs on combo XLR/TRS jacks, with individual instrument/line level switches and –20dB pad switches
Two balanced/unbalanced outputs on TRS jacks
Two inserts on TRS jacks
Four unbalanced outputs on RCA jacks
S/PDIF digital I/O on coaxial jacks
Signal and clip indicators for inputs 1&2
Two mic pre input level controls
Supports sample rates up to 96kHz with full 24-bit resolution
Functions as a stand-alone 24-bit/44.1kHz A/D converter
MIDI Input and Output with front-panel MIDI I/O indicators
Power LED
Phantom Power switch with indicator LED
Mono switch for input monitoring
Variable Input/Playback control for input monitoring
Output level control
A/B switch for headphone source selection
Headphone level knob
Front-panel headphone output
Output Level control
Rear-panel Kensington lock port

A Figura A1. 1 mostra a placa utilizada como interface de mídia.

Figura A1. 1 – Placa de interface Fast Track Pro



Fonte: Próprio autor (2016).

As especificações técnicas e características do microfone *M-Audio Sputnik Class A* fornecidas pelo fabricante estão listadas na Tabela A1. 2.

Tabela A1. 2 –Especificações técnicas do microfone utilizado.

Type	Large-Diaphragm Multi-Pattern Vacuum Tube Condenser
Capsule	3-micron thick Mylar diaphragm with evaporated gold, double sided; 1-inch diameter
Transconductance amplifier	6205M pentode vacuum tube, wired as a triode, military grade selected
Frequency Response	20Hz – 20kHz ± 1.5 dB
Sensitivity	30mV/Pa (-30.5dBV)
Max. SPL for 0.5% THD	132dB (or 142dB with 10dB pad)
Equivalent noise level	18dB (A-weighted)
Output impedance	200 Ω , transformer isolated
Recommended load impedance	> 1 k Ω
Connectors	7-pin male XLR for mic output to power supply; 3-pin male XLR for power supply output
Attenuation and rolloff	switchable 10dB pad; switchable 80-Hz 2nd order (12dB/octave) rolloff
Polar patterns	cardioid, omni
Size/weight	8-1/4" (h) x 3" (w) x 2" (d); 1.6 lbs.

Fonte: Próprio autor (2016).

A Figura A1. 2 ilustra o microfone *M-Audio Sputnik Class A* utilizado, juntamente com o pedestal e o *Pop Filter*.

Figura A1. 2 – Microfone M-Audio, pedestal e *Pop Filter* utilizados.

Fonte: Próprio autor (2016).