



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Tecnologia
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
URBANA E AMBIENTAL
- MESTRADO -

O USO DA TRANSFORMADA *WAVELET* NA PREVISÃO DE VAZÃO

por

Paula Karenina de Macedo Machado Freire

*Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal da Paraíba para
obtenção do grau de Mestre*



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Tecnologia
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
URBANA E AMBIENTAL
- MESTRADO -

O USO DA TRANSFORMADA *WAVELET* NA PREVISÃO DE VAZÃO

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre.

Paula Karenina de Macedo Machado Freire

ORIENTADOR: Prof. Dr. Celso Augusto Guimarães Santos

F866u Freire, Paula Karenina de Macedo Machado.
 O uso da transformada *Wavelet* na previsão de vazão /
 Paula Karenina de Macedo Machado Freire.- João Pessoa,
 2012.
 130f. : il.
 Orientador: Celso Augusto Guimarães Santos
 Dissertação (Mestrado) – UFPB/CT
 1. Engenharia urbana e ambiental. 2. *Wavelet*. 3. Previsão
 de vazão. 4. RNA. 5. Reservatório – Sobradinho-BA.

UFPB/BC

CDU: 62:711(043)

PAULA KARENINA DE MACEDO MACHADO FREIRE

O USO DA TRANSFORMADA WAVELET NA PREVISÃO DE VAZÃO

APROVADA EM: 17/08/2012.

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Celso Augusto Guimarães Santos – UFPB
(Orientador)



Prof. Dr. Adriano Rolim da Paz
(Examinador Interno)



Prof. Dr. Camilo Allyson Simões de Farias – UFCG
(Examinador Externo)

*A meus pais, Paulo e Nádia,
e a meu irmão, Victor,
com muito amor e carinho.*

AGRADECIMENTOS

São tantas as pessoas a agradecer, uma vez que sozinhos e sem sacrifícios não chegamos a lugar algum. Muitos obstáculos tiveram que ser superados para a conclusão desta dissertação e qualquer agradecimento será muito pouco diante de tudo que recebi.

Agradeço, primeiramente, a Deus, pelo dom da vida, por estar ao meu lado em todos os momentos, guiando meus passos, protegendo-me e me fazendo, a cada dia, superar mais desafios, obrigada, Senhor, por me dar forças e me deixar viver momentos tão desafiadores, com os quais muito aprendi; valores, guardei; e vitórias, conquistei.

A Nossa Senhora, por desatar todos os nós que apareçam em minha vida, socorrer-me nos momentos de aflição e sempre interceder por mim.

A minha família, que é meu alicerce, sem eles eu não estaria onde estou e não teria chegado tão longe, agradeço por estarem sempre ao meu lado, apoiando-me em todas as minhas decisões, depositando total confiança em mim, em especial a meu pai, Paulo, por seus exemplos de dignidade, bondade, simplicidade e honestidade, muito obrigada por me ensinar que o mais importante é fazer o que gosta com dedicação, pois tudo se torna possível quando se tem vontade e coragem de lutar, agradeço por todo carinho, incentivo e zelo; a minha mãe, Nádia, por sempre está ao meu lado em todas as horas de minha vida, aconselhando-me, ajudando-me e mostrando o caminho certo a seguir, se hoje eu sou o que sou é graças à senhora, pois tenho como espelho uma mãe maravilhosa, dedicada e atenciosa; e a meu irmão, Victor, pelo carinho, proteção, companheirismo e apoio incondicional de todas as horas.

A todos os professores do PPGEUA pelos conhecimentos repassados tão úteis em minha formação, em especial ao meu orientador e grande amigo, Professor Dr. Celso A. G. Santos, pela sua paciência infinita, por acreditar e confiar no meu potencial, pelos ensinamentos transmitidos, incentivo, atenção, dedicação e, principalmente, pelo exemplo de profissionalismo que tem mostrado ao longo deste período de convivência, mostrando-me como é um verdadeiro Mestre.

Aos membros da banca examinadora, Professor Dr. Adriano R. Paz e Professor Dr. Camilo A. S. Farias, pelas contribuições para a melhoria deste trabalho e por aceitarem participar desse momento tão importante em minha vida.

Às Secretárias do PPGEUA, Marluce e Rosário, por sempre acolher os alunos com carinho e atenção, além de desatar os nós da burocracia na secretaria do mestrado.

A todos os meus colegas do PPGEUA, pelo companheirismo durante nossa jornada em comum.

Ao pessoal do LARHENA, hesitarei em citar nomes para não cometer injustiças, em especial aos orientandos do professor Celso Santos pela família que formamos. Muito obrigada pelo acolhimento, apoio acadêmico e conhecimentos compartilhados.

A meus amigos, tanto aos velhos e queridos quanto aos que se revelaram ao longo desse tempo e já são muito especiais, embora não nomeados, brindaram-me com seus inestimáveis apoios em distintos momentos, o meu reconhecido e carinhoso muito obrigada.

Enfim, a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a conclusão desta dissertação.

O sistema energético brasileiro é fortemente baseado na energia hidroelétrica, a qual é altamente dependente da disponibilidade hídrica das bacias hidrográficas. A fim de minimizar os riscos de falha que afetam o aporte de água aos mananciais, esse sistema é interligado, pois, nas épocas secas, tem-se um menor volume armazenado nos reservatórios, o que leva a uma menor produção de energia, e antes das épocas de cheias, para atender ao uso múltiplo dos recursos hídricos, deve-se deixar um volume operacional no reservatório, o que também diminui o seu nível de água e tem impactos na geração de energia. Para efetuar o controle de cheias, o setor elétrico prevê a disponibilidade de um volume de espera nos reservatórios, capazes de absorver parcelas das afluições, para evitar, com um risco prefixado, que sejam causados danos a jusante. É nesse cenário que surge o problema destacado no presente trabalho, a previsão da vazão afluente a um reservatório, a fim de se ter uma alocação criteriosa desses espaços vazios nos reservatórios para o controle de cheias. Diante do exposto, o objetivo geral deste trabalho é analisar o uso da transformada *wavelet* para realizar previsões das vazões diárias afluentes ao reservatório de Sobradinho – BA com sete dias de antecedência, por meio de um sistema híbrido *wavelet*-RNA, sendo os objetivos específicos: (a) eliminar os ruídos presentes nas séries históricas de vazão através da análise *wavelet*; (b) definir o nível ótimo de decomposição dos sinais; (c) determinar a *wavelet*-mãe adequada para este tipo de previsão com RNAs; e (d) realizar simulações com o sistema híbrido *wavelet*-RNA proposto e comparar os resultados com as previsões realizadas sem a aplicação da transformada *wavelet*. Utilizou-se dados de médias diárias de vazões naturais do período de janeiro de 1931 a dezembro de 2010. Diante dos resultados apresentados, observa-se que o sistema híbrido *wavelet*-RNA proposto obteve resultados melhores de previsão para sete dias de antecedência que o sistema utilizando a RNA com os dados brutos, sendo a aproximação A3 da *wavelet*-mãe Meyer Discreta a que obteve o melhor resultado na validação ($R^2 = 0,9977$; Nash = 0,9954 e RMS = 96,4523 m³/s), enquanto que a previsão utilizando os dados brutos forneceu os seguintes resultados: $R^2 = 0,9481$; Nash = 0,8971 e RMS = 456,7712 m³/s; *i.e.*, o RMS diminuiu quase 80%, enquanto que os coeficientes R^2 e Nash tiveram um aumento maior que 5% e 10%, respectivamente, em relação às previsões com os dados brutos.

PALAVRAS-CHAVES: *wavelet*, previsão de vazão, RNA, reservatório de Sobradinho.

ABSTRACT

The Brazilian energetic system is mainly based on hydropower, which is highly dependent on the watershed water availability. In order to minimize the risk of failure, which affects the uptake from the water bodies, this system is interconnected. During the dry season, there is less volume stored in the reservoirs, which leads to a lower production of energy. Before the flood period, in order to attend the multiple uses of the water resources, it is necessary to keep an operational volume in the reservoir, which also decreases the water level and has impacts on power generation. In order to make the flood control, the electricity sector forecasts the availability of a waiting volume in the reservoirs, which are capable of receiving parts of the inflows to prevent, at prefixed risk, damage at downstream. It is in this scenario that the problem highlighted in this dissertation arises, the forecasting of inflow to a reservoir, in order to have a judicious allocation of these void spaces in the reservoirs for the flood control. Thus, the main objective of this study is to analyze the use of the wavelet transform to forecast daily inflows in Sobradinho reservoir (Bahia State) seven days ahead, by a wavelet-ANN hybrid system, with the following specific objectives: (a) eliminate the noise present in the observed inflow time series by wavelet analysis, (b) define the optimal level for decomposition of the signals, (c) determine the appropriate mother-wavelet for this type of forecasting with ANN, and (d) carry out simulations with the proposed wavelet-ANN hybrid system and compare the results with the predictions made without the application of wavelet transform. It was used the daily data for the period from January 1931 to December 2010. From the obtained results, it was observed that the wavelet-ANN hybrid system performed better forecasting for seven days ahead than the system using the ANN with the raw data, and the approximation A3 from the discrete mother-wavelet Meyer obtained the best result ($R^2 = 0.9977$; Nash = 0.9954 and RMS = 96.4523 m³/s), whereas the prediction using RNA with raw data obtained the following results: $R^2 = 0.9481$; Nash = 0.8971 and RMS = 456.7712 m³/s, *i.e.*, the RMS decreased almost 80%, while the Nash and R^2 coefficients have increased more than 5% and 10%, respectively, when compared with the forecasts using the raw data.

KEYWORDS: wavelet, flow forecasting, ANN, Sobradinho reservoir.

RÉSUMÉ

Le système énergétique brésilien est principalement basé sur l'hydroélectricité, qui est fortement tributaire de la disponibilité de l'eau des bassins versants. Afin de minimiser le risque de défaillance, qui affecte l'apport d'eau aux sources, ce système est interconnecté. Pendant la saison sèche, il y a moins de volume stocké dans les réservoirs, ce qui conduit à une baisse de la production d'énergie. Avant les périodes de crue, afin d'assurer l'usage multiple des ressources hydriques, il faut préserver un certain volume opérationnel dans le réservoir, ce qui diminue également le niveau de l'eau et a un impact sur la production d'électricité. Pour contrôler les inondations, le secteur électrique prévoit la disponibilité de volumes vides de sécurité dans les réservoirs, capables de recevoir une partie des affluences pour éviter, avec un risque préfixé, les dommages en aval. C'est dans ce scénario que se pose le problème mis en évidence dans cette thèse, la prévision des débits vers un réservoir, afin d'obtenir une répartition judicieuse de ces espaces vides dans les réservoirs pour la lutte contre les inondations. Ainsi, l'objectif principal de cette étude est d'analyser l'utilisation de la transformée en ondelettes pour prévoir les entrées quotidiennes dans le réservoir de Sobradinho (État de Bahia) sept jours à l'avance, par un système hybride ondelettes-RNA, avec comme objectifs spécifiques: (a) éliminer le bruit présent dans la série de temps d'entrée observée par analyse en ondelettes, (b) définir le niveau optimal pour la décomposition des signaux, (c) déterminer l'ondelette mère appropriée pour ce type de prévision avec RNA, et (d) réaliser des simulations avec le système hybride ondelettes-RNA proposé et comparer les résultats avec les prévisions faites sans l'application de la transformée en ondelettes. Ont été utilisées les données de moyennes quotidiennes de débit naturel pour la période de Janvier 1931 à Décembre 2010. D'après les résultats obtenus, il a été observé que le système hybride ondelettes-RNA donne une meilleure prévision avec sept jours d'avance que le système utilisant la RNA avec les données brutes, et l'approximation A3 de l'ondelette mère de Meyer discrète a obtenu le meilleur résultat ($R^2 = 0,9977$; Nash = 0,9954 et RMS = 96,4523 m³/s), tandis que la prédiction utilisant la RNA avec des données brutes a obtenu les résultats suivants: $R^2 = 0,9481$; Nash = 0,8971 et RMS = 456,7712 m³/s, c'est à dire, le RMS a diminué de près de 80%, tandis que les coefficients de Nash et R^2 ont augmenté de plus de 5% et 10%, respectivement, en comparaison avec les prévisions à partir des données brutes.

MOTS-CLÉS: ondelettes, prévision des débits, RNA, réservoir de Sobradinho.

ZUSAMMENFASSUNG

Das brasilianische Energiesystem basiert vor Allem auf Wasserkraft, die wiederum stark abhängig ist von der Wasserverfügbarkeit im Einzugsgebiet. Um das Risiko des Versagensbeeinflusst zu minimieren, wird das System miteinander verbunden. Während der Trockenzeit hat man weniger Wasser in Staudämmen, was zu einer geringeren Produktion von Energie führt. Vor der Regenzeit, um die Mehrfachnutzung der Wasserressourcen zu fördern, ist es notwendig, ein Operationsvolumen mit weniger Kapazität im Staudamm zu haben, das verringert den Wasserstand und hat Auswirkungen auf die Stromerzeugung. Um den Hochwasserschutz zu gewährleisten, prognostiziert die Elektrizitätswirtschaft ein Wartevolumen der Staudämme, die in der Lage sind, Teile der Zuflüsse zu verhindern, mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit, und Schäden stromabwärts zu vermeiden. Das erörterte Problem in dieser Abschlussarbeit ist in diesem Szenario und zielt auf die Prognose der Zuflüsse zu einem Staudamm, um eine vernünftige Verteilung dieser Leerkapazitäten des Staudammes für den Hochwasserschutz zu haben. Das Hauptziel dieser Studie ist die Verwendung der Wavelet-Transformation der Tageszuflüsse zum Sobradinho Staudamm (Bundesstaat Bahia) für sieben Tage im voraus zu analysieren, mittels eines Wavelet-KNN Hybridsystem mit folgenden spezifischen Zielen: (a) Beseitigung des Rauschens in den beobachteten Zeitreihen der Zuflüsse mittels Wavelet-Analysis, (b) definieren eines optimalen Werts für die Zersetzung der Signale, (c) die Bestimmung eines geeigneten Mutter-Wavelet für diese Art von Prognose mittels KNN, und (d) Durchführung von Simulationen mit dem vorgeschlagenen Wavelet-KNN Hybridsystem und vergleichen der Ergebnisse mit den Prognosen ohne Anwendung der Wavelet-Transformation. Es wurden die Tagesdaten für den Zeitraum von Januar 1931 bis Dezember 2010 verwendet. Aus den erhaltenen Ergebnissen wurde beobachtet, dass das verwendete Wavelet-KNN Hybridsystem, bessere Prognose für sieben Tage voraus gibt, als das System mit dem KNN mit den Rohdaten. Die Annäherung A3 aus dem diskreten Mutter-Wavelet Meyer erhielten die besten Ergebnisse in der Validierung ($R^2 = 0,9977$; Nash = 0,9954 und RMS = 96,4523 m³/s), während die Prognose unter Verwendung der Rohdaten die folgenden Ergebnisse ergaben: $R^2 = 0,9481$; Nash = 0,8971 und RMS = 456,7712 m³/s, das heißt, der RMS ist fast 80 % zurückgegangen, während der R^2 und Nash Koeffizienten einen Anstieg von mehr als 5 % und 10 % hatten, als sie mit der Prognose der Rohdaten verglichen wurden.

SCHLÜSSELWORT: Wavelet, Abflussprognose, KNN, Sobradinho Staudamm.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – (a) Curva periódica irregular; (b) Curvas suaves que formam a curva irregular (a).....	9
Figura 2.2 – Transformação uma função f de t (tempo) em uma função F de k (frequência).	9
Figura 2.3 – Transformação de um sinal através da técnica STFT.	10
Figura 2.4 – Transformação de um sinal através da técnica <i>wavelet</i>	11
Figura 2.5 – Evolução da análise de sinais.....	11
Figura 2.6 – Exemplos de ondas do tipo: (a) senoide (b) <i>wavelet</i>	11
Figura 2.7 – Sinal composto por diferentes frequências (7,5; 30; 60 e 120 Hz).....	12
Figura 2.8 – (a) Espectro de potência <i>wavelet</i> (b) Espectro <i>wavelet</i> global que se assemelha ao espectro de Fourier.	12
Figura 2.9 – Cálculo do coeficiente C de acordo com a <i>wavelet</i> escolhida.	13
Figura 2.10 – Descolamento da <i>wavelet</i> para a direita do sinal.	14
Figura 2.11 – Mudança da escala do trecho da <i>wavelet</i>	14
Figura 2.12 – Gráfico típico de uma TWC de um sinal, usando escala de cores para representar a magnitude dos coeficientes <i>wavelet</i>	14
Figura 2.13 – Gráfico típico de uma TWC de um sinal, usando um terceiro eixo ortogonal para representar a magnitude dos coeficientes <i>wavelet</i>	15
Figura 2.14 – (a) Processo de filtragem básico, (b) Processo de filtragem com redução de resolução (<i>downsampling</i>).....	17
Figura 2.15 – Árvore de decomposição <i>wavelet</i>	17
Figura 2.16 – <i>Wavelet</i> -mãe Haar.	18
Figura 2.17 – <i>Wavelet</i> -mãe Daubechies (de ordem 1 até 10).....	18
Figura 2.18 – <i>Wavelet</i> -mãe Biorthogonal.	19
Figura 2.19 – <i>Wavelet</i> -mãe Biorthogonal Reversa.	20
Figura 2.20 – <i>Wavelet</i> -mãe Coiflets.....	20
Figura 2.21 – <i>Wavelet</i> -mãe Symlets.	21
Figura 2.22 – <i>Wavelet</i> -mãe (a) Meyer e (b) Meyer discreta.	21
Figura 2.23 – Neurônios Biológicos	25
Figura 2.24 – Neurônio Artificial.	26
Figura 2.25 – Exemplo de estrutura da rede.....	27
Figura 2.26 – Estrutura de uma rede neural com uma camada intermediária.....	27

Figura 3.1 – Localização do município de Sobradinho no Estado da Bahia.....	31
Figura 3.2 – Usina hidroelétrica de Sobradinho.....	32
Figura 3.3 – Vista aérea do lago de Sobradinho.....	32
Figura 3.4 – Usina hidroelétrica de Sobradinho operada pela Chesf.....	33
Figura 3.5 – Hidrograma das vazões naturais médias diárias afluentes ao reservatório de Sobradinho (1931 – 2010).....	33
Figura 3.6 – (a) Espectro de potência usando a <i>wavelet</i> -mãe Morlet, onde os valores na escalar vertical aumentam da cor azul até o vermelho escuro. (b) Espectro global de potência da <i>wavelet</i> . A linha tracejada é o nível de 5% de significância para o espectro global, usando o espectro de fundo de ruído vermelho ($\alpha = 0,9979$). (c) Escala-média da potência da <i>wavelet</i> sobre a banda 256–512-dias. A linha tracejada é o nível de 95% de confiança assumindo o ruído vermelho.	37
Figura 4.1 – Esquema do modelo híbrido <i>wavelet</i> -RNA.....	38
Figura 4.2 – Decomposição do sinal.....	39
Figura 4.3 – Decomposição até o nível ótimo.....	40
Figura 4.4 – Esquema do processamento da RNA para previsão de vazão.	41
Figura 4.5 – Arquitetura da RNA.	41
Figura 5.1 – Hidrogramas de previsão com sete dias de antecedências utilizando os dados brutos: (a) calibração e (b) validação.....	48
Figura 5.2 – Sinal original e decomposições simples usando as <i>wavelets</i> -mãe Haar, Daubechies (db10), Symlet (sym5), Coiflet (coif1), Biorthogonal (bior1.1), Biorthogonal Reversa (rbior1.1) e Meyer Discreta (dmey).	49
Figura 5.3 – Decomposição múltipla até o nível ótimo da série de vazões afluentes de Sobradinho usando a <i>wavelet</i> -mãe Haar: (a) aproximações e (b) detalhes.....	52
Figura 5.4 – Decomposição múltipla até o nível ótimo da série de vazões afluentes de Sobradinho usando a <i>wavelet</i> -mãe Daubechies (db10): (a) aproximações e (b) detalhes.	52
Figura 5.5 – Decomposição múltipla até o nível ótimo da série de vazões afluentes de Sobradinho usando a <i>wavelet</i> -mãe Symlet (sym5): (a) aproximações e (b) detalhes.....	53
Figura 5.6 – Decomposição múltipla até o nível ótimo da série de vazões afluentes de Sobradinho usando a <i>wavelet</i> -mãe Coiflet (coif1): (a) aproximações e (b) detalhes.	53
Figura 5.7 – Decomposição múltipla até o nível ótimo da série de vazões afluentes de Sobradinho usando a <i>wavelet</i> -mãe Biorthogonal (bior1.1): (a) aproximações e (b) detalhes.....	54

Figura 5.8 – Decomposição múltipla até o nível ótimo da série de vazões afluentes de Sobradinho usando a <i>wavelet</i> -mãe Biorthogonal Reversa (rbio1.1): (a) aproximações e (b) detalhes.	54
Figura 5.9 – Decomposição múltipla até o nível ótimo da série de vazões afluentes de Sobradinho usando a <i>wavelet</i> -mãe Meyer Discreta (dmey): (a) aproximações e (b) detalhes.....	55
Figura 5.10 – Hidrograma de previsão para sete dias utilizando a melhor combinação da <i>wavelet</i> -mãe Haar: (a) calibração e (b) validação.....	58
Figura 5.11 – Hidrograma de previsão para sete dias utilizando a melhor combinação da <i>wavelet</i> -mãe Daubechies (db10): (a) calibração e (b) validação.	58
Figura 5.12 – Hidrograma de previsão para sete dias utilizando a melhor combinação da <i>wavelet</i> -mãe Symlet (sym8): (a) calibração e (b) validação.	59
Figura 5.13 – Hidrograma de previsão para sete dias utilizando a melhor combinação da <i>wavelet</i> -mãe Coiflet (coif5): (a) calibração e (b) validação.	59
Figura 5.14 – Hidrograma de previsão para sete dias utilizando a melhor combinação da <i>wavelet</i> -mãe Biorthogonal (bior6.8): (a) calibração e (b) validação.	60
Figura 5.15 – Hidrograma de previsão para sete dias utilizando a melhor combinação da <i>wavelet</i> -mãe Biorthogonal Reversa (rbio6.8): (a) calibração e (b) validação.....	60
Figura 5.16 – Hidrograma de previsão para sete dias utilizando a melhor combinação da <i>wavelet</i> -mãe Meyer Discreta: (a) calibração e (b) validação.	61
Figura 5.17 – Desempenho do modelo híbrido <i>wavelet</i> -RNA com base no RMS.....	61
Figura 5.18 – Desempenho do sistema híbrido <i>wavelet</i> -RNA com relação à RNA usando os dados brutos com base nos valores de RMS da validação: Sucesso – verde, Insucesso – Vermelho (Famílias Haar, Daubechies, Symlets e Coiflets).....	65
Figura 5.19 – Desempenho do sistema híbrido <i>wavelet</i> -RNA com relação à RNA usando os dados brutos com base nos valores de RMS da validação: Sucesso – verde, Insucesso – Vermelho (Família Biorthogonal).....	66
Figura 5.20 – Desempenho do sistema híbrido <i>wavelet</i> -RNA com relação à RNA usando os dados brutos com base nos valores de RMS da validação: Sucesso – verde, Insucesso – Vermelho (Famílias Biorthogonal Reversa e Meyer Discreta).	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 – Características de modelos usados no gerenciamento de recursos hídricos	2
Tabela 3.1 – Análise estatística dos dados das vazões naturais médias diárias afluentes ao reservatório de Sobradinho (1931 – 2010)	34
Tabela 4.1 – Aproximações e combinações de duas a quatro aproximações sequenciadas para entrada na RNA.....	40
Tabela 5.1 – Número máximo de decomposições ($l_{\text{máx}}$) para cada família <i>wavelet</i> com seus respectivos comprimentos de filtro (l_w).....	50
Tabela 5.2 – Melhor combinação de aproximações de cada <i>wavelet</i> -mãe para previsão com sete dias de antecedência	56
Tabela 5.3 – Percentual de acréscimo e decréscimo dos índices de desempenho da previsão com sete dias de antecedência usando o sistema híbrido <i>wavelet</i> -RNA em relação ao sistema RNA com o sinal bruto	62

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	v
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
RÉSUMÉ.....	ix
ZUSAMMENFASSUNG	x
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS	xiv
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivos	5
1.2. Estrutura da dissertação.....	6
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1. <i>Wavelets</i>	7
2.1.1. Introdução.....	7
2.1.2. Análise de sinais.....	8
2.1.3. Análise de Fourier	8
2.1.4. Análise <i>wavelet</i>	10
2.1.5. A transformada <i>wavelet</i>	13
2.1.5.1. Transformada <i>wavelet</i> contínua (TWC).....	13
2.1.5.2. Transformada <i>wavelet</i> discreta (TWD).....	15
2.1.5.2.1. Decomposição simples	16
2.1.5.2.2. Decomposição múltipla	17
2.1.6. Famílias <i>wavelets</i>	18
2.1.6.1. Haar.....	18
2.1.6.2. Daubechies	18
2.1.6.3. Biorthogonal.....	19
2.1.6.4. Coiflets.....	20
2.1.6.5. Symlets	21
2.1.6.6. Meyer	21
2.2. Previsão de vazão.....	21
2.3. Redes Neurais Artificiais	22
2.3.1. Introdução.....	22
2.3.2. Histórico.....	23
2.3.3. Inspiração Biológica	25

2.3.4. Neurônio Artificial.....	25
2.3.5. Estrutura.....	26
2.3.6. Processamento Neural	28
2.3.7. Vantagens.....	28
2.3.8. Aplicações	29
3. DADOS DE ESTUDO	30
3.1. Introdução.....	30
3.2. Descrição da região.....	31
3.3. Análise Estatística.....	33
3.4. Análise com a <i>wavelet</i> contínua	34
3.4.1. Espectro de potência <i>wavelet</i>	34
3.4.2. Espectro de potência global da <i>wavelet</i>	36
3.4.3. Séries temporais da escala média.....	36
4. METODOLOGIA.....	38
4.1. Visão geral.....	38
4.2. Sinal bruto.....	39
4.3. <i>Wavelets</i> -mãe.....	39
4.4. Cálculo do nível máximo de decomposição.....	39
4.5. Definição do nível ótimo de decomposição.....	39
4.6. Decomposição do sinal	39
4.7. Aproximações e combinações de aproximações sequenciadas	40
4.8. Entrada na RNA	40
4.8.1. Arquitetura da RNA.....	41
4.8.2. Aprendizagem da RNA	41
4.8.3. Verificação da RNA.....	44
4.9. Cálculo dos índices de desempenho.....	45
4.9.1. Índice de correlação (R^2)	45
4.9.2. Erro médio padrão	45
4.9.3. Coeficiente de Nash	45
4.10. Comparações das previsões	45
5. RESULTADOS.....	47
5.1. Previsão com o sinal bruto.....	47
5.2. Previsão com o sinal transformado	48
5.2.1. Decomposição simples do sinal bruto através da <i>wavelet</i> discreta.....	48
5.2.2. Cálculo do nível máximo de decomposição e escolha do nível ótimo	49

5.2.3. Previsão <i>wavelet</i> -RNA	55
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	68
6.1. CONCLUSÕES.....	68
6.2. RECOMENDAÇÕES	69
REFERÊNCIAS.....	70
APÊNDICE A	76

1. INTRODUÇÃO

Hodiernamente, devido ao avanço tecnológico, tudo que se refere à informática se torna abrangente, pois este universo sofisticado cresce e se moderniza a cada dia. Em paralelo, o avanço da humanidade e a má distribuição dos recursos hídricos, aliados a uma conscientização cada vez maior da futura escassez desse recurso, são os principais responsáveis pelo desenvolvimento de estudos sobre o gerenciamento desse bem (LOUCKS, 2000). Assim, o uso da informática pode ser um grande aliado na gestão dos recursos hídricos.

A água é um elemento indispensável para a existência da vida no nosso planeta, pois todos os seres vivos dependem dela para sobreviver e para garantir a permanência de sua espécie. Por ser um recurso finito, exige cuidados em relação à quantidade de uso, à sua qualidade, às suas fontes, além de planejamento de tratamento, conservação e proteção. Por outro lado, o sistema energético brasileiro é fortemente baseado na energia hidroelétrica; *i.e.*, é baseado em uma fonte de energia renovável que possui baixa produção de gases poluentes da atmosfera, como o dióxido de carbono. No entanto, esse sistema é altamente dependente da disponibilidade hídrica das bacias hidrográficas.

Esse sistema hidroelétrico é interligado na tentativa de minimizar os riscos de falha que afetam o aporte de água aos mananciais. Nas épocas secas, tem-se um menor volume armazenado nos reservatórios, o que leva a uma menor produção de energia, e nas épocas de cheias, para atender ao uso múltiplo dos recursos hídricos, deve-se deixar um volume de espera no reservatório, o que também diminui o seu nível de água e tem impactos na geração de energia. Para efetuar o controle de cheias, o setor elétrico prevê a disponibilidade de volumes vazios nos reservatórios, capazes de absorver parcelas das afluições, para evitar, com um risco prefixado, que sejam causados danos a jusante. É nesse cenário que surge o problema destacado no presente trabalho, a previsão da vazão afluente a um reservatório, a fim de se ter uma alocação criteriosa desses espaços vazios nos reservatórios para o controle de cheias. Esta alocação é denominada “volumes de espera” e é utilizada para proteção de restrições de vazões ou níveis máximos a jusante, ou “rebaixamento de nível” — a fim de não agravar restrições de vazões ou níveis máximos a montante.

A modelagem hidrológica surge como uma ferramenta de previsão. Os modelos hidrológicos podem ser tão simples como uma equação empírica ou tão complexos como um modelo de base física. No entanto, muitas vezes é impossível ou inviável traduzir todas as relações existentes entre os diferentes componentes da bacia hidrográfica em termos matemáticos, pois muitas dessas relações são extremamente complexas a ponto de não existir uma formulação matemática capaz de descrevê-las completamente. Muitos modelos hidrológicos são utilizados por profissionais da área de recursos hídricos, *e.g.*, modelos chuva-vazão, vazão-vazão, entre outros. Características destes e outros modelos, assim como seus usos podem ser vistos na Tabela 1.1.

Tabela 1.1 – Características de modelos usados no gerenciamento de recursos hídricos

Nome	Tipo	Características	Usos
Precipitação - vazão	Determinístico: empírico, conceitual	Calcula a vazão de uma bacia a partir da precipitação	Extensão de séries de vazão; dimensionamento; previsão em tempo real; avaliação do uso do solo.
Vazão – vazão	Determinístico: empírico, conceitual	Calcula a vazão de uma seção a partir de um ponto a montante	Extensão de séries de vazão; dimensionamento; previsão de cheias.
Geração estocástica de vazão	Estocástico	Calcula a vazão com base nas características da série histórica	Dimensionamento do volume de um reservatório.
Fluxo saturado	Determinístico	Determina o movimento, vazão potencial de águas subterrâneas a partir de dados de realimentação, bombeamento, etc.	Capacidade de bombeamento; nível do lençol freático; interação rio aquífero.
Hidrodinâmico	Determinístico	Sintetiza vazões em rios e rede de canais	Simulação de alterações do sistema; efeitos de escoamento de jusante.
Qualidade de água de rios e reservatórios	Determinístico	Simula a concentração de parâmetros de qualidade da água	Impacto de afluentes; eutrofização de reservatórios; condições ambientais.
Rede de canais e condutos	Determinístico	Otimiza o diâmetro e verifica as condições de projeto	Rede de abastecimento de água; rede de irrigação.
Operação de reservatórios	Estocástico, determinístico	Determina a operação ótima de sistemas de reservatórios	Usos múltiplos.
Planejamento e gestão de sistemas múltiplos	Estocástico, determinístico	Simula condições de projeto e operação de sistemas (usa vários modelos)	Reservatórios, canais, estações de tratamento, irrigação, navegação fluvial, etc.

Fonte: Tucci (2005)

A previsão de vazão diária é muito importante para o planejamento de sistemas hídricos e problemas de gestão, tais como construção de barragens, operação de reservatórios, controle de cheias e eliminação de águas residuais (KUMAR *et al.*, 2004). O propósito da previsão é reduzir o risco de uma decisão em qualquer ponto de interesse.

No Brasil, o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) é o órgão responsável por elaborar a previsão e a geração de cenários de vazões naturais médias diárias, semanais e mensais para todos os locais de aproveitamentos hidroelétricos no país, sendo o responsável pelo planejamento e programação da operação dos recursos de geração e transmissão, integrantes do Sistema Interligado Nacional (SIN). Nessas atividades de planejamento e programação são adotados modelos energéticos e/ou hidráulicos de simulação e otimização, que utilizam a vazão natural prevista e/ou verificada como dado de entrada para obter resultados que indiquem a mais adequada e/ou ótima situação de armazenamento, de defluência e de geração dos aproveitamentos hidroelétricos, a cada passo de tempo. Assim, a qualidade das previsões de vazões impacta diretamente no planejamento e em programas de operação do SIN, tais como o Programa Mensal de Operação (PMO), que se constitui na referência técnica mensal para definição das metas de geração de todas as usinas hidroelétricas, termelétricas e nucleares integrantes do SIN (ONS, 2012).

Os modelos de previsão de vazões atualmente utilizados pela ONS (2012) para todos os locais de aproveitamento é o modelo estocástico PREVIVAZ, que é voltado para a previsão de vazões médias semanais, à exceção do aproveitamento do trecho incremental entre Três Marias e Sobradinho que utiliza o modelo de Cálculo e Previsão de Vazões Incrementais e Naturais a Sobradinho (CPINS) para as duas primeiras semanas à frente.

A previsão de vazão tem sido estudada por vários pesquisadores durante as últimas décadas. Geralmente, como já brevemente explicado, os modelos hidrológicos podem ser agrupados em dois tipos principais: modelos de base física e modelos do tipo caixa-preta (SIVAKUMAR *et al.*, 2002). Modelos físicos geralmente contêm formas simplificadas das leis físicas e são dependentes de parâmetros que representam características da bacia (HSU *et al.*, 1995). Já os modelos caixa-preta, como as redes neurais artificiais (RNAs) que são guiados por dados (*data-driven*), têm sido estudados com sucesso em relação à previsão de várias variáveis hidrológicas. Maier & Dandy (2000) apresentaram uma revisão detalhada sobre as aplicações de RNAs em variáveis hidrológicas, como vazão e precipitação. Assim, pôde-se registrar um aumento significativo, nos últimos anos, do número de trabalhos que utilizam modelos baseados em RNAs (VALENÇA & VASCONCELOS, 1997; DANH *et al.*, 1999; LUDERMIR & VALENÇA, 2000a e 2000b).

O modelo de RNA já foi utilizado para previsão de chuva-vazão (HSU *et al.*, 1995; MINNS & HALL, 1996; TOKAR & JOHNSON, 1999; JAIN *et al.*, 2004), para previsão de fluxo de rios (CAMPOLO *et al.*, 1999; LAUZON *et al.*, 2000; SIVAKUMAR *et al.*, 2002; CIGIZOGLU 2003a, 2003b, 2004, 2005; KISI, 2004; CIGIZOGLU & KISI, 2005; KUMAR

et al., 2004), para a previsão de precipitação (HALL *et al.*, 1999; BODRI & CERNAK, 2000; SILVERMAN & DRACUP, 2000; FREIWAN & CIGIZOGLU, 2005), entre outros. Por superar algumas dificuldades relacionadas a modelos tradicionais, como Modelos Autorregressivos Integrados de Média Móvel (ARIMA) e outros modelos lineares e não-lineares, RNAs têm se consolidado como uma das principais ferramentas de previsão hidrológica.

Como motivação para o uso de RNAs neste trabalho, pode-se destacar alguns resultados de previsões de vazões, onde modelos baseados em redes neurais foram bastante superiores aos modelos tradicionais e lineares de séries temporais, como:

(a) Os de Valença & Vasconcelos (1997), que avaliou a aplicação de redes *perceptron* multicamadas na previsão hidrológica de vazões médias mensais no reservatório de Sobradinho, sendo seus resultados comparados com aqueles encontrados com a utilização de técnicas estatísticas tradicionais de Regressão Múltipla e metodologia Box-Jenkins (atualmente em uso pelo setor elétrico).

(b) Os de Ludermir & Valença (2000b) e Valença & Ludermir (2002), os quais utilizaram um modelo baseado em Redes Neurais Construtivas (NSRBN – *Nonlinear Sigmoidal Regression Blocks Networks*) e compararam a um modelo linear de séries temporais PARMA (*Periodic Autoregressive Moving Average*), sendo que no primeiro trabalho foi utilizado para a previsão de vazões médias semanais, utilizando quatro hidroelétricas no Brasil, enquanto que no último foi usado para a previsão de vazões médias mensais de entrada, utilizando 37 hidroelétricas brasileiras.

No entanto, algumas dificuldades ainda são apontadas na aplicação de RNAs à previsão de vazões. Wu *et al.* (2009) comentam que ruídos geralmente presentes em séries de vazões podem influenciar na qualidade das previsões. Para lidar com essas questões, a aplicação de métodos para pré-processamento dos dados de entrada tem sido apontada como uma alternativa eficiente para melhorar o desempenho de modelos de RNAs. Um exemplo de tais métodos é a análise *wavelet*, a qual tem recebido muita atenção recentemente.

A análise *wavelet* tem sido bastante utilizada para a remoção de ruídos como se pode verificar nos trabalhos de Johnstone & Silverman (1997), Dahdouh *et al.* (2010) e San Emeterio & Rodriguez-Hernandez (2012). Em Kisi (2010), a utilização da transformada *wavelet* no pré-processamento dos dados para um modelo de regressão linear mostrou resultados melhores quando comparados à previsão utilizando apenas as RNAs, e Maheswaran & Khosa (2012) desenvolveram um modelo híbrido da transformada *wavelet* e

os kernels de segunda ordem de Volterra, os quais foram estimados usando a formulação do filtro de Kalman para previsão mensal de vazão com um mês de antecedência.

O número de trabalhos envolvendo a aplicação de modelos híbridos de *wavelet* e RNA no contexto da previsão de vazões tem crescido significativamente nos últimos anos. O uso das transformadas *wavelets*, neste trabalho, advém dos ótimos resultados da aplicação dessas transformadas na previsão de séries temporais aliadas ou em auxílio às redes neurais. Dentre os trabalhos que obtiveram excelentes resultados, pode-se citar:

(a) O trabalho de Reis & Silva (2004) que realizou a previsão de carga a curto prazo, explorando a propriedade multiresolução da transformada *wavelet*, efetuando uma pré-decomposição de uma série temporal de carga elétrica, antes de a mesma ser enviada para uma rede neural *multilayer perceptron*, onde, então, é efetuada a previsão. Sendo que eles usaram a aproximação do nível 3 e os detalhes dos níveis 1, 2 e 3 como entrada na RNA.

(b) O trabalho de Cannas *et al.* (2005), onde eles treinaram uma RNA para prever vazões mensais de um rio italiano com um mês de antecedência usando as *wavelets* discreta e contínua no pré-processamento das entradas e saídas.

No entanto, nota-se que a maior parte das aplicações envolvendo modelos híbridos (*wavelet*-RNA) publicadas até o momento utilizam o sinal bruto decomposto em componentes de baixa frequência (aproximações) e de alta frequência (detalhes) extraídos da análise *wavelet* como principal variável de entrada. Uma vez que os detalhes podem ser considerados ruídos, neste presente trabalho, são utilizadas apenas as aproximações, bem como suas combinações, como entrada na RNA, a fim de analisar seu desempenho na previsão de vazões diárias com sete dias de antecedência.

1.1. Objetivos

Diante do exposto, o objetivo geral deste trabalho é analisar o uso da transformada *wavelet* para realizar previsões das vazões médias diárias afluentes ao reservatório de Sobradinho – BA com sete dias de antecedência, através de um sistema híbrido *wavelet*-RNA.

São objetivos específicos:

- (a) eliminar os ruídos presentes nas séries históricas através da análise *wavelet*;
- (b) definir o nível ótimo de decomposição dos sinais;
- (c) determinar a *wavelet*-mãe adequada para este tipo de previsão com RNAs; e
- (d) realizar simulações com o sistema híbrido *wavelet*-RNA proposto e comparar os resultados com as previsões realizadas sem a aplicação da transformada *wavelet*.

1.2. Estrutura da dissertação

Esta dissertação está dividida da seguinte forma: (a) o capítulo 1 contém uma visão geral acerca do problema e os objetivos da dissertação; (b) o capítulo 2 mostra a fundamentação teórica sobre *wavelets* e RNAs; (c) o capítulo 3 descreve os dados utilizados e a área de estudo; (d) o capítulo 4 descreve a metodologia adotada; (e) o capítulo 5 apresenta os resultados e uma análise acerca dos mesmos; e (f) o capítulo 6 contém as conclusões e recomendações para futuros trabalhos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo, são apresentados alguns conceitos relevantes sobre *wavelets*, previsão de vazão e RNAs.

2.1. *Wavelets*

2.1.1. Introdução

A transformada *wavelet* é um avanço recente em processamento de sinais que tem atraído muita atenção desde seu desenvolvimento teórico em 1984 por Grossman & Morlet (1984). Seu uso tem aumentado rapidamente como uma alternativa à transformada Fourier (TF) em preservar os fenômenos locais, não-periódicos e de multiescala. O termo *wavelet* vem do termo francês *ondelette*, significando onda pequena. Assim, Morettin (1999) o traduziu para o português como ondaletas; entretanto, será adotado neste trabalho o termo inglês *wavelet*.

Esta análise de *wavelet* tem vantagem sobre as análises espectrais clássicas porque permite analisar diferentes escalas da variabilidade temporal e não necessita de uma série estacionária. Logo, é apropriada para analisar eventos irregularmente distribuídos e séries temporais que contenham potências não-estacionárias em várias diferentes frequências. Por isso, está se tornando uma ferramenta comum para analisar variações locais de potência dentro de uma série.

Várias ciências aplicadas estão fazendo uso das *wavelets*, tais como astronomia, acústica, compressão de dados, engenharia nuclear, codificação de sub-bandas, processamento de imagens e sinais, neurofisiologia, música, ressonância magnética, reconhecimento de voz, ótica, fractais, radar, visão humana, matemática pura, e geofísica tais como convecção tropical, El Niño-Oscilação Sul, frentes atmosféricas frias, variabilidade de temperatura, dispersão de ondas oceânicas, crescimento e quebra de ondas, estruturas em fluxos turbulentos, e caracterização de vazões (FARGE, 1992; GRAPS, 1995; TORRENCE & COMPO, 1998; SMITH *et al.*, 1998; SANTOS *et al.*, 2001; SANTOS *et al.*, 2003; SANTOS & IDEIÃO, 2006; SANTOS *et al.*, 2009; BRAGA & SANTOS, 2010).

2.1.2. Análise de sinais

Transformações matemáticas são aplicadas a sinais para obter informações que não estão prontamente disponíveis no sinal bruto. Existem várias transformações que podem ser aplicadas, entre as quais as transformadas Fourier são provavelmente as transformadas mais populares, que foram desenvolvidas em 1807 pelo matemático Joseph Fourier. A análise de Fourier se baseia na afirmação de que toda função real periódica pode ser escrita como uma soma infinita de senos e cossenos, permitindo desta forma a identificação do sinal em um espaço unidimensional, neste caso na dimensão da frequência.

Com o intuito de manter a localização da frequência no tempo em uma análise de sinal, uma possibilidade seria fazer uma transformada de Fourier janelada (*windowed fourier transform – WFT*), usando um certo tamanho de janela e deslizando-a ao longo do tempo, calculando a transformada rápida de Fourier (*fast fourier transform – FFT*) em cada tempo usando apenas os dados de dentro da janela. Isto resolveria o problema da localização da frequência, mas ainda dependeria do tamanho usado da janela. O principal problema com a *WFT* é o tratamento inconsistente de diferentes frequências: nas frequências baixas existem tão poucas oscilações dentro da janela que a localização da frequência é perdida, enquanto que nas frequências altas existem tantas oscilações que a localização do tempo é perdida. Além disso, a *WFT* cai na suposição que o sinal pode ser decomposto em componentes senoidais (TORRENCE & COMPO, 1998).

Assim, para medir a estacionaridade de uma série temporal, é necessário calcular a variância contínua usando uma janela de tamanho fixo. Apesar da desvantagem de usar uma janela de tamanho fixo, a análise poderia ser repetida com uma variedade de tamanhos de janelas. Variando suavemente o tamanho da janela, uma imagem das mudanças na variância *versus* tempo e tamanho da janela poderia ser obtida. O problema óbvio com esta técnica é a forma simples da função janela, que introduz efeitos de borda (oscilações). Usando tal janela, não haverá informação sobre o que está acontecendo dentro dela, mas apenas se conheceria a energia média.

2.1.3. Análise de Fourier

Jean Baptiste Joseph Fourier mostrou em 1807 que qualquer função periódica poderia ser expressa como uma soma de senos e/ou cossenos – a chamada série de Fourier, *i.e.*, a grosso modo, qualquer curva que periodicamente se repita, não importando quão irregular seja, poderia ser expressa como a soma de oscilações perfeitamente suaves (Figura 2.1).

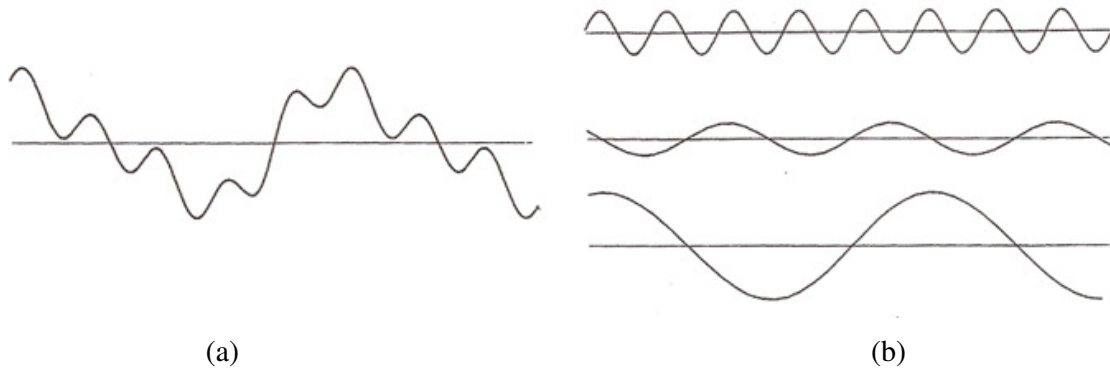


Figura 2.1 – (a) Curva periódica irregular; (b) Curvas suaves que formam a curva irregular (a).

A transformada de Fourier decompõe um sinal em sinusoides constituintes de diferentes frequências, ou seja, é o procedimento matemático que quebra uma função nas diferentes frequências que a compõem. De forma similar à chuva que, funcionando como um prisma, decompõe a luz do sol em todas as cores, formando assim o arco-íris. Ela transforma uma função f de t (tempo) em uma função F de k (frequência). Esta nova função é chamada de transformada de Fourier da função original (Figura 2.2). Apesar de existir um arsenal impressionante de ferramentas de transformação de sinais, a transformada de Fourier é a mais conhecida.



Figura 2.2 – Transformação uma função f de t (tempo) em uma função F de k (frequência).

Para muitos sinais, a análise de Fourier é extremamente útil porque o conteúdo do sinal de frequência é de grande importância, mas ao transformar para o domínio da frequência, a informação do tempo é perdida, pois ao examinar uma transformada de Fourier de um determinado sinal, é impossível dizer quando esse evento ocorreu.

Os sinais mais interessantes de serem analisados, *e.g.*, sinais hidrológicos, contêm numerosas características não estacionárias ou transitórias: tendências, mudanças abruptas, e

começos e fins de eventos. Assim, estas características são, muitas vezes, a parte mais importante do sinal, e a análise de Fourier não é adequada para detectá-los.

Observando esta deficiência, em 1946, Dennis Gabor adaptou a transformada de Fourier para analisar apenas uma pequena parcela do sinal de cada vez - uma técnica chamada janelamento do sinal. Essa adaptação chamada de Transformada de Fourier de Tempo Curto, em inglês, *short-time Fourier transform* (STFT), mapeia um sinal para uma função bidimensional de tempo e frequência (Figura 2.3).



Figura 2.3 – Transformação de um sinal através da técnica STFT.

Diferentemente da transformada clássica de Fourier que compara todo o sinal com infinitos senos e cossenos de diferentes frequências, no intuito de levantar quanto o sinal possui de cada frequência, a STFT compara o sinal por segmentos, onde cada segmento é definido pelo tamanho da janela, ao se analisar um segmento, translada-se a janela ao longo do sinal para que outro segmento seja analisado.

A STFT fornece algumas informações sobre quando e em quais frequências um evento de sinal ocorre. No entanto, só é possível obter esta informação com precisão limitada, pois o tamanho da janela é fixo.

Desta forma, a fim de resolver essa limitação, uma vez que muitos sinais requerem uma abordagem mais flexível, surge a análise *wavelet* para solucionar problemas de decomposição ou transformação de uma série temporal unidimensional em uma imagem bidimensional difusa simultaneamente no tempo-frequência. Assim, é possível obter informação sobre a amplitude de qualquer sinal periódico dentro da série, e como esta amplitude varia com o tempo (MISITI *et al.*, 2006).

2.1.4. Análise *wavelet*

A análise *wavelet* é uma técnica de janelamento, em que o tamanho da janela é variável, permitindo o uso de longos intervalos de tempo onde se deseja obter informações

mais precisas de baixa frequência, e curtos intervalos de tempo onde se obtém informações de alta frequência (Figura 2.4).



Figura 2.4 – Transformação de um sinal através da técnica *wavelet*.

Na Figura 2.5 pode ser observada a evolução da análise de sinais com relação ao tempo, à frequência (Fourier), à STFT (Gabor) e à análise *wavelet*, onde esta última não utiliza uma janela tempo-frequência, mas uma janela de escala-tempo.

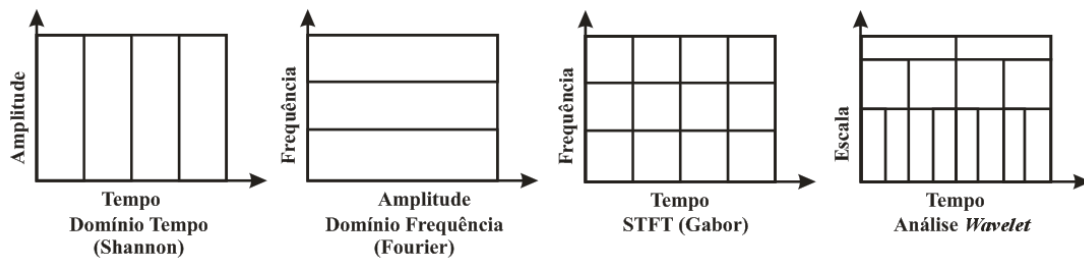


Figura 2.5 – Evolução da análise de sinais.

Ao contrário dos senos e cossenos de Fourier (Figura 2.6a), os quais são formas de onda de duração não limitada, estendendo-se de $-\infty$ até $+\infty$, suaves e previsíveis; as *wavelets* originais (ou *wavelet*-mãe, como são conhecidas na bibliografia) são formas de onda de duração limitada que tem um valor médio igual a zero, irregulares e assimétricas (Figura 2.6b), fazendo com que sinais com rápidas mudanças, *e.g.*, picos, sejam melhores analisados com o auxílio de *wavelets* (intrinsecamente irregulares) do que quando analisados com senoides (intrinsecamente suaves).

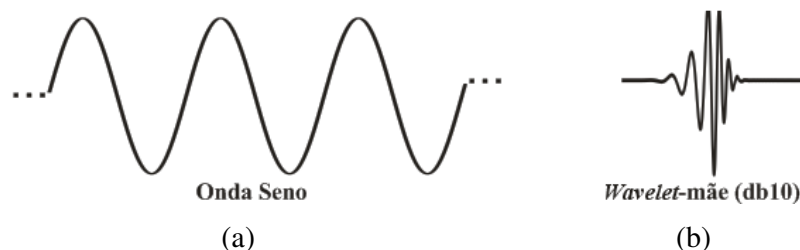


Figura 2.6 – Exemplos de ondas do tipo: (a) senoide (b) *wavelet*.

A análise de Fourier consiste em dividir um sinal em ondas senoidais de diferentes frequências. Da mesma forma, a análise *wavelet* é o rompimento de um sinal em versões deslocadas e escalonadas da *wavelet* original ou *wavelet-mãe*.

Uma grande vantagem proporcionada pelas *wavelets* é a capacidade de realizar a análise local – *i.e.*, analisar uma área localizada de um sinal maior, como pode ser visto na Figura 2.7, em que um sinal é composto por várias frequências (7,5; 30; 60 e 120 Hz). A análise clássica de Fourier forneceria um espectro similar ao apresentado na Figura 2.8b, a partir do qual se poderia saber que essas frequências (os picos na figura) formariam o sinal bruto, mas não se saberia quando as mesmas ocorreram. Já o espectro de potência *wavelet* (Figura 2.8a) fornece as informações de quando as referidas frequências ocorreram; *i.e.*, 7,5 Hz ocorreu de 0,25 a 0,50 s e a partir de 0,75 s, 30 Hz de 0,50 a 0,75 s, 60 Hz a partir de 0,75 s, 120 Hz até 0,25 s, e depois a partir de 0,75 s. Note que até os primeiros 0,75 s, ocorreram três tipos de frequência (7,5, 30 e 120 Hz) em momentos diferentes, mas a partir de 0,75 s, as frequências de 7,5, 60 e 120 Hz ocorreram concomitantemente. Esta figura seria uma espécie de mapa topográfico, onde no eixo z estaria plotado a potência, onde as regiões mais altas identificam as frequências existentes. No presente caso, elas estão destacadas por um retângulo em negrito.

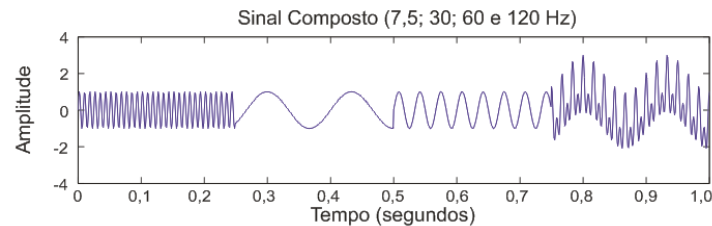


Figura 2.7 – Sinal composto por diferentes frequências (7,5; 30; 60 e 120 Hz).

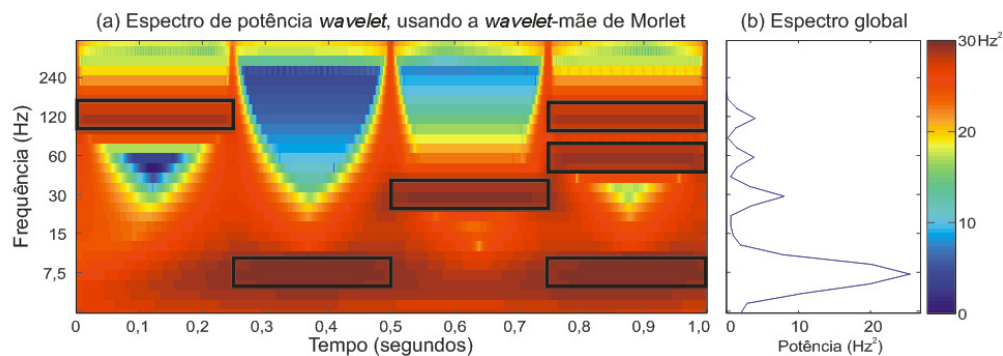


Figura 2.8 – (a) Espectro de potência *wavelet* (b) Espectro *wavelet* global que se assemelha ao espectro de Fourier.

A análise *wavelet* é capaz de revelar aspectos de dados que outras técnicas de análise de sinal perdem, como: tendências, pontos de degradação, descontinuidades e auto-similaridade.

2.1.5. A transformada *wavelet*

A transformada *wavelet* é uma transformada linear, que sempre usa uma onda com exatamente a mesma forma, apenas o tamanho das escalas aumenta ou diminui com o tamanho da janela. É como se fixássemos a forma da *wavelet* e fôssemos apenas dando um *zoom*.

Dessa forma, a transformada *wavelet* possibilita a localização do tempo e da frequência em uma análise de sinal pela decomposição ou transformação de uma série temporal unidimensional em uma imagem difusa de tempo e frequência, simultaneamente. Assim é possível obter informações da amplitude de quaisquer sinais periódicos dentro da série, bem como informações de como esta amplitude varia com o tempo.

Esta transformada pode ser de dois tipos: (a) contínua; e (b) discreta, as quais serão detalhadas nas seções seguintes.

2.1.5.1. Transformada *wavelet* contínua (TWC)

A transformada *wavelet* contínua é a soma de todos os tempos do sinal multiplicado por versões reduzidas e deslocadas da *wavelet*. Este processo produz coeficientes *wavelet* que são uma função da dimensão e posição.

O processo para criação de uma TWC é muito simples, basta:

- (a) Escolher uma *wavelet* e compará-la a uma seção no início do sinal original;
- (b) Calcular um número C , que representa como estreitamente relacionada a *wavelet* está com esta seção do sinal, quanto mais próximo de 1 for o valor de C , maior a semelhança, ou seja a energia do sinal e a energia da *wavelet* são iguais. O coeficiente C pode ser interpretado como um coeficiente de correlação. Pode-se observar na Figura 2.9 que os resultados dependerão da forma da *wavelet* escolhida;

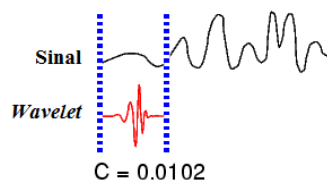


Figura 2.9 – Cálculo do coeficiente C de acordo com a *wavelet* escolhida.

(c) Deslocar a *wavelet* para a direita do sinal (Figura 2.10) e repetir os passos anteriores até que se tenha percorrido o sinal todo.

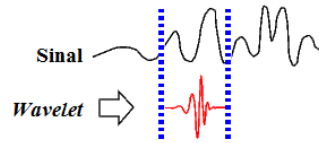


Figura 2.10 – Descolamento da *wavelet* para a direita do sinal.

(d) Mudar a escala do trecho da *wavelet* (Figura 2.11) e repetir todos os passos anteriores;

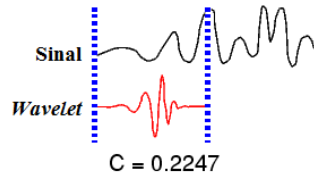


Figura 2.11 – Mudança da escala do trecho da *wavelet*.

(e) Repetir os passos anteriores para todas as escalas.

Criada a TWC, é possível produzir os coeficientes em escalas diferentes para diferentes seções do sinal, estes coeficientes constituem os resultados de uma regressão do sinal original realizado nas ondas. Na Figura 2.12, é ilustrado um gráfico típico, onde o eixo horizontal representa os deslocamentos de tempo, o eixo vertical a escala, e a magnitude do coeficiente *wavelet* é representada por uma escala de cores.

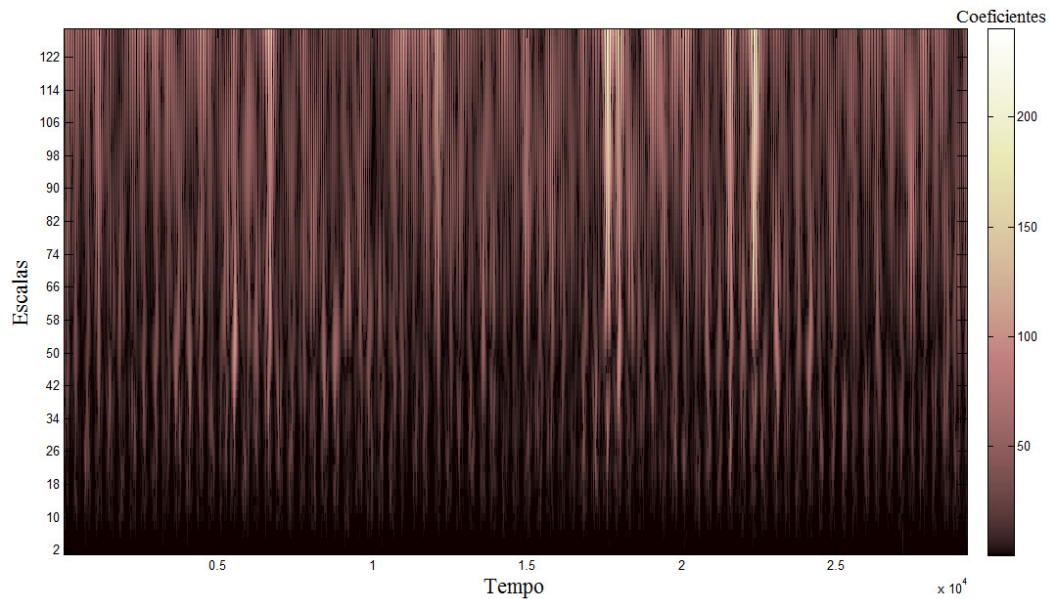


Figura 2.12 – Gráfico típico de uma TWC de um sinal, usando escala de cores para representar a magnitude dos coeficientes *wavelet*.

A Figura 2.12 se assemelha a uma superfície irregular vista de cima, já a Figura 2.13 representa uma visão 3D desta superfície.

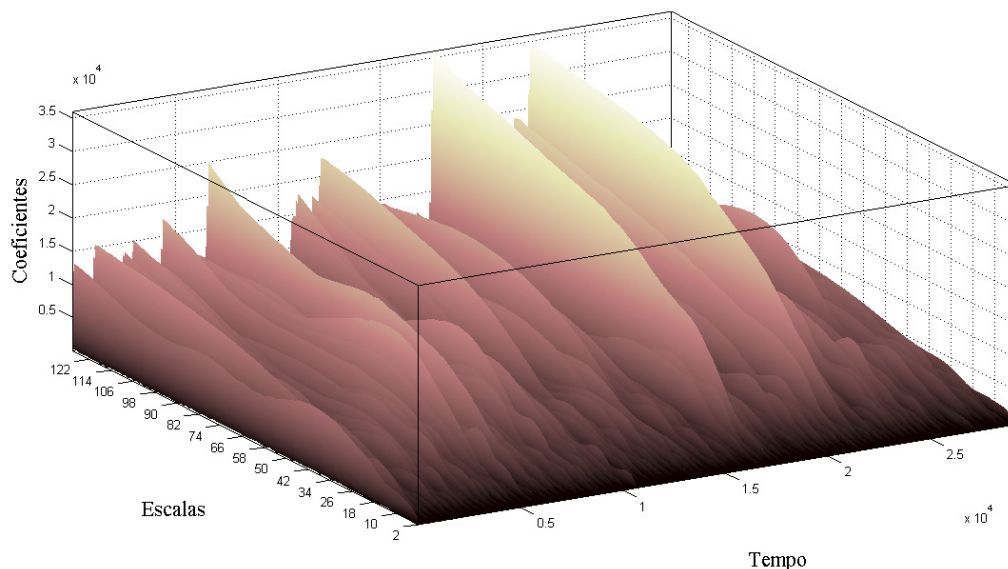


Figura 2.13 – Gráfico típico de uma TWC de um sinal, usando um terceiro eixo ortogonal para representar a magnitude dos coeficientes *wavelet*.

Qualquer processamento de sinal realizado em um computador utilizando dados do mundo real deve ser realizado em um sinal discreto; *i.e.*, em um sinal que tenha sido medido em tempo discreto.

O que distingue a transformada *wavelet* discreta (a ser discutido na seção seguinte) da transformada *wavelet* contínua é o conjunto de escalas e posições em que atua, pois a TWC pode operar em qualquer escala, desde o sinal original até a escala máxima determinada.

2.1.5.2. Transformada *wavelet* discreta (TWD)

O cálculo dos coeficientes da *wavelet* em cada escala possível é um trabalho árduo, e isso gera uma enorme quantidade de dados. O melhor seria escolher apenas um subconjunto de escalas e posições para fazer os cálculos. Assim, se forem escolhidas escalas e posições com base nas potências de dois (as chamadas escalas e posições diádicas) então a análise seria muito mais eficiente e ainda continuaria precisa. Tal análise é realizada através da Transformada *Wavelet* Discreta (TWD).

Uma maneira eficiente de implementar este esquema usando filtros foi desenvolvido em 1988 por Mallat (1989). O algoritmo de Mallat é na verdade um esquema clássico

conhecido na comunidade de processamento de sinal como um codificador de sub-bandas de dois canais.

Este algoritmo muito prático de filtragem produz uma transformada *wavelet* rápida (*fast wavelet transform*) – uma caixa pela qual se passa um sinal, e a partir do qual os coeficientes *wavelet* rapidamente são obtidos.

2.1.5.2.1. Decomposição simples

Para muitos sinais, o conteúdo de baixa frequência é a parte mais importante. É o que dá ao sinal sua identidade. O conteúdo de alta frequência, por outro lado, dá sua nuance. Por exemplo, considere a voz humana. Se os componentes de alta frequência forem removidos, a voz soa diferente, mas ainda poder-se-á entender o que está sendo dito. No entanto, se os componentes de baixa frequência forem removidos o suficiente, ouvir-se-á apenas um balbuciado.

Na análise *wavelet*, muitas vezes fala-se de aproximações (A) e detalhes (D). As aproximações são os componentes de alta escala e baixa frequência do sinal, enquanto que os detalhes são os componentes de baixa escala e de alta frequência.

O sinal original (Q) passa por dois filtros complementares e emerge como dois sinais. Infelizmente, se for executada realmente esta operação em um sinal digital verdadeiro, ao final ter-se-á duas vezes mais dados que quando do início. Por exemplo, se o sinal original Q for composto por 20.000 dados. Então, os sinais resultantes terão cada um 20.000 dados, dando um total de 40.000 dados.

Estes sinais A e D são interessantes, mas tem-se 40.000 valores em vez de 20.000 (Figura 2.14a). Existe uma maneira mais sutil para realizar a decomposição usando *wavelets*. Ao olhar atentamente os cálculos, seria possível manter apenas um ponto em cada dois em cada uma das duas amostras de tamanho de 20.000 para obter-se as informações completas. Esta é a noção de redução da resolução (*downsampling*). Ao final, se teria duas sequências chamadas cA e cD (Figura 2.14b), e este processo, que inclui redução da resolução, produz coeficientes TWD.

É possível observar que os coeficientes de detalhes cD são pequenos e consistem principalmente de um ruído de alta frequência, enquanto os coeficientes de aproximação cA contêm muito menos ruído que o sinal original.

Pode-se observar que o tamanho real dos vetores dos coeficientes de detalhe e aproximação são um pouco mais da metade do comprimento do sinal original (~10000). Isso

tem a ver com o processo de filtragem, que é implementado pela convolução do sinal com um filtro. A convolução é uma operação matemática que a partir de dois sinais gera um terceiro.

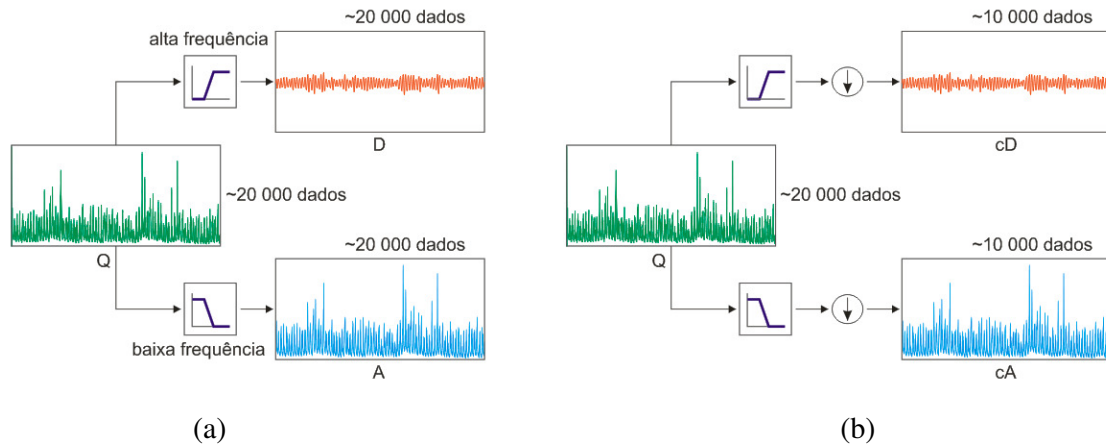


Figura 2.14 – (a) Processo de filtragem básico, (b) Processo de filtragem com redução de resolução (*downsampling*).

2.1.5.2.2. Decomposição múltipla

O processo de decomposição pode ser iterado, sempre atuando sobre as componentes de aproximações, de modo que um sinal é dividido em vários componentes de baixa resolução. Sucessivas decomposições geram a chamada árvore de decomposição *wavelet*, como ilustrado na Figura 2.15. O limite máximo de decomposições corresponde ao nível em que a componente de detalhes consista de apenas uma amostra. O limite prático, entretanto, costuma ser selecionado com base na natureza do sinal, ou em um critério mais específico tal como o da entropia.

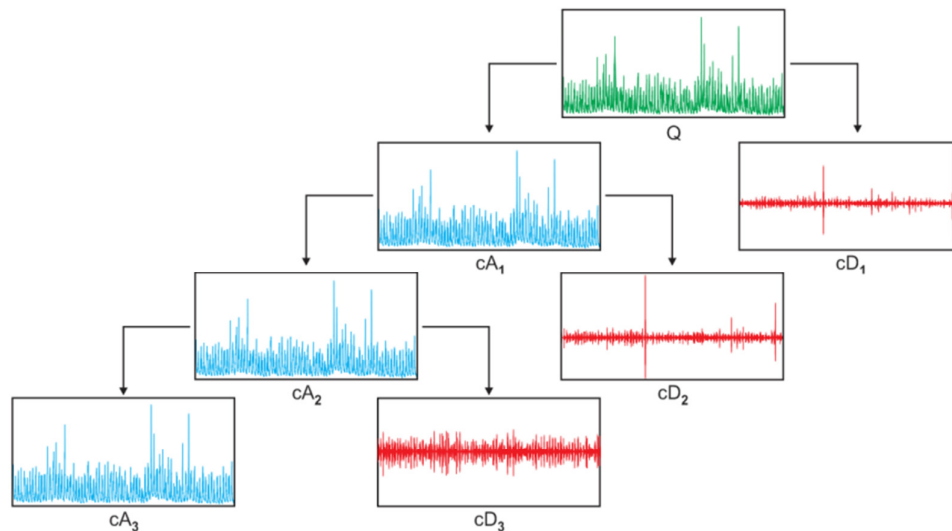


Figura 2.15 – Árvore de decomposição *wavelet*.

2.1.6. Famílias *wavelets*

Em princípio, cada *wavelet*-mãe, $\Psi(\eta)$, é mais apropriada para uma determinada aplicação, ou até para mais de uma. Esta função *wavelet* depende de um parâmetro tempo não dimensional η . No entanto, há algumas famílias mais comumente usadas que outras. Nesta seção, são apresentadas algumas das *wavelets*-mães utilizadas nesta dissertação (MISITI *et al.*, 2006).

2.1.6.1. Haar

A *wavelet*-mãe Haar é a primeira e a mais simples. Ela é composta por uma função pulso unitário (Figura 2.16), sendo também chamada de *wavelet*-mãe Daubechies 1 (db1).

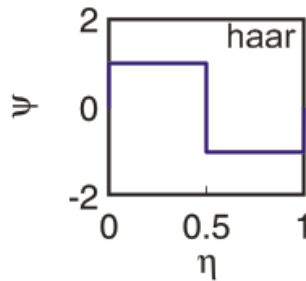


Figura 2.16 – Wavelet-mãe Haar.

2.1.6.2. Daubechies

Esta família foi criada por Daubechies (1990) e tem como principal característica sua ortonormalidade e seu suporte compacto. O índice n em dbn indica a ordem, que teoricamente pode variar de 1 a infinito. Na Figura 2.17, pode-se observar as *wavelets* Daubechies de ordem 1 a 10, tendo em vista que a db1 é igual à *wavelet*-mãe Haar.

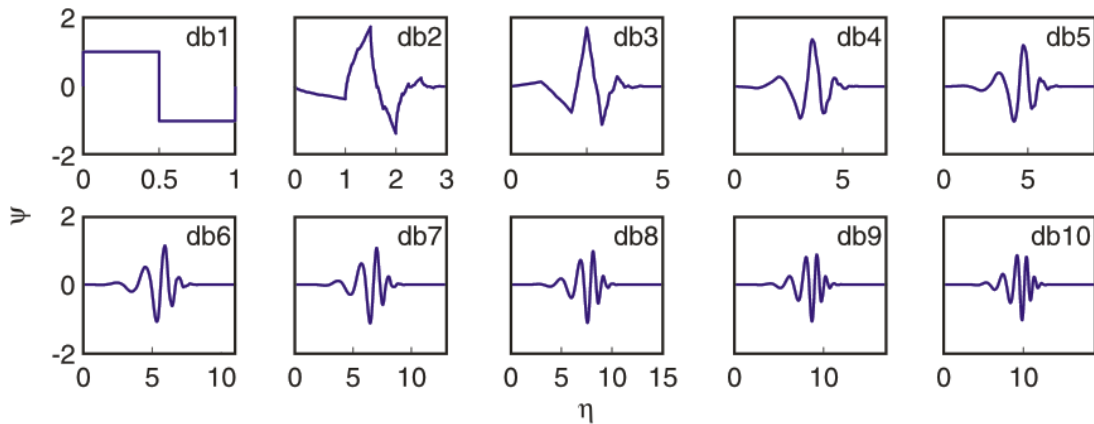


Figura 2.17 – Wavelet-mãe Daubechies (de ordem 1 até 10).

2.1.6.3. Biorthogonal

Esta família de *wavelets* apresenta a propriedade de fase linear, que é necessária para a reconstrução do sinal e da imagem. Na Figura 2.18, as *wavelets* são apresentadas em pares. Em cada par, a *wavelet* da esquerda é a *wavelet*-mãe propriamente dita, a *wavelet* de decomposição; enquanto que a da direita é a *wavelet* de reconstrução – função de escalonamento. Existe ainda a família Biorthogonal Reversa, em que as *wavelets* de decomposição desta família são as *wavelets* de reconstrução da Biorthogonal enquanto que as *wavelets* de reconstrução são as de decomposição, como pode ser vista na Figura 2.19.

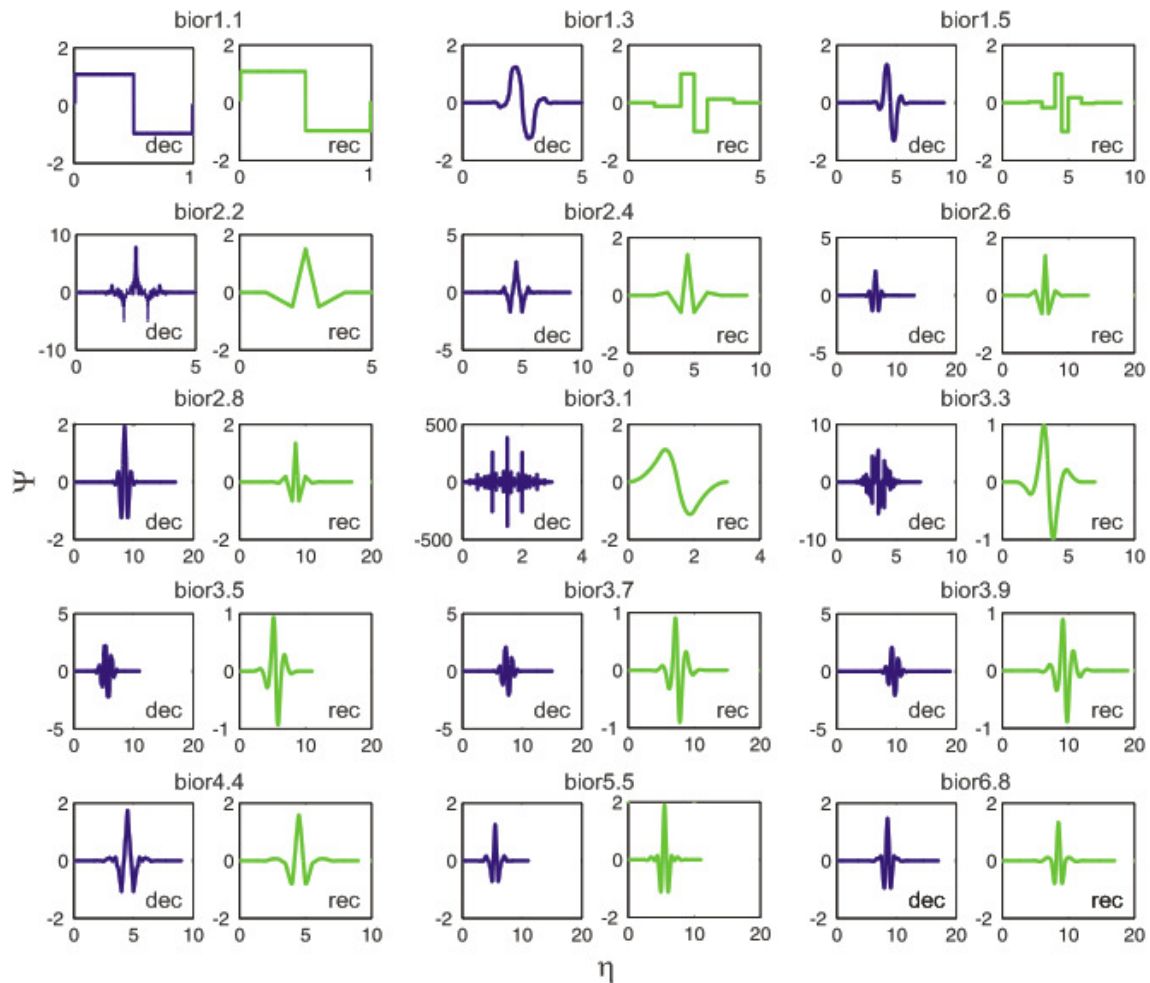


Figura 2.18 – Wavelet-mãe Biorthogonal.

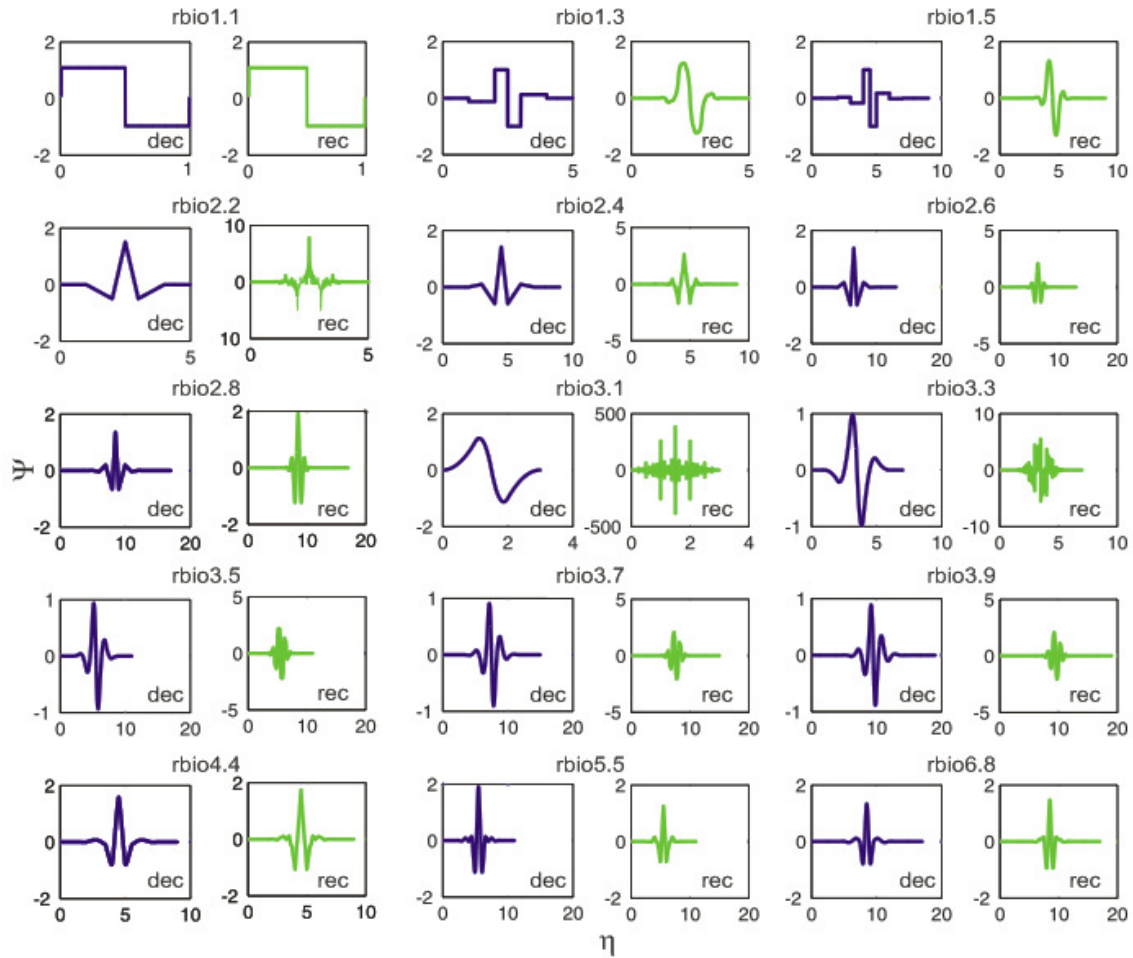


Figura 2.19 – Wavelet-mãe Biorthogonal Reversa.

2.1.6.4. Coiflets

Construído por I. Daubechies a pedido de R. Coifman, a função de onda Ψ tem $2N$ momentos iguais a 0 e a função escala tem $2N - 1$ momentos iguais a 0. As duas funções têm um suporte de comprimento $6N - 1$. Na Figura 2.20 pode-se visualizar esta família.

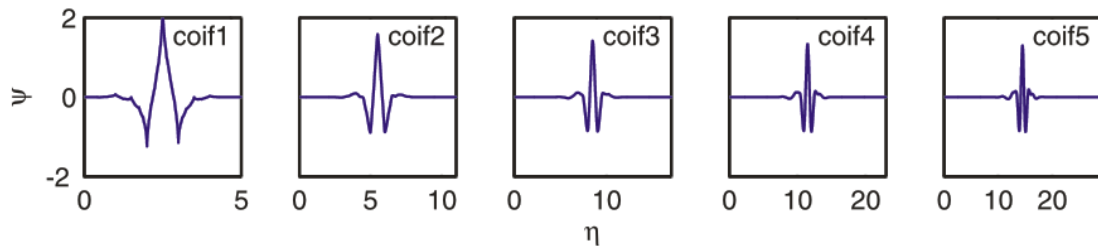


Figura 2.20 – Wavelet-mãe Coiflets.

2.1.6.5. Symlets

As Symlets (Figura 2.21) são quase *wavelets* simétricas propostas por Daubechies como modificações da família db, sendo as propriedades das duas famílias semelhantes.

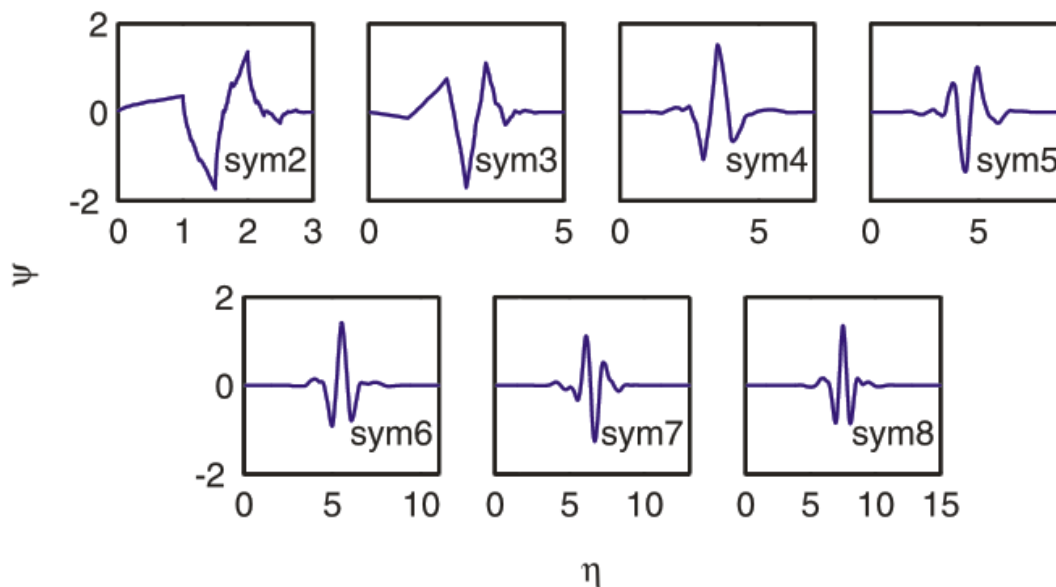


Figura 2.21 – Wavelet-mãe Symlets.

2.1.6.6. Meyer

A *wavelet*-mãe Meyer e a função de escala são definidas no domínio da frequência, conforme pode ser vista na Figura 2.22a.

Neste trabalho, em vez da *wavelet*-mãe Meyer, foi utilizada a aproximação da *wavelet* Meyer Discreta (dmey – Figura 2.22b), a qual é uma aproximação baseada na *wavelet* Meyer, permitindo o rápido cálculo da *wavelet* utilizando os coeficientes da TWD.

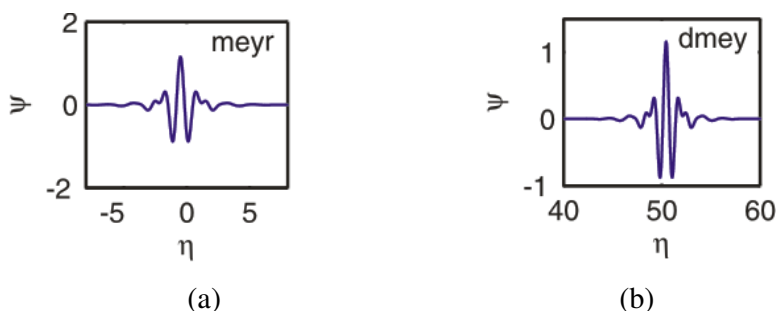


Figura 2.22 – Wavelet-mãe (a) Meyer e (b) Meyer discreta.

2.2. Previsão de vazão

Os modelos confiáveis de previsão de vazão são de fundamental importância para o planejamento e gerenciamento adequado de sistemas hídricos. Os modelos de previsão

podem ser de curto (*e.g.*, horário ou diário), médio (*e.g.*, mensal ou sazonal) e longo prazo (*e.g.*, anual).

Segundo Tucci *et al.* (2002), a previsão de curto prazo é usada para estimar a vazão em um trecho da bacia com antecedência de horas, ou poucos dias; já a de médio prazo necessita da antecedência de um até alguns meses e depende, fortemente, das condições conhecidas de clima que podem influenciar as vazões futuras na bacia hidrográfica; enquanto que a previsão de longo prazo é a estimativa, normalmente estatística, dos riscos de ocorrência de vazões em um determinado local, *e.g.*, o risco de inundação em uma seção de um rio, a probabilidade de períodos úmidos e secos, dentre outros.

Em geral, as previsões de curto prazo são baseadas em modelos estatísticos ou modelos físicos, que focam na relação entre chuva e vazão (LOUCKS *et al.*, 1981; SALAS, 1993; NANDALAL & BOGARDI, 2007).

Os modelos estatísticos tradicionais, como o de *Box-Jenkins* (BOX & JENKINS, 1976), modelos de autoregressão linear (AR), média móvel (MA) e autorregressivo de média móvel (ARMA), são utilizados para previsão de séries temporais e geralmente pressupõem relações lineares entre as variáveis envolvidas, o que limita a sua aplicação para conjunto de dados com características não-lineares, como é o caso da previsão de vazões. Para isso, existem alternativas como as Redes Neurais Artificiais – RNAs (FOG *et al.*, 1995; LACHTERMACHER & FULLER, 1995; SARLE, 1995) que são modelos compostos de certo número de elementos não lineares – neurônio artificial, operando em paralelo e disposto em camadas similares às redes neurais biológicas. As RNAs podem aprender certo conhecimento através de algoritmos específicos (HAYKIN, 1994; EVANS & ALVIN, 1991; SIQUEIRA & SOARES, 2002) e podem ser agrupadas em duas categorias: redes sem realimentação (*feedforward networks*) e com realimentação (*recurrent networks*).

2.3. Redes Neurais Artificiais

2.3.1. Introdução

Por muitas décadas, um dos objetivos da ciência foi desenvolver máquinas inteligentes, inspiradas nas características de funcionamento do cérebro humano como a capacidade de aprender e de se adaptar a eventuais mudanças. Uma das primeiras pesquisas nesse sentido surgiu na década de 1940 com a proposição de modelos físicos simples para representar o funcionamento de neurônios biológicos. Posteriormente, surgiu a ideia de

implementar esses modelos de neurônios em códigos computacionais, dando origem às Redes Neurais Artificiais.

As RNAs são ferramentas matemáticas inspiradas no comportamento do cérebro humano, a partir do entendimento de que as funções neurais biológicas, incluindo a memória, são armazenadas nos neurônios e nas conexões entre eles, e que o processo de aprendizado consiste em estabelecer novas conexões entre neurônios ou modificar as conexões existentes.

Um dos aspectos que tem motivado o uso frequente de RNAs em diversos campos da ciência, particularmente em estudos de previsão de séries temporais, é a sua capacidade comprovada de representar adequadamente relações fortemente não-lineares entre variáveis. Por meio dessa técnica, a dependência entre ocorrências passadas e futuras de uma série temporal pode ser modelada por uma combinação de muitas funções matemáticas não-lineares, o que pode levar a uma representação de sistemas complexos com uma precisão aceitável.

2.3.2. Histórico

As primeiras ideias sobre o uso de redes neurais como solucionador de problemas tiveram início 3000 a.C., com os estudos de Hipócrates. Entretanto, o primeiro estudo sistemático sobre RNAs foi publicado por McCulloch & Pitts (1943). Eles sugeriram a construção de uma máquina computacional baseada no cérebro humano, estabelecendo uma analogia entre o processo de comunicação das células nervosas vivas e o processo de comunicação por transmissão elétrica. Com isso, propuseram uma teoria geral de processamento de informação baseada em elementos de decisão que foram denominados neurônios.

Em seguida, Hebb (1949) elaborou uma teoria fundamentada no processo de aprendizagem que ocorre no cérebro humano, propondo que o condicionamento psicológico seria uma propriedade individual dos neurônios. A partir de um ponto de vista neurobiológico, ele sugeriu uma regra específica de aprendizagem para os neurônios, que foi utilizada por pesquisadores e começou a ser aplicada em modelos computacionais (HEBB, 1949; HAYKIN, 1999). Essa teoria serviu de base para o desenvolvimento de métodos de aprendizagem aplicáveis a RNAs.

De acordo com Haykin (1999), o primeiro neurocomputador que obteve sucesso foi criado em 1958 por Frank Rosenblatt. Este neurocomputador ficou conhecido como *Perceptron* e tinha a capacidade de classificar conjuntos linearmente separáveis, sendo a primeira aplicação prática de RNAs. A invenção desta RNA (*Perceptron*), composta por

apenas duas camadas de neurônios (uma de entrada e uma de saída), e a proposição de Rosenblatt (1958) de uma regra para realizar a aprendizagem dessa rede, demonstraram a capacidade do *Perceptron* em realizar eficientemente a tarefa de reconhecimento de padrões.

Entretanto, a credibilidade do *Perceptron* não durou muito, pois foi mostrado que esse tipo de rede podia resolver apenas uma quantidade limitada de problemas. No entanto, ao mesmo tempo, sabia-se que as redes *perceptron* com várias camadas de neurônios tinham uma capacidade mais ampla de resolver problemas. Entretanto, não se conhecia um algoritmo de aprendizagem capaz de realizar tal associação.

Em 1960, Widrow e Hoff idealizaram um neurônio artificial baseado no modelo de McCulloch & Pitts (1943). Este modelo, conhecido como adaline, foi muito importante porque introduziu o algoritmo do mínimo quadrado médio (LMS, *least-mean-square*), uma regra de aprendizagem utilizada até os dias atuais.

A publicação “Perceptrons” de Minsky & Papert (1969) reduziu o interesse dos cientistas em torno das RNAs. Minsky e Papert provaram que o modelo de Rosenblatt não era capaz de resolver vários problemas devido às restrições de representação (ROSENBLATT, 1958; MINSKY & PAPERT, 1969; HAYKIN, 1999). Por esses motivos, os estudos em RNAs ficaram esquecidos, com pouca credibilidade, durante as décadas de 60 e 70.

Apenas em meados da década de 1980, as limitações da rede *perceptron* foram superadas. A solução encontrada foi o algoritmo de retropropagação de erros (*error back-propagation*) proposto por Rumelhart *et al.* (1986). Esse algoritmo é capaz de realizar a aprendizagem de *perceptrons* com multicamadas de neurônios. Demonstrou-se que qualquer rede com uma camada intermediária apenas podia aproximar qualquer função razoável com qualquer aproximação que se desejasse. Para isso, bastava que na camada intermediária houvesse um número suficiente de neurônios. Tornou-se um método eficiente para resolução de vários tipos de problemas, tais como: reconhecimento de fala, compreensão de imagens, previsão de séries temporais, etc. A partir daí, os estudos sobre redes neurais se desenvolveram rapidamente impulsionados, na mesma época, pelo rápido desenvolvimento dos computadores digitais.

Embora existam, atualmente, inúmeros tipos de RNAs, a rede *perceptron* multicamadas é uma das mais conhecidas e aplicadas. Uma das razões para isso é a sua capacidade de aproximação universal e sua flexibilidade para solucionar uma grande classe de problemas, incluindo reconhecimento de padrões, processamento de sinais, controle e otimização, problemas de classificação e previsão de séries temporais.

2.3.3. Inspiração Biológica

O sistema nervoso é formado por um conjunto extremamente complexo de células, os neurônios, que têm um papel essencial na determinação do funcionamento e comportamento do corpo humano e do raciocínio. Os neurônios são formados pelos dendritos que são um conjunto de terminais de entrada, pelo corpo central, e pelos axônios que são longos terminais de saída.

Os neurônios se comunicam através de sinapses (Figura 2.23) que são os pontos onde as extremidades de neurônios vizinhos se encontram e o estímulo passa de um neurônio para o seguinte por meio de mediadores químicos, os neurotransmissores. As sinapses ocorrem no contato das terminações nervosas, dos axônios com os dendritos. Existe o contato físico, pois apesar das estruturas estarem muito próximas há um espaço entre elas, a fenda sináptica, que é o local de comunicação entre o neurônio central (axônio) e o neurônio dicanto (dendrito). Os axônios libertam substâncias neurotransmissoras que atravessam a fenda e estimulam os dendritos e assim transmitem o impulso nervoso de um neurônio para o outro.

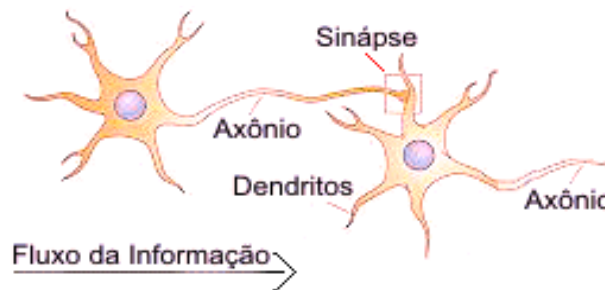


Figura 2.23 – Neurônios Biológicos

Em média, cada neurônio forma entre mil e dez mil sinapses. O cérebro humano possui cerca de 10^{11} neurônios, e o número de sinapses é de mais de 10^{14} , possibilitando a formação de redes muito complexa.

2.3.4. Neurônio Artificial

O neurônio artificial (Figura 2.24) é uma estrutura lógico-matemática que procura simular a forma, o comportamento e as funções de um neurônio biológico, em que:

- (a) Os dendritos são as entradas;
- (b) As sinapses são os pesos;
- (c) Os estímulos captados pelas entradas são a função de soma;
- (d) O limiar de disparo do neurônio é a função de transferência.

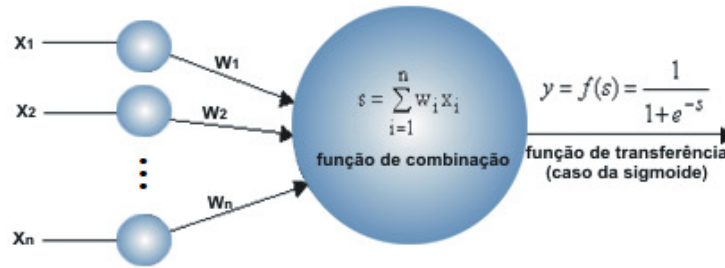


Figura 2.24 – Neurônio Artificial.

Seus elementos básicos são os seguintes:

- (a) entradas: os sinais iniciais, que são responsáveis pela ativação da RNA;
- (b) pesos: os valores dos elos de ligação ou sinapses, que são ajustados pelo processo de formação;
- (c) tendências: os vies, que também são ajustados pelo processo de formação e têm o efeito de aumentar ou diminuir a entrada de líquido para a função de ativação. Assim, eles oferecem mais flexibilidade à RNA;
- (d) campo local induzido: a soma das operações matemáticas realizadas com pesos e vies no neurônio artificial;
- (e) função de ativação: restringe a faixa de amplitude de um neurônio a um valor finito como uma função do campo induzido local. Tipicamente, o intervalo de saída é limitado ao intervalo de unidade fechada $[0, 1]$ ou, alternativamente, $[-1, 1]$;
- (f) saída: é o resultado final apresentado pelo neurônio da RNA.

2.3.5. Estrutura

As RNAs podem ser entendidas como conjuntos bem estruturados de unidades de processamentos, chamadas neurônios artificiais, interligadas por canais de comunicação, cada qual tendo um peso correspondente a um valor numérico. Essas unidades são dispostas em camadas que são interconectadas entre si. A estrutura de uma RNA pode consistir de três camadas distintas (Figura 2.25): uma camada de entrada onde os dados são introduzidos na rede, uma camada intermediária onde os dados são processados, e uma camada de saída onde os resultados são produzidos. As camadas são ligadas por meio de pesos que são valores numéricos. Dessa forma, a rede procura representar a relação existente entre os dados de entrada e de saída. No caso de séries temporais, os valores das camadas de entrada e saída são organizados a partir da relação dinâmica que se deseja representar, ou seja, a dependência entre valores passados e futuros da série.

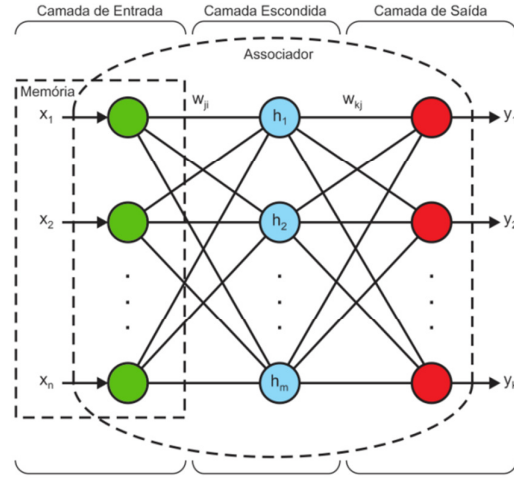


Figura 2.25 – Exemplo de estrutura da rede.

A Figura 2.26 apresenta uma estrutura típica de uma RNA do tipo *perceptron* contendo, nesse caso, apenas uma camada intermediária. Essa rede possui N_e neurônios de entrada, N_i neurônios na camada intermediária e N_s neurônios na camada de saída. Os neurônios de entrada são representados por η_k ($1 \leq k \leq N_e$), os da camada intermediária por σ_i ($1 \leq j \leq N_i$) e neurônios da camada de saída S_i ($1 \leq i \leq N_s$). Os neurônios de entrada são ligados aos da camada intermediária por pesos α_{jk} e os da camada intermediária aos da camada de saída por pesos ω_{ij} , como mostrado na Figura 2.27. Cabe ressaltar que apesar da simplicidade do exemplo apresentado, este será utilizado para descrever a estrutura geral e o funcionamento básico de RNAs. Naturalmente, generalizações dos conceitos apresentados podem ser obtidas para rede com múltiplas camadas.

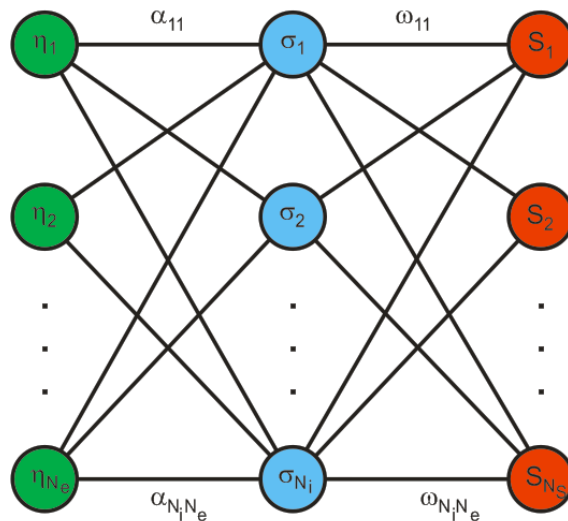


Figura 2.26 – Estrutura de uma rede neural com uma camada intermediária.

Matematicamente, a transmissão de informações entre camadas é realizada por meio de uma função de combinação e uma função de ativação. A função de combinação é responsável por compor a informação de entrada dos neurônios. Se ela for linear passa a representar o somatório da entrada pelos respectivos pesos.

Essa mesma representação pode ser estendida para redes com várias camadas intermediárias. Os pesos das conexões representam matematicamente o peso de cada informação com relação a um dado neurônio. Já a função de ativação é responsável pela intensidade do sinal a ser transmitido pelas conexões para os neurônios das camadas adjacentes. Diversas são as funções de ativação utilizadas nas aplicações com redes neurais. Exemplos dessas funções podem ser encontrados em detalhes em Haykin (2005), Hagan *et al.* (1996), e Müller & Reinhardt (1990).

2.3.6. Processamento Neural

As RNAs devem ser configuradas de modo que a apresentação de um conjunto de entradas produza o conjunto de saídas desejado. O processamento de uma RNA pode ser dividido em duas fases: (a) aprendizado (*learning*) – processo de atualização dos pesos sinápticos para a aquisição do conhecimento – aquisição da informação; e (b) recuperação de dados (*recall*) – processo de cálculo da saída da rede, dado certo padrão de entrada – recuperação da informação.

Definir adequadamente o número de camadas escondidas e o número de processadores em cada uma dessas camadas irá garantir: (a) convergência – capacidade de uma rede neural aprender todos os padrões do conjunto de treinamento; e (b) generalização – a capacidade de um modelo de aprendizado responder corretamente aos exemplos que lhe são apresentados, sendo que estes exemplos não devem estar presentes na base de aprendizado.

2.3.7. Vantagens

Existem muitos benefícios do uso de RNAs. Algumas destas vantagens são (a) as RNAs têm capacidade de adaptação de acordo com as mudanças ambientais, *i.e.*, elas podem ser retreinadas para se adaptar a novas circunstâncias – uma RNA pode inclusive ser projetada para se ajustar em tempo real; (b) as RNAs tratam a informação contextual naturalmente, uma vez que cada neurônio é potencialmente afetado pela atividade dos outros neurônios da rede, pode-se dizer que as RNAs podem extrair modelos e efetivamente

generalizar o mapeamento de valores de entrada e saída; (c) as RNAs são capazes de extrair as mais complexas tendências não-lineares existentes entre as variáveis envolvidas.

2.3.8. Aplicações

Um vasto registro de aplicações de RNAs pode ser visto na literatura. Elas são aplicadas em vários ramos científicos, tais como medicina, robótica, engenharia, finanças, segurança, etc. (HAYKIN, 1999; DEMUTH *et al.*, 2008). Na área de recursos hídricos, as RNAs são principalmente aplicadas para os seguintes propósitos: previsão de variáveis hidrológicas, tais como chuva, vazão, evapotranspiração, níveis freáticos, etc.; geração de séries estocásticas; derivação de regras para operação de sistemas hídricos; previsão de variáveis que indicam a qualidade da água, etc., sendo algumas destas aplicações encontradas nos trabalhos de Govindaraju & Rao (2000), Coulibaly *et al.* (2001), Jeong & Kim (2005), Nayak *et al.* (2006), Farias *et al.* (2006), Farias (2009), Alves *et al.* (2007), Santos *et al.* (2009), e Farias *et al.* (2011).

3. DADOS DE ESTUDO

Neste capítulo são apresentados os dados utilizados nesta dissertação bem como uma breve descrição da região, de onde foram extraídos.

3.1. Introdução

Os dados utilizados neste trabalho referem-se à série histórica de vazões naturais médias diárias, afluentes à hidroelétrica de Sobradinho no período de 01 de janeiro de 1931 a 31 de dezembro de 2010, os quais foram obtidos do Operador Nacional do Sistema elétrico – ONS (2012).

O ONS é o órgão responsável por elaborar a previsão e a geração de cenários de vazões naturais médias diárias, semanais e mensais para todos os locais de aproveitamentos hidroelétricos no país.

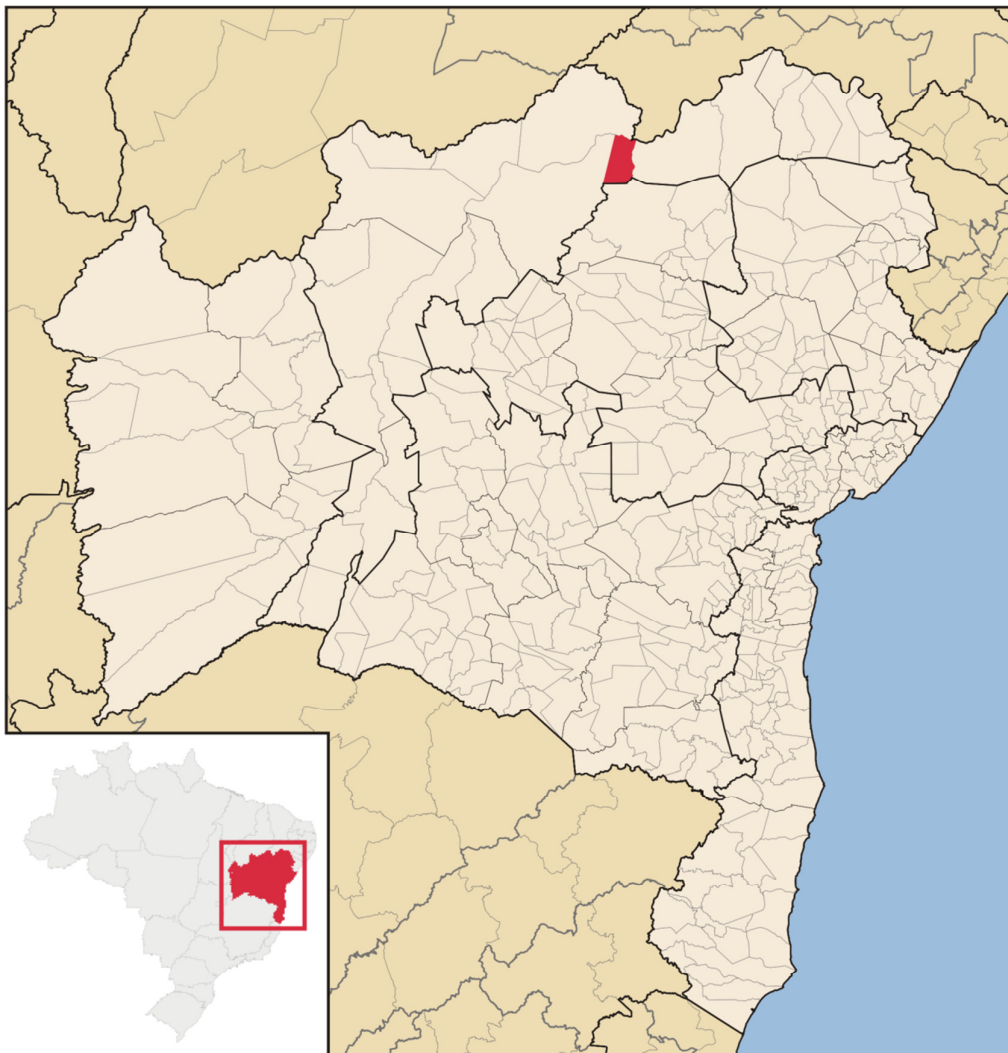
Segundo o ONS, o setor elétrico tem adotado o termo vazão natural para identificar a vazão que ocorreria em uma seção do rio, caso não houvesse as ações antrópicas na sua bacia contribuinte, tais como: regularizações de vazões realizadas por reservatórios; desvios de água; evaporações em reservatórios; irrigação; criação animal; abastecimentos urbano, rural e industrial.

A vazão natural é obtida por meio de um processo de reconstituição, que considera a vazão observada no local e as informações relativas às ações antrópicas na bacia. As séries de vazões naturais foram calculadas no âmbito do Projeto de Revisão das Séries de Vazões Naturais coordenado pelo ONS e contou com o acompanhamento técnico da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, da Agência Nacional de Águas – ANA, do Ministério de Minas e Energia – MME e dos Agentes de Geração responsáveis pelos aproveitamentos dessas bacias (ONS, 2012).

O ONS tem sob sua responsabilidade a previsão de vazões naturais para os locais de aproveitamentos hidroelétricos que constituem o Sistema Interligado Nacional – SIN, com o objetivo de subsidiar, de forma otimizada, o planejamento e programação e o despacho centralizado das usinas.

3.2. Descrição da região

O reservatório de Sobradinho localiza-se no nordeste brasileiro, no Estado da Bahia, no município de Sobradinho, cerca de 40 km a montante das cidades de Juazeiro – BA e Petrolina – PE (Figura 3.1).



Fonte: Abreu (2006)

Figura 3.1 – Localização do município de Sobradinho no Estado da Bahia.

Sobradinho possui uma usina hidroelétrica (Figura 3.2) que está posicionada no rio São Francisco a 748 km de sua foz, com uma bacia de drenagem de 498.968 km². Além da função de geração de energia elétrica, cuja potência instalada é de 1.050.300 kW com seis máquinas geradoras, é a principal fonte de regularização dos recursos hídricos da região (CHESF, 2012).



Fonte: Souza (2010)

Figura 3.2 – Usina hidroelétrica de Sobradinho.

Esse reservatório possui o segundo maior lago artificial do mundo. Este lago é o grande reservatório de água do Nordeste (Figura 3.3), e através dele a Companhia Hidroelétrica do São Francisco – CHESF (Figura 3.4) regula a vazão de água do rio São Francisco a jusante da barragem, como já afirmado anteriormente.



Fonte: NASA (2003)

Figura 3.3 – Vista aérea do lago de Sobradinho.



Fonte: Souza (2010)

Figura 3.4 – Usina hidroelétrica de Sobradinho operada pela Chesf.

O reservatório de Sobradinho tem cerca de 320 km de extensão, com uma superfície de espelho d'água de 4.214 km² e uma capacidade de armazenamento de 34,1 bilhões de metros cúbicos em sua cota nominal de 392,50 m, garantindo assim, através de uma depleção de até 12 m, juntamente com o reservatório de Três Marias/CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais), uma vazão regularizada de 2.060 m³/s nos períodos de estiagem, permitindo a operação de todas as usinas da CHESF situadas ao longo do Rio São Francisco.

3.3. Análise Estatística

Na Figura 3.5, pode ser visualizado o hidrograma de Sobradinho no período de 1931 a 2010. Com posse desses dados é possível realizar uma vasta análise estatística descritiva, *e.g.*, a vazão média da série é de 2.655,61 m³/s, enquanto que a máxima é de 18.525,00 m³/s e a mínima de 400,00 m³/s, já o desvio padrão é de 2.040,70 m³/s e a moda é 1.054,00 m³/s. Esses e outros índices estatísticos podem ser visualizados na Tabela 3.1.

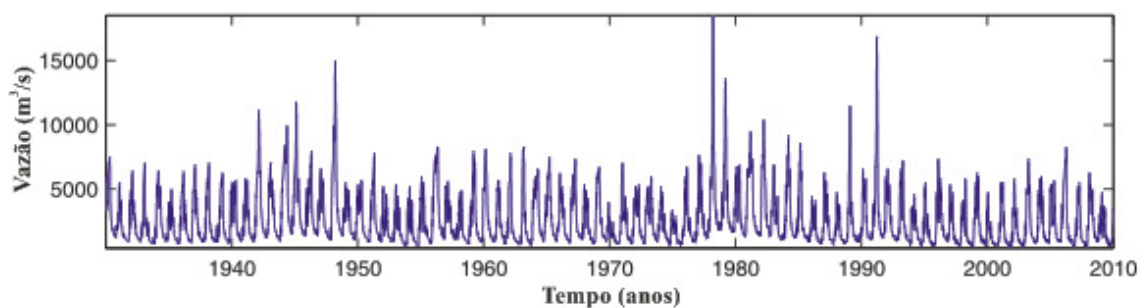


Figura 3.5 – Hidrograma das vazões naturais médias diárias afluentes ao reservatório de Sobradinho (1931 – 2010).

Tabela 3.1 – Análise estatística dos dados das vazões naturais médias diárias afluentes ao reservatório de Sobradinho (1931 – 2010)

Índices Estatísticos		Valor	
Média		2.655,61	m ³ /s
Moda		1.054,00	m ³ /s
Mediana		1.868,00	m ³ /s
Média Harmônica		1.664,23	m ³ /s
Média Geométrica		2.068,38	m ³ /s
Soma		77.597.049,02	m ³ /s
Mínimo		400,00	m ³ /s
Máximo		18.525,00	m ³ /s
Amplitude Total		18.125,00	m ³ /s
Primeiro Quartil		1.163,00	m ³ /s
Terceiro Quartil		3.647,25	m ³ /s
Amplitude Inter-Quartis		2.484,25	m ³ /s
Variância		4.164.448,54	(m ³ /s) ²
Desvio Padrão		2.040,70	m ³ /s
Coeficiente de Variação		0,77	—
Coeficiente de Assimetria		1,78	—
Coeficiente de Curtose		4,98	—
Excesso de Curtose		1,98	—
Percentis	0,01%	428,44	m ³ /s
	0,10%	481,44	m ³ /s
	0,90%	611,97	m ³ /s
	0,99%	617,26	m ³ /s
	25%	1.163,00	m ³ /s
	50%	1.868,00	m ³ /s
	75%	3.647,25	m ³ /s

3.4. Análise com a *wavelet* contínua

A fim de se analisar a periodicidade das vazões ao longo do tempo, utilizou-se a transformada *wavelet* contínua.

3.4.1. Espectro de potência *wavelet*

A Figura 3.6a mostra a potência (valor absoluto ao quadrado) da transformada *wavelet* para as vazões diárias afluentes em Sobradinho apresentados na Figura 3.5. Como dito

anteriormente, o (valor absoluto)² fornece informação sobre a potência relativa em uma certa escala e em um certo tempo. A Figura 3.6a mostra as oscilações reais das *wavelets* individuais, ao invés de apenas a sua magnitude. Observando esta figura, é notório que há mais concentração de potência na banda 256–512-dias, o que mostra que essa série temporal tem um sinal anual forte. A potência média na banda 256–512-dias também mostra os anos secos e úmidos; *i.e.*, quando a potência diminui consideravelmente nesta banda, o que significa um ano seco e quando a potência é máxima significa um ano úmido. Isto também pode ser confirmado pela Figura 3.6c.

A área hachurada na Figura 3.6a é o cone de influência, onde o preenchimento com zeros reduziu a variância. Como se trata de séries temporais finitas, erros ocorrerão no início e no fim do espectro de potência *wavelet*. Uma solução seria preencher o final da série com zeros antes de aplicar a transformada *wavelet* e depois removê-los. Aqui a série temporal foi preenchida com zeros o suficiente para levar o seu comprimento até a próxima potência de 2, limitando o efeito de bordas e aumentando a velocidade do cálculo da transformada. Este preenchimento com zeros introduz descontinuidades no final e diminui a amplitude próxima às bordas à medida que vai para as escalas maiores, já que mais zeros entram na análise. O cone de influência é a região do espectro de potência da *wavelet* na qual o efeito de bordas se torna importante e é definido como o tempo de envelopamento (*e-folding time*) para a autocorrelação da potência da *wavelet* em cada escala. Os picos nestas regiões foram presumidamente reduzidos em sua magnitude devido ao preenchimento com zeros. Assim, não é claro se a diminuição em qualquer banda de potência nesta área hachurada é uma diminuição real na variância ou um artefato do preenchimento. Para séries cíclicas, não haveria necessidade de preenchê-las com zero, e por isso não haveria cone de influência (SANTOS *et al.*, 2011).

O contorno em branco na mesma figura é o nível de significância de 5%, usando um espectro de fundo do tipo ruído vermelho. Muitas séries temporais geofísicas podem ser modeladas como ruído branco ou ruído vermelho. Um modelo simples para ruído vermelho é um processo autoregressivo univariado lag-1. O lag-1 é a correlação entre a série temporal e ela mesma, mas deslocada (*lagged*) de uma unidade de tempo. No presente caso, seria um deslocamento de um dia. O lag-1 mede a persistência de uma anomalia de um dia para o próximo. O lag-1 verdadeiro α pode ser calculado através de uma aproximação usando $\alpha = (\alpha_1 + \alpha_2^{1/2})/2$, onde α_1 é a autocorrelação lag-1 e α_2 é a autocorrelação lag-2, que é o

mesmo que lag-1 sendo que deslocado de 2 pontos ao invés de 1. Como a presente série mostra um $\alpha_1 = 0,9986$ e $\alpha_2 = 0,9947$, o lag-1 verdadeiro α é assumido como sendo 0,9979.

A hipótese nula é definida para o espectro de potência da *wavelet* como assumindo que a série temporal tem um espectro de potência médio; se um pico no espectro de potência da *wavelet* estiver significativamente acima deste espectro de fundo, então pode ser assumido que seja uma característica verdadeira com certo percentual de confiança. Por definição, “nível de significância de 5%” é equivalente a “nível de confiança de 95%”, e implica em um teste contra certo nível de fundo, enquanto o “intervalo de confiança de 95%” refere à abrangência de confiança em cima do valor dado. A confiança de 95% implica que 5% da potência da *wavelet* deve estar acima deste nível.

3.4.2. Espectro de potência global da *wavelet*

A frequência anual (periodicidade de 365 dias) desta série temporal é confirmada por uma integração da potência sobre o tempo (Figura 3.6b), que mostram apenas um pico significativo acima do nível de confiança de 95% no espectro de potência global, assumindo $\alpha = 0,9979$ (Figura 3.6b), representado pelas linhas tracejadas. Este espectro de potência global da *wavelet* fornece uma estimativa não tendenciosa e consistente do espectro de potência verdadeiro da série temporal, e assim ele é um meio simples e robusto para caracterizar a variabilidade das séries. Espectros de potência globais da *wavelet* podem ser usados para descrever a variabilidade da precipitação em hietogramas não-estacionários. Para regiões que não mostrem mudanças a longo prazo nas estruturas do hidrogramas, espectro de potência globais da *wavelet* são úteis para sumarizar a variabilidade temporal da região e compará-la com a vazão em outras regiões. O formato do espectro de potência global da *wavelet* é controlado primariamente pela distribuição das escalas características e, dessa forma, poderia ser considerado um diagnóstico do regime hidroclimático, mesmo se tratando de uma ampla gama de tamanhos de bacias hidrográficas, porque uma diferença qualitativa clara poderia ser encontrada no espectro global da *wavelet* dos hidrogramas de regiões climáticas diferentes.

3.4.3. Séries temporais da escala média

A potência da escala média da *wavelet* (Figura 3.6c) é uma série temporal da variância média em certa banda, neste caso na banda 256–512-dias, usada para examinar a modulação de uma série por outra, ou modulação de uma frequência por outra dentro da

mesma série temporal. Esta figura é feita pela média da Figura 3.6a sobre todas as escalas entre os dias 256 e 512, que dá uma medida da variância média anual *versus* o tempo. O gráfico da variância mostra períodos distintos quando a variância da vazão foi baixa (1975), e um pico importante do espectro de potência pode ser identificado em 1975–1985, indicando claramente um período com altos valores de vazão.

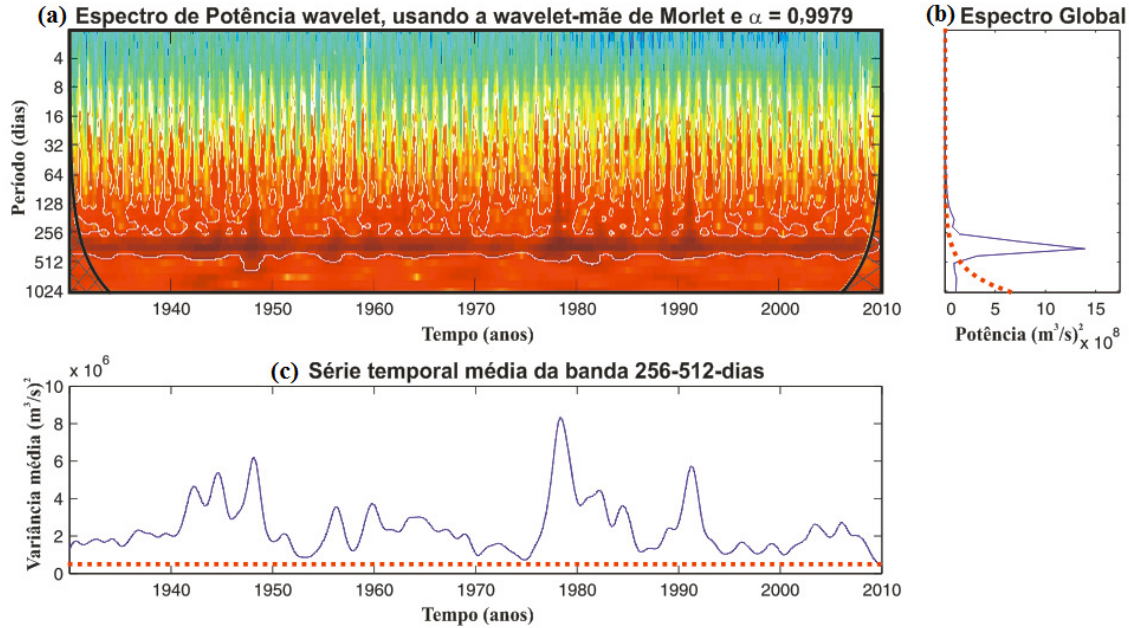


Figura 3.6 – (a) Espectro de potência usando a *wavelet*-mãe Morlet, onde os valores na escalar vertical aumentam da cor azul até o vermelho escuro. (b) Espectro global de potência da *wavelet*. A linha tracejada é o nível de 5% de significância para o espectro global, usando o espectro de fundo de ruído vermelho ($\alpha = 0,9979$). (c) Escala-média da potência da *wavelet* sobre a banda 256–512-dias. A linha tracejada é o nível de 95% de confiança assumindo o ruído vermelho.

4. METODOLOGIA

Neste capítulo, é mostrada a metodologia aplicada neste trabalho.

4.1. Visão geral

A metodologia aplicada (Figura 4.1) consistiu-se basicamente dos seguintes passos:

- (a) De posse do sinal bruto (a vazão de hoje e de mais quatro dias antecedentes), é realizada a previsão da vazão de sete dias a frente através da RNA, e calculado os índices de desempenho;
- (b) Escolhe-se as *wavelets*-mãe a serem usadas na decomposição do sinal bruto;
- (c) A partir do tamanho do sinal bruto e da *wavelet*-mãe, é calculado o nível máximo de decomposição para cada *wavelet*;
- (d) Descoberto o nível máximo de decomposição de cada *wavelet*, é definido um nível ótimo de decomposição;
- (e) Decompõe-se o sinal até o nível ótimo definido ;
- (f) A partir da decomposição realizada, determina-se as aproximações e combinações de aproximações sequenciadas ($A_n, A_{n+1}, \dots$);
- (g) Entra-se na RNA com as aproximações ou combinações de aproximações sequenciadas;
- (h) Calcula-se os índices de desempenho, *i.e.*, índice de correlação, erro médio padrão e Nash;
- (i) Com os índices obtidos nas etapas (a) e (h), realiza-se uma comparação das previsões.

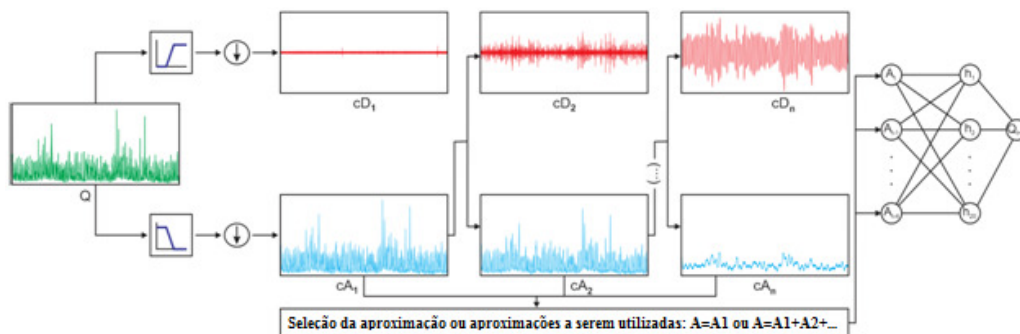


Figura 4.1 – Esquema do modelo híbrido *wavelet*-RNA.

4.2. Sinal bruto

Primeiramente, os dados serão separados em dois grupos (a) calibração, que corresponde ao período de 01 de janeiro de 1931 a 31 de dezembro de 2007; e (b) previsão, de 01 de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2010.

4.3. Wavelets-mãe

As famílias *wavelets* utilizadas para decomposição das séries temporais foram (a) Haar; (b) Daubechies; (c) Symlets; (d) Coiflets; (e) Biorthogonal; (f) Biorthogonal Reversa; e (g) Aproximação de Meyer Discreta, tendo em vista a possibilidade de reconstrução exata e presença da transformada discreta. Perfazendo um total de 34 *wavelets*-mãe, já apresentadas no Capítulo 2.

4.4. Cálculo do nível máximo de decomposição

Uma vez que o processo de análise é iterativo, em teoria, pode ser continuado indefinidamente. Na realidade, a decomposição pode prosseguir até que apenas os detalhes individuais consistam de uma única amostra ou pixel. Na prática, poderá selecionar um número adequado de níveis com base na natureza do sinal, ou a um critério adequado, tal como a entropia. Dessa forma, o cálculo do nível máximo de decomposição é importante para evitar excessivos valores de nível máximo.

4.5. Definição do nível ótimo de decomposição

O nível ótimo de decomposição (n_{opt}) adotado, neste trabalho, será aquele que atenda de forma satisfatória todas as *wavelets* escolhidas.

4.6. Decomposição do sinal

O sinal bruto (a série de vazão afluente em Sobradinho) passará por dois filtros, um de alta frequência, originando os detalhes; e o outro de baixa frequência, originando as aproximações (Figura 4.2).

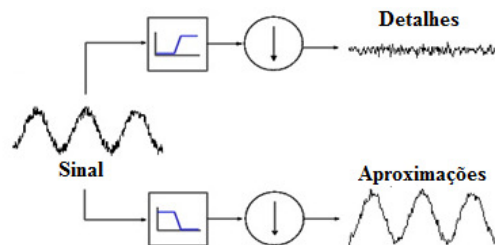


Figura 4.2 – Decomposição do sinal.

Desta forma, será realizada uma decomposição múltipla do sinal (decomposições sucessivas até o n_{opt}).

4.7. Aproximações e combinações de aproximações sequenciadas

Depois de realizar a decomposição até o nível ótimo escolhido (Figura 4.3), todas as aproximações e combinações de até quatro aproximações sequenciadas (Tabela 4.1) serão utilizadas na entrada da RNA.

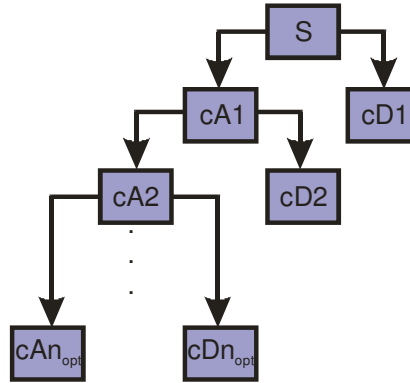


Figura 4.3 – Decomposição até o nível ótimo.

Tabela 4.1 – Aproximações e combinações de duas a quatro aproximações sequenciadas para entrada na RNA

Aproximação	Combinação com 2	Combinação com 3	Combinação com 4
A1	A1+A2	A1+A2+A3	A1+A2+A3+A4
A2	A2+A3	A2+A3+A4	A2+A3+A4+A5
.			
.			
.			
An_{opt-3}	$An_{opt-3}+An_{opt-2}$	$An_{opt-3}+An_{opt-2}+An_{opt-1}$	$An_{opt-3}+An_{opt-2}+An_{opt-1}+An_{opt}$
An_{opt-2}	$An_{opt-2}+An_{opt-1}$	$An_{opt-2}+An_{opt-1}+An_{opt}$	
An_{opt-1}	$An_{opt-1}+An_{opt}$		
An_{opt}			

4.8. Entrada na RNA

A entrada da RNA foi dada a partir dos dados da vazão (ou de sua transformada) do dia t (Q_t) e da vazão (ou a sua transformada) dos quatro dias antecedentes (Q_{t-1} , Q_{t-2} , Q_{t-3} e Q_{t-4}) a fim de se obter o valor da vazão do sétimo dia (Q_{t+7}), como mostrado na Figura 4.4.

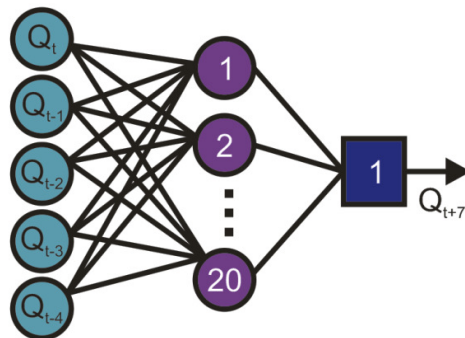


Figura 4.4 – Esquema do processamento da RNA para previsão de vazão.

A aplicação de RNAs passa basicamente por três fases: definição da arquitetura da rede, aprendizagem da rede, e verificação da rede.

4.8.1. Arquitetura da RNA

A arquitetura (Figura 4.5) é definida basicamente pela determinação do número de camadas, número de neurônios por camada, tipo de conexão entre as camadas (funções de ativação) e topologia da rede.

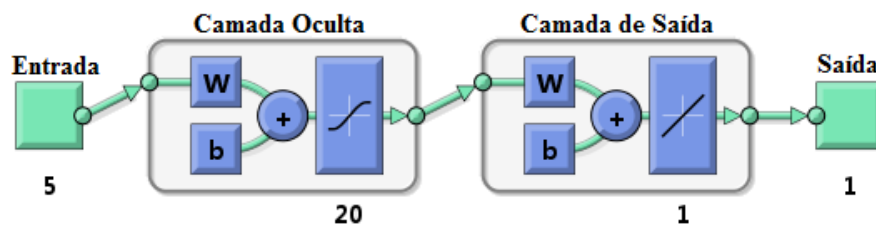


Figura 4.5 – Arquitetura da RNA.

Na Figura 4.5, pode-se observar que se trata de uma rede *feed-forward* de duas camadas uma com arbitrariamente 20 neurônios ocultos, cuja função de transferência é do tipo sigmoide e a outra com um neurônio de saída, cuja função de transferência é linear, os quais fazem um bom mapeamento multidimensional, fornecendo dados consistentes com neurônios suficientes na camada oculta.

4.8.2. Aprendizagem da RNA

O processo de aprendizagem consiste em fornecer à RNA um conjunto de exemplos e alterar os seus pesos de modo a tornar a RNA capaz de representar as informações. Consiste em um processo iterativo, em que os pesos guardam o conhecimento que a rede adquiriu do ambiente em que está operando.

A atualização dos pesos sinápticos é proporcional à diferença entre a saída calculada pela RNA, que é diretamente proporcional aos pesos utilizados, e a saída real. Existem várias formas de atualização dos pesos, também chamadas de regras de aprendizado, dentre as quais pode ser a minimização do erro médio quadrático pelo algoritmo do gradiente descendente (usado pelo algoritmo de aprendizado *BackPropagation*) ou por meio de um algoritmo que utiliza uma aproximação do método de Newton (usado pelo algoritmo de aprendizado *Levenberg Marquardt*).

Neste trabalho, será utilizado o algoritmo de treinamento *Levenberg-Marquardt* (MORE, 1978), por ser considerado um dos métodos mais rápidos para o treinamento de RNAs.

O algoritmo de *Levenberg-Marquardt* é uma aproximação do método de Newton. Sendo uma determinada função $V(x)$ que se deseja minimizar com respeito a uma variável x , então o método de Newton seria:

$$\Delta x = -[\nabla^2 V(x)]^{-1} \nabla V(x) \quad (4.1)$$

em que, $\nabla^2 V(x)$ é a matriz hessiana e $\nabla V(x)$ é o gradiente de $V(x)$. Se for assumido que $V(x)$ é uma soma de quadrados:

$$V(x) = \sum_{i=1}^N e_i^2(x) \quad (4.2)$$

pode ser mostrado que:

$$\nabla V(x) = J^T(x) e(x) \quad (4.3)$$

e

$$\nabla^2 V(x) = J^T(x) J(x) + S(x) \quad (4.4)$$

em que $J(x)$ é a matriz jacobiana:

$$J(x) = \begin{bmatrix} \frac{\partial e_1(x)}{\partial x_1} & \frac{\partial e_1(x)}{\partial x_2} & \cdots & \frac{\partial e_1(x)}{\partial x_n} \\ \frac{\partial e_2(x)}{\partial x_1} & \frac{\partial e_2(x)}{\partial x_2} & \cdots & \frac{\partial e_2(x)}{\partial x_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial e_n(x)}{\partial x_1} & \frac{\partial e_n(x)}{\partial x_2} & \cdots & \frac{\partial e_n(x)}{\partial x_n} \end{bmatrix} \quad (4.5)$$

$$S(x) = \sum_{i=1}^N e_i(x) \nabla^2 e_i(x) \quad (4.6)$$

Para o método de Newton-Gauss, é assumido que $S(x) \approx 0$ e, então, (4.1) fica:

$$\Delta x = [J^T(x) J(x)]^{-1} J^T(x) e(x) \quad (4.7)$$

É feita, então, a modificação que resulta no cálculo de Δx pelo método de *Levenberg-Marquardt*:

$$\Delta x = [J^T(x)J(x) + \mu I]^{-1}J^T(x)e(x) \quad (4.8)$$

Se a nova soma dos quadrados dos erros para $x = x + \Delta x$ for maior que a antiga, *i.e.*, $V(x + \Delta x) > V(x)$, então μ é multiplicado por um fator β . Caso contrário, quando $V(x + \Delta x) < V(x)$, então, divide-se μ por β .

O algoritmo de *Levenberg-Marquardt* é uma variação do *Backpropagation*, este último é usado para treinamento de redes *Multilayer perceptron* e tem como características marcantes: (a) os erros dos elementos processadores da camada de saída, que são conhecidos no treinamento supervisionado, são retropropagados para as camadas intermediárias; (b) a regra de propagação é $rede_j = \sum x_i w_{ji} + \theta_j$; (c) a função de ativação é uma função não-linear, diferenciável em todos os j pontos; (d) a topologia é de múltiplas camadas; (e) o algoritmo de aprendizado é do tipo supervisionado; e (f) os valores de entrada/saída são binários e/ou contínuos.

No *Backpropagation*, o processo de atualização dos pesos é feito por meio da minimização do erro quadrático pelo método do *Gradiente descendente*. Por este método, o fator de atualização ótimo para o peso w_{ji} relativo à entrada i do processador j é dado por:

$$\Delta w_{ji} = -\eta \frac{\delta E}{\delta w_{ji}} \quad (4.9)$$

Lembrando que o gradiente de uma função está na direção e sentido onde a função tem taxa de variação máxima.

Na equação (4.9) tem-se:

$$E = \frac{1}{2} \sum_p \sum_{i=1}^k (d_i^p - y_i^p)^2 \quad (4.10)$$

em que E é a medida do erro total, p é o número de padrões, k é o número de unidades de saída, d_i é a i -ésima saída desejada e y_i é a i -ésima saída gerada.

Embora o erro total E seja definido pela soma dos erros das saídas para todos os padrões, será assumido, sem perda de generalidade, que a minimização do erro para cada padrão individualmente levará à minimização do erro total.

Desta forma, o erro será definido por:

$$E = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^k (d_i - y_i)^2 \quad (4.11)$$

Utilizando a regra da cadeia em (4.9), tem-se:

$$\Delta w_{ji} = -\eta \frac{\delta E}{\delta rede_j} \frac{\delta rede_j}{\delta w_{ji}} \quad (4.12)$$

Como $rede_j = \sum s_i w_{ji} + \theta_j$, então:

$$\frac{\delta rede_j}{\delta w_{ji}} = s_i \quad (4.13)$$

em que s_i é o valor de entrada recebido pela conexão i do neurônio j .

Como $\frac{\delta E}{\delta rede_j}$ é o valor calculado do erro do processador j , então ele passará a ser chamado de e_j . Para os neurônios da camada de saída,

$$e_j = (t_j - s_j) \frac{\delta s_j}{\delta rede_j} \quad (4.14)$$

e, para os neurônios da camada escondida,

$$e_j = \frac{\delta s_j}{\delta rede_j} \sum_k e_k w_{kj} \quad (4.15)$$

Das equações acima, pode-se estabelecer que:

$$-\Delta w_{ji} = \eta s_i e_j \quad (4.16)$$

em que e_j é dado pelas equações (4.13) e (4.14) dependendo da camada do neurônio.

Vale salientar ainda que no aprendizado supervisionado, em princípio, só se conhece o erro na camada de saída (e_k) que é função do potencial interno do processador ($rede_k$) que depende dos estados de ativação dos processadores da camada anterior (s_j) e dos pesos das conexões (w_{kj}). Assim, os estados de ativação (s_j) de uma camada escondida afetam, em maior ou menor grau, o erro de todos os processadores da camada subsequente.

O algoritmo *Backpropagation* tem duas fases distintas de propagação de dados, para cada padrão apresentado, (a) *feed-forward* em que as entradas se propagam pela rede, da camada de entrada até a camada de saída; e (b) *feed-backward* em que os erros se propagam na direção contrária ao fluxo de dados, indo da camada de saída até a primeira camada escondida.

4.8.3. Verificação da RNA

A verificação da RNA foi realizada através do cálculo do MSE (*Mean Square Error*) – erro médio quadrado:

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (Qc_t - Qo_t)^2 \quad (4.17)$$

em que Qc_t é a vazão calculada no instante t e Qo_t é a vazão observada no instante t .

4.9. Cálculo dos índices de desempenho

Os índices estatísticos utilizados para análise de desempenho foram (a) o índice de correlação (R^2); (b) o erro RMS (*Root Mean Square Error*) – erro médio padrão; e (c) o coeficiente de Nash-Sutcliffe.

4.9.1. Índice de correlação (R^2)

A correlação calcula a variabilidade de um número de previsões ao redor do valor verdadeiro, seu valor ideal é $R^2 = 1$.

$$R^2 = \frac{\sum ((Q_o - \bar{Q})(Q_c - \bar{Q}))^2}{\sum (Q_o - \bar{Q})^2 \sum (Q_c - \bar{Q})^2} \quad (4.18)$$

em que Q_o é a vazão observada; $\bar{Q}$ é a vazão média; e Q_c é a vazão calculada.

4.9.2. Erro médio padrão

O erro médio padrão ou erro RMS (*Root Mean Square*) é a raiz quadrada do MSE (*Mean Square Error*), o seu valor ideal é $RMS = 0$.

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{N} \sum (Q_c - Q_o)^2} \quad (4.19)$$

em que N é o número de dados.

4.9.3. Coeficiente de Nash

O Coeficiente de eficiência de Nash-Sutcliffe, dado pela equação (4.20), é considerado um dos mais importantes critérios estatísticos para avaliar a precisão de modelos hidrológicos, o qual pode variar de $-\infty$ até 1, sendo $Nash = 1$ um ajuste perfeito.

$$Nash = 1 - \frac{\sum (Q_o - Q_c)^2}{\sum (Q_o - \bar{Q})^2} \quad (4.20)$$

4.10. Comparações das previsões

Muitos autores realizam as previsões (a) apenas com as RNAs, ou (b) quando se utilizam as *wavelets* utilizam a última aproximação com o somatório dos detalhes, o

diferencial desse trabalho é a utilização apenas das aproximações ou combinação de aproximações para realização da previsão.

Nesta etapa será analisado os resultados das previsões com base nos índices de desempenho obtidos em cada simulação, onde o critério para escolha do melhor sistema híbrido *wavelet*-RNA será o *RMS* mais próximo de 0, o *Nash* mais próximo de 1 e o R^2 mais próximo de 1, nesta ordem.

5. RESULTADOS

Neste capítulo, são apresentados todos os resultados referentes a cada passo da metodologia, bem como a discussão dos mesmos.

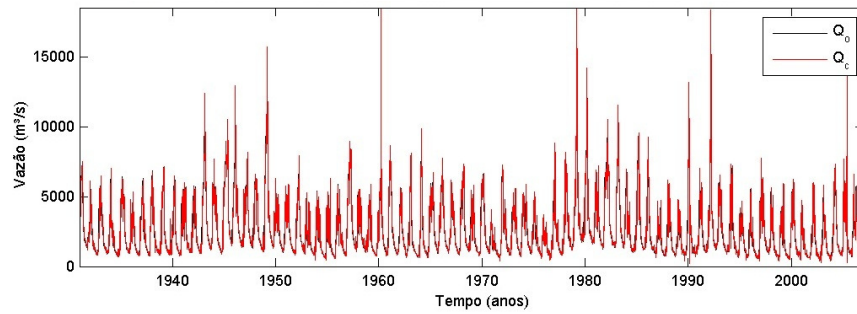
5.1. Previsão com o sinal bruto

Os dados originais (entrada e saída) foram convenientemente normalizados e, em seguida, dimensionados antes do treino, a fim de melhorar a eficiência da RNA (DEMUTH & BEALE, 2005). O processo de normalização consiste na remoção da sazonalidade na média e variância. As funções escala escalonam os valores de entradas e valores observados da RNA para que eles caíam no intervalo $[-1, 1]$.

Os dados na fase de calibração foram divididos em três subgrupos, os quais são os conjuntos de treinamento, de validação e de teste. Para cada simulação, 70% dos pontos foram usados no treinamento, 15% para a validação e 15% para o teste. O erro na validação é monitorado durante o processo de treinamento, o qual termina quando o erro do conjunto de validação de dados começa a aumentar. Isso garante que a rede não se ajuste demais aos dados de treinamento, o que faria com que ela falhasse em generalizar o conjunto de teste.

A Figura 5.1a mostra o hidrograma de previsão para sete dias de antecedência utilizando os dados brutos durante a fase de calibração para o período de 1 de janeiro de 1931 a 31 de dezembro de 2007 e a Figura 5.1.b mostra o hidrograma de previsão também para sete dias de antecedência sendo que usando os dados de 1 de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2010 com o intuito de validar a rede calibrada. Os resultados obtidos da previsão usando os dados brutos forneceram para a fase de calibração e previsão um RMS igual a $0,3998 \text{ m}^3/\text{s}$ e $456,7712 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente. Pode-se observar ainda na Figura 5.1b uma pequena defasagem entre os valores observados e previstos, fenômeno este já reportado por outros autores, *e.g.*, Wu *et al.* (2009), em previsões usando RNA.

(a) Calibração usando os dados brutos (RMS = 0,3998 m³/s; Nash = 0,9423; R² = 0,9708)



(b) Validação usando os dados brutos (RMS = 456,7712 m³/s; Nash = 0,8971; R² = 0,9481)

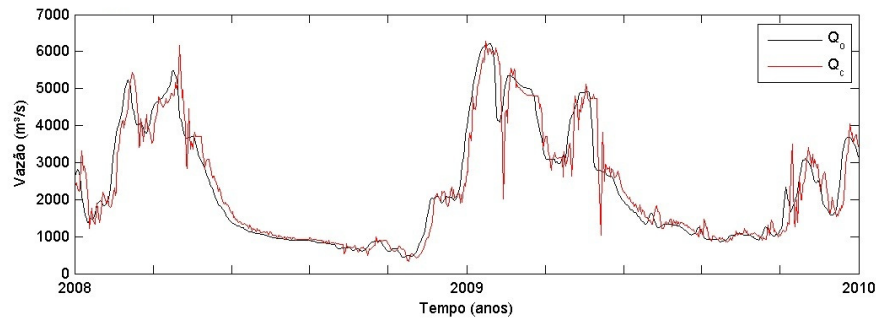


Figura 5.1 – Hidrogramas de previsão com sete dias de antecedências utilizando os dados brutos: (a) calibração e (b) validação.

5.2. Previsão com o sinal transformado

5.2.1. Decomposição simples do sinal bruto através da *wavelet* discreta

Foi realizada primeiramente a decomposição simples de cada família *wavelet* através da transformada *wavelet* discreta, a fim de comprovar a existência do componente de alta frequência no sinal original e a influência da escolha da *wavelet*-mãe. O processo de filtragem, em seu nível mais básico, usando os dados da vazão afluente é mostrado na Figura 5.2. Nessa figura, tem-se o sinal bruto e as decomposições simples de cada família. Pode-se observar que os componentes da esquerda se assemelham mais ao sinal bruto, eles são as aproximações. Para muitos sinais, este conteúdo de baixa frequência é a parte mais importante, pois é o que dá identidade ao sinal. Já os componentes da direita são os detalhes, conteúdo de alta frequência, que dá a nuance ou ruído do sinal original. Pode-se notar que dependendo da *wavelet*-mãe selecionada, maiores informações (detalhes) serão retiradas ou não do sinal original, evidenciando que a escolha da *wavelet*-mãe influencia diretamente no tipo de aproximação que será obtida.

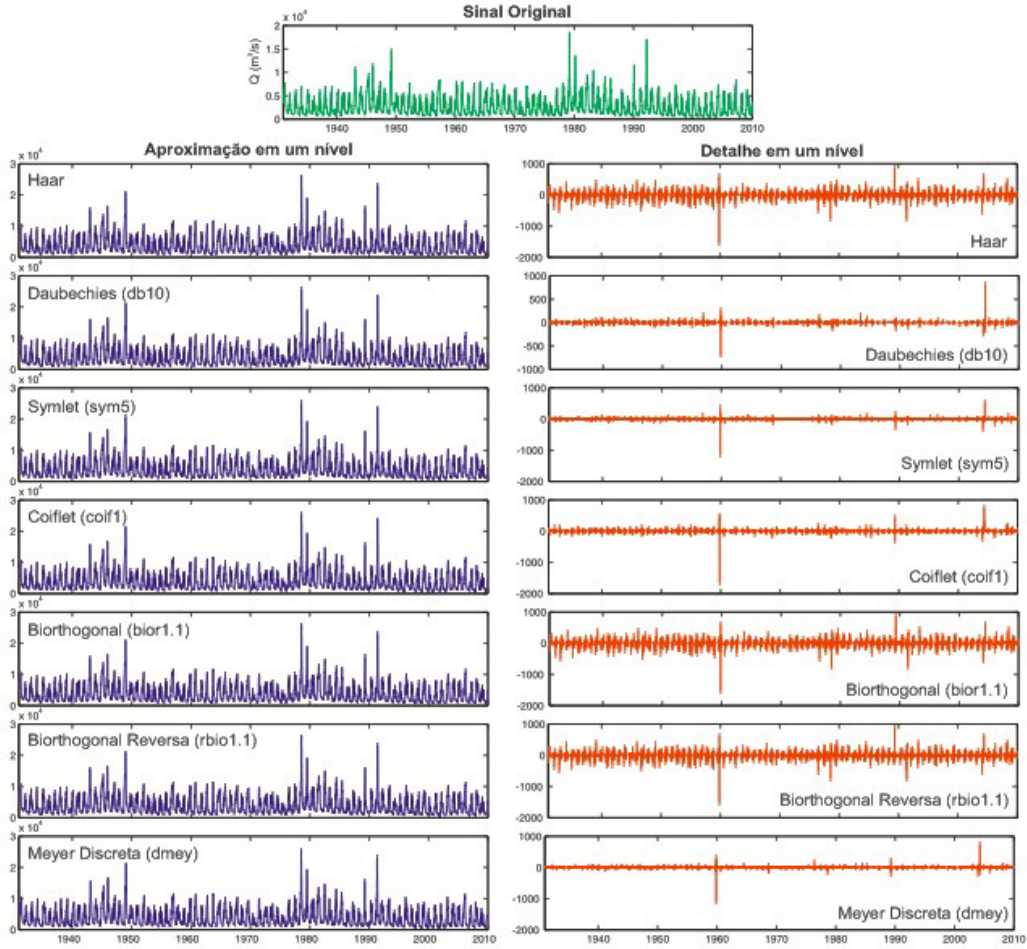


Figura 5.2 – Sinal original e decomposições simples usando as *wavelets*-mãe Haar, Daubechies (db10), Symlet (sym5), Coiflet (coif1), Biorthogonal (bior1.1), Biorthogonal Reversa (rbior1.1) e Meyer Discreta (dmey).

5.2.2. Cálculo do nível máximo de decomposição e escolha do nível ótimo

O processo de decomposição pode ser iterado, com aproximações sucessivas sendo decomposta, por sua vez, de modo que um sinal é dividido em vários componentes de baixa resolução. Isso é chamado de árvore de decomposição *wavelet*. Dessa forma, o número máximo de decomposições ($l_{\text{máx}}$) de cada subfamília *wavelet* para os dados de vazão afluentes ao reservatório Sobradinho (Tabela 5.1) foi determinado de acordo com o tamanho da série (critério sobre o sinal) e com a subfamília *wavelet* utilizada (critério de entropia):

$$l_{\text{máx}} = \frac{\log\left(\frac{l_x}{(l_w - 1)}\right)}{\log 2} \quad (5.1)$$

em que l_x é o tamanho da série ($l_x = 29.220$) e l_w é o tamanho do filtro associado à *wavelet* ortogonal ou biortogonal (Tabela 5.1).

Com base nos dados da Tabela 5.1, foi escolhido o valor 10 para ser o nível ótimo de decomposição múltipla do sinal, por ser o menor valor com mais repetições, visto que apenas a Meyer Discreta e a Coiflet de ordem 5 apresentaram valores máximos de 8 e 9, respectivamente. As Figuras 5.3a à 5.9a mostram as aproximações (baixa frequência), enquanto que as Figuras 5.3b à 5.9b mostram os detalhes (alta frequência), ambos em 10 níveis de decomposição para os dados de vazões naturais média diária afluentes ao reservatório de Sobradinho. É notório que aproximações acima do nível 10 ficariam distantes da forma do hidrograma do sinal bruto.

Tabela 5.1 – Número máximo de decomposições ($l_{\text{máx}}$) para cada família *wavelet* com seus respectivos comprimentos de filtro (l_w)

Família <i>wavelet</i>		l_w	$l_{\text{máx}}$
Haar	haar	2	14
	db1	2	14
Daubechies	db2	4	13
	db3	6	12
	db4	8	11
	db5	10	11
	db6	12	11
	db7	14	11
	db8	16	10
	db9	18	10
	db10	20	10
Symlets	sym2	4	13
	sym3	6	12
	sym4	8	11
	sym5	10	11
	sym6	12	11
	sym7	14	11
	sym8	16	10
Coiflets	coif1	6	12
	coif2	12	11
	coif3	18	10
	coif4	24	10
	coif5	30	9

Tabela 5.1 – Continuação

Família <i>wavelet</i>		l_w	$l_{máx}$
Biorthogonal	bior1.1	2	14
	bior1.3	6	12
	bior1.5	10	11
	bior2.2	6	12
	bior2.4	10	11
	bior2.6	14	11
	bior2.8	18	10
	bior3.1	4	13
	bior3.3	8	11
	bior3.5	12	11
	bior3.7	16	10
	bior3.9	20	10
	bior4.4	10	11
	bior5.5	12	11
	bior6.8	18	10
Biorthogonal Reversa	rbio1.1	2	14
	rbio1.3	6	12
	rbio1.5	10	11
	rbio2.2	6	12
	rbio2.4	10	11
	rbio2.6	14	11
	rbio2.8	18	10
	rbio3.1	4	13
	rbio3.3	8	11
	rbio3.5	12	11
	rbio3.7	16	10
	rbio3.9	20	10
	rbio4.4	10	11
	rbio5.5	12	11
	rbio6.8	18	10
Meyer Discreta	dmey	102	8

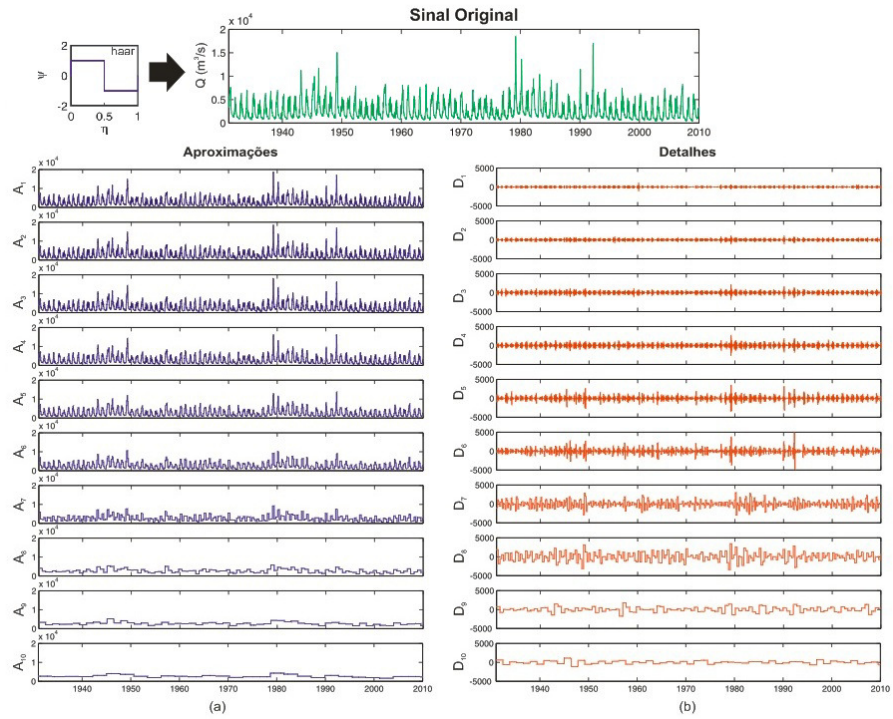


Figura 5.3 – Decomposição múltipla até o nível ótimo da série de vazões afluentes de Sobradinho usando a *wavelet*-mãe Haar: (a) aproximações e (b) detalhes.

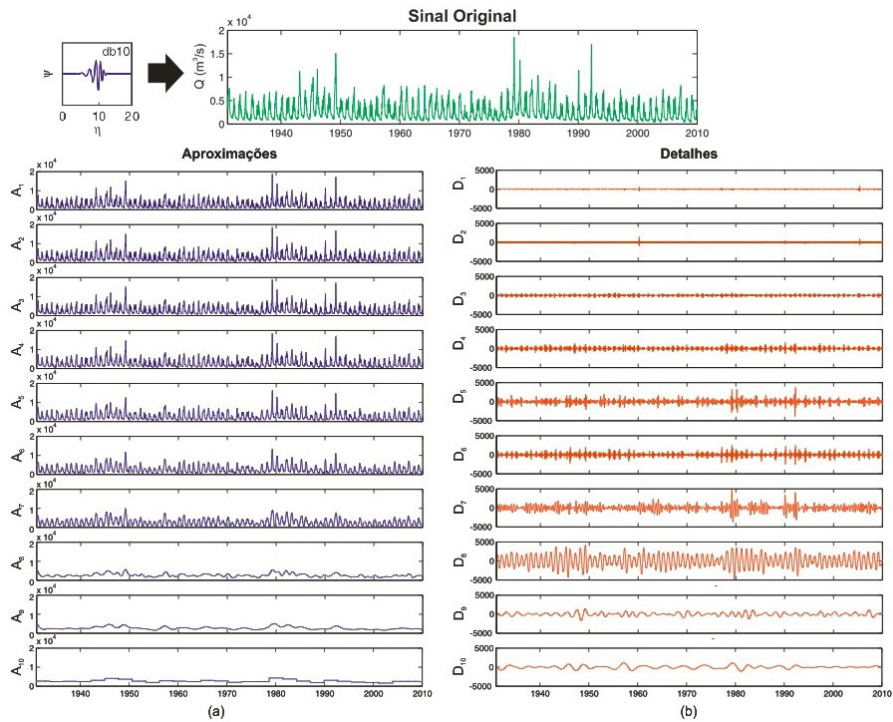


Figura 5.4 – Decomposição múltipla até o nível ótimo da série de vazões afluentes de Sobradinho usando a *wavelet*-mãe Daubechies (db10): (a) aproximações e (b) detalhes.

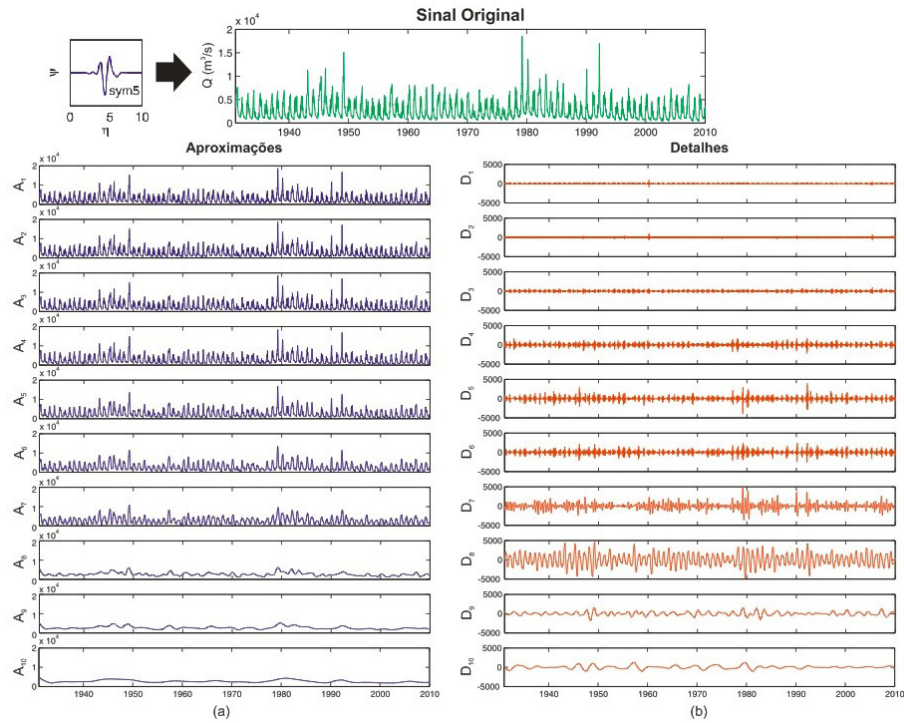


Figura 5.5 – Decomposição múltipla até o nível ótimo da série de vazões afluentes de Sobradinho usando a *wavelet*-mãe Symlet (sym5): (a) aproximações e (b) detalhes.

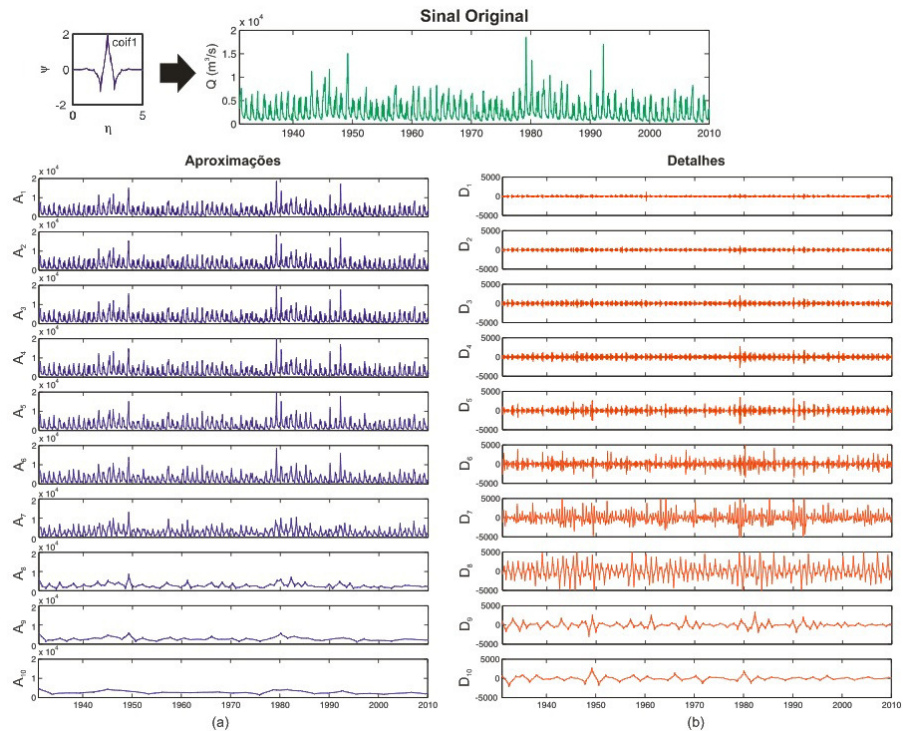


Figura 5.6 – Decomposição múltipla até o nível ótimo da série de vazões afluentes de Sobradinho usando a *wavelet*-mãe Coiflet (coif1): (a) aproximações e (b) detalhes.

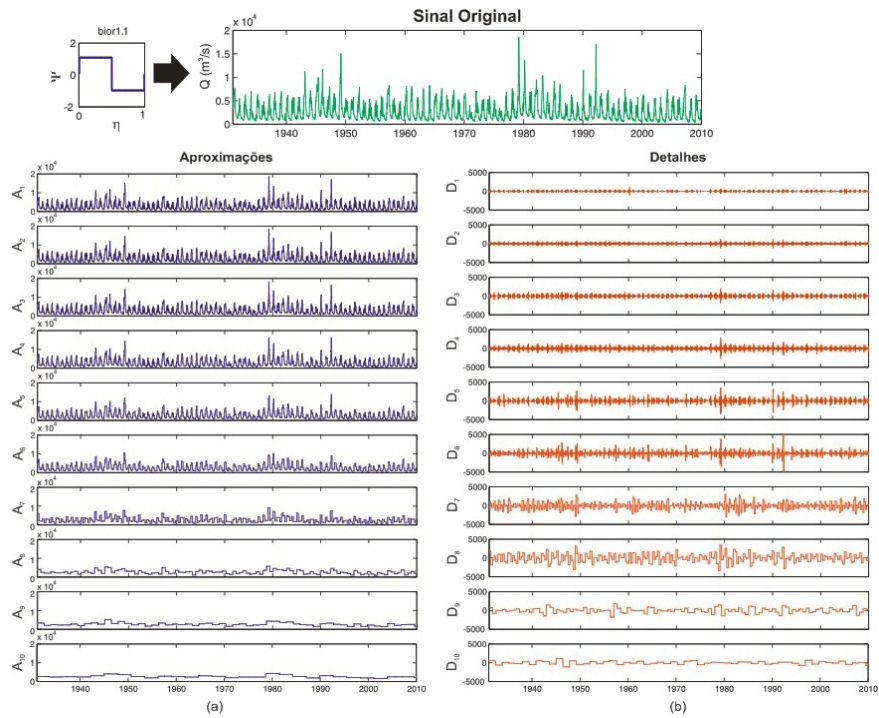


Figura 5.7 – Decomposição múltipla até o nível ótimo da série de vazões afluentes de Sobradinho usando a *wavelet*-mãe Biortogonal (bior1.1): (a) aproximações e (b) detalhes.

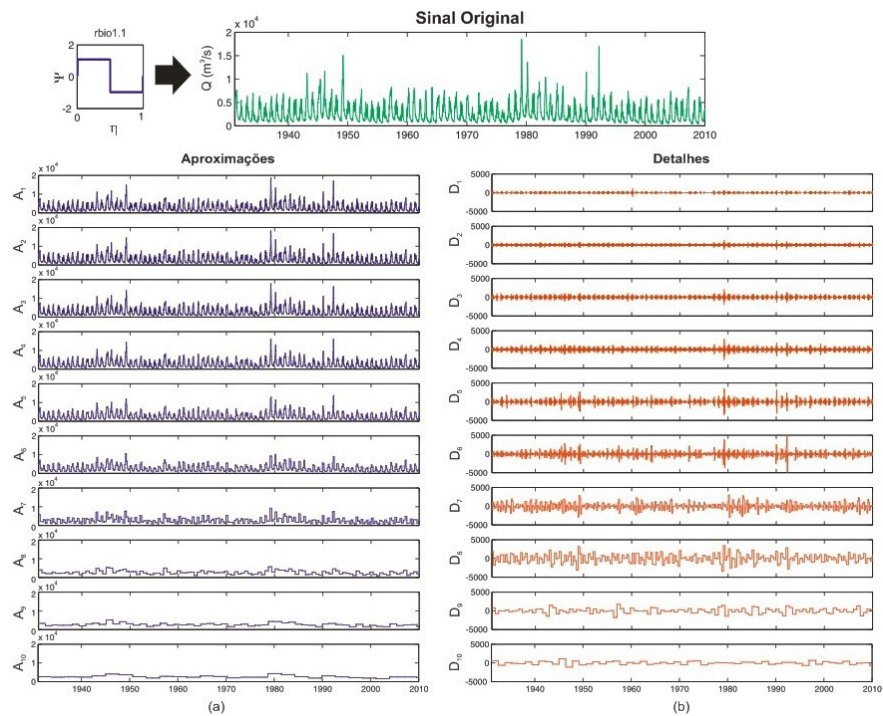


Figura 5.8 – Decomposição múltipla até o nível ótimo da série de vazões afluentes de Sobradinho usando a *wavelet*-mãe Biortogonal Reversa (rbio1.1): (a) aproximações e (b) detalhes.

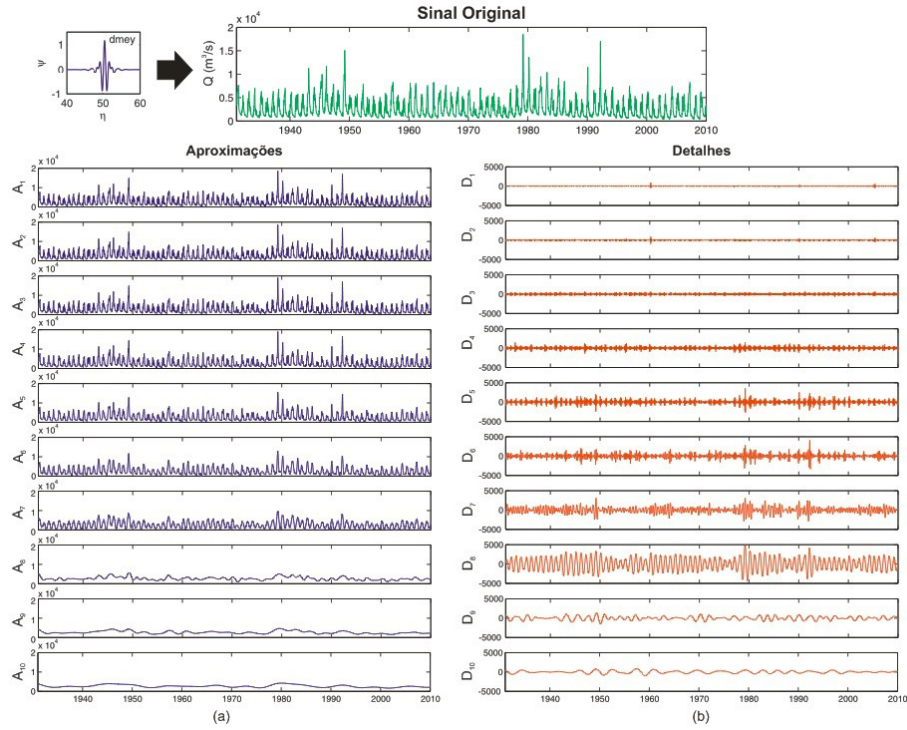


Figura 5.9 – Decomposição múltipla até o nível ótimo da série de vazões afluentes de Sobradinho usando a *wavelet*-mãe Meyer Discreta (dmey): (a) aproximações e (b) detalhes.

5.2.3. Previsão *wavelet*-RNA

Primeiramente, transformou-se o sinal bruto usando as 54 *wavelets*-mãe para decompô-lo em aproximações e detalhes, em seguida, dividiu-se em dois grupos: (a) calibração e (b) validação. Por fim, utilizou-se as aproximações e combinações de aproximações (34 tipos de combinações) para realizar as previsões com sete dias de antecedência. A Tabela 5.2 mostra a melhor combinação com base nos valores dos erros RMS obtidos de cada subfamília em suas respectivas ordens, os quais podem ser comparados com o resultado de previsão obtido quando foi utilizado o sinal bruto de vazão (Figura 5.1). Todos os resultados dos índices R^2 , Nash e RMS na calibração e validação para cada aproximação e combinações (54×34) se encontram no APÊNDICE A, o qual também mostra as diferenças percentuais destes índices, usando o sistema híbrido *wavelet*-RNA em relação a previsão usando a RNA com os sinal bruto.

CAPÍTULO 5: RESULTADOS

Tabela 5.2 – Melhor combinação de aproximações de cada *wavelet*-mãe para previsão com sete dias de antecedência

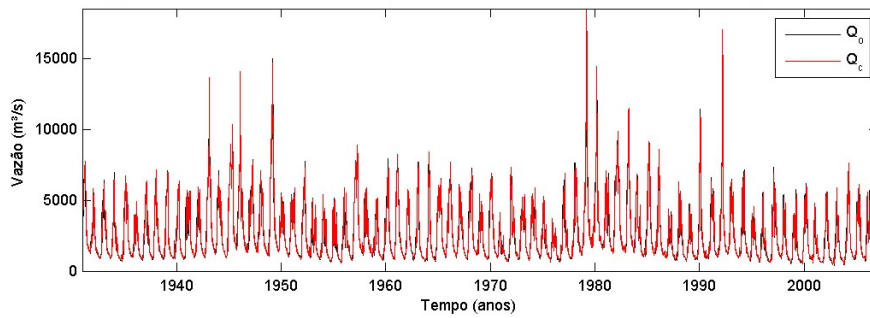
FAMÍLIA WAVELET	MELHOR COMB. APROXIMAÇÃO	CALIBRAÇÃO			VALIDAÇÃO		
		R ²	Nash	RMS (m ³ /s)	R ²	Nash	RMS (m ³ /s)
haar	A2+A3+A4+A5	0,9751	0,9508	1,1495	0,9613	0,9235	393,7655
db1	A2+A3+A4+A5	0,9724	0,9455	1,7519	0,9578	0,9169	410,2993
db2	A3+A4+A5+A6	0,9823	0,9649	0,1892	0,9675	0,9358	360,6302
db3	A3+A4+A5	0,9890	0,9780	0,0833	0,9798	0,9599	284,9608
db4	A3+A4+A5	0,9923	0,9847	1,3030	0,9857	0,9715	240,4986
db5	A3+A4+A5	0,9940	0,9881	0,1974	0,9874	0,9749	225,6829
db6	A3+A4+A5	0,9950	0,9900	0,5719	0,9921	0,9842	178,8269
db7	A3+A4+A5	0,9956	0,9912	3,5325	0,9909	0,9818	192,0480
db8	A3+A4+A5	0,9962	0,9924	0,7624	0,9933	0,9867	164,4941
db9	A3+A4+A5	0,9964	0,9928	0,5920	0,9939	0,9879	156,7377
db10	A3+A4	0,9972	0,9945	0,0858	0,9942	0,9885	152,6617
sym2	A3+A4+A5+A6	0,9826	0,9655	3,0188	0,9679	0,9367	358,2598
sym3	A3+A4+A5	0,9893	0,9788	4,2927	0,9800	0,9600	284,6188
sym4	A3+A4+A5	0,9922	0,9844	0,6678	0,9848	0,9697	247,7887
sym5	A3+A4+A5	0,9939	0,9878	0,3652	0,9879	0,9758	221,3999
sym6	A3+A4+A5	0,9952	0,9904	0,5385	0,9909	0,9818	192,0562
sym7	A3+A4+A5	0,9955	0,9910	3,9426	0,9915	0,9831	185,1047
sym8	A3+A4+A5	0,9962	0,9925	0,2342	0,9938	0,9875	158,9116
coif1	A3+A4+A5+A6	0,9837	0,9677	1,0244	0,9710	0,9425	341,3648
coif2	A3+A4+A5	0,9926	0,9852	1,2201	0,9875	0,9750	225,1616
coif3	A3+A4+A5	0,9949	0,9898	0,9467	0,9899	0,9798	202,1880
coif4	A3+A4	0,9964	0,9929	0,3717	0,9938	0,9876	158,6908
coif5	A3+A4	0,9973	0,9947	1,4683	0,9950	0,9900	142,7231
bior1.1	A2+A3+A4+A5	0,9734	0,9474	1,2138	0,9594	0,9194	404,2452
bior1.3	A2+A3+A4+A5	0,9729	0,9465	0,9383	0,9551	0,9097	427,9314
bior1.5	A2+A3+A4+A5	0,9709	0,9425	5,4841	0,9513	0,9030	443,3382
bior2.2	A3+A4+A5+A6	0,9895	0,9792	0,3226	0,9794	0,9589	288,6358
bior2.4	A3+A4+A5	0,9904	0,9809	2,1279	0,9825	0,9652	265,6507
bior2.6	A3+A4+A5	0,9907	0,9816	0,6203	0,9847	0,9693	249,3796
bior2.8	A3+A4+A5	0,9891	0,9783	6,8227	0,9829	0,9660	262,5683
bior3.1	A3+A4	0,9946	0,9893	0,7654	0,9885	0,9767	217,1830
bior3.3	A3+A4	0,9951	0,9903	3,5291	0,9915	0,9830	185,6542
bior3.5	A3+A4+A5	0,9952	0,9904	1,1147	0,9910	0,9821	190,5892

Tabela 5.2 – Continuação

FAMÍLIA WAVELET	MELHOR COMB. APROXIMAÇÃO	CALIBRAÇÃO			VALIDAÇÃO		
		R ²	Nash	RMS (m ³ /s)	R ²	Nash	RMS (m ³ /s)
bior3.7	A3+A4+A5	0,9955	0,9911	1,6250	0,9904	0,9809	196,7319
bior3.9	A3+A4+A5	0,9957	0,9915	0,0383	0,9920	0,9841	179,5453
bior4.4	A3+A4+A5	0,9942	0,9885	3,0239	0,9888	0,9777	212,8125
bior5.5	A3+A4+A5	0,9957	0,9914	2,5324	0,9921	0,9842	179,0416
bior6.8	A3+A4+A5	0,9961	0,9922	0,3740	0,9932	0,9865	165,5155
rbio1.1	A2+A3+A4+A5	0,9746	0,9498	1,8107	0,9599	0,9206	401,0587
rbio1.3	A2+A3+A4	0,9908	0,9816	1,4124	0,9826	0,9648	267,0743
rbio1.5	A3+A4+A5	0,9946	0,9891	2,8243	0,9896	0,9791	205,8419
rbio2.2	A3	0,9760	0,9525	4,9000	0,9621	0,9252	389,4784
rbio2.4	A3+A4+A5+A6	0,9865	0,9732	0,1832	0,9770	0,9542	304,8252
rbio2.6	A3+A4+A5	0,9928	0,9856	1,0053	0,9875	0,9750	224,9374
rbio2.8	A3+A4+A5	0,9950	0,9900	0,1133	0,9913	0,9826	187,8561
rbio3.1	A3	0,9864	0,9729	2,2514	0,9785	0,9571	295,0298
rbio3.3	A3	0,9731	0,9470	1,9948	0,9554	0,9096	428,0309
rbio3.5	A2+A3+A4+A5	0,9826	0,9655	4,0960	0,9663	0,9323	370,4298
rbio3.7	A3+A4+A5+A6	0,9888	0,9777	2,6436	0,9786	0,9577	292,9619
rbio3.9	A3+A4+A5	0,9936	0,9873	0,6015	0,9881	0,9762	219,4284
rbio4.4	A3+A4+A5	0,9891	0,9783	2,6875	0,9802	0,9606	282,4350
rbio5.5	A3+A4+A5	0,9908	0,9817	1,5963	0,9838	0,9677	255,9963
rbio6.8	A3+A4+A5	0,9952	0,9905	1,1344	0,9918	0,9837	181,5696
Dmey	A3	0,9986	0,9971	0,1357	0,9977	0,9954	96,4523

Observando a Tabela 5.2, pode-se verificar que todos os RMS calculados na validação para a previsão com sete dias de antecedência inferiores aos calculados com o sinal bruto (Figura 5.1). Nas Figuras 5.10 à 5.16 podem ser visualizados os hidrogramas de calibração e os de validação das melhores previsões para sete dias de cada *wavelet*-mãe. Pode-se observar ainda que a defasagem detectada nas previsões sem a transformada foi eliminada, o que pode ser considerado como uma grande contribuição do uso acoplado da transformada *wavelet* com RNAs. Nota-se também que o sistema híbrido proposto *wavelet*-RNA eliminou as pequenas flutuações presentes no sinal previsto (Figura 5.1b), tornando-o mais suave, outra vantagem.

(a) Calibração usando A2+A3+A4+A5 (RMS = 1,1495 m³/s; Nash = 0,9508; R² = 0,9751)



(b) Validação usando A2+A3+A4+A5 (RMS = 393,7655 m³/s; Nash = 0,9235; R² = 0,9613)

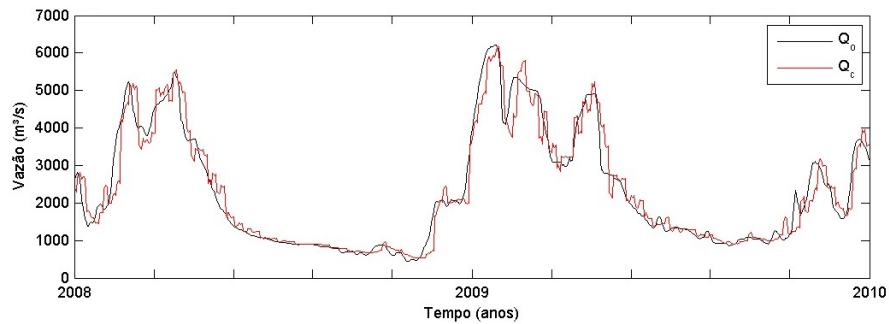
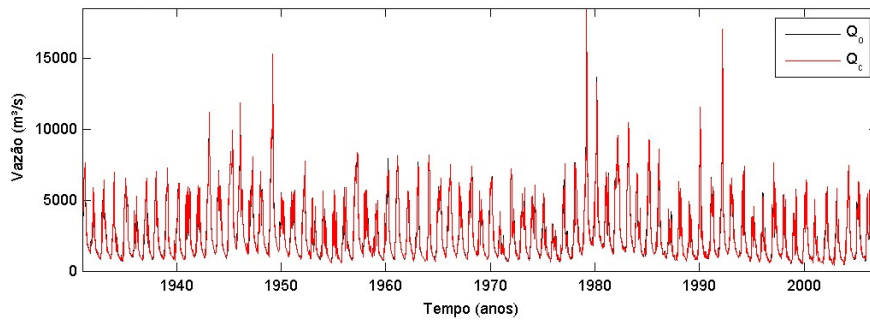


Figura 5.10 – Hidrograma de previsão para sete dias utilizando a melhor combinação da *wavelet*-mãe Haar: (a) calibração e (b) validação.

(a) Calibração usando A3+A4 (RMS = 0,0858 m³/s; Nash = 0,9945; R² = 0,9972)



(b) Validação usando A3+A4 (RMS = 152,6617 m³/s; Nash = 0,9885; R² = 0,9942)

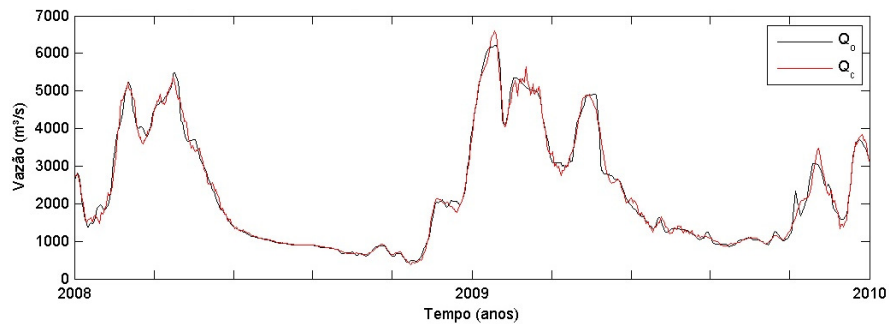
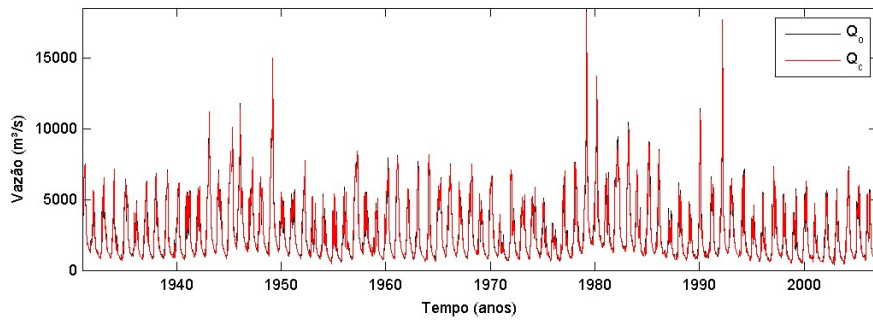


Figura 5.11 – Hidrograma de previsão para sete dias utilizando a melhor combinação da *wavelet*-mãe Daubechies (db10): (a) calibração e (b) validação.

(a) Calibração usando A3+A4+A5 (RMS = 0,2342 m³/s; Nash = 0,9925; R² = 0,9962)



(b) Validação usando A3+A4+A5 (RMS = 158,9116 m³/s; Nash = 0,9875; R² = 0,9938)

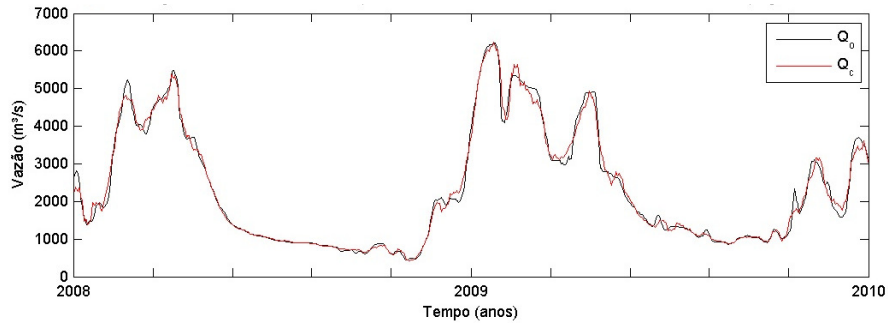
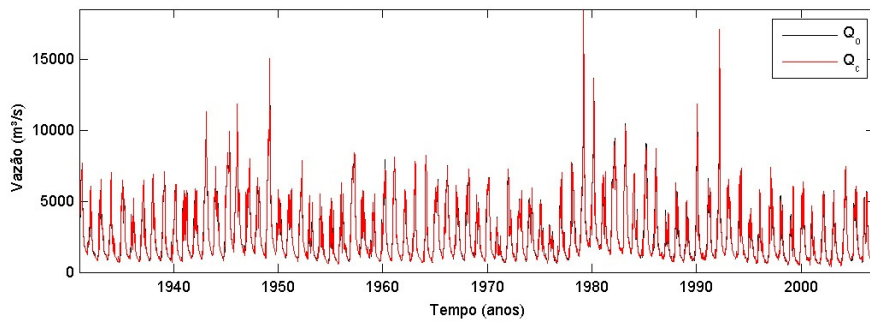


Figura 5.12 – Hidrograma de previsão para sete dias utilizando a melhor combinação da *wavelet*-mãe Symlet (sym8): (a) calibração e (b) validação.

(a) Calibração usando A3+A4 (RMS = 1,4683 m³/s; Nash = 0,9947; R² = 0,9973)



(b) Validação usando A3+A4 (RMS = 142,7231 m³/s; Nash = 0,9900; R² = 0,9950)

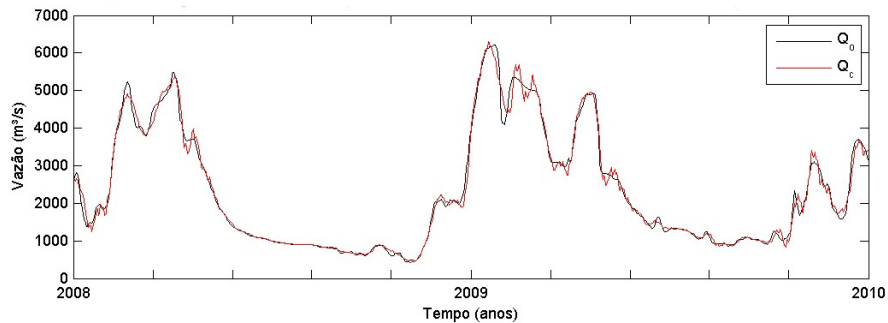
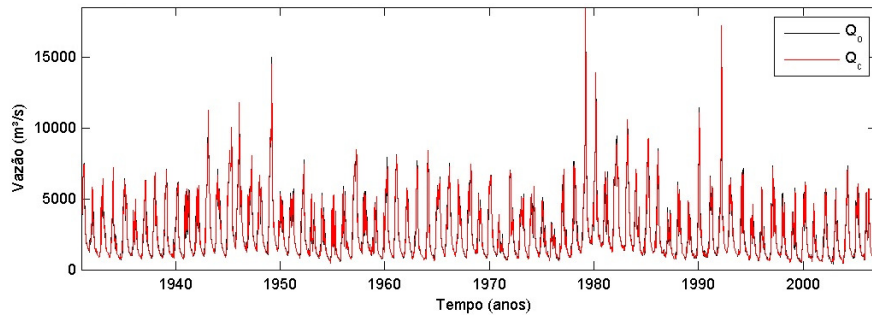


Figura 5.13 – Hidrograma de previsão para sete dias utilizando a melhor combinação da *wavelet*-mãe Coiflet (coif5): (a) calibração e (b) validação.

(a) Calibração usando A3+A4+A5 (RMS = 0,3740 m³/s; Nash = 0,9922; R² = 0,9961)



(b) Validação usando A3+A4+A5 (RMS = 165,5155 m³/s; Nash = 0,9865; R² = 0,9932)

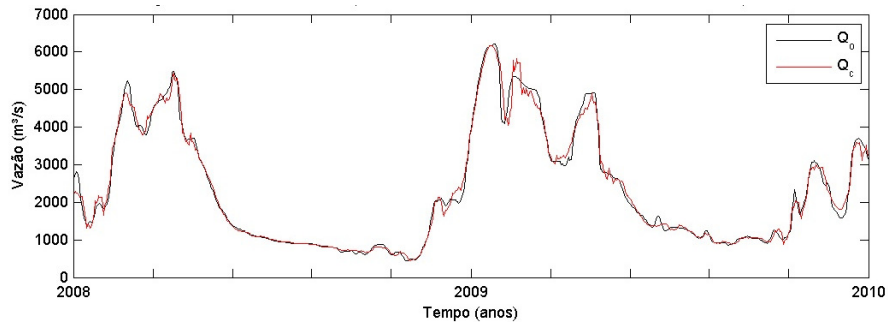
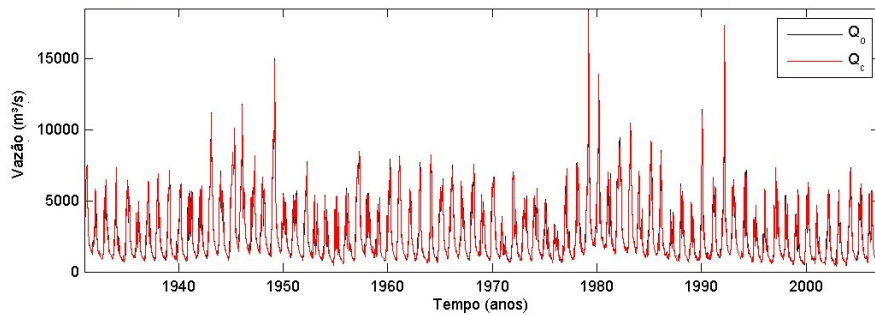


Figura 5.14 – Hidrograma de previsão para sete dias utilizando a melhor combinação da *wavelet*-mãe Biorthogonal (bior6.8): (a) calibração e (b) validação.

(a) Calibração usando A3+A4+A5 (RMS = 1,1344 m³/s; Nash = 0,9905; R² = 0,9953)



(b) Validação usando A3+A4+A5 (RMS = 181,5696 m³/s; Nash = 0,9837; R² = 0,9918)

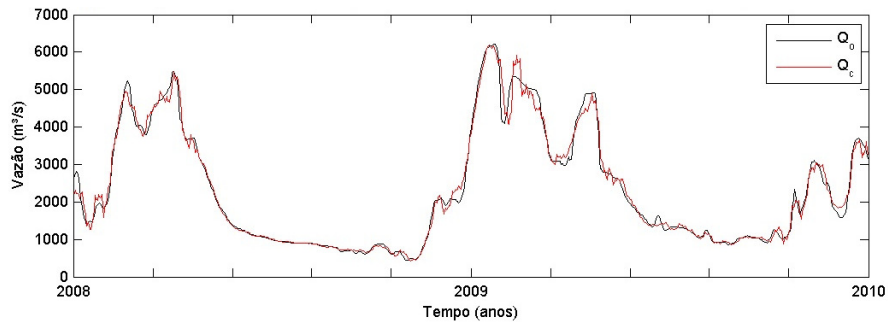


Figura 5.15 – Hidrograma de previsão para sete dias utilizando a melhor combinação da *wavelet*-mãe Biorthogonal Reversa (rbio6.8): (a) calibração e (b) validação.

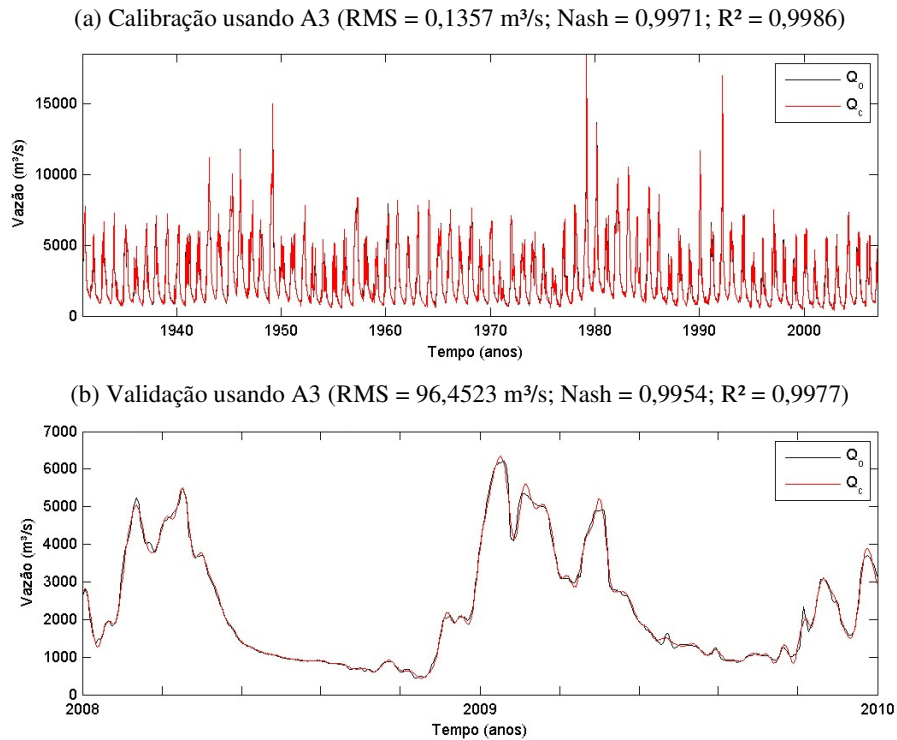


Figura 5.16 – Hidrograma de previsão para sete dias utilizando a melhor combinação da *wavelet*-mãe Meyer Discreta: (a) calibração e (b) validação.

O gráfico da Figura 5.17 mostra o desempenho do modelo híbrido proposto, com base no RMS, usando as aproximações ou combinações de aproximação das melhores subfamílias. Observa-se que basicamente já com o uso de apenas uma aproximação, o erro RMS diminui (de uma forma geral, isto pode ser observado até a aproximação A5). Depois disso, o erro aumenta bastante. As combinações de A1+A2 até A4+A5+A6+A7 estiveram na maioria dos casos abaixo da linha de 0%, *i.e.*, apresentaram melhoras.

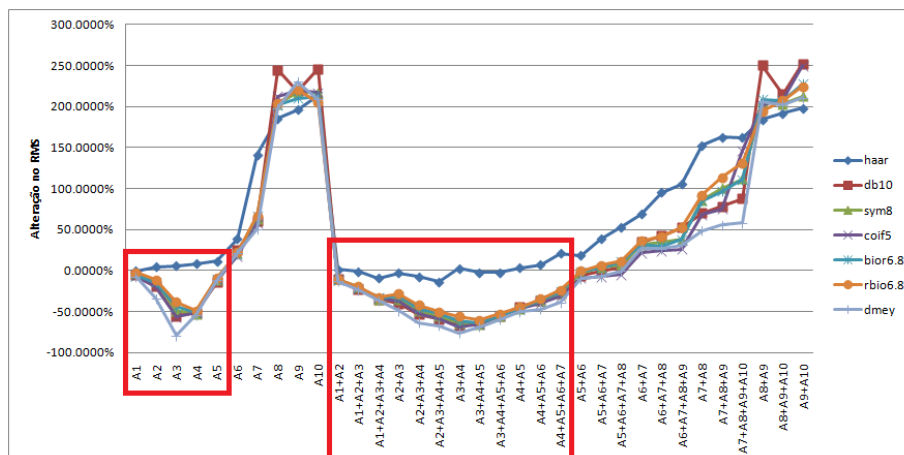


Figura 5.17 – Desempenho do modelo híbrido *wavelet*-RNA com base no RMS.

Nota-se que o uso do sinal transformado melhorou em 78,88% as previsões (Tabela 5.3), reduzindo o erro RMS de 456,7712 m³/s para 96,45228 m³/s para a *wavelet*-mãe Meyer Discreta, cuja combinação é A3, sendo este o melhor sistema híbrido *wavelet*-RNA.

Na Tabela 5.3, pode-se observar o percentual de acréscimos e decréscimos dos índices de desempenho das previsões utilizando o sistema híbrido *wavelet*-RNA das melhores combinações de aproximações de cada subfamília *wavelet* em relação ao sistema RNA com o sinal bruto. Nas colunas R² e Nash, o sinal positivo mostra a melhora destes índices através do seu acréscimo, uma vez que quanto mais próximo de 1,0 for o valor de cada um, melhor. Já na coluna RMS, o sinal negativo é que mostra a melhora do índice através do seu decréscimo, pois quanto mais próximo de 0,0 for o seu valor, melhor.

Tabela 5.3 – Percentual de acréscimo e decréscimo dos índices de desempenho da previsão com sete dias de antecedência usando o sistema híbrido *wavelet*-RNA em relação ao sistema RNA com o sinal bruto

FAMÍLIA WAVELET	MELHOR APROXIMAÇÃO	CALIBRAÇÃO			VALIDAÇÃO		
		R ²	Nash	RMS	R ²	Nash	RMS
Haar	A2+A3+A4+A5	0,44%	0,89%	187,53%	1,39%	2,95%	-13,79%
db1	A2+A3+A4+A5	0,17%	0,34%	338,2%	1,02%	2,22%	-10,17%
db2	A3+A4+A5+A6	1,19%	2,40%	-52,68%	2,04%	4,32%	-21,05%
db3	A3+A4+A5	1,87%	3,79%	-79,17%	3,34%	7,01%	-37,61%
db4	A3+A4+A5	2,22%	4,49%	225,92%	3,97%	8,29%	-47,35%
db5	A3+A4+A5	2,39%	4,85%	-50,63%	4,15%	8,67%	-50,59%
db6	A3+A4+A5	2,49%	5,05%	43,05%	4,64%	9,72%	-60,85%
db7	A3+A4+A5	2,56%	5,19%	783,58%	4,51%	9,45%	-57,96%
db8	A3+A4+A5	2,62%	5,31%	90,69%	4,77%	9,99%	-63,99%
db9	A3+A4+A5	2,64%	5,36%	48,08%	4,83%	10,12%	-65,69%
db10	A3+A4	2,73%	5,53%	-78,54%	4,87%	10,19%	-66,58%
sym2	A3+A4+A5+A6	1,22%	2,46%	655,07%	2,09%	4,42%	-21,57%
sym3	A3+A4+A5	1,91%	3,86%	973,71%	3,37%	7,02%	-37,69%
sym4	A3+A4+A5	2,21%	4,46%	67,03%	3,87%	8,10%	-45,75%
sym5	A3+A4+A5	2,38%	4,83%	-8,66%	4,20%	8,78%	-51,53%
sym6	A3+A4+A5	2,52%	5,10%	34,70%	4,51%	9,45%	-57,95%
sym7	A3+A4+A5	2,55%	5,16%	886,14%	4,58%	9,59%	-59,48%
sym8	A3+A4+A5	2,62%	5,32%	-41,42%	4,82%	10,09%	-65,21%

CAPÍTULO 5: RESULTADOS

Tabela 5.3 – Continuação

FAMÍLIA WAVELET	MELHOR APROXIMAÇÃO	CALIBRAÇÃO			VALIDAÇÃO		
		R ²	Nash	RMS	R ²	Nash	RMS
coif1	A3+A4+A5+A6	1,33%	2,69%	156,23%	2,41%	5,07%	-25,27%
coif2	A3+A4+A5	2,25%	4,55%	205,17%	4,15%	8,69%	-50,71%
coif3	A3+A4+A5	2,48%	5,03%	136,80%	4,41%	9,23%	-55,74%
coif4	A3+A4	2,64%	5,36%	-7,02%	4,82%	10,09%	-65,26%
coif5	A3+A4	2,74%	5,55%	267,26%	4,94%	10,35%	-68,75%
bior1.1	A2+A3+A4+A5	0,27%	0,53%	203,59%	1,19%	2,49%	-11,50%
bior1.3	A2+A3+A4+A5	0,22%	0,44%	134,69%	0,74%	1,40%	-6,31%
bior1.5	A2+A3+A4+A5	0,01%	0,02%	1271,72%	0,33%	0,66%	-2,94%
bior2.2	A3+A4+A5+A6	1,93%	3,91%	-19,31%	3,30%	6,89%	-36,81%
bior2.4	A3+A4+A5	2,03%	4,10%	432,25%	3,63%	7,59%	-41,84%
bior2.6	A3+A4+A5	2,06%	4,16%	55,16%	3,86%	8,05%	-45,40%
bior2.8	A3+A4+A5	1,89%	3,82%	1606,53%	3,68%	7,68%	-42,52%
bior3.1	A3+A4	2,46%	4,98%	91,44%	4,26%	8,88%	-52,45%
bior3.3	A3+A4	2,51%	5,09%	782,71%	4,58%	9,58%	-59,36%
bior3.5	A3+A4+A5	2,52%	5,11%	178,80%	4,53%	9,48%	-58,27%
bior3.7	A3+A4+A5	2,55%	5,17%	306,44%	4,47%	9,35%	-56,93%
bior3.9	A3+A4+A5	2,57%	5,22%	-90,42%	4,63%	9,70%	-60,69%
bior4.4	A3+A4+A5	2,42%	4,90%	656,36%	4,29%	8,98%	-53,41%
bior5.5	A3+A4+A5	2,57%	5,20%	533,42%	4,64%	9,71%	-60,80%
bior6.8	A3+A4+A5	2,61%	5,29%	-6,46%	4,76%	9,97%	-63,76%
rbio1.1	A2+A3+A4+A5	0,39%	0,80%	352,91%	1,24%	2,63%	-12,20%
rbio1.3	A2+A3+A4	2,06%	4,16%	253,27%	3,64%	7,55%	-41,53%
rbio1.5	A3+A4+A5	2,45%	4,97%	606,44%	4,37%	9,14%	-54,94%
rbio2.2	A3	0,54%	1,08%	1125,62%	1,48%	3,13%	-14,73%
rbio2.4	A3+A4+A5+A6	1,62%	3,28%	-54,17%	3,04%	6,36%	-33,27%
rbio2.6	A3+A4+A5	2,27%	4,59%	151,44%	4,15%	8,69%	-50,75%
rbio2.8	A3+A4+A5	2,50%	5,06%	-71,66%	4,55%	9,53%	-58,87%
rbio3.1	A3	1,61%	3,24%	463,13%	3,20%	6,69%	-35,41%
rbio3.3	A3	0,25%	0,50%	398,95%	0,77%	1,40%	-6,29%
rbio3.5	A2+A3+A4+A5	1,22%	2,46%	924,51%	1,92%	3,93%	-18,90%
rbio3.7	A3+A4+A5+A6	1,86%	3,75%	561,22%	3,22%	6,75%	-35,86%
rbio3.9	A3+A4+A5	2,35%	4,77%	50,44%	4,22%	8,83%	-51,96%
rbio4.4	A3+A4+A5	1,89%	3,82%	572,22%	3,39%	7,09%	-38,17%
rbio5.5	A3+A4+A5	2,07%	4,18%	299,27%	3,76%	7,87%	-43,96%
rbio6.8	A3+A4+A5	2,52%	5,11%	183,74%	4,61%	9,66%	-60,25%
Dmey	A3	2,86%	5,82%	-66,05%	5,23%	10,96%	-78,88%

Pode-se observar que a melhor aproximação é a A3, presente em todas as melhores combinações das subfamílias, seguida da A4. As piores aproximações foram a A7, A8, A9 e A10 como pode ser vista nas Figuras 5.18 a 5.20. Pode-se observar ainda nestas figuras que as previsões utilizando as aproximações A6, A7, A8, A9, A10 assim como as combinações A6+A7, A6+A7+A8, A6+A7+A8+A9, A7+A8, A7+A8+A9, A7+A8+A9+A10, A8+A9, A8+A9+A10 e A9+A10 não apresentaram melhora nas previsões em relação ao sistema RNA com o sinal bruto com base no RMS da validação. Entretanto, a combinação A2+A3+A4+A5 apresentou sucesso em 52 subfamílias de um total de 54, já as combinações A1+A2+A3, A1+A2+A3+A4 e A2+A3 em 51 subfamílias e A1 e A2+A3+A4 em 50 subfamílias. As melhores subfamílias foram Meyer Discreta (dmey, Apêndice A-54), Daubechies (db8, Apêndice A-9), Coiflets (coif4, Apêndice A-22 e coif5, Apêndice A-23) pois tiveram sucesso em 17 combinações de um total de 34, enquanto que as subfamílias Biorthogonal (bior1.5, Apêndice A-26 e bior1.3, Apêndice A-25) apresentaram os piores resultados com sucesso em apenas uma e duas combinações, respectivamente. Estas combinações foram a combinação A2+A3+A4+A5 para a Biorthogonal de ordem 1.5 (Apêndice A-26), e as combinações A1+A2+A3+A4 e A2+A3+A4+A5 para a Biorthogonal de ordem 1.3 (Apêndice A-25).

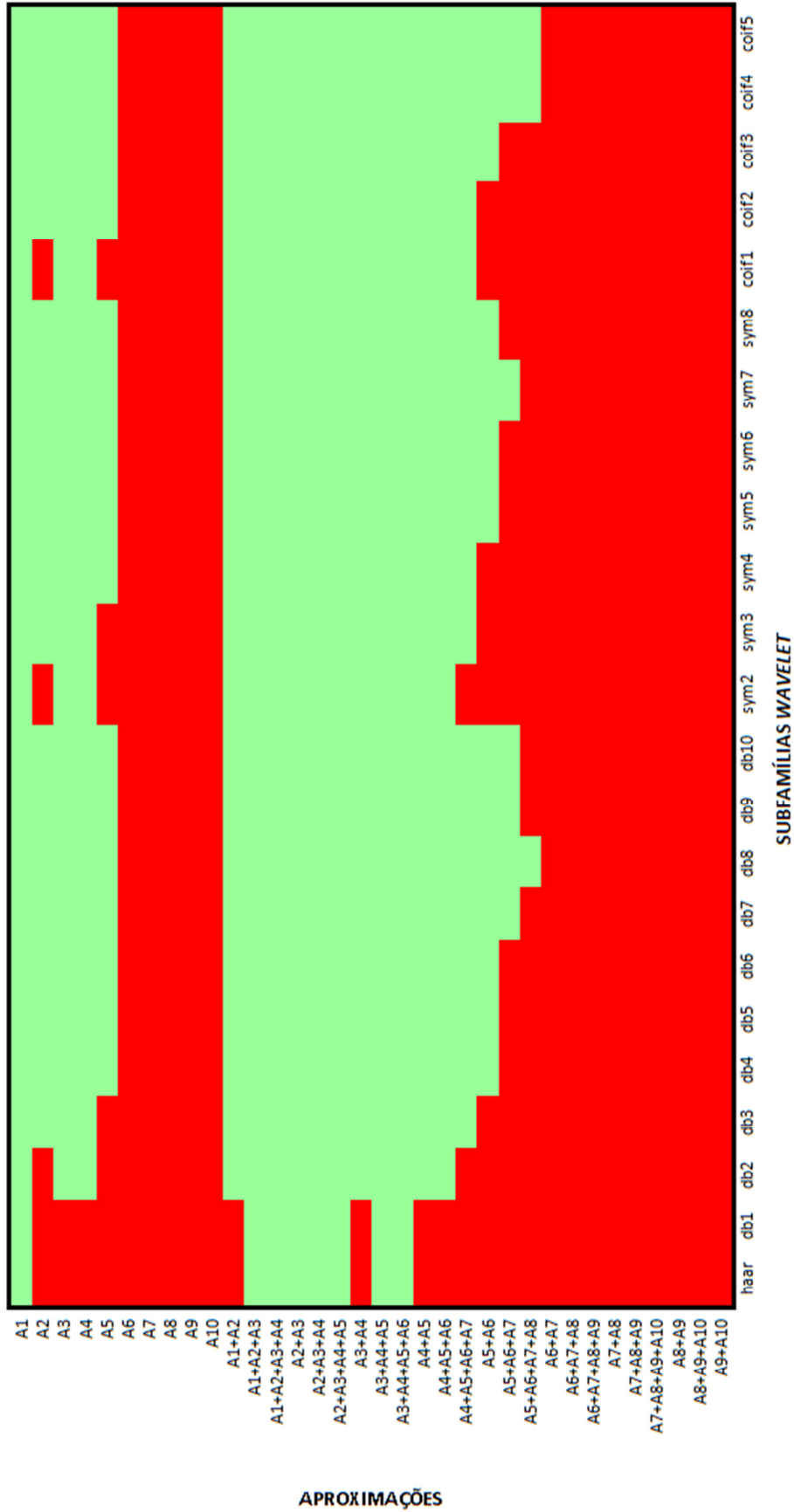


Figura 5.18 – Desempenho do sistema híbrido *wavelet*-RNA com relação à RNA usando os dados brutos com base nos valores de RMS da validação: Sucesso – verde, Insucesso – vermelho (Famílias Haar, Daubechies, Symlets e Coiflets).

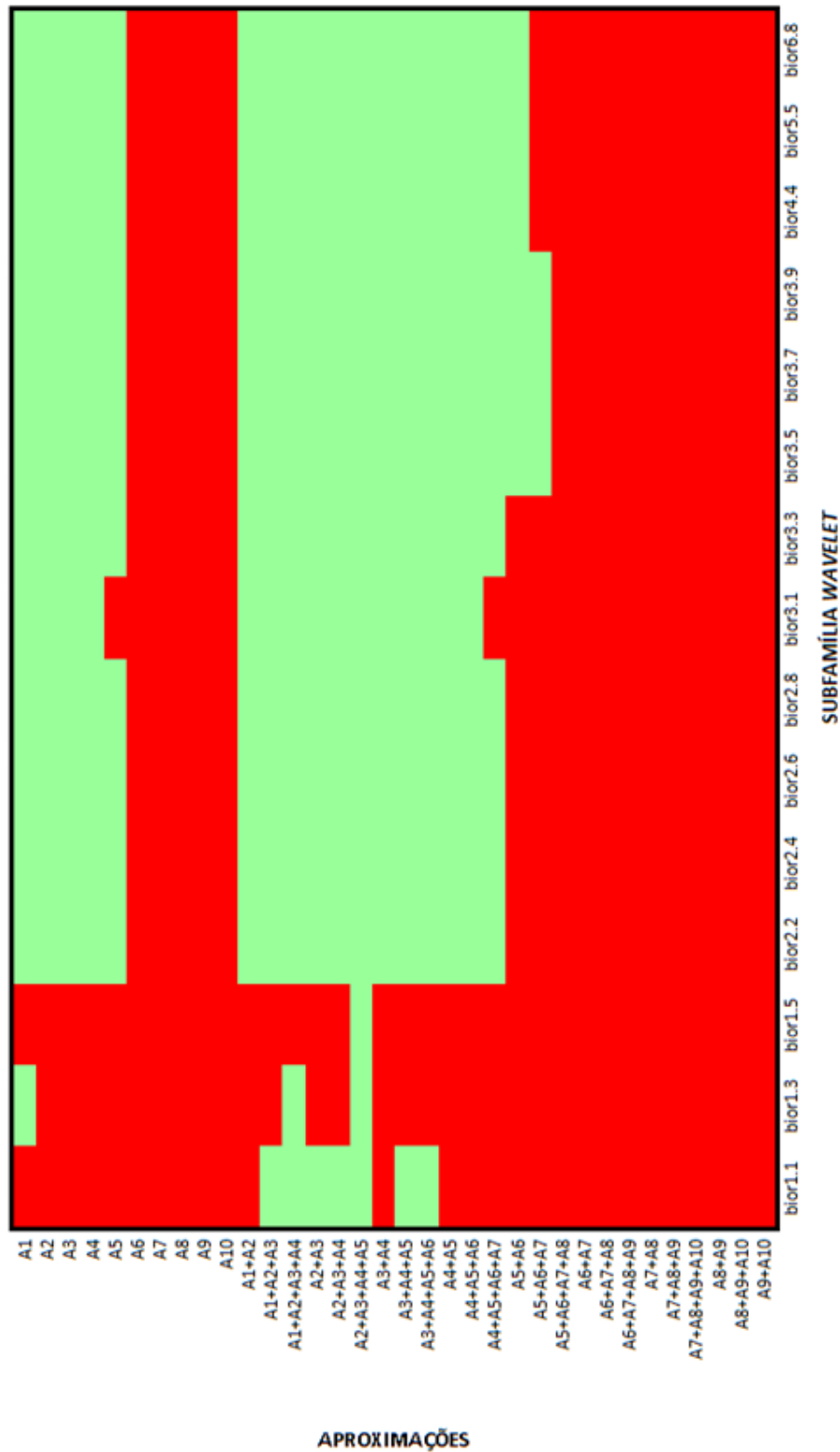


Figura 5.19 – Desempenho do sistema híbrido *wavelet*-RNA com relação à RNA usando os dados brutos com base nos valores de RMS da validação: Sucesso – verde, Insucesso – vermelho (Família Biorthogonal).

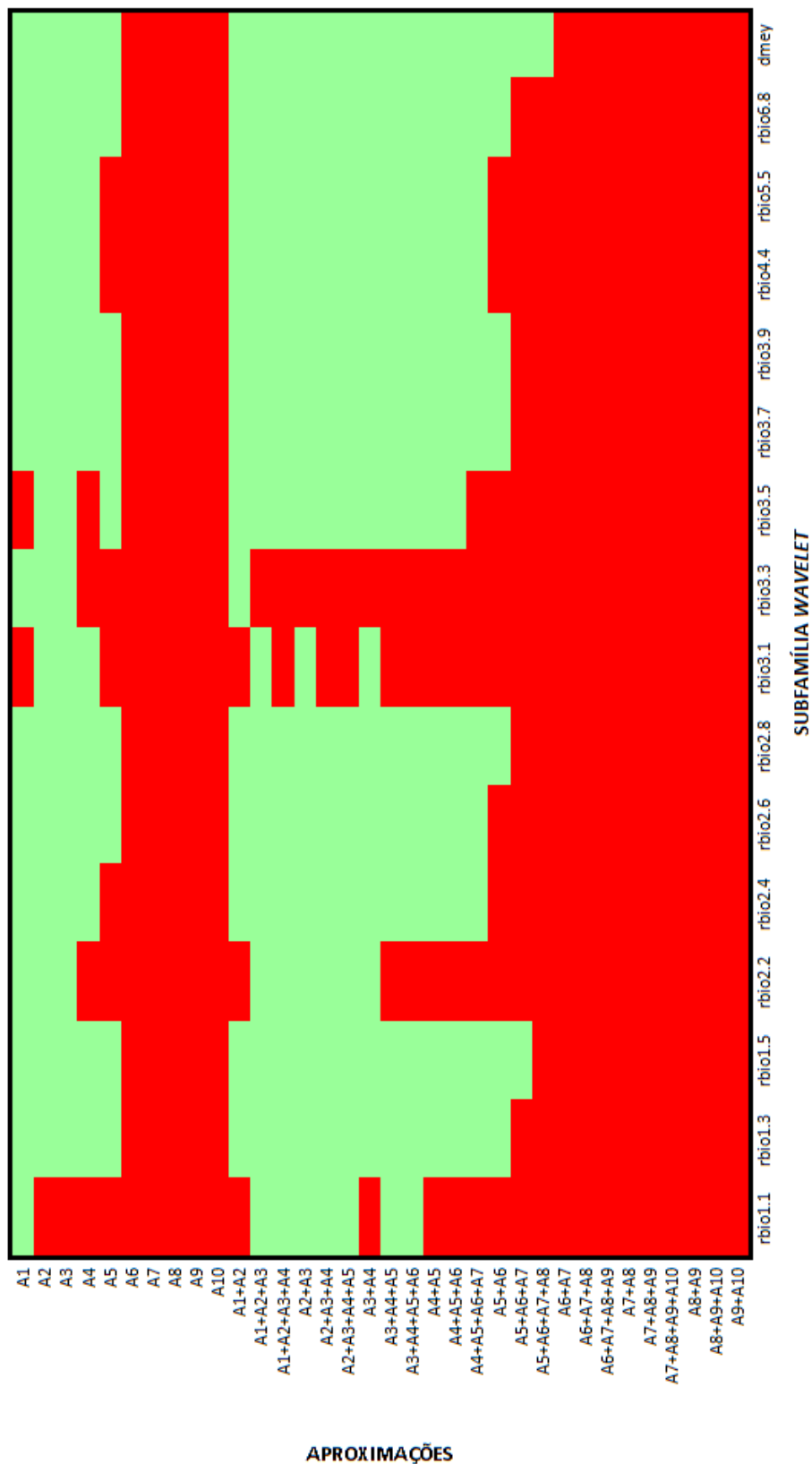


Figura 5.20 – Desempenho do sistema híbrido *wavelet*-RNA com relação à RNA usando os dados brutos com base nos valores de RMS da validação: Sucesso – verde, Insucesso – vermelho (Famílias Biorthogonal Reversa e Meyer Discreta).

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1. CONCLUSÕES

Lembrando os objetivos deste trabalho, elencados no Capítulo 1, e de posse dos resultados do Capítulo 5, pode-se afirmar que o objetivo geral do trabalho foi atendido, uma vez que foram feitas as previsões das vazões diárias afluentes ao reservatório de Sobradinho – BA com sete dias de antecedência, através das RNAs com o uso da transformada *wavelet*. A utilização da transformada *wavelet* para eliminação dos ruídos foi de extrema importância para os resultados obtidos, já que estes, pelos sistemas híbridos *wavelet*-RNA, foram significativamente melhores que a previsão apenas com a RNA utilizando os dados brutos.

Foram utilizadas sete famílias *wavelets*, para as quais foram calculadas o nível máximo de decomposição de cada subfamília *wavelet* para os dados de vazão afluentes ao reservatório Sobradinho baseado no tamanho da série (critério sobre o sinal) e na subfamília *wavelet* utilizada (critério de entropia); após este cálculo, escolheu-se o nível ótimo de decomposição igual a 10.

As melhores aproximações ou combinações se deram entre os níveis dois a seis e a melhor ordem de subfamília *wavelet* foi a maior por possuir um formato mais detalhado. O melhor sistema híbrido *wavelet*-RNA foi composto pela *wavelet*-mãe Meyer Discreta, uma vez que devido ao seu formato mais detalhado, ela se torna mais adequada para representar o sinal bruto (série histórica de vazões afluentes a Sobradinho), sendo a aproximação A3 a que obteve o melhor resultado; ou seja, a eliminação apenas dos detalhes D1, D2 e D3 foram suficiente para melhor a previsão, apresentando um R^2 igual a 0,9977, Nash igual a 0,9954 e RMS igual a 96,4523 m³/s. Enquanto que a previsão utilizando RNA com os dados brutos forneceu os seguintes resultados: $R^2 = 0,9481$; Nash = 0,8971 e RMS = 456,7712 m³/s, *i.e.*, o RMS diminuiu quase 80%, enquanto que os coeficientes R^2 e Nash tiveram um aumento maior que 5% e 10%, respectivamente, em relação às previsões com os dados brutos.

As previsões utilizando o sistema híbrido *wavelet*-RNA conseguiu eliminar a defasagem e as pequenas flutuações presentes no sinal previsto ambas detectadas nas previsões sem a transformada *wavelet*.

6.2. RECOMENDAÇÕES

Com base nos resultados obtidos, como melhoras nas previsões de vazão usando as aproximações *wavelets*, futuros trabalhos são encorajados para previsões de outras séries temporais, por exemplo, precipitação, vazões mensais, níveis de aquíferos, índices climáticos (*e.g.*, SPI - *Standardized Precipitation Index*, SPEI - *Standardised Precipitation-Evapotranspiration Index*, NAO - *North Atlantic Oscillation*, ENSO - *El Niño/La Niña-Southern Oscillation*, MEI - *Multivariate ENSO Index*, etc.) usando as aproximações *wavelets*, seja com RNAs ou com outros tipos de modelos (lineares ou não, autorregressivos ou não).

Outros tipos de aplicações também poderão se beneficiar do uso das aproximações *wavelets*, *e.g.* operação de reservatórios, modelos chuva-vazão, entre outros. Isto para focar na área de recursos hídricos; entretanto, o sistema apresentado mostra grande potencial para outras áreas da Engenharia (Elétrica, Mecânica, Produção, etc) e Economia.

REFERÊNCIAS

Abreu, R. L. Bahia Município de Sobradinho, 2006. Disponível em: <pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Bahia_Municip_Sobradinho.svg>.

Alves, F.M., Farias, C.A.S.; Srinivasan, V.S.; Suzuki, K. **Use of artificial neural networks as a runoff-erosion model applied to a semi-arid region of Brazil**. Proc. 13th JSCE Congress of Civil Engineering - Shikoku Division, 174–175, Takamatsu, Japan, 2007.

Bodri, L.; Cernak, V. **Prediction of extreme precipitation using a neural network: application to summer flood occurrence in Moravia**. *Advances in Engineering Software*. 31(5), 311–321, 2000. doi: 10.1016/S0965-9978(99)00063-0

Box, G.E.P.; Jenkins, G.M. **Time Series Analysis: Forecasting & Control**. Holden Day, 575 p., 1976.

Braga, I.Y.L.G.; Santos, C.A.G. **Viability of rainwater use in condominiums based on the precipitation frequency for reservoir sizing analysis**. *J. Urban and Environmental Engineering*, 4(1), 23–28, 2010.

Campolo, M.; Andreussi, P.; Soldati, A. **River flood forecasting with a neural network model**. *Water Resources Research*, 35(4), 1191–1197, 1999. doi: 10.1029/1998WR900086

Cannas, B.; Fanni, A.; Sias, G.; Tronci, S.; Zedda, M.K. **River flow forecasting using neural networks and wavelet analysis**. *Geophysical Research Abstracts*, v. 7, 08651, 2005.

CHESF, **Companhia Hidroelétrica do São Francisco**, 2012. Disponível em: <www.chesf.gov.br>

Cigizoglu, H.K. **Estimation, forecasting and extrapolation of flow data by artificial neural networks**. *Hydrological Sci. J.*, 48(3), 349–361, 2003a. doi: 10.1623/hysj.48.3.349.45288

Cigizoglu, H.K. **Incorporation of ARMA models into flow forecasting by artificial neural networks**. *Environmetrics*, 14(4), 417–427, 2003b. doi: 10.1002/env.596

Cigizoglu, H.K. **Estimation and forecasting of daily suspended sediment data by multi layer perceptrons**. *Advances in Water Resources*, 27(2), 185–195, 2004. doi: 10.1016/j.advwatres.2003.10.003

Cigizoglu, H.K. **Generalized regression neural network in monthly flow forecasting**. *Civil Engineering and Environmental Systems*, 22(2), 71–84, 2005. doi: 10.1080/10286600500126256

- Cigizoglu, H.K.; Kisi, Ö. **Flow prediction by three back propagation techniques using k-fold partitioning of neural network training data.** *Nordic Hydrology*, 36(1), 1–16, 2005.
- Coulibaly, P.; Anctil, F.; Bobée, B. **Multivariate reservoir inflow forecasting using temporal neural networks.** *J. Hydrologic Engineering, ASCE*, 6, 367–376, 2001.
- Dahdouh, S.; Dubois, M.; Frenoux, E.; Osorio, A. **A 1D wavelet filtering for ultrasound images despeckling.** *Proc. SPIE 7629*, 762907, 2010. doi: 10.1117/12.844388
- Danh, N.T.; Phien, H.N.; Gupta, A. **Neural network models for river flow forecasting.** *Water SA*, 25(1), 1999.
- Daubechies, I. **The wavelet transform time-frequency localization and signal analysis.** *IEEE Trans. Inform. Theory*, 36, 961–1004, 1990.
- Demuth, H.; Beale, M. **Neural network toolbox: for use with Matlab.** The MathWorks, 469 Inc., Natick, USA, 2005.
- Demuth, H.; Beale, M.; Hagan, M. **Neural Network Toolbox.** User's guide. The Math Works Inc., USA, 2008.
- Evans, R.M.; Alvin, J.S. **Relating Numbers of Processing Elements in a Sparse Distributed Memory Model to Learning Rate and Generalization.** In: *ACM APL Quote Quad*, 21(4), 166–173, 1991.
- Farge, M. **Wavelet transforms and their applications to turbulence.** *Ann. Rev. Fluid Mech.*, 24, 395–457, 1992.
- Farias, C. A. S. **Derivation of hedging rules and forecasts by artificial neural networks for optimal real-time management of an integrated water resources system.** Ph.D. Thesis, Ehime University, Matsuyama, Japan, 2009.
- Farias, C.A.S.; Celeste, A.B.; Sakata, Y.; Kadota, A.; Suzuki, K. **Use of Monte Carlo optimization and artificial neural networks for deriving reservoir operating rules.** *Annual J. Hydraulic Engineering, JSCE*, 50(1), 25–30, 2006.
- Farias, C.A.S.; Santos, C.A.G.; Celeste, A.B. **Daily reservoir operating rules by implicit stochastic optimization and artificial neural networks in a semi-arid land of Brazil.** *IAHS-AISH Publication*, 347, 191–197, 2011.
- Fog, T.L. Larsen, J.; Hansen, L.K. **Training and evaluation of neural networks for multivariate time series processing.** *Proc. IEEE Workshop on Neural Networks.* IEEE Press, v. 2, 1194–1199, 1995.
- Freiwan, M.; Cigizoglu, H.K. **Prediction of total monthly rainfall in Jordan using feed forward backpropagation method.** *Fresenius Environmental Bulletin*. 14(2), 142–151, 2005.
- Govindaraju, R.S.; Rao, A.R. **Artificial Neural Networks in Hydrology.** Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 2000.

- Graps, A. **An introduction to wavelets**. IEEE Computational Science and Engineering, 2(2), 50–61, 1995.
- Grossman, A.; Morlet, J. **Decomposition of Hardy functions into square integrable wavelets of constant shape**. SIAM J. Math. Anal., 15, 723–736, 1984.
- Hagan, M.T.; Demuth, H.B.; Beale, M. **Neural Network Design**. PWS Publishing Company, 1996.
- Hall, T.; Brooks, H.E.; Doswell III, C.A. **Precipitation forecasting using a neural network**. Weather and Forecasting, 14(3), 338–345, 1999. doi: 10.1175/1520-0434(1999)014<0338:PFUANN>2.0.CO;2
- Haykin S. **Neural Networks, a Comprehensive Foundation**. London, Macmillan College Publishing Co, 1994.
- Haykin S. **Neural Networks: a Comprehensive Foundation**, 2 ed., Prentice Hall, Upper Saddle River, USA, 1999.
- Haykin, S. **Neural Networks: a Comprehensive Foundation**. Prentice-Hall, Nova Deli, 2005.
- Hebb, D.O. **The Organization of Behavior**. New York: Wiley, 1949.
- Hsu, K.; Gupta, H.V.; Sorooshian, S. **Artificial neural network modelling of the rainfall runoff process**. Water Resources Research, 31(10), 2517–2530, 1995. doi: 10.1029/95WR01955
- Jain, A.; Sudheer, K.P.; Srinivasulu, S. **Identification of physical processes inherent in artificial neural network rainfall runoff models**. Hydrological Processes, 18(3), 571–581, 2004. doi: 10.1002/hyp.5502
- Jeong, D.-II; Kim, Y.-O. **Rainfall-runoff models using artificial neural networks for ensemble streamflow prediction**. Hydrological Processes, 19, 3819–3835, 2005. doi: 10.1002/hyp.5983.
- Johnstone, I.M., Silverman, B.W. **Wavelet threshold estimators for data with correlated noise**. J. Royal Statistical Society. Series B: Statistical Methodology, 59(2), 319–351, 1997.
- Kisi, Ö. **River flow modeling using artificial neural networks**. J. Hydrologic Engineering, 9(1), 60–63, 2004. doi: 10.1061/(ASCE)1084-0699(2004)9:1(60)
- Kisi, Ö. **Wavelet regression model for short-term streamflow forecasting**. J. Hydrology, 389(3-4), 344–353, 2010.
- Kumar, D.N.; Raju, K.S.; Sathish, T. **River flow forecasting using recurrent neural network**. Water Resources Management, 18(2), 2004.
- Lachtermacher, G.; Fuller, J.D. **Backpropagation in time series forecasting**. J. Forecasting, 14, 381–393, 1995.

- Lauzon, N.; Rousselle, J.; Birikundavyi, S.; Trung, H.T. **Real-time daily flow forecasting using black-box models, diffusion processes, and neural networks**. Canadian J. Civil Engineering, 27(4), 671–682, 2000. doi: 10.1139/cjce-27-4-671
- Loucks, D.P. **Sustainable water resources management**. Water International, IWRA, 25(1), 3–10, 2000.
- Loucks, D.P., Stedinger, J.R.; Haith, D.A. **Water Resources Systems Planning and Analysis**, Prentice Hall, Englewood Cliffs, USA, p. 559, 1981.
- Ludermir, T.; Valença, M. **Monthly streamflow forecasting using an neural fuzzy network Model**, International Join Conference on Neural Networks. 2000, Italy. Anais do International Join Conference on Neural Networks, Montréal, Canada, 2000a. doi: 10.1109/SBRN.2000.889724
- Ludermir, T.; Valença, M. **Neural networks vs. PARMA modelling: Case studies of river flow prediction**. Brazilian Symposium on Neural Networks, 6. Rio de Janeiro. 113–116, 2000b.
- Maheswaran, R.; Khosa, R. **Wavelet-Volterra coupled model for monthly stream flow forecasting**, J. Hydrology, v. 450–451, 320–335, 2012.
- Mallat, S. **A theory for multiresolution signal decomposition: the wavelet representation**, IEEE Transactions Pattern Analysis and Machine Intelligence, 11 (7), 674–693, 1989.
- Maier, H.R.; Dandy, G.C. **Neural networks for the prediction and forecasting of water resources variables: A review of modelling issues and applications**. Environmental Modelling & Software, 15(1), 101–124, 2000. doi: 10.1016/S1364-8152(99)00007-9.
- McCulloch W.; Pitts, W. **A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity**. Bulletin of Mathematical Biophysics, 5, 115–133, 1943.
- Minns, A.W.; Hall, M.J. **Artificial neural networks as rainfall-runoff models**. Hydrolog. Sci. J., 41, 399–417, 1996.
- Minsky, M.L.; Papert, S. A. **Perceptrons**, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, USA, 1969.
- Misiti, M., Misiti, Y., Oppenheim, G., Poggi, J.M. **Wavelet Toolbox User's Guide - For use with MATLAB**. 3 ed. Massachusetts (USA): The MathWorks, Inc, 2006.
- Moré, J.J. **The Levenberg-Marquardt algorithm: implementation and theory**. G.A. Watson, Lecture Notes in Mathematics 630: Numerical Analysis, Springer-Verlag, New York, 105–116, 1978.
- Morettin, P.A. **Ondas e Ondaletas: Da Análise de Fourier à Análise de Ondaletas**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1999.
- Müller, B., Reinhardt, J. **Neural Networks: An Introduction**. Springer-Verlag, Germany, 1990.
- Nandalal, K.D.W.; Bogardi, J.J. **Dynamic Programming Based Operation of Reservoirs: Applicability and Limits**. Cambridge University Press, United Kingdom, 2007.

NASA, **National Aeronautics and Space Administration**, 2003. Disponível em: <www.brasil-turismo.com/bahia/imagens/sobradinho.htm>

Nayak, P.C.; Satyaji Rao, Y.R.; Sudheer, K.P. **Groundwater level forecasting in a shallow aquifer using artificial neural network approach**. Water Resources Management, 20, 77–90, 2006.

ONS, **Operador Nacional do Sistema Elétrico**, 2012. Disponível em: <www.ons.org.br>.

Reis, A.J.R.; Silva, A.P.A. **Aplicação da transformada wavelet discreta na previsão de carga a curto prazo via redes neurais**. Revista Controle & Automação, Jan./Mar., 15(1), 101–108, 2004.

Rosenblatt, F. **The Perceptron: A probabilistic model for information storage and organization in the brain**. Psychological Review, 65, 386–408, 1958.

Rumelhart, D.E.; Hinton, G.E.; Williams, R.J. **Learning internal representations by error propagation, in Parallel Distributed Processing: explorations in the Microstructure of Cognition**, edited by D. E. Rumelhart and J. L. McClelland, 1(8), MIT Press, Cambridge, USA, 1986.

Salas, J.D. **Analysis and modeling of hydrologic time series**. Handbook of Hydrology, edited by D.R. Maidment, Chap. 19, 19.1–19.72, McGraw-Hill Inc., New York, USA, 1993.

San Emeterio, J.L.; Rodriguez-Hernandez, M.A. **Wavelet denoising of ultrasonic A-scans for detection of weak signals**. Proc. 19th International Conference on Systems, Signals and Image Processing, IWSSIP, 48–51, 2012.

Santos, C.A.G.; Galvão, C.O.; Suzuki, K.; Trigo, R.M. **Matsuyama city rainfall data analysis using wavelet transform**. Annual J. Hydraulic Engineering JSCE, Tokyo, 45, 211–216, 2001.

Santos, C.A.G.; Galvão, C.O.; Trigo, R.M. **Rainfall data analysis using wavelet transform**. IAHS-AISH Publication, Wallingford, 278, 195–201, 2003.

Santos, C.A.G.; Ideião, S.M.A. **Application of the wavelet transform for analysis of precipitation and runoff time series**. IAHS-AISH Publication, Wallingford, 303, 431–439, 2006.

Santos, C.A.G.; Morais, B.S.; Silva, G.B.L. **Drought forecast using artificial neural network for three hydrological zones in San Francisco river basin**. IAHS-AISH Publication, 333, 302–312, 2009.

Sarle, W.S. **Stopped training and other remedies for overfitting**. Proc. 27th Symposium on the Interface. Eletropaulo, 1995. Rios / Reservatórios / Enchentes. In: Departamento de Patrimônio Histórico. História e Energia, v. 5, 1995.

Silverman, D.; Dracup, J.A. **Artificial neural networks and long-range precipitation prediction in California**. J. Applied Meteorology, 39(1), 57–66, 2000. doi: 10.1175/1520-0450(2000)039<0057:ANNALR>2.0.CO;2

Siqueira, T.G.; Soares F.S. **Aplicação de redes neurais com função de ativação de base radial na predição de séries temporais não estacionárias**. XIV Congresso Brasileiro de Automação, 2002.

Sivakumar, B.; Jayawerdana, A.W.; Fernando, T.M.K.G. **River flow forecasting: use of phase-space reconstruction and artificial neural networks approaches**. J. Hydrology, 265(1–4), 225–245, 2002. doi: 10.1016/S0022-1694(02)00112-9

Smith, L.C.; Turcotte, D.L.; Isacks, B.L. **Stream flow characterization and feature detection using a discrete wavelet transform**. Hydrological Processes, 12, 233–249, 1998.

Souza, H. **Sobradinho – BA**, 2010. Disponível em: <www.skyscrapercity.com>.

Tokar, A.S.; Johnson, P.A. **Rainfall-runoff modeling using artificial neural networks**. J. Hydrologic Engineering, 4(3), 232–239, 1999. doi: 10.1061/(ASCE)1084-0699(1999)4:3(232).

Torrence, C.; Compo, G.P. **A practical guide to wavelet analysis**. Bull. Amer. Meteor. Soc., 79(1), 61–78, 1998.

Tucci, C.E.M.; **Modelos Hidrológicos**, 2ª ed., Editora da UFRGS – ABRH, 2005.

Tucci, C.E.M.; Robin T.C.; Dias, P. L. Da S.; Collischonn W. **Previsão de médio prazo da afluência de reservatórios com base na previsão climática**. In: Relatório Final Projeto: BRA/00/029, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas Universidade de São Paulo e Instituto de Pesquisas Hidráulicas Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.

Valença, M.; Ludermir, T. **Neuroinflow: The new model to forecast average monthly inflow**. In: Brazilian Symposium on Neural Networks, 7. Recife, 74–79 p. 2002.

Valença, M.J.S.; Vasconcelos, G.C. **Estudo comparativo dos modelos Box-Jenkins, redes neurais e regressão múltipla na previsão de vazões**. Simpósio Brasileiro de Redes Neurais, 4, Goiânia. 55–57, 1997.

Wu, C.L.; Chau, K.W.; Li, Y.S. **Methods to improve neural network performance in daily flows prediction**. J. Hydrol., 372, 80–93, 2009.

APÊNDICE A

Apêndice A-1: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília haar

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9729	0,9466	7,4630	0,23%	0,45%	1766,68%	0,9486	0,8978	455,1390	0,06%	0,08%	-0,36%
2	A2	0,9686	0,9382	3,0555	-0,22%	-0,44%	664,27%	0,9437	0,8878	476,8950	-0,46%	-1,03%	4,41%
3	A3	0,9601	0,9218	3,9914	-1,10%	-2,18%	898,35%	0,9410	0,8841	484,7772	-0,75%	-1,45%	6,13%
4	A4	0,9559	0,9137	6,0258	-1,54%	-3,04%	1407,20%	0,9378	0,8789	495,4643	-1,09%	-2,03%	8,47%
5	A5	0,9352	0,8746	17,9546	-3,66%	-7,19%	4390,88%	0,9341	0,8722	508,9559	-1,47%	-2,77%	11,42%
6	A6	0,8764	0,7681	12,7071	-9,72%	-18,49%	3078,36%	0,8956	0,8016	634,1745	-5,54%	-10,64%	38,84%
7	A7	0,7649	0,5847	37,6299	-21,21%	-37,95%	9312,19%	0,6363	0,4002	1102,5841	-32,88%	-55,38%	141,39%
8	A8	0,4901	0,2400	10,5086	-49,52%	-74,53%	2528,46%	0,4089	0,1616	1303,5822	-56,87%	-81,98%	185,39%
9	A9	0,3695	0,1348	80,1268	-61,94%	-85,69%	19941,71%	0,3232	0,0957	1353,8578	-65,91%	-89,33%	196,40%
10	A10	0,3107	0,0965	4,8875	-67,99%	-89,76%	1122,48%	0,2803	-0,0083	1429,6210	-70,44%	-100,93%	212,98%
11	A1+A2	0,9703	0,9415	2,0354	-0,05%	-0,09%	409,11%	0,9466	0,8936	464,4334	-0,15%	-0,39%	1,68%
12	A1+A2+A3	0,9708	0,9425	5,0596	0,01%	0,02%	1165,54%	0,9496	0,8993	451,8547	0,16%	0,25%	-1,08%
13	A1+A2+A3+A4	0,9743	0,9493	6,5477	0,37%	0,74%	1537,74%	0,9574	0,9149	415,4190	0,98%	1,98%	-9,05%
14	A2+A3	0,9704	0,9416	4,1262	-0,04%	-0,08%	932,06%	0,9518	0,9036	441,9807	0,39%	0,73%	-3,24%
15	A2+A3+A4	0,9719	0,9446	0,5471	0,12%	0,24%	36,83%	0,9552	0,9111	424,5479	0,75%	1,56%	-7,05%
16	A2+A3+A4+A5	0,9751	0,9508	1,1495	0,44%	0,89%	187,53%	0,9613	0,9235	393,7655	1,39%	2,95%	-13,79%
17	A3+A4	0,9623	0,9260	3,3459	-0,87%	-1,73%	736,89%	0,9450	0,8919	468,1288	-0,33%	-0,58%	2,49%
18	A3+A4+A5	0,9618	0,9249	16,4708	-0,93%	-1,85%	4019,75%	0,9500	0,9022	445,1291	0,20%	0,58%	-2,55%
19	A3+A4+A5+A6	0,9582	0,9180	24,9060	-1,29%	-2,58%	6129,62%	0,9500	0,9016	446,6350	0,20%	0,50%	-2,22%
20	A4+A5	0,9541	0,9102	3,6262	-1,72%	-3,41%	807,00%	0,9432	0,8896	473,0174	-0,51%	-0,83%	3,56%
21	A4+A5+A6	0,9456	0,8942	4,3292	-2,59%	-5,11%	982,85%	0,9395	0,8823	488,5157	-0,91%	-1,65%	6,95%
22	A4+A5+A6+A7	0,9358	0,8757	6,5734	-3,60%	-7,07%	1544,16%	0,9244	0,8488	553,5566	-2,50%	-5,38%	21,19%
23	A5+A6	0,9217	0,8495	1,2289	-5,05%	-9,85%	207,37%	0,9250	0,8551	541,9229	-2,44%	-4,68%	18,64%
24	A5+A6+A7	0,9050	0,8183	28,4803	-6,77%	-13,16%	7023,65%	0,8995	0,8014	634,5068	-5,13%	-10,67%	38,91%
25	A5+A6+A7+A8	0,8897	0,7901	9,5607	-8,35%	-16,16%	2291,36%	0,8841	0,7594	698,3045	-6,75%	-15,34%	52,88%
26	A6+A7	0,8544	0,7295	42,9611	-11,99%	-22,58%	10645,65%	0,8443	0,7072	770,3811	-10,95%	-21,17%	68,66%
27	A6+A7+A8	0,8287	0,6867	6,9484	-14,64%	-27,13%	1637,96%	0,8036	0,6085	890,8196	-15,24%	-32,17%	95,03%
28	A6+A7+A8+A9	0,8073	0,6518	1,4393	-16,83%	-30,83%	260,01%	0,7856	0,5655	938,4200	-17,14%	-36,96%	105,45%
29	A7+A8	0,7193	0,5165	60,7932	-25,90%	-45,19%	15105,90%	0,5921	0,3431	1153,8867	-37,55%	-61,75%	152,62%
30	A7+A8+A9	0,6944	0,4821	6,2308	-28,47%	-48,84%	1458,48%	0,5623	0,2890	1200,5138	-40,70%	-67,79%	162,83%
31	A7+A8+A9+A10	0,6509	0,4235	20,3398	-32,95%	-55,06%	4987,50%	0,5526	0,2940	1196,2359	-41,72%	-67,22%	161,89%
32	A8+A9	0,4708	0,2211	42,8677	-51,50%	-76,54%	10622,28%	0,4137	0,1700	1297,0735	-56,37%	-81,05%	183,97%
33	A8+A9+A10	0,4524	0,2046	10,4347	-53,40%	-78,29%	2509,98%	0,3595	0,1232	1333,1102	-62,08%	-86,26%	191,86%
34	A9+A10	0,3641	0,1324	16,9882	-62,49%	-85,95%	4149,17%	0,3110	0,0861	1361,0618	-67,20%	-90,41%	197,97%

Apêndice A-2: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília db1

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9739	0,9485	2,4978	0,32%	0,65%	524,75%	0,9518	0,9039	441,3909	0,39%	0,76%	-3,37%
2	A2	0,9685	0,9379	13,3337	-0,23%	-0,47%	3235,10%	0,9437	0,8875	477,5817	-0,47%	-1,07%	4,56%
3	A3	0,9601	0,9218	0,0920	-1,10%	-2,18%	-76,99%	0,9410	0,8841	484,6107	-0,75%	-1,44%	6,09%
4	A4	0,9551	0,9122	2,9559	-1,62%	-3,20%	639,35%	0,9378	0,8786	495,9957	-1,09%	-2,06%	8,59%
5	A5	0,9376	0,8791	4,9805	-3,41%	-6,71%	1145,74%	0,9340	0,8717	510,0212	-1,48%	-2,83%	11,66%
6	A6	0,8781	0,7710	12,8337	-9,55%	-18,19%	3110,03%	0,8950	0,8006	635,7786	-5,60%	-10,76%	39,19%
7	A7	0,7662	0,5870	4,8440	-21,08%	-37,71%	1111,62%	0,6356	0,4004	1102,3968	-32,96%	-55,36%	141,35%
8	A8	0,4910	0,2409	22,6518	-49,42%	-74,43%	5565,79%	0,4067	0,1614	1303,7865	-57,10%	-82,01%	185,44%
9	A9	0,3694	0,1362	29,8723	-61,95%	-85,55%	7371,81%	0,3268	0,1046	1347,2067	-65,53%	-88,34%	194,94%
10	A10	0,3110	0,0967	4,2465	-67,97%	-89,74%	962,15%	0,2825	0,0034	1421,2711	-70,20%	-99,62%	211,16%
11	A1+A2	0,9700	0,9410	0,3099	-0,08%	-0,15%	-22,49%	0,9464	0,8934	464,9314	-0,18%	-0,41%	1,79%
12	A1+A2+A3	0,9712	0,9431	3,6465	0,04%	0,09%	812,09%	0,9497	0,8996	451,0432	0,17%	0,29%	-1,25%
13	A1+A2+A3+A4	0,9733	0,9473	0,4450	0,26%	0,52%	11,30%	0,9556	0,9117	423,1294	0,79%	1,63%	-7,37%
14	A2+A3	0,9699	0,9407	12,9468	-0,09%	-0,17%	3138,33%	0,9498	0,8998	450,7499	0,18%	0,30%	-1,32%
15	A2+A3+A4	0,9722	0,9451	1,9623	0,15%	0,30%	390,81%	0,9549	0,9105	425,9137	0,72%	1,50%	-6,76%
16	A2+A3+A4+A5	0,9724	0,9455	1,7519	0,17%	0,34%	338,20%	0,9578	0,9169	410,2993	1,02%	2,22%	-10,17%
17	A3+A4	0,9617	0,9248	19,7427	-0,93%	-1,86%	4838,13%	0,9446	0,8915	468,9373	-0,37%	-0,62%	2,66%
18	A3+A4+A5	0,9616	0,9247	3,1886	-0,94%	-1,87%	697,56%	0,9492	0,9009	448,2445	0,11%	0,42%	-1,87%
19	A3+A4+A5+A6	0,9589	0,9194	1,8869	-1,23%	-2,43%	371,95%	0,9496	0,9015	446,7262	0,16%	0,50%	-2,20%
20	A4+A5	0,9528	0,9079	1,0918	-1,85%	-3,65%	173,08%	0,9426	0,8884	475,5769	-0,58%	-0,96%	4,12%
21	A4+A5+A6	0,9450	0,8927	31,2711	-2,66%	-5,27%	7721,70%	0,9384	0,8799	493,3269	-1,03%	-1,91%	8,00%
22	A4+A5+A6+A7	0,9362	0,8765	1,7872	-3,56%	-6,99%	347,03%	0,9252	0,8504	550,7240	-2,41%	-5,21%	20,57%
23	A5+A6	0,9220	0,8501	4,0457	-5,02%	-9,79%	911,94%	0,9242	0,8537	544,5598	-2,52%	-4,83%	19,22%
24	A5+A6+A7	0,9058	0,8205	5,5257	-6,69%	-12,93%	1282,11%	0,8999	0,8035	631,1201	-5,08%	-10,43%	38,17%
25	A5+A6+A7+A8	0,8902	0,7924	6,8122	-8,30%	-15,91%	1603,89%	0,8824	0,7552	704,4275	-6,93%	-15,82%	54,22%
26	A6+A7	0,8537	0,7272	20,4927	-12,06%	-22,83%	5025,75%	0,8494	0,7100	766,7152	-10,41%	-20,86%	67,86%
27	A6+A7+A8	0,8281	0,6856	5,3348	-14,70%	-27,24%	1234,37%	0,7991	0,6063	893,3379	-15,72%	-32,42%	95,58%
28	A6+A7+A8+A9	0,8069	0,6511	5,7006	-16,88%	-30,91%	1325,86%	0,7918	0,5740	929,2104	-16,48%	-36,01%	103,43%
29	A7+A8	0,7283	0,5302	9,4832	-24,98%	-43,73%	2271,98%	0,5819	0,3251	1169,6203	-38,63%	-63,76%	156,06%
30	A7+A8+A9	0,6943	0,4821	6,8832	-28,47%	-48,84%	1621,66%	0,5662	0,2995	1191,5733	-40,28%	-66,61%	160,87%
31	A7+A8+A9+A10	0,6443	0,4054	102,3273	-33,63%	-56,98%	25494,63%	0,5585	0,3001	1191,0838	-41,09%	-66,55%	160,76%
32	A8+A9	0,4697	0,2206	2,1274	-51,62%	-76,59%	432,11%	0,4102	0,1638	1301,8961	-56,73%	-81,74%	185,02%
33	A8+A9+A10	0,4532	0,2053	11,7811	-53,32%	-78,21%	2846,76%	0,3810	0,1383	1321,6235	-59,82%	-84,59%	189,34%
34	A9+A10	0,3639	0,1322	15,3982	-62,51%	-85,97%	3751,47%	0,3173	0,0835	1362,9359	-66,54%	-90,69%	198,38%

Apêndice A-3: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília db2

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9745	0,9497	0,9136	0,39%	0,78%	128,52%	0,9511	0,9025	444,4975	0,31%	0,61%	-2,69%
2	A2	0,9711	0,9431	0,1124	0,04%	0,08%	-71,89%	0,9471	0,8946	462,1502	-0,10%	-0,27%	1,18%
3	A3	0,9723	0,9453	1,0148	0,16%	0,32%	153,82%	0,9544	0,9092	428,8967	0,66%	1,36%	-6,10%
4	A4	0,9734	0,9474	5,3598	0,27%	0,54%	1240,62%	0,9543	0,9087	430,1842	0,65%	1,30%	-5,82%
5	A5	0,9631	0,9275	0,5499	-0,79%	-1,58%	37,56%	0,9469	0,8958	459,4622	-0,12%	-0,14%	0,59%
6	A6	0,9309	0,8663	31,3844	-4,11%	-8,07%	7750,02%	0,9060	0,8201	603,8212	-4,44%	-8,58%	32,19%
7	A7	0,8326	0,6931	6,0825	-14,23%	-26,44%	1421,38%	0,7373	0,5287	977,4187	-22,24%	-41,07%	113,98%
8	A8	0,5456	0,2977	0,7195	-43,80%	-68,41%	79,98%	0,3908	0,1464	1315,3580	-58,78%	-83,68%	187,97%
9	A9	0,3908	0,1527	6,5212	-59,75%	-83,80%	1531,11%	0,2919	0,0784	1366,7725	-69,21%	-91,26%	199,22%
10	A10	0,3821	0,1459	0,4117	-60,64%	-84,52%	2,98%	0,0275	-0,0023	1425,3574	-97,10%	-100,26%	212,05%
11	A1+A2	0,9739	0,9486	5,5174	0,33%	0,66%	1280,05%	0,9509	0,9021	445,3824	0,29%	0,56%	-2,49%
12	A1+A2+A3	0,9752	0,9511	4,7007	0,46%	0,93%	1075,75%	0,9555	0,9110	424,6479	0,78%	1,56%	-7,03%
13	A1+A2+A3+A4	0,9793	0,9590	0,5934	0,88%	1,77%	48,44%	0,9611	0,9220	397,6363	1,37%	2,78%	-12,95%
14	A2+A3	0,9740	0,9486	0,1894	0,33%	0,67%	-52,64%	0,9545	0,9094	428,5780	0,68%	1,37%	-6,17%
15	A2+A3+A4	0,9792	0,9588	1,2002	0,87%	1,75%	200,20%	0,9632	0,9263	386,6293	1,59%	3,25%	-15,36%
16	A2+A3+A4+A5	0,9833	0,9669	0,0733	1,30%	2,61%	-81,67%	0,9671	0,9340	365,6859	2,00%	4,12%	-19,94%
17	A3+A4	0,9789	0,9583	1,0927	0,84%	1,70%	173,31%	0,9636	0,9271	384,4652	1,63%	3,34%	-15,83%
18	A3+A4+A5	0,9825	0,9654	1,0895	1,21%	2,45%	172,51%	0,9670	0,9339	366,1429	2,00%	4,10%	-19,84%
19	A3+A4+A5+A6	0,9823	0,9649	0,1892	1,19%	2,40%	-52,68%	0,9675	0,9358	360,6302	2,04%	4,32%	-21,05%
20	A4+A5	0,9775	0,9555	1,2000	0,69%	1,39%	200,15%	0,9581	0,9168	410,5738	1,06%	2,20%	-10,11%
21	A4+A5+A6	0,9751	0,9509	0,9335	0,45%	0,91%	133,50%	0,9568	0,9154	413,9935	0,92%	2,05%	-9,37%
22	A4+A5+A6+A7	0,9668	0,9339	53,7691	-0,41%	-0,90%	13348,99%	0,9478	0,8905	471,1314	-0,03%	-0,73%	3,14%
23	A5+A6	0,9586	0,9190	9,3219	-1,25%	-2,48%	2231,65%	0,9424	0,8881	476,2364	-0,60%	-1,00%	4,26%
24	A5+A6+A7	0,9469	0,8967	2,2587	-2,45%	-4,84%	464,96%	0,9269	0,8516	548,5302	-2,24%	-5,07%	20,09%
25	A5+A6+A7+A8	0,9326	0,8697	8,4207	-3,93%	-7,70%	2006,22%	0,9103	0,7964	642,4571	-3,99%	-11,23%	40,65%
26	A6+A7	0,9101	0,8283	3,5836	-6,25%	-12,11%	796,34%	0,8812	0,7628	693,4300	-7,06%	-14,97%	51,81%
27	A6+A7+A8	0,8859	0,7848	5,2560	-8,74%	-16,71%	1214,65%	0,8436	0,6522	839,6729	-11,02%	-27,30%	83,83%
28	A6+A7+A8+A9	0,8595	0,7387	3,0473	-11,46%	-21,61%	662,21%	0,8276	0,5824	920,0760	-12,71%	-35,08%	101,43%
29	A7+A8	0,7801	0,6085	5,5237	-19,64%	-35,42%	1281,61%	0,6770	0,3939	1108,3437	-28,60%	-56,09%	142,65%
30	A7+A8+A9	0,7243	0,5246	15,1130	-25,38%	-44,33%	3680,14%	0,6701	0,3339	1161,9163	-29,33%	-62,77%	154,38%
31	A7+A8+A9+A10	0,7315	0,5351	7,6675	-24,65%	-43,22%	1817,82%	0,7004	0,3869	1114,7274	-26,12%	-56,87%	144,05%
32	A8+A9	0,5512	0,3038	9,3554	-43,22%	-67,76%	2240,01%	0,3988	0,1433	1317,7790	-57,93%	-84,03%	188,50%
33	A8+A9+A10	0,5158	0,2660	14,6955	-46,86%	-71,77%	3575,72%	0,3577	0,1128	1340,9827	-62,27%	-87,42%	193,58%
34	A9+A10	0,4969	0,2469	7,7763	-48,82%	-73,80%	1845,05%	0,1108	0,0122	1415,0174	-88,32%	-98,64%	209,79%

Apêndice A-4: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília db3

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9738	0,9483	1,6859	0,31%	0,63%	321,69%	0,9504	0,9008	448,3265	0,24%	0,42%	-1,85%
2	A2	0,9755	0,9517	0,8134	0,49%	0,99%	103,46%	0,9535	0,9071	433,8512	0,57%	1,12%	-5,02%
3	A3	0,9786	0,9576	15,9221	0,81%	1,62%	3882,52%	0,9601	0,9194	404,1230	1,27%	2,49%	-11,53%
4	A4	0,9839	0,9680	1,8476	1,35%	2,73%	362,14%	0,9748	0,9500	318,4679	2,82%	5,90%	-30,28%
5	A5	0,9706	0,9421	6,7154	-0,02%	-0,03%	1579,68%	0,9459	0,8946	462,2674	-0,23%	-0,28%	1,20%
6	A6	0,9452	0,8933	8,2019	-2,64%	-5,21%	1951,49%	0,9032	0,8142	613,6730	-4,73%	-9,24%	34,35%
7	A7	0,8472	0,7177	0,0451	-12,73%	-23,84%	-88,73%	0,8253	0,6782	807,5967	-12,95%	-24,40%	76,81%
8	A8	0,4841	0,2343	8,5911	-50,13%	-75,13%	2048,85%	0,2046	0,0286	1403,1688	-78,42%	-96,81%	207,19%
9	A9	0,4231	0,1790	2,6020	-56,41%	-81,00%	550,83%	-0,0001	-0,0009	1424,3491	-100,01%	-100,10%	211,83%
10	A10	0,4092	0,1674	4,2638	-57,85%	-82,23%	966,48%	-0,0698	-0,0606	1466,2141	-107,36%	-106,76%	221,00%
11	A1+A2	0,9768	0,9540	0,1369	0,62%	1,24%	-65,77%	0,9544	0,9093	428,8576	0,66%	1,36%	-6,11%
12	A1+A2+A3	0,9806	0,9617	3,7832	1,02%	2,05%	846,28%	0,9619	0,9240	392,3709	1,46%	3,01%	-14,10%
13	A1+A2+A3+A4	0,9840	0,9682	1,4204	1,36%	2,74%	255,27%	0,9694	0,9389	351,9965	2,25%	4,66%	-22,94%
14	A2+A3	0,9808	0,9619	0,6690	1,03%	2,08%	67,34%	0,9625	0,9249	390,0414	1,52%	3,11%	-14,61%
15	A2+A3+A4	0,9860	0,9722	1,0319	1,57%	3,16%	158,11%	0,9732	0,9464	329,5424	2,65%	5,50%	-27,85%
16	A2+A3+A4+A5	0,9886	0,9774	0,6584	1,84%	3,72%	64,68%	0,9776	0,9555	300,4452	3,11%	6,51%	-34,22%
17	A3+A4	0,9865	0,9732	3,1484	1,62%	3,27%	687,49%	0,9759	0,9516	313,0601	2,93%	6,08%	-31,46%
18	A3+A4+A5	0,9890	0,9780	0,0833	1,87%	3,79%	-79,17%	0,9798	0,9599	284,9608	3,34%	7,01%	-37,61%
19	A3+A4+A5+A6	0,9885	0,9771	0,0018	1,83%	3,69%	-99,54%	0,9795	0,9591	287,9558	3,31%	6,91%	-36,96%
20	A4+A5	0,9858	0,9717	6,4809	1,54%	3,12%	1521,04%	0,9759	0,9523	310,9838	2,93%	6,16%	-31,92%
21	A4+A5+A6	0,9833	0,9668	15,8962	1,29%	2,60%	3876,05%	0,9724	0,9446	335,2196	2,56%	5,29%	-26,61%
22	A4+A5+A6+A7	0,9772	0,9549	1,5348	0,66%	1,33%	283,89%	0,9640	0,9251	389,7488	1,68%	3,12%	-14,67%
23	A5+A6	0,9690	0,9390	6,9937	-0,18%	-0,36%	1649,30%	0,9440	0,8902	471,6723	-0,44%	-0,76%	3,26%
24	A5+A6+A7	0,9589	0,9194	0,9074	-1,22%	-2,43%	126,97%	0,9307	0,8638	525,5054	-1,83%	-3,71%	15,05%
25	A5+A6+A7+A8	0,9456	0,8940	17,0018	-2,60%	-5,13%	4152,57%	0,9270	0,8340	580,0678	-2,22%	-7,03%	26,99%
26	A6+A7	0,9270	0,8593	21,8131	-4,50%	-8,82%	5356,00%	0,8777	0,7680	685,7000	-7,42%	-14,38%	50,12%
27	A6+A7+A8	0,9087	0,8258	2,0683	-6,39%	-12,37%	417,32%	0,8745	0,7370	730,1634	-7,76%	-17,85%	59,85%
28	A6+A7+A8+A9	0,8796	0,7737	11,8038	-9,39%	-17,89%	2852,43%	0,8680	0,6548	836,4726	-8,45%	-27,01%	83,13%
29	A7+A8	0,8097	0,6556	6,6828	-16,59%	-30,43%	1571,54%	0,7989	0,5597	944,7362	-15,73%	-37,61%	106,83%
30	A7+A8+A9	0,7553	0,5705	2,2817	-22,20%	-39,46%	470,70%	0,8039	0,4630	1043,3385	-15,21%	-48,39%	128,42%
31	A7+A8+A9+A10	0,7073	0,5003	2,3986	-27,14%	-46,91%	499,95%	0,7694	0,3671	1132,6540	-18,85%	-59,08%	147,97%
32	A8+A9	0,5259	0,2762	36,6579	-45,82%	-70,69%	9069,07%	0,0621	-0,0255	1441,7668	-93,45%	-102,85%	215,64%
33	A8+A9+A10	0,4598	0,2114	2,8367	-52,64%	-77,57%	609,53%	-0,0078	-0,0038	1426,4205	-100,83%	-100,43%	212,28%
34	A9+A10	0,4309	0,1855	12,6540	-55,61%	-80,31%	3065,08%	0,0489	-0,0483	1457,6657	-94,84%	-105,38%	219,12%

Apêndice A-5: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília db4

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração						Validação					
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9757	0,9520	2,4689	0,51%	1,02%	517,53%	0,9522	0,9045	439,9744	0,44%	0,83%	-3,68%
2	A2	0,9773	0,9550	3,4961	0,67%	1,35%	774,46%	0,9561	0,9124	421,4008	0,84%	1,71%	-7,74%
3	A3	0,9835	0,9672	11,1330	1,31%	2,63%	2684,63%	0,9714	0,9424	341,6837	2,45%	5,05%	-25,20%
4	A4	0,9868	0,9738	4,4845	1,65%	3,34%	1021,68%	0,9776	0,9552	301,4026	3,12%	6,48%	-34,01%
5	A5	0,9719	0,9445	10,5301	0,12%	0,23%	2533,85%	0,9578	0,9173	409,4894	1,02%	2,25%	-10,35%
6	A6	0,9446	0,8922	3,3899	-2,70%	-5,32%	747,89%	0,9253	0,8545	543,1202	-2,41%	-4,75%	18,90%
7	A7	0,8733	0,7624	32,8458	-10,04%	-19,09%	8115,56%	0,8536	0,7238	748,1859	-9,97%	-19,31%	63,80%
8	A8	0,5942	0,3530	0,3837	-38,79%	-62,53%	-4,03%	0,2808	0,0765	1368,1927	-70,38%	-91,48%	199,54%
9	A9	0,4570	0,2088	0,0492	-52,93%	-77,84%	-87,69%	0,0906	-0,0368	1449,6960	-90,44%	-104,11%	217,38%
10	A10	0,5425	0,2943	7,6342	-44,12%	-68,77%	1809,50%	0,3189	0,0962	1353,4543	-66,37%	-89,27%	196,31%
11	A1+A2	0,9769	0,9543	1,0441	0,63%	1,26%	161,16%	0,9546	0,9097	427,8886	0,68%	1,40%	-6,32%
12	A1+A2+A3	0,9817	0,9638	0,5342	1,13%	2,28%	33,60%	0,9651	0,9303	375,8796	1,79%	3,70%	-17,71%
13	A1+A2+A3+A4	0,9869	0,9740	2,9311	1,66%	3,36%	633,14%	0,9737	0,9472	327,2563	2,70%	5,58%	-28,35%
14	A2+A3	0,9829	0,9661	2,7367	1,25%	2,52%	584,51%	0,9685	0,9370	357,4622	2,15%	4,45%	-21,74%
15	A2+A3+A4	0,9874	0,9750	0,6011	1,72%	3,47%	50,36%	0,9759	0,9515	313,4398	2,93%	6,07%	-31,38%
16	A2+A3+A4+A5	0,9910	0,9822	3,9130	2,09%	4,23%	878,73%	0,9825	0,9651	266,1352	3,63%	7,58%	-41,74%
17	A3+A4	0,9903	0,9807	1,1012	2,01%	4,07%	175,43%	0,9824	0,9644	268,5175	3,61%	7,51%	-41,21%
18	A3+A4+A5	0,9923	0,9847	1,3030	2,22%	4,49%	225,92%	0,9857	0,9715	240,4986	3,97%	8,29%	-47,35%
19	A3+A4+A5+A6	0,9913	0,9827	0,8042	2,12%	4,28%	101,15%	0,9828	0,9658	263,2823	3,66%	7,66%	-42,36%
20	A4+A5	0,9880	0,9762	4,8642	1,78%	3,59%	1116,67%	0,9796	0,9597	285,9208	3,33%	6,98%	-37,40%
21	A4+A5+A6	0,9845	0,9693	3,6631	1,42%	2,86%	816,23%	0,9738	0,9482	324,0507	2,71%	5,70%	-29,06%
22	A4+A5+A6+A7	0,9797	0,9599	0,4636	0,92%	1,86%	15,95%	0,9681	0,9343	364,7907	2,10%	4,16%	-20,14%
23	A5+A6	0,9694	0,9398	1,3568	-0,14%	-0,27%	239,37%	0,9516	0,9053	438,2087	0,36%	0,91%	-4,06%
24	A5+A6+A7	0,9619	0,9253	1,5957	-0,91%	-1,81%	299,12%	0,9435	0,8880	476,3622	-0,49%	-1,01%	4,29%
25	A5+A6+A7+A8	0,9553	0,9125	0,5545	-1,60%	-3,17%	38,69%	0,9351	0,8672	518,9003	-1,37%	-3,33%	13,60%
26	A6+A7	0,9348	0,8738	0,0112	-3,71%	-7,28%	-97,19%	0,9119	0,8288	589,1282	-3,82%	-7,61%	28,98%
27	A6+A7+A8	0,9207	0,8476	7,2931	-5,16%	-10,05%	1724,18%	0,8964	0,7899	652,5194	-5,46%	-11,94%	42,85%
28	A6+A7+A8+A9	0,8983	0,8070	2,9280	-7,46%	-14,37%	632,38%	0,8954	0,7440	720,3096	-5,56%	-17,06%	57,70%
29	A7+A8	0,8267	0,6833	4,4660	-14,84%	-27,49%	1017,06%	0,8110	0,6185	879,3479	-14,46%	-31,05%	92,51%
30	A7+A8+A9	0,7878	0,6205	13,4353	-18,85%	-34,15%	3260,52%	0,7907	0,5155	990,9472	-16,60%	-42,53%	116,95%
31	A7+A8+A9+A10	0,7551	0,5702	4,8040	-22,21%	-39,49%	1101,59%	0,7670	0,4066	1096,7426	-19,10%	-54,68%	140,11%
32	A8+A9	0,4812	0,2315	13,5839	-50,43%	-75,44%	3297,66%	0,4465	0,1459	1315,7718	-52,91%	-83,74%	188,06%
33	A8+A9+A10	0,4556	0,2073	23,0635	-53,07%	-78,00%	5668,76%	0,4612	0,1465	1315,2959	-51,36%	-83,67%	187,96%
34	A9+A10	0,3895	0,1516	16,5818	-59,88%	-83,91%	4047,53%	0,3140	0,0513	1386,6942	-66,88%	-94,28%	203,59%

Apêndice A-6: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília db5

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração						Validação					
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9752	0,9509	0,5225	0,45%	0,91%	30,68%	0,9505	0,9011	447,8057	0,25%	0,45%	-1,96%
2	A2	0,9785	0,9574	7,2641	0,79%	1,60%	1716,94%	0,9573	0,9147	415,9193	0,98%	1,96%	-8,94%
3	A3	0,9859	0,9720	2,3155	1,56%	3,15%	479,16%	0,9708	0,9413	344,8383	2,39%	4,93%	-24,51%
4	A4	0,9885	0,9771	0,7387	1,83%	3,69%	84,78%	0,9772	0,9548	302,8339	3,07%	6,43%	-33,70%
5	A5	0,9764	0,9534	1,3815	0,58%	1,17%	245,55%	0,9642	0,9298	377,3174	1,70%	3,64%	-17,39%
6	A6	0,9418	0,8871	0,6207	-2,98%	-5,87%	55,25%	0,9322	0,8678	517,5834	-1,68%	-3,26%	13,31%
7	A7	0,9016	0,8129	2,1651	-7,12%	-13,74%	441,55%	0,8380	0,6970	783,6731	-11,61%	-22,30%	71,57%
8	A8	0,5317	0,2827	2,0956	-45,22%	-70,00%	424,16%	0,1905	-0,0173	1435,9801	-79,91%	-101,93%	214,38%
9	A9	0,5168	0,2671	9,9081	-46,76%	-71,66%	2378,26%	0,1897	0,0137	1413,9015	-79,99%	-98,47%	209,54%
10	A10	0,5027	0,2527	5,8463	-48,22%	-73,19%	1362,30%	0,1676	0,0000	1423,7109	-82,32%	-100,00%	211,69%
11	A1+A2	0,9782	0,9569	0,8562	0,77%	1,54%	114,16%	0,9566	0,9130	419,8217	0,90%	1,78%	-8,09%
12	A1+A2+A3	0,9840	0,9682	0,8442	1,36%	2,75%	111,16%	0,9655	0,9306	375,0628	1,84%	3,74%	-17,89%
13	A1+A2+A3+A4	0,9873	0,9748	0,2733	1,70%	3,44%	-31,65%	0,9729	0,9457	331,8675	2,61%	5,42%	-27,34%
14	A2+A3	0,9845	0,9692	2,5651	1,41%	2,85%	541,61%	0,9673	0,9345	364,3729	2,03%	4,17%	-20,23%
15	A2+A3+A4	0,9901	0,9803	1,5732	1,99%	4,03%	293,49%	0,9788	0,9575	293,5224	3,23%	6,74%	-35,74%
16	A2+A3+A4+A5	0,9925	0,9851	0,0815	2,24%	4,53%	-79,61%	0,9835	0,9671	258,2748	3,74%	7,81%	-43,46%
17	A3+A4	0,9923	0,9846	6,5485	2,22%	4,49%	1537,95%	0,9843	0,9684	253,0748	3,81%	7,95%	-44,59%
18	A3+A4+A5	0,9940	0,9881	0,1974	2,39%	4,85%	-50,63%	0,9874	0,9749	225,6829	4,15%	8,67%	-50,59%
19	A3+A4+A5+A6	0,9924	0,9848	3,9537	2,23%	4,51%	888,91%	0,9857	0,9716	240,1152	3,97%	8,30%	-47,43%
20	A4+A5	0,9890	0,9782	2,7525	1,88%	3,81%	588,46%	0,9789	0,9581	291,2684	3,25%	6,81%	-36,23%
21	A4+A5+A6	0,9859	0,9719	0,7851	1,56%	3,14%	96,38%	0,9759	0,9524	310,5056	2,94%	6,17%	-32,02%
22	A4+A5+A6+A7	0,9789	0,9582	18,6245	0,84%	1,68%	4558,47%	0,9698	0,9366	358,3436	2,29%	4,41%	-21,55%
23	A5+A6	0,9730	0,9467	6,1051	0,23%	0,46%	1427,04%	0,9584	0,9186	406,1944	1,09%	2,40%	-11,07%
24	A5+A6+A7	0,9631	0,9275	3,9689	-0,79%	-1,57%	892,71%	0,9483	0,8948	461,7958	0,02%	-0,25%	1,10%
25	A5+A6+A7+A8	0,9572	0,9162	0,2699	-1,40%	-2,78%	-32,48%	0,9372	0,8626	527,7554	-1,15%	-3,84%	15,54%
26	A6+A7	0,9370	0,8779	3,9623	-3,48%	-6,84%	891,07%	0,9136	0,8261	593,6564	-3,64%	-7,91%	29,97%
27	A6+A7+A8	0,9296	0,8640	29,4053	-4,24%	-8,31%	7255,00%	0,8916	0,7803	667,3582	-5,96%	-13,02%	46,10%
28	A6+A7+A8+A9	0,9150	0,8372	2,1321	-5,75%	-11,16%	433,30%	0,8828	0,7309	738,5989	-6,89%	-18,53%	61,70%
29	A7+A8	0,8677	0,7529	11,3787	-10,61%	-20,10%	2746,11%	0,7523	0,5316	974,4207	-20,65%	-40,74%	113,33%
30	A7+A8+A9	0,8222	0,6760	8,9331	-15,30%	-28,27%	2134,39%	0,7601	0,4922	1014,5782	-19,83%	-45,14%	122,12%
31	A7+A8+A9+A10	0,8123	0,6598	0,3624	-16,32%	-29,98%	-9,35%	0,7299	0,4339	1071,2179	-23,01%	-51,63%	134,52%
32	A8+A9	0,5476	0,2999	2,3528	-43,59%	-68,18%	488,48%	0,3912	0,1414	1319,1777	-58,74%	-84,23%	188,80%
33	A8+A9+A10	0,4929	0,2423	49,6186	-49,23%	-74,29%	12310,86%	0,1108	-0,0149	1434,2717	-88,31%	-101,66%	214,00%
34	A9+A10	0,4944	0,2443	20,7024	-49,07%	-74,07%	5078,20%	0,0460	-0,0490	1458,1900	-95,15%	-105,47%	219,24%

Apêndice A-7: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília db6

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração						Validação					
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9766	0,9537	0,0674	0,60%	1,20%	-83,14%	0,9543	0,9083	431,1252	0,66%	1,25%	-5,61%
2	A2	0,9797	0,9599	0,1769	0,92%	1,86%	-55,75%	0,9594	0,9191	404,9409	1,19%	2,46%	-11,35%
3	A3	0,9895	0,9792	0,7805	1,93%	3,91%	95,22%	0,9812	0,9621	277,2710	3,49%	7,25%	-39,30%
4	A4	0,9905	0,9811	0,2263	2,03%	4,11%	-43,40%	0,9852	0,9705	244,5221	3,91%	8,19%	-46,47%
5	A5	0,9767	0,9539	0,8241	0,61%	1,23%	106,14%	0,9593	0,9203	401,9699	1,18%	2,59%	-12,00%
6	A6	0,9534	0,9090	0,2347	-1,79%	-3,54%	-41,28%	0,9154	0,8375	573,8577	-3,45%	-6,64%	25,63%
7	A7	0,8953	0,8016	7,0265	-7,77%	-14,94%	1657,50%	0,8487	0,7026	776,4165	-10,49%	-21,68%	69,98%
8	A8	0,4891	0,2390	22,2099	-49,62%	-74,64%	5455,25%	0,1696	-0,0022	1425,2983	-82,11%	-100,25%	212,04%
9	A9	0,5074	0,2574	4,8509	-47,73%	-72,68%	1113,33%	0,1611	0,0030	1421,5895	-83,00%	-99,67%	211,23%
10	A10	0,4170	0,1739	16,6765	-57,04%	-81,55%	4071,20%	-0,1284	-0,0845	1482,6632	-113,54%	-109,42%	224,60%
11	A1+A2	0,9793	0,9591	7,6826	0,88%	1,78%	1821,60%	0,9588	0,9179	407,8223	1,13%	2,33%	-10,72%
12	A1+A2+A3	0,9836	0,9674	7,5347	1,32%	2,66%	1784,62%	0,9676	0,9354	361,8469	2,06%	4,27%	-20,78%
13	A1+A2+A3+A4	0,9886	0,9774	5,2637	1,84%	3,72%	1216,60%	0,9775	0,9547	303,1318	3,10%	6,42%	-33,64%
14	A2+A3	0,9863	0,9727	2,0343	1,60%	3,23%	408,83%	0,9744	0,9487	322,5074	2,77%	5,75%	-29,39%
15	A2+A3+A4	0,9915	0,9831	0,2226	2,14%	4,32%	-44,32%	0,9842	0,9683	253,5468	3,80%	7,94%	-44,49%
16	A2+A3+A4+A5	0,9936	0,9872	1,1189	2,35%	4,76%	179,86%	0,9880	0,9760	220,6195	4,21%	8,80%	-51,70%
17	A3+A4	0,9942	0,9885	1,6458	2,42%	4,90%	311,65%	0,9907	0,9814	194,3720	4,49%	9,40%	-57,45%
18	A3+A4+A5	0,9950	0,9900	0,5719	2,49%	5,05%	43,05%	0,9921	0,9842	178,8269	4,64%	9,72%	-60,85%
19	A3+A4+A5+A6	0,9936	0,9873	3,4203	2,35%	4,77%	755,50%	0,9901	0,9800	201,5470	4,43%	9,24%	-55,88%
20	A4+A5	0,9905	0,9810	1,3694	2,03%	4,10%	242,51%	0,9845	0,9692	249,8688	3,84%	8,04%	-45,30%
21	A4+A5+A6	0,9876	0,9753	2,7073	1,73%	3,49%	577,17%	0,9802	0,9600	284,6083	3,39%	7,02%	-37,69%
22	A4+A5+A6+A7	0,9829	0,9662	3,2674	1,25%	2,53%	717,26%	0,9716	0,9395	350,0665	2,48%	4,73%	-23,36%
23	A5+A6	0,9735	0,9478	0,9200	0,29%	0,58%	130,12%	0,9530	0,9076	432,8338	0,51%	1,17%	-5,24%
24	A5+A6+A7	0,9685	0,9381	6,0319	-0,23%	-0,45%	1408,73%	0,9407	0,8816	489,9629	-0,78%	-1,73%	7,27%
25	A5+A6+A7+A8	0,9640	0,9293	3,1332	-0,69%	-1,38%	683,70%	0,9364	0,8624	528,0654	-1,23%	-3,86%	15,61%
26	A6+A7	0,9456	0,8942	1,7143	-2,59%	-5,11%	328,78%	0,8964	0,8018	633,7700	-5,46%	-10,62%	38,75%
27	A6+A7+A8	0,9392	0,8820	2,0968	-3,26%	-6,40%	424,45%	0,8855	0,7723	679,4198	-6,60%	-13,91%	48,74%
28	A6+A7+A8+A9	0,9234	0,8526	3,7985	-4,88%	-9,53%	850,10%	0,8693	0,7224	750,1754	-8,31%	-19,48%	64,23%
29	A7+A8	0,8566	0,7337	0,0474	-11,76%	-22,14%	-88,14%	0,8000	0,5839	918,3464	-15,62%	-34,91%	101,05%
30	A7+A8+A9	0,8076	0,6518	44,2114	-16,81%	-30,83%	10958,38%	0,7817	0,5092	997,4300	-17,55%	-43,24%	118,37%
31	A7+A8+A9+A10	0,8086	0,6539	10,7871	-16,70%	-30,61%	2598,13%	0,7506	0,4976	1009,1088	-20,83%	-44,53%	120,92%
32	A8+A9	0,5965	0,3557	2,2236	-38,56%	-62,25%	456,18%	0,0881	-0,1092	1499,4469	-90,70%	-112,18%	228,27%
33	A8+A9+A10	0,6003	0,3604	7,7927	-38,16%	-61,76%	1849,14%	0,0649	-0,0542	1461,7692	-93,16%	-106,04%	220,02%
34	A9+A10	0,4980	0,2480	12,3374	-48,70%	-73,68%	2985,90%	0,1081	-0,1143	1502,8436	-88,60%	-112,74%	229,01%

Apêndice A-8: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília db7

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9755	0,9515	8,5275	0,49%	0,97%	2032,94%	0,9511	0,9030	443,3095	0,32%	0,67%	-2,95%
2	A2	0,9808	0,9619	9,0418	1,03%	2,08%	2161,57%	0,9608	0,9221	397,4351	1,34%	2,79%	-12,99%
3	A3	0,9902	0,9805	1,1909	2,00%	4,05%	197,88%	0,9788	0,9572	294,3810	3,24%	6,71%	-35,55%
4	A4	0,9917	0,9835	0,7347	2,16%	4,37%	83,77%	0,9859	0,9719	238,5522	3,99%	8,34%	-47,77%
5	A5	0,9763	0,9532	11,8558	0,58%	1,15%	2865,42%	0,9573	0,9164	411,6964	0,98%	2,15%	-9,87%
6	A6	0,9554	0,9128	0,7724	-1,58%	-3,13%	93,19%	0,9210	0,8466	557,6198	-2,86%	-5,63%	22,08%
7	A7	0,9042	0,8176	14,7816	-6,85%	-13,24%	3597,25%	0,8589	0,7278	742,7182	-9,41%	-18,86%	62,60%
8	A8	0,5197	0,2700	13,5192	-46,46%	-71,35%	3281,50%	0,0160	-0,0406	1452,3279	-98,31%	-104,53%	217,96%
9	A9	0,5220	0,2723	15,7600	-46,23%	-71,10%	3841,98%	0,1644	0,0182	1410,6822	-82,66%	-97,97%	208,84%
10	A10	0,4752	0,2255	31,9495	-51,05%	-76,07%	7891,37%	0,0436	-0,0178	1436,3119	-95,40%	-101,98%	214,45%
11	A1+A2	0,9803	0,9609	5,4852	0,98%	1,97%	1271,99%	0,9588	0,9181	407,5268	1,13%	2,34%	-10,78%
12	A1+A2+A3	0,9843	0,9688	1,1224	1,39%	2,81%	180,74%	0,9654	0,9308	374,5420	1,83%	3,76%	-18,00%
13	A1+A2+A3+A4	0,9890	0,9781	1,1867	1,88%	3,80%	196,82%	0,9759	0,9514	313,7114	2,93%	6,06%	-31,32%
14	A2+A3	0,9880	0,9761	0,8723	1,77%	3,59%	118,19%	0,9728	0,9456	332,1944	2,61%	5,40%	-27,27%
15	A2+A3+A4	0,9924	0,9849	1,3305	2,23%	4,51%	232,80%	0,9827	0,9653	265,3588	3,65%	7,60%	-41,91%
16	A2+A3+A4+A5	0,9943	0,9886	1,0751	2,42%	4,90%	168,92%	0,9869	0,9738	230,2735	4,09%	8,56%	-49,59%
17	A3+A4	0,9949	0,9899	5,2477	2,49%	5,04%	1212,58%	0,9894	0,9785	208,5752	4,35%	9,08%	-54,34%
18	A3+A4+A5	0,9956	0,9912	3,5325	2,56%	5,19%	783,58%	0,9909	0,9818	192,0480	4,51%	9,45%	-57,96%
19	A3+A4+A5+A6	0,9937	0,9874	2,0738	2,36%	4,78%	418,72%	0,9874	0,9746	227,0201	4,15%	8,64%	-50,30%
20	A4+A5	0,9907	0,9815	0,0728	2,05%	4,15%	-81,79%	0,9831	0,9664	260,8148	3,69%	7,73%	-42,90%
21	A4+A5+A6	0,9878	0,9758	1,8682	1,76%	3,55%	367,28%	0,9774	0,9546	303,4177	3,09%	6,41%	-33,57%
22	A4+A5+A6+A7	0,9826	0,9655	0,9765	1,22%	2,46%	144,25%	0,9710	0,9398	349,3607	2,42%	4,76%	-23,52%
23	A5+A6	0,9741	0,9488	6,5452	0,34%	0,69%	1537,11%	0,9548	0,9108	425,3237	0,71%	1,53%	-6,88%
24	A5+A6+A7	0,9703	0,9414	0,7462	-0,05%	-0,10%	86,64%	0,9493	0,9001	450,0464	0,13%	0,33%	-1,47%
25	A5+A6+A7+A8	0,9659	0,9329	1,7079	-0,51%	-1,00%	327,18%	0,9460	0,8917	468,4912	-0,22%	-0,60%	2,57%
26	A6+A7	0,9418	0,8870	15,4449	-2,98%	-5,87%	3763,16%	0,9080	0,8226	599,5742	-4,23%	-8,30%	31,26%
27	A6+A7+A8	0,9395	0,8827	0,3404	-3,22%	-6,33%	-14,86%	0,9081	0,8220	600,6845	-4,22%	-8,37%	31,51%
28	A6+A7+A8+A9	0,9227	0,8513	0,6862	-4,95%	-9,66%	71,64%	0,9048	0,8018	633,8343	-4,56%	-10,62%	38,76%
29	A7+A8	0,8618	0,7427	5,6026	-11,22%	-21,18%	1301,34%	0,8345	0,6560	835,0177	-11,98%	-26,87%	82,81%
30	A7+A8+A9	0,8428	0,7103	4,5657	-13,18%	-24,63%	1042,00%	0,8047	0,5969	903,9624	-15,12%	-33,47%	97,90%
31	A7+A8+A9+A10	0,8414	0,7079	1,7083	-13,33%	-24,88%	327,30%	0,7523	0,5344	971,4674	-20,65%	-40,43%	112,68%
32	A8+A9	0,5443	0,2961	19,2442	-43,93%	-68,57%	4713,46%	0,1081	-0,0091	1430,1978	-88,60%	-101,02%	213,11%
33	A8+A9+A10	0,5810	0,3375	9,5219	-40,15%	-64,18%	2281,67%	0,0498	-0,0064	1428,2395	-94,75%	-100,71%	212,68%
34	A9+A10	0,4247	0,1800	19,5293	-56,25%	-80,89%	4784,77%	-0,0233	-0,0048	1427,1344	-102,45%	-100,54%	212,44%

Apêndice A-9: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília db8

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9763	0,9532	3,7110	0,57%	1,16%	828,22%	0,9527	0,9057	437,2537	0,48%	0,96%	-4,27%
2	A2	0,9808	0,9620	6,5508	1,03%	2,08%	1538,51%	0,9614	0,9229	395,3270	1,40%	2,88%	-13,45%
3	A3	0,9928	0,9856	2,8572	2,27%	4,59%	614,66%	0,9862	0,9723	236,7707	4,02%	8,39%	-48,16%
4	A4	0,9919	0,9838	1,6019	2,17%	4,40%	300,68%	0,9837	0,9676	256,3381	3,75%	7,86%	-43,88%
5	A5	0,9759	0,9524	7,8246	0,53%	1,06%	1857,12%	0,9615	0,9244	391,3572	1,42%	3,05%	-14,32%
6	A6	0,9527	0,9077	11,1966	-1,86%	-3,68%	2700,56%	0,9341	0,8717	509,9679	-1,48%	-2,83%	11,65%
7	A7	0,9188	0,8442	4,6042	-5,35%	-10,41%	1051,63%	0,8968	0,7999	636,8901	-5,42%	-10,83%	39,43%
8	A8	0,5394	0,2909	6,6178	-44,44%	-69,13%	1555,27%	0,0756	-0,0144	1433,9327	-92,03%	-101,61%	213,93%
9	A9	0,5533	0,3061	5,3010	-43,00%	-67,51%	1225,91%	-0,0323	-0,1067	1497,7592	-103,41%	-111,90%	227,90%
10	A10	0,5313	0,2823	15,3629	-45,27%	-70,05%	3742,65%	-0,1047	-0,0158	1434,9393	-111,05%	-101,77%	214,15%
11	A1+A2	0,9800	0,9603	1,3269	0,95%	1,91%	231,90%	0,9573	0,9150	415,1042	0,97%	2,00%	-9,12%
12	A1+A2+A3	0,9842	0,9686	2,6112	1,38%	2,79%	553,14%	0,9688	0,9377	355,3998	2,18%	4,53%	-22,19%
13	A1+A2+A3+A4	0,9892	0,9784	1,9567	1,90%	3,83%	389,42%	0,9773	0,9546	303,2933	3,08%	6,42%	-33,60%
14	A2+A3	0,9890	0,9781	0,3332	1,88%	3,79%	-16,65%	0,9781	0,9561	298,4570	3,16%	6,58%	-34,66%
15	A2+A3+A4	0,9934	0,9868	1,3486	2,33%	4,72%	237,31%	0,9866	0,9731	233,2884	4,06%	8,48%	-48,93%
16	A2+A3+A4+A5	0,9948	0,9897	0,4444	2,48%	5,02%	11,16%	0,9899	0,9798	202,2677	4,41%	9,22%	-55,72%
17	A3+A4	0,9961	0,9923	0,0498	2,61%	5,30%	-87,55%	0,9931	0,9863	166,7047	4,75%	9,95%	-63,50%
18	A3+A4+A5	0,9962	0,9924	0,7624	2,62%	5,31%	90,69%	0,9933	0,9867	164,4941	4,77%	9,99%	-63,99%
19	A3+A4+A5+A6	0,9940	0,9879	0,1805	2,39%	4,84%	-54,84%	0,9897	0,9793	205,0086	4,39%	9,16%	-55,12%
20	A4+A5	0,9903	0,9807	4,4017	2,01%	4,07%	1000,98%	0,9820	0,9643	269,1666	3,57%	7,49%	-41,07%
21	A4+A5+A6	0,9880	0,9761	0,0870	1,77%	3,58%	-78,25%	0,9777	0,9558	299,1952	3,13%	6,55%	-34,50%
22	A4+A5+A6+A7	0,9826	0,9655	2,4818	1,22%	2,46%	520,77%	0,9746	0,9469	328,1756	2,79%	5,55%	-28,15%
23	A5+A6	0,9725	0,9458	2,6947	0,18%	0,37%	574,01%	0,9573	0,9162	412,1812	0,97%	2,13%	-9,76%
24	A5+A6+A7	0,9690	0,9389	14,0161	-0,18%	-0,37%	3405,79%	0,9551	0,9097	427,8235	0,74%	1,41%	-6,34%
25	A5+A6+A7+A8	0,9637	0,9287	0,4855	-0,73%	-1,45%	21,44%	0,9511	0,8984	453,7371	0,32%	0,15%	-0,66%
26	A6+A7	0,9492	0,9010	1,6266	-2,22%	-4,39%	306,86%	0,9253	0,8541	543,8187	-2,41%	-4,79%	19,06%
27	A6+A7+A8	0,9433	0,8897	0,3393	-2,83%	-5,58%	-15,12%	0,9203	0,8443	561,7429	-2,94%	-5,88%	22,98%
28	A6+A7+A8+A9	0,9329	0,8703	1,7650	-3,90%	-7,64%	341,47%	0,9213	0,8401	569,2378	-2,83%	-6,35%	24,62%
29	A7+A8	0,8818	0,7775	11,3290	-9,16%	-17,49%	2733,67%	0,8397	0,6925	789,5104	-11,43%	-22,81%	72,85%
30	A7+A8+A9	0,8776	0,7702	0,3564	-9,60%	-18,27%	-10,85%	0,8251	0,6569	833,8723	-12,97%	-26,77%	82,56%
31	A7+A8+A9+A10	0,8587	0,7373	3,9717	-11,55%	-21,76%	893,42%	0,7949	0,6009	899,4441	-16,16%	-33,02%	96,91%
32	A8+A9	0,5194	0,2698	3,6512	-46,50%	-71,37%	813,25%	0,4600	0,1542	1309,3494	-51,49%	-82,81%	186,65%
33	A8+A9+A10	0,5518	0,3044	2,1298	-43,16%	-67,70%	432,72%	0,3423	0,1158	1338,7430	-63,89%	-87,09%	193,09%
34	A9+A10	0,4293	0,1842	13,5356	-55,77%	-80,45%	3285,59%	-0,0590	-0,0214	1438,8403	-106,22%	-102,38%	215,00%

Apêndice A-10: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília db9

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9756	0,9518	1,0595	0,50%	1,00%	165,01%	0,9534	0,9072	433,7749	0,56%	1,13%	-5,03%
2	A2	0,9835	0,9672	0,4042	1,31%	2,64%	1,10%	0,9666	0,9331	368,2470	1,95%	4,02%	-19,38%
3	A3	0,9936	0,9873	3,8574	2,36%	4,77%	864,83%	0,9863	0,9724	236,6631	4,03%	8,39%	-48,19%
4	A4	0,9927	0,9854	1,1147	2,26%	4,57%	178,80%	0,9888	0,9776	213,2161	4,29%	8,97%	-53,32%
5	A5	0,9780	0,9564	2,5549	0,74%	1,50%	539,05%	0,9618	0,9249	390,0368	1,45%	3,11%	-14,61%
6	A6	0,9566	0,9151	1,5620	-1,46%	-2,89%	290,69%	0,9254	0,8563	539,7667	-2,39%	-4,55%	18,17%
7	A7	0,9185	0,8436	11,3733	-5,38%	-10,48%	2744,74%	0,8762	0,7616	695,1042	-7,58%	-15,10%	52,18%
8	A8	0,4571	0,2088	16,4815	-52,91%	-77,84%	4022,43%	0,2366	0,0534	1385,1424	-75,04%	-94,04%	203,25%
9	A9	0,4883	0,2384	15,3573	-49,70%	-74,71%	3741,24%	0,0900	0,0026	1421,8487	-90,50%	-99,71%	211,28%
10	A10	0,3491	0,1218	13,0963	-64,03%	-87,07%	3175,70%	-0,2295	-0,0849	1482,9366	-124,21%	-109,47%	224,66%
11	A1+A2	0,9793	0,9590	5,4135	0,88%	1,76%	1254,04%	0,9589	0,9179	407,9706	1,14%	2,32%	-10,68%
12	A1+A2+A3	0,9819	0,9642	8,3429	1,15%	2,32%	1986,76%	0,9640	0,9283	381,3507	1,68%	3,48%	-16,51%
13	A1+A2+A3+A4	0,9890	0,9781	2,2998	1,88%	3,80%	475,23%	0,9766	0,9532	308,1119	3,01%	6,25%	-32,55%
14	A2+A3	0,9903	0,9807	0,1801	2,01%	4,07%	-54,95%	0,9782	0,9563	297,7342	3,18%	6,60%	-34,82%
15	A2+A3+A4	0,9941	0,9882	0,9346	2,40%	4,86%	133,77%	0,9870	0,9738	230,6531	4,10%	8,55%	-49,50%
16	A2+A3+A4+A5	0,9954	0,9908	2,8294	2,54%	5,14%	607,69%	0,9902	0,9804	199,5688	4,44%	9,28%	-56,31%
17	A3+A4	0,9966	0,9931	6,0396	2,66%	5,39%	1410,66%	0,9937	0,9873	160,3121	4,80%	10,06%	-64,90%
18	A3+A4+A5	0,9964	0,9928	0,5920	2,64%	5,36%	48,08%	0,9939	0,9879	156,7377	4,83%	10,12%	-65,69%
19	A3+A4+A5+A6	0,9944	0,9888	0,8481	2,43%	4,93%	112,14%	0,9906	0,9812	194,9522	4,49%	9,38%	-57,32%
20	A4+A5	0,9916	0,9833	0,9863	2,15%	4,34%	146,70%	0,9870	0,9741	229,2348	4,10%	8,58%	-49,81%
21	A4+A5+A6	0,9890	0,9781	2,5178	1,88%	3,80%	529,76%	0,9832	0,9664	261,0480	3,70%	7,73%	-42,85%
22	A4+A5+A6+A7	0,9856	0,9714	1,9490	1,53%	3,08%	387,50%	0,9777	0,9520	311,8222	3,12%	6,13%	-31,73%
23	A5+A6	0,9770	0,9546	1,2498	0,64%	1,30%	212,61%	0,9565	0,9145	416,1892	0,89%	1,95%	-8,88%
24	A5+A6+A7	0,9741	0,9489	0,8459	0,35%	0,70%	111,59%	0,9502	0,9010	448,0029	0,23%	0,44%	-1,92%
25	A5+A6+A7+A8	0,9703	0,9415	0,1504	-0,04%	-0,09%	-62,38%	0,9448	0,8855	481,6783	-0,35%	-1,29%	5,45%
26	A6+A7	0,9506	0,9036	2,9979	-2,08%	-4,11%	649,84%	0,9124	0,8304	586,3235	-3,76%	-7,43%	28,36%
27	A6+A7+A8	0,9461	0,8951	8,9441	-2,54%	-5,02%	2137,15%	0,8989	0,8033	631,3521	-5,19%	-10,45%	38,22%
28	A6+A7+A8+A9	0,9394	0,8825	0,5554	-3,23%	-6,35%	38,92%	0,8904	0,7852	659,8025	-6,09%	-12,47%	44,45%
29	A7+A8	0,8903	0,7926	0,6498	-8,29%	-15,89%	62,53%	0,8445	0,7030	775,8216	-10,92%	-21,63%	69,85%
30	A7+A8+A9	0,7859	0,6176	2,6298	-19,04%	-34,46%	557,78%	0,8069	0,4365	1068,7067	-14,89%	-51,34%	133,97%
31	A7+A8+A9+A10	0,8531	0,7278	6,1049	-12,12%	-22,77%	1427,00%	0,7698	0,5755	927,6284	-18,80%	-35,85%	103,08%
32	A8+A9	0,5979	0,3574	11,0653	-38,41%	-62,07%	2667,71%	0,1634	-0,0126	1432,6202	-82,77%	-101,40%	213,64%
33	A8+A9+A10	0,5601	0,3137	4,2343	-42,31%	-66,71%	959,11%	0,2099	0,0183	1410,6145	-77,86%	-97,96%	208,82%
34	A9+A10	0,4536	0,2057	11,4516	-53,27%	-78,17%	2764,33%	-0,0411	-0,0344	1448,0094	-104,33%	-103,84%	217,01%

Apêndice A-11: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília db10

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9761	0,9528	3,9983	0,55%	1,11%	900,08%	0,9533	0,9069	434,4869	0,55%	1,09%	-4,88%
2	A2	0,9852	0,9706	0,6720	1,49%	3,00%	68,07%	0,9666	0,9329	368,8878	1,95%	3,99%	-19,24%
3	A3	0,9949	0,9898	0,8785	2,48%	5,03%	119,72%	0,9897	0,9794	204,3942	4,39%	9,18%	-55,25%
4	A4	0,9933	0,9867	2,8447	2,32%	4,71%	611,53%	0,9878	0,9757	222,0280	4,19%	8,76%	-51,39%
5	A5	0,9792	0,9587	0,1065	0,86%	1,74%	-73,35%	0,9615	0,9244	391,4488	1,41%	3,05%	-14,30%
6	A6	0,9550	0,9119	0,3931	-1,63%	-3,23%	-1,68%	0,9164	0,8396	570,1707	-3,34%	-6,41%	24,83%
7	A7	0,8901	0,7923	1,3352	-8,31%	-15,92%	233,97%	0,8627	0,7354	732,3782	-9,00%	-18,02%	60,34%
8	A8	0,5582	0,3116	2,6297	-42,50%	-66,93%	557,75%	0,0211	-0,2226	1574,1851	-97,77%	-124,81%	244,63%
9	A9	0,5103	0,2604	0,4874	-47,43%	-72,37%	21,91%	0,0769	-0,0461	1456,1541	-91,89%	-105,14%	218,79%
10	A10	0,4786	0,2290	2,7446	-50,70%	-75,70%	586,50%	-0,0884	-0,2321	1580,3254	-109,33%	-125,88%	245,98%
11	A1+A2	0,9796	0,9597	0,0600	0,91%	1,84%	-84,99%	0,9587	0,9180	407,7376	1,12%	2,33%	-10,73%
12	A1+A2+A3	0,9858	0,9717	1,2011	1,55%	3,12%	200,43%	0,9697	0,9394	350,5075	2,28%	4,72%	-23,26%
13	A1+A2+A3+A4	0,9894	0,9789	3,8092	1,92%	3,88%	852,78%	0,9785	0,9570	295,2119	3,21%	6,68%	-35,37%
14	A2+A3	0,9910	0,9820	1,0937	2,08%	4,21%	173,55%	0,9816	0,9633	272,7842	3,54%	7,38%	-40,28%
15	A2+A3+A4	0,9949	0,9897	1,2578	2,48%	5,03%	214,62%	0,9889	0,9777	212,5533	4,30%	8,99%	-53,47%
16	A2+A3+A4+A5	0,9959	0,9918	0,7872	2,59%	5,25%	96,91%	0,9913	0,9826	187,6054	4,56%	9,54%	-58,93%
17	A3+A4	0,9972	0,9945	0,0858	2,73%	5,53%	-78,54%	0,9942	0,9885	152,6617	4,87%	10,19%	-66,58%
18	A3+A4+A5	0,9968	0,9936	1,0068	2,68%	5,44%	151,82%	0,9936	0,9872	161,3643	4,80%	10,04%	-64,67%
19	A3+A4+A5+A6	0,9946	0,9893	1,8365	2,46%	4,98%	359,35%	0,9900	0,9796	203,1550	4,42%	9,20%	-55,52%
20	A4+A5	0,9911	0,9822	1,0687	2,09%	4,23%	167,30%	0,9838	0,9679	255,0464	3,77%	7,90%	-44,16%
21	A4+A5+A6	0,9889	0,9780	0,5180	1,87%	3,78%	29,56%	0,9795	0,9589	288,7717	3,31%	6,89%	-36,78%
22	A4+A5+A6+A7	0,9864	0,9730	0,7835	1,61%	3,25%	95,97%	0,9736	0,9457	331,8487	2,69%	5,42%	-27,35%
23	A5+A6	0,9727	0,9462	0,6432	0,20%	0,41%	60,89%	0,9539	0,9090	429,5531	0,61%	1,33%	-5,96%
24	A5+A6+A7	0,9731	0,9469	4,5979	0,24%	0,48%	1050,06%	0,9489	0,8994	451,6501	0,08%	0,26%	-1,12%
25	A5+A6+A7+A8	0,9703	0,9414	0,2869	-0,05%	-0,10%	-28,24%	0,9453	0,8878	476,8602	-0,30%	-1,03%	4,40%
26	A6+A7	0,9483	0,8992	9,9153	-2,32%	-4,58%	2380,07%	0,9023	0,8131	615,4397	-4,83%	-9,36%	34,74%
27	A6+A7+A8	0,9475	0,8978	0,2752	-2,40%	-4,73%	-31,16%	0,8915	0,7907	651,2864	-5,97%	-11,85%	42,58%
28	A6+A7+A8+A9	0,9400	0,8837	2,0894	-3,16%	-6,22%	422,60%	0,8765	0,7612	695,7714	-7,55%	-15,15%	52,32%
29	A7+A8	0,8975	0,8055	1,1356	-7,55%	-14,52%	184,04%	0,8442	0,7011	778,3175	-10,96%	-21,84%	70,40%
30	A7+A8+A9	0,8766	0,7684	7,9964	-9,69%	-18,45%	1900,09%	0,8291	0,6734	813,6501	-12,55%	-24,94%	78,13%
31	A7+A8+A9+A10	0,8550	0,7311	3,1173	-11,92%	-22,42%	679,72%	0,8053	0,6366	858,2671	-15,06%	-29,04%	87,90%
32	A8+A9	0,6469	0,4184	5,4952	-33,37%	-55,60%	1274,49%	0,0155	-0,2609	1598,6871	-98,36%	-129,09%	250,00%
33	A8+A9+A10	0,5663	0,3207	15,6970	-41,66%	-65,97%	3826,21%	0,1783	-0,0203	1438,0765	-81,19%	-102,26%	214,84%
34	A9+A10	0,5192	0,2695	8,1038	-46,52%	-71,40%	1926,96%	-0,1926	-0,2768	1608,6990	-120,32%	-130,85%	252,19%

Apêndice A-12: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília sym2

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9734	0,9475	3,7775	0,27%	0,54%	844,85%	0,9518	0,9041	440,8160	0,39%	0,79%	-3,49%
2	A2	0,9711	0,9430	1,9846	0,03%	0,07%	396,41%	0,9468	0,8942	463,0721	-0,13%	-0,32%	1,38%
3	A3	0,9724	0,9455	1,2667	0,17%	0,34%	216,83%	0,9543	0,9091	429,2807	0,66%	1,34%	-6,02%
4	A4	0,9738	0,9482	0,0860	0,31%	0,62%	-78,48%	0,9544	0,9092	429,0948	0,67%	1,35%	-6,06%
5	A5	0,9633	0,9279	0,7810	-0,77%	-1,54%	95,34%	0,9467	0,8957	459,8126	-0,14%	-0,15%	0,67%
6	A6	0,9313	0,8672	0,0210	-4,07%	-7,97%	-94,74%	0,9064	0,8210	602,3744	-4,40%	-8,48%	31,88%
7	A7	0,8297	0,6883	19,5748	-14,53%	-26,96%	4796,14%	0,7291	0,5207	985,6275	-23,10%	-41,95%	115,78%
8	A8	0,5356	0,2865	38,8390	-44,83%	-69,60%	9614,60%	0,3855	0,1435	1317,5803	-59,34%	-84,00%	188,46%
9	A9	0,4019	0,1615	3,0596	-58,60%	-82,86%	665,28%	0,3171	0,0923	1356,4323	-66,56%	-89,71%	196,96%
10	A10	0,4197	0,1761	11,8158	-56,77%	-81,31%	2855,43%	0,0359	-0,0048	1427,0824	-96,21%	-100,53%	212,43%
11	A1+A2	0,9732	0,9471	1,2542	0,25%	0,51%	213,70%	0,9507	0,9020	445,6833	0,27%	0,55%	-2,43%
12	A1+A2+A3	0,9749	0,9505	1,5900	0,43%	0,87%	297,70%	0,9554	0,9111	424,5114	0,77%	1,56%	-7,06%
13	A1+A2+A3+A4	0,9793	0,9590	0,4799	0,88%	1,77%	20,02%	0,9612	0,9225	396,2931	1,38%	2,84%	-13,24%
14	A2+A3	0,9740	0,9486	4,0623	0,33%	0,66%	916,08%	0,9547	0,9094	428,4494	0,69%	1,38%	-6,20%
15	A2+A3+A4	0,9792	0,9589	0,6545	0,87%	1,76%	63,70%	0,9627	0,9253	389,2229	1,54%	3,14%	-14,79%
16	A2+A3+A4+A5	0,9832	0,9667	3,6652	1,28%	2,59%	816,76%	0,9672	0,9342	365,2677	2,01%	4,14%	-20,03%
17	A3+A4	0,9789	0,9582	4,5193	0,84%	1,68%	1030,40%	0,9631	0,9264	386,3701	1,58%	3,26%	-15,41%
18	A3+A4+A5	0,9829	0,9662	2,7537	1,26%	2,53%	588,78%	0,9668	0,9337	366,7109	1,98%	4,08%	-19,72%
19	A3+A4+A5+A6	0,9826	0,9655	3,0188	1,22%	2,46%	655,07%	0,9679	0,9367	358,2598	2,09%	4,42%	-21,57%
20	A4+A5	0,9770	0,9545	7,7771	0,64%	1,29%	1845,25%	0,9581	0,9166	411,0417	1,06%	2,18%	-10,01%
21	A4+A5+A6	0,9753	0,9511	1,0981	0,46%	0,93%	174,66%	0,9569	0,9155	413,8255	0,93%	2,06%	-9,40%
22	A4+A5+A6+A7	0,9669	0,9348	1,4006	-0,40%	-0,80%	250,32%	0,9476	0,8941	463,2234	-0,06%	-0,33%	1,41%
23	A5+A6	0,9598	0,9212	6,9754	-1,13%	-2,25%	1644,72%	0,9430	0,8893	473,7650	-0,54%	-0,87%	3,72%
24	A5+A6+A7	0,9453	0,8936	0,2342	-2,62%	-5,17%	-41,42%	0,9265	0,8511	549,2829	-2,28%	-5,12%	20,25%
25	A5+A6+A7+A8	0,9328	0,8700	18,2002	-3,91%	-7,68%	4452,34%	0,9115	0,8003	636,2084	-3,86%	-10,79%	39,28%
26	A6+A7	0,9098	0,8277	3,8504	-6,28%	-12,16%	863,08%	0,8790	0,7569	701,9498	-7,29%	-15,62%	53,68%
27	A6+A7+A8	0,8904	0,7927	3,0495	-8,28%	-15,88%	662,76%	0,8454	0,6617	828,0181	-10,83%	-26,23%	81,28%
28	A6+A7+A8+A9	0,8611	0,7414	12,5358	-11,30%	-21,32%	3035,52%	0,8243	0,5853	916,8722	-13,06%	-34,76%	100,73%
29	A7+A8	0,7782	0,6055	8,8779	-19,84%	-35,75%	2120,58%	0,6730	0,3802	1120,8028	-29,02%	-57,61%	145,38%
30	A7+A8+A9	0,7300	0,5328	21,2523	-24,80%	-43,46%	5215,74%	0,6676	0,3459	1151,4136	-29,58%	-61,44%	152,08%
31	A7+A8+A9+A10	0,7339	0,5385	11,0107	-24,40%	-42,85%	2654,05%	0,7083	0,3921	1110,0412	-25,29%	-56,29%	143,02%
32	A8+A9	0,4920	0,2419	20,4036	-49,32%	-74,33%	5003,45%	0,4056	0,1380	1321,8545	-57,22%	-84,62%	189,39%
33	A8+A9+A10	0,5400	0,2915	17,4644	-44,37%	-69,06%	4268,29%	0,4121	0,1441	1317,1054	-56,54%	-83,93%	188,35%
34	A9+A10	0,4824	0,2326	17,6648	-50,31%	-75,32%	4318,42%	0,2141	0,0295	1402,5667	-77,42%	-96,71%	207,06%

Apêndice A-13: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília sym3

N°	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9745	0,9497	3,8429	0,39%	0,78%	861,21%	0,9510	0,9022	445,2589	0,31%	0,57%	-2,52%
2	A2	0,9758	0,9522	1,9797	0,52%	1,05%	395,17%	0,9533	0,9071	433,9308	0,55%	1,12%	-5,00%
3	A3	0,9805	0,9614	0,5214	1,00%	2,02%	30,41%	0,9621	0,9239	392,7175	1,48%	2,99%	-14,02%
4	A4	0,9842	0,9686	1,1324	1,38%	2,79%	183,24%	0,9748	0,9500	318,2927	2,82%	5,90%	-30,32%
5	A5	0,9718	0,9443	13,1996	0,11%	0,21%	3201,54%	0,9449	0,8921	467,6458	-0,34%	-0,55%	2,38%
6	A6	0,9474	0,8976	8,9607	-2,40%	-4,75%	2141,30%	0,9072	0,8214	601,6267	-4,32%	-8,43%	31,71%
7	A7	0,8476	0,7184	12,0238	-12,69%	-23,76%	2907,46%	0,8272	0,6825	802,1787	-12,75%	-23,92%	75,62%
8	A8	0,5091	0,2592	1,0744	-47,55%	-72,50%	168,72%	0,2894	0,0457	1390,7860	-69,47%	-94,91%	204,48%
9	A9	0,4206	0,1769	9,3570	-56,67%	-81,23%	2240,42%	-0,0264	-0,0008	1424,2372	-102,78%	-100,08%	211,81%
10	A10	0,4686	0,2196	3,1804	-51,72%	-76,69%	695,51%	0,3533	0,1133	1340,6468	-62,73%	-87,37%	193,51%
11	A1+A2	0,9758	0,9522	1,7543	0,52%	1,05%	338,81%	0,9543	0,9082	431,2470	0,65%	1,25%	-5,59%
12	A1+A2+A3	0,9800	0,9603	1,3623	0,95%	1,91%	240,74%	0,9615	0,9231	394,7885	1,42%	2,90%	-13,57%
13	A1+A2+A3+A4	0,9844	0,9690	1,9777	1,40%	2,83%	394,68%	0,9702	0,9403	347,7221	2,34%	4,82%	-23,87%
14	A2+A3	0,9802	0,9607	1,4267	0,97%	1,95%	256,86%	0,9618	0,9234	393,9310	1,45%	2,94%	-13,76%
15	A2+A3+A4	0,9849	0,9701	2,1230	1,46%	2,94%	431,01%	0,9725	0,9451	333,4491	2,57%	5,36%	-27,00%
16	A2+A3+A4+A5	0,9886	0,9773	0,2502	1,84%	3,71%	-37,42%	0,9776	0,9554	300,5952	3,11%	6,50%	-34,19%
17	A3+A4	0,9868	0,9737	0,6447	1,65%	3,33%	61,25%	0,9758	0,9516	313,3479	2,93%	6,07%	-31,40%
18	A3+A4+A5	0,9893	0,9788	4,2927	1,91%	3,86%	973,71%	0,9800	0,9600	284,6188	3,37%	7,02%	-37,69%
19	A3+A4+A5+A6	0,9884	0,9770	1,6429	1,82%	3,68%	310,93%	0,9795	0,9591	288,0404	3,31%	6,91%	-36,94%
20	A4+A5	0,9849	0,9701	5,2994	1,46%	2,95%	1225,51%	0,9756	0,9517	312,7696	2,90%	6,09%	-31,53%
21	A4+A5+A6	0,9837	0,9676	9,9421	1,33%	2,68%	2386,78%	0,9726	0,9441	336,5527	2,59%	5,24%	-26,32%
22	A4+A5+A6+A7	0,9774	0,9552	7,1182	0,68%	1,37%	1680,45%	0,9638	0,9249	390,0692	1,66%	3,11%	-14,60%
23	A5+A6	0,9698	0,9405	1,2096	-0,10%	-0,19%	202,55%	0,9432	0,8888	474,6646	-0,51%	-0,92%	3,92%
24	A5+A6+A7	0,9584	0,9185	0,0875	-1,27%	-2,53%	-78,12%	0,9306	0,8632	526,6419	-1,85%	-3,78%	15,30%
25	A5+A6+A7+A8	0,9494	0,9013	5,5206	-2,20%	-4,35%	1280,85%	0,9253	0,8402	569,0622	-2,40%	-6,34%	24,58%
26	A6+A7	0,9295	0,8640	6,8914	-4,25%	-8,31%	1623,72%	0,8782	0,7705	681,9716	-7,37%	-14,10%	49,30%
27	A6+A7+A8	0,9002	0,8103	11,5833	-7,27%	-14,01%	2797,28%	0,8776	0,7369	730,2140	-7,44%	-17,85%	59,86%
28	A6+A7+A8+A9	0,8757	0,7669	1,1281	-9,79%	-18,62%	182,16%	0,8657	0,6547	836,5818	-8,70%	-27,02%	83,15%
29	A7+A8	0,8049	0,6478	1,0319	-17,09%	-31,25%	158,09%	0,8160	0,5863	915,6976	-13,93%	-34,64%	100,47%
30	A7+A8+A9	0,7316	0,5352	3,8240	-24,64%	-43,21%	856,47%	0,8213	0,4720	1034,4720	-13,37%	-47,38%	126,47%
31	A7+A8+A9+A10	0,6978	0,4860	57,7365	-28,12%	-48,42%	14341,34%	0,7798	0,3904	1111,5917	-17,75%	-56,48%	143,36%
32	A8+A9	0,5101	0,2602	5,7941	-47,46%	-72,39%	1349,26%	0,2228	0,0075	1418,3402	-76,50%	-99,16%	210,51%
33	A8+A9+A10	0,4581	0,2096	18,9384	-52,82%	-77,76%	4636,98%	0,1538	-0,0185	1436,7806	-83,78%	-102,06%	214,55%
34	A9+A10	0,4458	0,1987	6,4417	-54,08%	-78,92%	1511,22%	0,1444	-0,0205	1438,2116	-84,77%	-102,28%	214,86%

Apêndice A-14: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília sym4

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9757	0,9520	1,5640	0,51%	1,03%	291,21%	0,9531	0,9056	437,4141	0,53%	0,95%	-4,24%
2	A2	0,9764	0,9534	4,7428	0,59%	1,18%	1086,30%	0,9549	0,9103	426,2876	0,72%	1,48%	-6,67%
3	A3	0,9836	0,9674	4,2471	1,32%	2,66%	962,30%	0,9671	0,9339	365,9156	2,00%	4,11%	-19,89%
4	A4	0,9875	0,9752	1,4324	1,73%	3,49%	258,27%	0,9801	0,9604	283,3912	3,38%	7,06%	-37,96%
5	A5	0,9746	0,9499	1,0401	0,40%	0,80%	160,16%	0,9501	0,9023	444,9492	0,21%	0,59%	-2,59%
6	A6	0,9505	0,9034	0,8258	-2,09%	-4,13%	106,56%	0,9183	0,8412	567,3424	-3,14%	-6,23%	24,21%
7	A7	0,8730	0,7622	8,0029	-10,07%	-19,12%	1901,73%	0,8488	0,7195	754,0502	-10,48%	-19,80%	65,08%
8	A8	0,4949	0,2450	4,1004	-49,02%	-74,01%	925,62%	0,1703	0,0243	1406,3334	-82,04%	-97,30%	207,89%
9	A9	0,5549	0,3078	3,4814	-42,84%	-67,34%	770,78%	0,0987	-0,0136	1433,3844	-89,59%	-101,52%	213,81%
10	A10	0,3916	0,1532	3,4415	-59,66%	-83,75%	760,80%	0,3209	0,0788	1366,4306	-66,16%	-91,21%	199,15%
11	A1+A2	0,9775	0,9555	2,0456	0,69%	1,39%	411,67%	0,9565	0,9129	420,2093	0,88%	1,76%	-8,00%
12	A1+A2+A3	0,9809	0,9622	3,2885	1,05%	2,11%	722,55%	0,9624	0,9251	389,5254	1,51%	3,13%	-14,72%
13	A1+A2+A3+A4	0,9864	0,9730	6,0077	1,61%	3,26%	1402,66%	0,9729	0,9455	332,3177	2,61%	5,40%	-27,25%
14	A2+A3	0,9824	0,9652	1,5542	1,20%	2,42%	288,74%	0,9655	0,9312	373,3372	1,84%	3,81%	-18,27%
15	A2+A3+A4	0,9880	0,9762	7,9339	1,78%	3,59%	1884,46%	0,9766	0,9530	308,7908	3,00%	6,23%	-32,40%
16	A2+A3+A4+A5	0,9908	0,9817	0,1929	2,07%	4,18%	-51,75%	0,9816	0,9633	272,5651	3,53%	7,39%	-40,33%
17	A3+A4	0,9895	0,9790	1,4313	1,93%	3,89%	258,00%	0,9807	0,9614	279,8880	3,44%	7,17%	-38,72%
18	A3+A4+A5	0,9922	0,9844	0,6678	2,21%	4,46%	67,03%	0,9848	0,9697	247,7887	3,87%	8,10%	-45,75%
19	A3+A4+A5+A6	0,9913	0,9827	2,5209	2,12%	4,29%	530,54%	0,9835	0,9669	259,0892	3,73%	7,78%	-43,28%
20	A4+A5	0,9885	0,9772	2,2885	1,83%	3,70%	472,42%	0,9806	0,9616	278,9720	3,43%	7,19%	-38,93%
21	A4+A5+A6	0,9857	0,9716	3,8499	1,54%	3,10%	862,96%	0,9755	0,9505	316,6016	2,89%	5,96%	-30,69%
22	A4+A5+A6+A7	0,9796	0,9596	0,5543	0,91%	1,83%	38,65%	0,9690	0,9359	360,5883	2,21%	4,32%	-21,06%
23	A5+A6	0,9702	0,9412	1,5304	-0,06%	-0,12%	282,78%	0,9457	0,8938	463,9572	-0,25%	-0,36%	1,57%
24	A5+A6+A7	0,9616	0,9247	0,3038	-0,94%	-1,88%	-24,01%	0,9368	0,8754	502,5744	-1,19%	-2,42%	10,03%
25	A5+A6+A7+A8	0,9520	0,9062	3,5438	-1,93%	-3,83%	786,40%	0,9332	0,8587	535,1083	-1,57%	-4,27%	17,15%
26	A6+A7	0,9330	0,8705	5,1773	-3,89%	-7,63%	1194,97%	0,9039	0,8165	609,8311	-4,66%	-8,98%	33,51%
27	A6+A7+A8	0,9200	0,8463	12,1058	-5,23%	-10,19%	2927,97%	0,8993	0,7981	639,7124	-5,15%	-11,03%	40,05%
28	A6+A7+A8+A9	0,8900	0,7920	5,8900	-8,32%	-15,95%	1373,23%	0,8949	0,7260	745,2581	-5,61%	-19,07%	63,16%
29	A7+A8	0,8337	0,6950	1,7440	-14,12%	-26,25%	336,22%	0,8344	0,6419	851,9306	-11,99%	-28,44%	86,51%
30	A7+A8+A9	0,7831	0,6132	13,2104	-19,33%	-34,93%	3204,25%	0,8247	0,5219	984,4172	-13,01%	-41,82%	115,52%
31	A7+A8+A9+A10	0,7585	0,5752	8,7502	-21,87%	-38,96%	2088,64%	0,7284	0,3943	1108,0652	-23,17%	-56,05%	142,59%
32	A8+A9	0,6000	0,3600	8,6340	-38,19%	-61,79%	2059,57%	0,1925	-0,0185	1436,8363	-79,70%	-102,07%	214,56%
33	A8+A9+A10	0,4876	0,2374	32,5117	-49,78%	-74,80%	8032,00%	0,0094	-0,0054	1427,5317	-99,01%	-100,60%	212,53%
34	A9+A10	0,4884	0,2385	1,4623	-49,69%	-74,69%	265,75%	0,3506	0,0923	1356,3971	-63,02%	-89,71%	196,95%

Apêndice A-15: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília sym5

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9773	0,9551	4,6389	0,67%	1,35%	1060,30%	0,9531	0,9060	436,4033	0,52%	1,00%	-4,46%
2	A2	0,9775	0,9554	2,0355	0,69%	1,39%	409,14%	0,9559	0,9121	422,0451	0,82%	1,68%	-7,60%
3	A3	0,9883	0,9768	1,4288	1,81%	3,66%	257,39%	0,9787	0,9570	295,3456	3,22%	6,68%	-35,34%
4	A4	0,9883	0,9768	0,8849	1,81%	3,65%	121,34%	0,9766	0,9535	307,0141	3,01%	6,29%	-32,79%
5	A5	0,9764	0,9534	2,9130	0,58%	1,17%	628,62%	0,9653	0,9317	372,1619	1,81%	3,86%	-18,52%
6	A6	0,9478	0,8983	13,0974	-2,36%	-4,67%	3175,98%	0,9238	0,8524	546,9114	-2,57%	-4,98%	19,73%
7	A7	0,8911	0,7940	9,8246	-8,20%	-15,74%	2357,38%	0,8235	0,6682	820,0856	-13,14%	-25,51%	79,54%
8	A8	0,5694	0,3241	13,2608	-41,35%	-65,61%	3216,86%	0,2655	0,0552	1383,8312	-72,00%	-93,84%	202,96%
9	A9	0,4600	0,2115	8,5020	-52,62%	-77,55%	2026,57%	0,4348	0,1571	1307,1152	-54,14%	-82,49%	186,16%
10	A10	0,4359	0,1899	7,6527	-55,10%	-79,84%	1814,13%	-0,2111	-0,0632	1468,0091	-122,27%	-107,05%	221,39%
11	A1+A2	0,9782	0,9569	1,2610	0,77%	1,55%	215,41%	0,9561	0,9127	420,5701	0,85%	1,75%	-7,93%
12	A1+A2+A3	0,9824	0,9651	2,0253	1,20%	2,41%	406,59%	0,9633	0,9266	385,7041	1,60%	3,29%	-15,56%
13	A1+A2+A3+A4	0,9879	0,9759	1,7095	1,76%	3,56%	327,60%	0,9752	0,9500	318,2038	2,85%	5,91%	-30,34%
14	A2+A3	0,9843	0,9689	3,7774	1,40%	2,82%	844,83%	0,9688	0,9373	356,5477	2,19%	4,48%	-21,94%
15	A2+A3+A4	0,9892	0,9786	8,9063	1,90%	3,84%	2127,68%	0,9774	0,9547	303,1780	3,09%	6,42%	-33,63%
16	A2+A3+A4+A5	0,9921	0,9842	0,1239	2,20%	4,44%	-69,00%	0,9830	0,9658	263,2359	3,68%	7,66%	-42,37%
17	A3+A4	0,9918	0,9836	1,1201	2,17%	4,38%	180,17%	0,9847	0,9694	249,2256	3,86%	8,06%	-45,44%
18	A3+A4+A5	0,9939	0,9878	0,3652	2,38%	4,83%	-8,66%	0,9879	0,9758	221,3999	4,20%	8,78%	-51,53%
19	A3+A4+A5+A6	0,9922	0,9844	2,8670	2,20%	4,46%	617,12%	0,9867	0,9735	231,5992	4,07%	8,52%	-49,30%
20	A4+A5	0,9890	0,9782	0,1153	1,88%	3,81%	-71,16%	0,9788	0,9578	292,3048	3,24%	6,77%	-36,01%
21	A4+A5+A6	0,9862	0,9725	0,4539	1,59%	3,20%	13,54%	0,9764	0,9533	307,5547	2,99%	6,27%	-32,67%
22	A4+A5+A6+A7	0,9813	0,9630	2,0913	1,09%	2,19%	423,10%	0,9681	0,9333	367,7863	2,11%	4,03%	-19,48%
23	A5+A6	0,9713	0,9434	2,0345	0,05%	0,11%	408,87%	0,9583	0,9181	407,3255	1,08%	2,35%	-10,83%
24	A5+A6+A7	0,9667	0,9344	0,1414	-0,42%	-0,84%	-64,64%	0,9466	0,8914	469,2045	-0,16%	-0,63%	2,72%
25	A5+A6+A7+A8	0,9614	0,9243	4,1483	-0,96%	-1,91%	937,60%	0,9342	0,8549	542,4080	-1,47%	-4,71%	18,75%
26	A6+A7	0,9289	0,8617	55,4202	-4,31%	-8,56%	13761,99%	0,9011	0,7989	638,4869	-4,96%	-10,95%	39,78%
27	A6+A7+A8	0,9221	0,8503	1,2214	-5,01%	-9,77%	205,50%	0,8782	0,7423	722,6773	-7,37%	-17,25%	58,21%
28	A6+A7+A8+A9	0,9014	0,8125	2,6260	-7,15%	-13,78%	556,84%	0,8544	0,6719	815,5130	-9,89%	-25,10%	78,54%
29	A7+A8	0,8429	0,7104	3,5588	-13,18%	-24,61%	790,14%	0,7634	0,5272	978,9923	-19,48%	-41,24%	114,33%
30	A7+A8+A9	0,8109	0,6574	7,0066	-16,47%	-30,24%	1652,53%	0,7454	0,4561	1049,9748	-21,38%	-49,16%	129,87%
31	A7+A8+A9+A10	0,7645	0,5844	19,4289	-21,24%	-37,98%	4759,67%	0,7407	0,4524	1053,5501	-21,87%	-49,57%	130,65%
32	A8+A9	0,6129	0,3756	3,2443	-36,87%	-60,14%	711,47%	0,2342	0,0013	1422,7461	-75,29%	-99,85%	211,48%
33	A8+A9+A10	0,4854	0,2357	3,3513	-49,99%	-74,99%	738,25%	0,2981	0,0736	1370,3279	-68,56%	-91,80%	200,00%
34	A9+A10	0,4621	0,2134	22,1654	-52,40%	-77,36%	5444,12%	0,1892	-0,0917	1487,5563	-80,04%	-110,22%	225,67%

Apêndice A-16: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília sym6

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9759	0,9525	4,7689	0,53%	1,07%	1092,81%	0,9507	0,9015	446,7439	0,28%	0,50%	-2,20%
2	A2	0,9797	0,9598	2,4425	0,92%	1,85%	510,93%	0,9585	0,9175	408,9033	1,10%	2,28%	-10,48%
3	A3	0,9885	0,9771	1,1062	1,83%	3,69%	176,68%	0,9787	0,9573	294,0725	3,22%	6,72%	-35,62%
4	A4	0,9909	0,9819	6,2873	2,08%	4,20%	1472,61%	0,9855	0,9710	242,6288	3,94%	8,24%	-46,88%
5	A5	0,9772	0,9549	2,3869	0,66%	1,33%	497,02%	0,9572	0,9163	411,8927	0,96%	2,14%	-9,83%
6	A6	0,9552	0,9125	2,1953	-1,60%	-3,17%	449,10%	0,9214	0,8480	554,9924	-2,82%	-5,47%	21,50%
7	A7	0,8915	0,7948	1,9976	-8,16%	-15,66%	399,64%	0,8525	0,7218	750,8714	-10,09%	-19,53%	64,39%
8	A8	0,4969	0,2468	11,0989	-48,82%	-73,81%	2676,11%	0,1763	0,0249	1405,8662	-81,41%	-97,22%	207,78%
9	A9	0,3818	0,1457	6,6569	-60,67%	-84,54%	1565,06%	0,0902	0,0030	1421,5372	-90,48%	-99,66%	211,21%
10	A10	0,3496	0,1222	7,5076	-63,98%	-87,03%	1777,83%	0,4083	0,0403	1394,7100	-56,93%	-95,51%	205,34%
11	A1+A2	0,9786	0,9577	6,6791	0,81%	1,63%	1570,60%	0,9579	0,9156	413,5786	1,03%	2,07%	-9,46%
12	A1+A2+A3	0,9838	0,9678	1,2146	1,34%	2,70%	203,81%	0,9683	0,9365	358,6435	2,13%	4,40%	-21,48%
13	A1+A2+A3+A4	0,9880	0,9761	3,8881	1,78%	3,59%	872,52%	0,9758	0,9515	313,6434	2,92%	6,06%	-31,33%
14	A2+A3	0,9861	0,9724	6,3256	1,58%	3,19%	1482,18%	0,9733	0,9470	327,8436	2,66%	5,56%	-28,23%
15	A2+A3+A4	0,9915	0,9831	1,2810	2,14%	4,32%	220,41%	0,9833	0,9666	260,3673	3,71%	7,75%	-43,00%
16	A2+A3+A4+A5	0,9936	0,9873	1,4947	2,36%	4,77%	273,85%	0,9871	0,9743	228,1096	4,12%	8,61%	-50,06%
17	A3+A4	0,9940	0,9881	2,8987	2,40%	4,86%	625,03%	0,9890	0,9780	211,3579	4,31%	9,02%	-53,73%
18	A3+A4+A5	0,9952	0,9904	0,5385	2,52%	5,10%	34,70%	0,9909	0,9818	192,0562	4,51%	9,45%	-57,95%
19	A3+A4+A5+A6	0,9934	0,9868	1,6594	2,33%	4,71%	315,06%	0,9876	0,9749	225,3735	4,17%	8,68%	-50,66%
20	A4+A5	0,9900	0,9802	3,3269	1,99%	4,02%	732,13%	0,9835	0,9673	257,4959	3,74%	7,83%	-43,63%
21	A4+A5+A6	0,9878	0,9757	0,0177	1,75%	3,54%	-95,58%	0,9788	0,9572	294,6184	3,23%	6,70%	-35,50%
22	A4+A5+A6+A7	0,9828	0,9659	0,6132	1,24%	2,50%	53,37%	0,9730	0,9427	340,9104	2,63%	5,08%	-25,37%
23	A5+A6	0,9721	0,9450	0,5651	0,14%	0,29%	41,34%	0,9492	0,9003	449,4910	0,11%	0,36%	-1,59%
24	A5+A6+A7	0,9660	0,9331	2,0426	-0,49%	-0,98%	410,90%	0,9417	0,8848	483,3088	-0,67%	-1,37%	5,81%
25	A5+A6+A7+A8	0,9584	0,9185	7,3784	-1,27%	-2,53%	1745,53%	0,9393	0,8724	508,5394	-0,93%	-2,75%	11,33%
26	A6+A7	0,9424	0,8881	1,8666	-2,92%	-5,76%	366,89%	0,8996	0,8085	623,0707	-5,11%	-9,88%	36,41%
27	A6+A7+A8	0,9318	0,8681	6,5771	-4,02%	-7,87%	1545,11%	0,9041	0,8117	617,7466	-4,64%	-9,51%	35,24%
28	A6+A7+A8+A9	0,9208	0,8479	1,3886	-5,14%	-10,02%	247,32%	0,8959	0,7827	663,5979	-5,50%	-12,74%	45,28%
29	A7+A8	0,8599	0,7393	12,0351	-11,42%	-21,54%	2910,29%	0,8134	0,6199	877,7584	-14,21%	-30,90%	92,17%
30	A7+A8+A9	0,8361	0,6990	9,8714	-13,88%	-25,83%	2369,08%	0,7544	0,5281	978,0307	-20,43%	-41,13%	114,12%
31	A7+A8+A9+A10	0,8102	0,6565	3,3584	-16,54%	-30,34%	740,03%	0,7040	0,4514	1054,5112	-25,74%	-49,68%	130,86%
32	A8+A9	0,5565	0,3096	5,9628	-42,68%	-67,14%	1391,46%	0,1851	0,0255	1405,4666	-80,47%	-97,16%	207,70%
33	A8+A9+A10	0,5164	0,2666	17,3597	-46,80%	-71,71%	4242,10%	0,3554	0,0662	1375,7582	-62,51%	-92,62%	201,19%
34	A9+A10	0,5703	0,3252	6,8587	-41,25%	-65,49%	1615,54%	0,0514	-0,2599	1598,0634	-94,58%	-128,98%	249,86%

Apêndice A-17: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília sym7

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9767	0,9540	1,2382	0,61%	1,23%	209,70%	0,9542	0,9082	431,4525	0,65%	1,24%	-5,54%
2	A2	0,9814	0,9632	5,0034	1,10%	2,21%	1151,49%	0,9614	0,9231	394,8750	1,40%	2,90%	-13,55%
3	A3	0,9911	0,9822	2,6136	2,09%	4,23%	553,74%	0,9812	0,9622	276,7249	3,49%	7,26%	-39,42%
4	A4	0,9913	0,9827	4,5481	2,12%	4,29%	1037,59%	0,9838	0,9677	255,6784	3,76%	7,88%	-44,02%
5	A5	0,9756	0,9518	0,6509	0,50%	1,00%	62,81%	0,9599	0,9214	399,1538	1,24%	2,71%	-12,61%
6	A6	0,9499	0,9022	2,0319	-2,15%	-4,26%	408,23%	0,9310	0,8655	522,0941	-1,81%	-3,52%	14,30%
7	A7	0,9101	0,8283	1,2078	-6,25%	-12,10%	202,10%	0,8982	0,8046	629,2936	-5,26%	-10,31%	37,77%
8	A8	0,5729	0,3281	5,5723	-40,99%	-65,18%	1293,78%	-0,0513	-0,1372	1518,2500	-105,41%	-115,30%	232,39%
9	A9	0,4968	0,2466	23,8222	-48,82%	-73,83%	5858,52%	-0,0354	-0,0449	1455,2930	-103,73%	-105,00%	218,60%
10	A10	0,4857	0,2358	7,0459	-49,96%	-74,97%	1662,36%	-0,0917	-0,0015	1424,7633	-109,68%	-100,17%	211,92%
11	A1+A2	0,9774	0,9552	5,0719	0,68%	1,37%	1168,61%	0,9560	0,9128	420,4122	0,84%	1,75%	-7,96%
12	A1+A2+A3	0,9835	0,9672	8,7111	1,31%	2,64%	2078,88%	0,9667	0,9333	367,5842	1,96%	4,04%	-19,53%
13	A1+A2+A3+A4	0,9882	0,9765	0,6825	1,80%	3,63%	70,71%	0,9751	0,9500	318,4227	2,84%	5,90%	-30,29%
14	A2+A3	0,9877	0,9755	2,4172	1,74%	3,52%	504,61%	0,9747	0,9495	320,0353	2,81%	5,84%	-29,94%
15	A2+A3+A4	0,9923	0,9847	3,0779	2,22%	4,49%	669,86%	0,9835	0,9669	259,1178	3,73%	7,78%	-43,27%
16	A2+A3+A4+A5	0,9942	0,9884	0,1684	2,41%	4,89%	-57,87%	0,9878	0,9757	221,7869	4,19%	8,77%	-51,44%
17	A3+A4	0,9951	0,9902	0,1178	2,51%	5,08%	-70,54%	0,9902	0,9804	199,4403	4,44%	9,29%	-56,34%
18	A3+A4+A5	0,9955	0,9910	3,9426	2,55%	5,16%	886,14%	0,9915	0,9831	185,1047	4,58%	9,59%	-59,48%
19	A3+A4+A5+A6	0,9937	0,9875	0,2360	2,36%	4,79%	-40,97%	0,9879	0,9758	221,5517	4,19%	8,77%	-51,50%
20	A4+A5	0,9901	0,9802	2,1239	1,99%	4,02%	431,24%	0,9818	0,9640	270,1418	3,56%	7,46%	-40,86%
21	A4+A5+A6	0,9865	0,9732	1,2657	1,62%	3,28%	216,59%	0,9764	0,9532	307,8351	2,99%	6,26%	-32,61%
22	A4+A5+A6+A7	0,9818	0,9638	12,2225	1,13%	2,28%	2957,17%	0,9715	0,9403	347,8913	2,46%	4,82%	-23,84%
23	A5+A6	0,9739	0,9485	1,4808	0,33%	0,66%	270,40%	0,9566	0,9142	416,9413	0,89%	1,91%	-8,72%
24	A5+A6+A7	0,9670	0,9351	1,6843	-0,39%	-0,77%	321,30%	0,9542	0,9085	430,6217	0,65%	1,28%	-5,72%
25	A5+A6+A7+A8	0,9615	0,9244	2,7735	-0,96%	-1,90%	593,72%	0,9500	0,8965	458,1344	0,20%	-0,07%	0,30%
26	A6+A7	0,9472	0,8971	7,1045	-2,43%	-4,80%	1677,00%	0,9246	0,8513	549,0855	-2,48%	-5,11%	20,21%
27	A6+A7+A8	0,9389	0,8816	0,0930	-3,28%	-6,44%	-76,74%	0,9180	0,8395	570,4198	-3,17%	-6,42%	24,88%
28	A6+A7+A8+A9	0,9166	0,8398	21,9692	-5,58%	-10,88%	5395,06%	0,9173	0,8046	629,3585	-3,25%	-10,31%	37,78%
29	A7+A8	0,8756	0,7668	0,7660	-9,80%	-18,63%	91,60%	0,8243	0,6687	819,5097	-13,05%	-25,46%	79,41%
30	A7+A8+A9	0,8444	0,7130	2,2027	-13,02%	-24,34%	450,94%	0,8052	0,6013	898,9603	-15,07%	-32,97%	96,81%
31	A7+A8+A9+A10	0,8483	0,7195	4,5306	-12,62%	-23,64%	1033,21%	0,8004	0,5950	905,9853	-15,58%	-33,67%	98,35%
32	A8+A9	0,5393	0,2908	0,9553	-44,44%	-69,14%	138,94%	0,3409	0,1113	1342,1597	-64,05%	-87,60%	193,84%
33	A8+A9+A10	0,5422	0,2939	7,9304	-44,15%	-68,81%	1883,58%	0,3562	0,1238	1332,6716	-62,43%	-86,20%	191,76%
34	A9+A10	0,5292	0,2800	7,2258	-45,49%	-70,29%	1707,36%	-0,0374	-0,1236	1509,1517	-103,94%	-113,78%	230,40%

Apêndice A-18: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília sym8

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9761	0,9526	1,7574	0,55%	1,09%	339,56%	0,9516	0,9025	444,6244	0,37%	0,60%	-2,66%
2	A2	0,9824	0,9651	2,1074	1,20%	2,42%	427,11%	0,9611	0,9223	396,7357	1,37%	2,82%	-13,14%
3	A3	0,9925	0,9851	1,1239	2,24%	4,54%	181,12%	0,9868	0,9734	232,0888	4,08%	8,51%	-49,19%
4	A4	0,9926	0,9853	2,7505	2,25%	4,56%	587,97%	0,9883	0,9767	217,3485	4,24%	8,88%	-52,42%
5	A5	0,9773	0,9551	9,8046	0,68%	1,36%	2352,37%	0,9584	0,9185	406,4648	1,09%	2,39%	-11,01%
6	A6	0,9578	0,9173	0,9524	-1,34%	-2,65%	138,21%	0,9222	0,8499	551,5332	-2,74%	-5,26%	20,75%
7	A7	0,9047	0,8185	4,3328	-6,80%	-13,14%	983,74%	0,8558	0,7248	746,8464	-9,74%	-19,20%	63,51%
8	A8	0,5632	0,3172	12,6120	-41,98%	-66,34%	3054,58%	0,2411	0,0536	1385,0318	-74,57%	-94,03%	203,22%
9	A9	0,4695	0,2204	8,0505	-51,63%	-76,61%	1913,62%	0,0292	-0,0347	1448,1626	-96,92%	-103,86%	217,04%
10	A10	0,4719	0,2227	9,9264	-51,39%	-76,37%	2382,85%	0,0168	-0,0337	1447,5076	-98,23%	-103,76%	216,90%
11	A1+A2	0,9810	0,9623	2,4264	1,05%	2,12%	506,89%	0,9589	0,9180	407,8089	1,14%	2,33%	-10,72%
12	A1+A2+A3	0,9834	0,9670	3,4701	1,30%	2,62%	767,95%	0,9670	0,9340	365,7244	2,00%	4,12%	-19,93%
13	A1+A2+A3+A4	0,9896	0,9794	0,1466	1,95%	3,93%	-63,33%	0,9788	0,9574	293,8898	3,24%	6,72%	-35,66%
14	A2+A3	0,9892	0,9784	2,5413	1,90%	3,83%	535,65%	0,9782	0,9565	296,8346	3,18%	6,63%	-35,01%
15	A2+A3+A4	0,9935	0,9870	1,4054	2,34%	4,74%	251,52%	0,9866	0,9733	232,8133	4,07%	8,49%	-49,03%
16	A2+A3+A4+A5	0,9951	0,9903	1,5697	2,51%	5,09%	292,61%	0,9898	0,9797	202,8203	4,40%	9,21%	-55,60%
17	A3+A4	0,9962	0,9924	0,3187	2,62%	5,31%	-20,28%	0,9935	0,9869	162,8038	4,79%	10,02%	-64,36%
18	A3+A4+A5	0,9962	0,9925	0,2342	2,62%	5,32%	-41,42%	0,9938	0,9875	158,9116	4,82%	10,09%	-65,21%
19	A3+A4+A5+A6	0,9943	0,9886	0,4380	2,43%	4,91%	9,54%	0,9901	0,9798	202,2086	4,43%	9,23%	-55,73%
20	A4+A5	0,9911	0,9822	1,4324	2,09%	4,23%	258,28%	0,9851	0,9705	244,7156	3,91%	8,18%	-46,42%
21	A4+A5+A6	0,9886	0,9773	0,0298	1,83%	3,71%	-92,54%	0,9799	0,9594	286,8386	3,35%	6,95%	-37,20%
22	A4+A5+A6+A7	0,9841	0,9684	7,8444	1,37%	2,77%	1862,08%	0,9749	0,9463	329,7903	2,83%	5,49%	-27,80%
23	A5+A6	0,9726	0,9460	2,0112	0,19%	0,39%	403,06%	0,9510	0,9040	441,0675	0,30%	0,77%	-3,44%
24	A5+A6+A7	0,9711	0,9430	0,4945	0,04%	0,07%	23,69%	0,9433	0,8885	475,4612	-0,50%	-0,96%	4,09%
25	A5+A6+A7+A8	0,9664	0,9340	1,1986	-0,45%	-0,89%	199,81%	0,9415	0,8820	488,9790	-0,69%	-1,68%	7,05%
26	A6+A7	0,9404	0,8843	10,8405	-3,12%	-6,16%	2611,48%	0,9069	0,8208	602,7476	-4,35%	-8,51%	31,96%
27	A6+A7+A8	0,9367	0,8774	4,6898	-3,51%	-6,90%	1073,03%	0,9055	0,8122	616,8928	-4,49%	-9,46%	35,06%
28	A6+A7+A8+A9	0,9292	0,8635	1,1220	-4,28%	-8,37%	180,65%	0,9035	0,8047	629,1780	-4,70%	-10,30%	37,74%
29	A7+A8	0,8677	0,7528	10,4402	-10,62%	-20,11%	2511,36%	0,8244	0,6447	848,5989	-13,05%	-28,13%	85,78%
30	A7+A8+A9	0,8686	0,7544	2,8777	-10,53%	-19,94%	619,79%	0,7739	0,5875	914,4132	-18,38%	-34,51%	100,19%
31	A7+A8+A9+A10	0,8579	0,7359	1,2299	-11,63%	-21,90%	207,63%	0,7427	0,5375	968,2567	-21,66%	-40,09%	111,98%
32	A8+A9	0,4801	0,2304	17,2637	-50,55%	-75,55%	4218,09%	0,2405	0,0363	1397,6479	-74,64%	-95,96%	205,98%
33	A8+A9+A10	0,4757	0,2262	3,3351	-51,00%	-76,00%	734,18%	0,3963	0,0528	1385,6330	-58,21%	-94,12%	203,35%
34	A9+A10	0,3738	0,1369	11,0346	-61,49%	-85,47%	2660,03%	-0,0406	-0,0067	1428,4928	-104,28%	-100,75%	212,74%

Apêndice A-19: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília coif_1

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9749	0,9504	1,9659	0,43%	0,86%	391,73%	0,9518	0,9029	443,5815	0,39%	0,65%	-2,89%
2	A2	0,9710	0,9429	1,1125	0,03%	0,06%	178,26%	0,9466	0,8942	463,1902	-0,16%	-0,33%	1,41%
3	A3	0,9799	0,9602	0,7451	0,94%	1,90%	86,36%	0,9655	0,9306	374,9272	1,84%	3,74%	-17,92%
4	A4	0,9787	0,9578	1,7516	0,82%	1,64%	338,12%	0,9648	0,9303	375,7996	1,76%	3,71%	-17,73%
5	A5	0,9676	0,9363	0,1639	-0,32%	-0,64%	-59,01%	0,9361	0,8760	501,2367	-1,27%	-2,34%	9,73%
6	A6	0,9390	0,8818	3,4468	-3,27%	-6,43%	762,14%	0,8964	0,8022	633,2664	-5,46%	-10,58%	38,64%
7	A7	0,8375	0,7012	20,9197	-13,73%	-25,59%	5132,53%	0,8260	0,6624	827,2644	-12,88%	-26,16%	81,11%
8	A8	0,4836	0,2338	5,7455	-50,18%	-75,19%	1337,09%	0,2248	0,0277	1403,8629	-76,29%	-96,91%	207,34%
9	A9	0,4238	0,1795	10,6967	-56,35%	-80,95%	2575,51%	0,1445	0,0004	1423,4182	-84,76%	-99,96%	211,63%
10	A10	0,4217	0,1777	11,7797	-56,56%	-81,14%	2846,41%	-0,0478	-0,0088	1429,9692	-105,04%	-100,98%	213,06%
11	A1+A2	0,9740	0,9486	1,0012	0,33%	0,67%	150,42%	0,9518	0,9036	442,0391	0,39%	0,73%	-3,23%
12	A1+A2+A3	0,9759	0,9523	2,3644	0,53%	1,06%	491,39%	0,9543	0,9089	429,7264	0,66%	1,32%	-5,92%
13	A1+A2+A3+A4	0,9801	0,9605	1,0701	0,96%	1,93%	167,67%	0,9628	0,9256	388,2710	1,55%	3,18%	-15,00%
14	A2+A3	0,9768	0,9541	0,7003	0,62%	1,25%	75,15%	0,9562	0,9122	421,8036	0,85%	1,69%	-7,66%
15	A2+A3+A4	0,9816	0,9635	4,7553	1,11%	2,24%	1089,42%	0,9651	0,9301	376,3277	1,79%	3,69%	-17,61%
16	A2+A3+A4+A5	0,9836	0,9675	0,9244	1,32%	2,67%	131,22%	0,9691	0,9386	352,9174	2,21%	4,62%	-22,74%
17	A3+A4	0,9829	0,9661	1,4633	1,25%	2,52%	266,01%	0,9683	0,9362	359,5395	2,13%	4,36%	-21,29%
18	A3+A4+A5	0,9829	0,9662	2,0910	1,25%	2,53%	423,01%	0,9701	0,9405	347,1443	2,32%	4,85%	-24,00%
19	A3+A4+A5+A6	0,9837	0,9677	1,0244	1,33%	2,69%	156,23%	0,9710	0,9425	341,3648	2,41%	5,07%	-25,27%
20	A4+A5	0,9814	0,9631	2,8226	1,09%	2,20%	606,00%	0,9647	0,9304	375,7031	1,75%	3,71%	-17,75%
21	A4+A5+A6	0,9779	0,9562	1,6381	0,73%	1,47%	309,73%	0,9614	0,9239	392,8310	1,41%	2,99%	-14,00%
22	A4+A5+A6+A7	0,9713	0,9434	1,2720	0,05%	0,11%	218,16%	0,9513	0,9028	443,9231	0,34%	0,64%	-2,81%
23	A5+A6	0,9627	0,9268	5,1800	-0,83%	-1,65%	1195,64%	0,9319	0,8676	518,0325	-1,71%	-3,28%	13,41%
24	A5+A6+A7	0,9500	0,9025	10,4912	-2,14%	-4,23%	2524,10%	0,9169	0,8383	572,4889	-3,29%	-6,55%	25,33%
25	A5+A6+A7+A8	0,9354	0,8750	14,5460	-3,64%	-7,15%	3538,33%	0,9141	0,8110	618,8974	-3,59%	-9,59%	35,49%
26	A6+A7	0,9178	0,8424	4,1442	-5,45%	-10,61%	936,56%	0,8697	0,7535	706,8728	-8,27%	-16,01%	54,75%
27	A6+A7+A8	0,8897	0,7916	8,7954	-8,35%	-16,00%	2099,94%	0,8688	0,7101	766,5559	-8,36%	-20,84%	67,82%
28	A6+A7+A8+A9	0,8595	0,7387	1,0546	-11,46%	-21,61%	163,79%	0,8499	0,6207	876,7921	-10,36%	-30,81%	91,95%
29	A7+A8	0,7695	0,5922	7,3199	-20,73%	-37,16%	1730,88%	0,8157	0,5528	952,0684	-13,96%	-38,38%	108,43%
30	A7+A8+A9	0,7121	0,5071	2,1141	-26,64%	-46,19%	428,78%	0,8096	0,4519	1054,0580	-14,61%	-49,63%	130,76%
31	A7+A8+A9+A10	0,6821	0,4651	2,5989	-29,74%	-50,64%	550,05%	0,7337	0,3322	1163,4666	-22,61%	-62,97%	154,72%
32	A8+A9	0,4581	0,2099	3,6124	-52,81%	-77,73%	803,56%	0,1979	0,0220	1407,9582	-79,13%	-97,55%	208,24%
33	A8+A9+A10	0,4511	0,2033	24,4568	-53,54%	-78,43%	6017,26%	0,2551	0,0075	1418,3795	-73,10%	-99,17%	210,52%
34	A9+A10	0,4729	0,2237	0,6749	-51,28%	-76,26%	68,80%	0,0684	0,0043	1420,6376	-92,79%	-99,52%	211,02%

Apêndice A-20: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília coif_2

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9754	0,9514	1,2346	0,48%	0,96%	208,82%	0,9515	0,9032	442,9262	0,36%	0,68%	-3,03%
2	A2	0,9762	0,9530	2,0468	0,56%	1,13%	411,96%	0,9534	0,9075	432,9416	0,56%	1,17%	-5,22%
3	A3	0,9844	0,9691	3,3420	1,41%	2,84%	735,91%	0,9726	0,9447	334,7515	2,59%	5,31%	-26,71%
4	A4	0,9881	0,9763	0,5061	1,78%	3,61%	26,59%	0,9812	0,9625	275,8209	3,49%	7,29%	-39,62%
5	A5	0,9753	0,9510	21,9013	0,47%	0,92%	5378,07%	0,9503	0,9024	444,8705	0,23%	0,59%	-2,61%
6	A6	0,9508	0,9040	0,6536	-2,06%	-4,07%	63,49%	0,9162	0,8375	573,9592	-3,36%	-6,64%	25,66%
7	A7	0,8769	0,7686	16,5886	-9,67%	-18,43%	4049,22%	0,8399	0,6994	780,5789	-11,41%	-22,04%	70,89%
8	A8	0,5414	0,2927	4,4569	-44,23%	-68,94%	1014,78%	0,2764	0,0480	1389,1275	-70,84%	-94,65%	204,12%
9	A9	0,4653	0,2165	2,8472	-52,07%	-77,02%	612,15%	-0,2434	-0,0588	1464,9707	-125,67%	-106,56%	220,72%
10	A10	0,3608	0,1297	44,1423	-62,84%	-86,24%	10941,10%	0,1814	0,0136	1413,9903	-80,86%	-98,48%	209,56%
11	A1+A2	0,9772	0,9550	2,9025	0,67%	1,34%	626,00%	0,9542	0,9087	430,1987	0,65%	1,30%	-5,82%
12	A1+A2+A3	0,9819	0,9642	6,1183	1,15%	2,32%	1430,34%	0,9651	0,9298	377,0985	1,79%	3,65%	-17,44%
13	A1+A2+A3+A4	0,9866	0,9733	3,6556	1,63%	3,29%	814,37%	0,9739	0,9476	325,8549	2,72%	5,63%	-28,66%
14	A2+A3	0,9834	0,9671	1,1825	1,30%	2,62%	195,76%	0,9691	0,9383	353,5378	2,22%	4,60%	-22,60%
15	A2+A3+A4	0,9885	0,9771	0,4665	1,83%	3,69%	16,69%	0,9787	0,9675	256,7758	3,75%	7,85%	-43,78%
16	A2+A3+A4+A5	0,9915	0,9832	0,2941	2,14%	4,33%	-26,44%	0,9837	0,9677	255,7721	3,78%	7,88%	-44,00%
17	A3+A4	0,9897	0,9796	1,4256	1,96%	3,95%	256,58%	0,9839	0,9677	255,7721	3,78%	7,88%	-44,00%
18	A3+A4+A5	0,9926	0,9852	1,2201	2,25%	4,55%	205,17%	0,9875	0,9750	225,1616	4,15%	8,69%	-50,71%
19	A3+A4+A5+A6	0,9916	0,9833	1,2559	2,15%	4,35%	214,14%	0,9856	0,9709	242,7910	3,96%	8,23%	-46,85%
20	A4+A5	0,9890	0,9782	0,8715	1,88%	3,80%	117,98%	0,9818	0,9639	270,3310	3,56%	7,45%	-40,82%
21	A4+A5+A6	0,9861	0,9724	4,3483	1,58%	3,19%	987,62%	0,9767	0,9527	309,5904	3,01%	6,20%	-32,22%
22	A4+A5+A6+A7	0,9802	0,9608	9,6738	0,98%	1,96%	2319,66%	0,9699	0,9363	359,3427	2,30%	4,37%	-21,33%
23	A5+A6	0,9712	0,9432	0,7141	0,04%	0,09%	78,61%	0,9458	0,8940	463,5304	-0,24%	-0,34%	1,48%
24	A5+A6+A7	0,9625	0,9264	6,1280	-0,85%	-1,69%	1432,77%	0,9365	0,8749	503,6070	-1,23%	-2,47%	10,25%
25	A5+A6+A7+A8	0,9541	0,9103	0,1351	-1,72%	-3,40%	-66,20%	0,9335	0,8580	536,5228	-1,54%	-4,36%	17,46%
26	A6+A7	0,9340	0,8723	7,1751	-3,79%	-7,43%	1694,67%	0,8934	0,7967	641,8575	-5,76%	-11,18%	40,52%
27	A6+A7+A8	0,9187	0,8440	9,6941	-5,36%	-10,44%	2324,74%	0,8927	0,7764	673,1573	-5,84%	-13,45%	47,37%
28	A6+A7+A8+A9	0,8945	0,8000	7,2519	-7,86%	-15,10%	1713,89%	0,8783	0,7093	767,5937	-7,37%	-20,93%	68,05%
29	A7+A8	0,8465	0,7166	0,8930	-12,80%	-23,96%	123,36%	0,8013	0,5840	918,2820	-15,49%	-34,90%	101,04%
30	A7+A8+A9	0,7994	0,6391	11,8896	-17,65%	-32,18%	2873,89%	0,7428	0,4389	1066,4378	-21,65%	-51,07%	133,47%
31	A7+A8+A9+A10	0,7056	0,4978	2,4819	-27,32%	-47,17%	520,77%	0,7908	0,3693	1130,6745	-16,59%	-58,83%	147,54%
32	A8+A9	0,4987	0,2486	22,6054	-48,62%	-73,62%	5554,17%	0,2684	0,0644	1377,0723	-71,69%	-92,82%	201,48%
33	A8+A9+A10	0,5887	0,3466	1,9715	-39,35%	-63,22%	393,13%	-0,3601	-0,0654	1469,5489	-137,98%	-107,30%	221,73%
34	A9+A10	0,5131	0,2633	3,5373	-47,14%	-72,06%	784,76%	0,1803	-0,0046	1426,9453	-80,98%	-100,51%	212,40%

Apêndice A-21: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília coif_3

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9773	0,9550	5,8648	0,67%	1,35%	1366,93%	0,9545	0,9087	430,1977	0,68%	1,30%	-5,82%
2	A2	0,9794	0,9592	1,2395	0,89%	1,79%	210,02%	0,9586	0,9171	409,9774	1,10%	2,23%	-10,24%
3	A3	0,9892	0,9784	2,1187	1,90%	3,83%	429,93%	0,9769	0,9535	307,1431	3,04%	6,29%	-32,76%
4	A4	0,9910	0,9820	1,4577	2,08%	4,21%	264,61%	0,9848	0,9697	247,7583	3,87%	8,10%	-45,76%
5	A5	0,9762	0,9529	0,5685	0,56%	1,12%	42,20%	0,9549	0,9119	422,5901	0,72%	1,65%	-7,48%
6	A6	0,9548	0,9116	12,4759	-1,65%	-3,26%	3020,53%	0,9191	0,8445	561,4319	-3,05%	-5,86%	22,91%
7	A7	0,8927	0,7970	0,8609	-8,04%	-15,42%	115,35%	0,8609	0,7343	733,8432	-9,20%	-18,14%	60,66%
8	A8	0,5346	0,2858	1,0556	-44,93%	-69,67%	164,04%	0,1604	0,0248	1405,9404	-83,09%	-97,24%	207,80%
9	A9	0,3935	0,1546	25,7387	-59,47%	-83,59%	6337,89%	0,0029	-0,0016	1424,8390	-99,69%	-100,18%	211,94%
10	A10	0,4756	0,2262	4,3559	-51,01%	-76,00%	989,53%	-0,0841	-0,0217	1439,0762	-108,87%	-102,42%	215,05%
11	A1+A2	0,9796	0,9595	2,5861	0,91%	1,82%	546,85%	0,9571	0,9143	416,7309	0,95%	1,92%	-8,77%
12	A1+A2+A3	0,9838	0,9680	1,2395	1,35%	2,72%	210,02%	0,9662	0,9326	369,5700	1,91%	3,96%	-19,09%
13	A1+A2+A3+A4	0,9882	0,9765	0,2781	1,80%	3,63%	-30,45%	0,9744	0,9485	323,0084	2,78%	5,74%	-29,28%
14	A2+A3	0,9863	0,9727	4,4463	1,60%	3,23%	1012,14%	0,9712	0,9424	341,7014	2,44%	5,05%	-25,19%
15	A2+A3+A4	0,9912	0,9826	3,0480	2,11%	4,27%	662,38%	0,9810	0,9619	277,8548	3,47%	7,23%	-39,17%
16	A2+A3+A4+A5	0,9935	0,9871	0,8969	2,34%	4,74%	124,34%	0,9855	0,9710	242,3156	3,94%	8,24%	-46,95%
17	A3+A4	0,9939	0,9879	3,2237	2,39%	4,83%	706,32%	0,9875	0,9748	225,8844	4,15%	8,67%	-50,55%
18	A3+A4+A5	0,9949	0,9898	0,9467	2,48%	5,03%	136,80%	0,9899	0,9798	202,1880	4,41%	9,23%	-55,74%
19	A3+A4+A5+A6	0,9933	0,9866	0,8679	2,32%	4,70%	117,09%	0,9866	0,9730	234,0053	4,06%	8,46%	-48,77%
20	A4+A5	0,9898	0,9797	1,0654	1,96%	3,96%	166,48%	0,9827	0,9656	264,0507	3,65%	7,64%	-42,19%
21	A4+A5+A6	0,9864	0,9730	3,6280	1,61%	3,25%	807,45%	0,9761	0,9520	311,8444	2,95%	6,13%	-31,73%
22	A4+A5+A6+A7	0,9825	0,9652	3,9657	1,21%	2,43%	891,93%	0,9702	0,9375	355,9342	2,33%	4,51%	-22,08%
23	A5+A6	0,9716	0,9440	8,6017	0,09%	0,18%	2051,50%	0,9498	0,9020	445,7733	0,18%	0,55%	-2,41%
24	A5+A6+A7	0,9662	0,9335	5,2896	-0,47%	-0,93%	1223,06%	0,9439	0,8886	475,1825	-0,44%	-0,94%	4,03%
25	A5+A6+A7+A8	0,9591	0,9198	6,8835	-1,21%	-2,39%	1621,73%	0,9425	0,8796	493,9844	-0,59%	-1,95%	8,15%
26	A6+A7	0,9424	0,8881	10,8924	-2,92%	-5,75%	2624,46%	0,9062	0,8203	603,5563	-4,42%	-8,56%	32,14%
27	A6+A7+A8	0,9133	0,8340	2,2293	-5,92%	-11,49%	457,61%	0,8982	0,7701	682,6477	-5,27%	-14,15%	49,45%
28	A6+A7+A8+A9	0,9139	0,8352	1,6088	-5,85%	-11,37%	302,41%	0,8870	0,7553	704,2518	-6,45%	-15,80%	54,18%
29	A7+A8	0,8731	0,7622	3,2549	-10,06%	-19,11%	714,13%	0,8209	0,6397	854,5454	-13,41%	-28,69%	87,08%
30	A7+A8+A9	0,8330	0,6938	6,2544	-14,19%	-26,37%	1464,39%	0,7708	0,5496	955,4636	-18,70%	-38,73%	109,18%
31	A7+A8+A9+A10	0,8142	0,6628	10,6995	-16,13%	-29,67%	2576,21%	0,7048	0,4605	1045,7178	-25,66%	-48,67%	128,94%
32	A8+A9	0,5755	0,3311	15,9570	-40,71%	-64,86%	3891,24%	0,1236	0,0088	1417,4465	-86,97%	-99,02%	210,32%
33	A8+A9+A10	0,5503	0,3027	12,7099	-43,32%	-67,88%	3079,07%	0,3877	0,0406	1394,4766	-59,10%	-95,47%	205,29%
34	A9+A10	0,4935	0,2436	10,1606	-49,16%	-74,15%	2441,41%	-0,0505	-0,1065	1497,6012	-105,33%	-111,87%	227,87%

Apêndice A-22: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília coif4

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9774	0,9553	0,9164	0,68%	1,38%	129,20%	0,9537	0,9072	433,7630	0,59%	1,13%	-5,04%
2	A2	0,9829	0,9661	3,4470	1,25%	2,52%	762,19%	0,9623	0,9249	390,0836	1,49%	3,11%	-14,60%
3	A3	0,9930	0,9860	0,2427	2,29%	4,63%	-39,29%	0,9875	0,9749	225,3362	4,16%	8,68%	-50,67%
4	A4	0,9920	0,9841	0,4719	2,19%	4,43%	18,03%	0,9846	0,9693	249,3881	3,85%	8,05%	-45,40%
5	A5	0,9784	0,9572	0,7532	0,78%	1,58%	88,40%	0,9586	0,9188	405,6033	1,10%	2,43%	-11,20%
6	A6	0,9568	0,9154	4,5590	-1,44%	-2,86%	1040,32%	0,9242	0,8538	544,4188	-2,52%	-4,83%	19,19%
7	A7	0,9174	0,8416	1,1986	-5,50%	-10,69%	199,79%	0,8535	0,7231	749,2001	-9,98%	-19,40%	64,02%
8	A8	0,5775	0,3335	0,2869	-40,51%	-64,61%	-28,24%	0,3607	0,0939	1355,1878	-61,96%	-89,53%	196,69%
9	A9	0,4771	0,2276	11,0781	-50,85%	-75,85%	2670,90%	0,1152	-0,0003	1423,9177	-87,85%	-100,03%	211,74%
10	A10	0,3454	0,1191	12,2542	-64,42%	-87,36%	2965,09%	0,1938	0,0193	1409,9290	-79,56%	-97,85%	208,67%
11	A1+A2	0,9796	0,9596	9,0445	0,91%	1,83%	2162,25%	0,9583	0,9168	410,5445	1,08%	2,20%	-10,12%
12	A1+A2+A3	0,9850	0,9702	2,2975	1,47%	2,96%	474,65%	0,9688	0,9378	355,0909	2,19%	4,54%	-22,26%
13	A1+A2+A3+A4	0,9895	0,9790	0,9854	1,93%	3,89%	146,47%	0,9782	0,9565	297,0169	3,18%	6,62%	-34,97%
14	A2+A3	0,9895	0,9792	2,9413	1,93%	3,91%	635,70%	0,9791	0,9583	290,8260	3,27%	6,82%	-36,33%
15	A2+A3+A4	0,9937	0,9874	1,9147	2,36%	4,78%	378,92%	0,9868	0,9735	231,6684	4,08%	8,52%	-49,28%
16	A2+A3+A4+A5	0,9952	0,9904	0,0233	2,52%	5,10%	-94,18%	0,9900	0,9801	200,6055	4,42%	9,26%	-56,08%
17	A3+A4	0,9964	0,9929	0,3717	2,64%	5,36%	-7,02%	0,9938	0,9876	158,6908	4,82%	10,09%	-65,26%
18	A3+A4+A5	0,9961	0,9923	0,7317	2,61%	5,30%	83,02%	0,9934	0,9868	163,5535	4,78%	10,00%	-64,19%
19	A3+A4+A5+A6	0,9938	0,9877	2,2921	2,37%	4,81%	473,32%	0,9891	0,9778	212,0641	4,32%	9,00%	-53,57%
20	A4+A5	0,9907	0,9815	9,1943	2,06%	4,16%	2199,72%	0,9817	0,9636	271,6720	3,54%	7,41%	-40,52%
21	A4+A5+A6	0,9878	0,9757	1,7324	1,75%	3,54%	333,31%	0,9763	0,9528	309,2632	2,98%	6,21%	-32,29%
22	A4+A5+A6+A7	0,9839	0,9680	0,9248	1,35%	2,72%	131,31%	0,9716	0,9419	343,2930	2,48%	4,99%	-24,84%
23	A5+A6	0,9754	0,9514	2,9072	0,48%	0,97%	627,17%	0,9547	0,9109	424,8884	0,70%	1,55%	-6,98%
24	A5+A6+A7	0,9675	0,9361	8,5406	-0,33%	-0,66%	2036,21%	0,9521	0,9041	440,8516	0,42%	0,79%	-3,49%
25	A5+A6+A7+A8	0,9675	0,9360	0,7915	-0,34%	-0,67%	97,97%	0,9498	0,8990	452,4499	0,17%	0,22%	-0,95%
26	A6+A7	0,9474	0,8976	5,9234	-2,40%	-4,75%	1381,59%	0,9093	0,8262	593,5459	-4,10%	-7,90%	29,94%
27	A6+A7+A8	0,9419	0,8872	0,2855	-2,97%	-5,85%	-28,59%	0,9159	0,8383	572,4504	-3,39%	-6,55%	25,33%
28	A6+A7+A8+A9	0,9351	0,8745	4,0578	-3,67%	-7,20%	914,96%	0,9092	0,8217	601,1556	-4,10%	-8,40%	31,61%
29	A7+A8	0,8894	0,7910	9,3075	-8,38%	-16,06%	2228,05%	0,8376	0,6851	798,8745	-11,65%	-23,62%	74,90%
30	A7+A8+A9	0,8709	0,7585	3,3655	-10,28%	-19,51%	741,79%	0,8075	0,6346	860,6417	-14,83%	-29,26%	88,42%
31	A7+A8+A9+A10	0,8540	0,7293	7,9279	-12,03%	-22,61%	1882,98%	0,7649	0,5744	928,8205	-19,33%	-35,97%	103,34%
32	A8+A9	0,6088	0,3705	5,2382	-37,29%	-60,68%	1210,21%	0,2475	0,0605	1379,9975	-73,89%	-93,26%	202,12%
33	A8+A9+A10	0,5992	0,3590	7,1264	-38,28%	-61,91%	1682,48%	0,3554	0,0576	1382,0572	-62,51%	-93,57%	202,57%
34	A9+A10	0,4652	0,2163	14,5055	-52,08%	-77,05%	3528,20%	-0,0229	-0,0095	1430,4444	-102,41%	-101,06%	213,16%

Apêndice A-23: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília coif5

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9772	0,9548	3,7225	0,66%	1,33%	831,09%	0,9552	0,9104	426,1576	0,75%	1,49%	-6,70%
2	A2	0,9851	0,9705	5,0674	1,48%	2,99%	1167,49%	0,9665	0,9333	367,8039	1,94%	4,03%	-19,48%
3	A3	0,9953	0,9906	1,1115	2,53%	5,12%	178,02%	0,9904	0,9807	198,0317	4,46%	9,32%	-56,65%
4	A4	0,9930	0,9859	6,4747	2,29%	4,63%	1519,49%	0,9878	0,9757	221,8796	4,19%	8,77%	-51,42%
5	A5	0,9789	0,9582	0,5497	0,83%	1,68%	37,49%	0,9589	0,9195	404,0270	1,14%	2,50%	-11,55%
6	A6	0,9444	0,8919	8,1018	-2,71%	-5,36%	1926,47%	0,9273	0,8573	537,7251	-2,20%	-4,43%	17,72%
7	A7	0,9134	0,8343	3,7817	-5,91%	-11,47%	845,91%	0,8660	0,7429	721,8340	-8,66%	-17,18%	58,03%
8	A8	0,5550	0,3080	9,0123	-42,83%	-67,32%	2154,20%	0,0920	-0,0040	1426,5212	-90,29%	-100,44%	212,31%
9	A9	0,5158	0,2660	2,5522	-46,87%	-71,77%	538,37%	-0,1716	-0,0540	1461,6124	-118,09%	-106,02%	219,99%
10	A10	0,4361	0,1899	7,0291	-55,08%	-79,84%	1658,15%	-0,2037	-0,0321	1446,3617	-121,49%	-103,58%	216,65%
11	A1+A2	0,9803	0,9609	0,6445	0,98%	1,97%	61,20%	0,9593	0,9184	406,6650	1,18%	2,38%	-10,97%
12	A1+A2+A3	0,9850	0,9703	0,9253	1,47%	2,97%	131,43%	0,9679	0,9358	360,7927	2,09%	4,32%	-21,01%
13	A1+A2+A3+A4	0,9896	0,9794	0,4357	1,95%	3,93%	8,97%	0,9771	0,9540	305,2216	3,06%	6,35%	-33,18%
14	A2+A3	0,9913	0,9826	2,0411	2,11%	4,27%	410,52%	0,9797	0,9594	287,0360	3,33%	6,94%	-37,16%
15	A2+A3+A4	0,9950	0,9901	0,7139	2,50%	5,06%	78,57%	0,9883	0,9765	218,1767	4,24%	8,86%	-52,24%
16	A2+A3+A4+A5	0,9960	0,9920	3,6623	2,60%	5,27%	816,03%	0,9911	0,9823	189,5239	4,54%	9,50%	-58,51%
17	A3+A4	0,9973	0,9947	1,4683	2,74%	5,55%	123,14%	0,9938	0,9875	158,9861	4,81%	10,35%	-68,75%
18	A3+A4+A5	0,9966	0,9931	0,8921	2,66%	5,39%	101,86%	0,9896	0,9875	205,9910	4,38%	9,14%	-65,19%
19	A3+A4+A5+A6	0,9940	0,9881	0,8070	2,40%	4,85%	-79,52%	0,9853	0,9791	243,3960	3,92%	8,22%	-46,71%
20	A4+A5	0,9914	0,9828	0,0819	2,12%	4,30%	472,24%	0,9815	0,9630	273,8163	3,52%	7,35%	-40,05%
21	A4+A5+A6	0,9890	0,9781	2,2878	1,88%	3,80%	276,57%	0,9766	0,9512	314,6333	3,00%	6,03%	-31,12%
22	A4+A5+A6+A7	0,9839	0,9680	1,5055	1,35%	2,72%	962,95%	0,9572	0,9156	413,5676	0,96%	2,07%	-9,46%
23	A5+A6	0,9726	0,9460	4,2497	0,19%	0,38%	226,82%	0,9555	0,9120	422,2309	0,79%	1,67%	-7,56%
24	A5+A6+A7	0,9730	0,9468	1,3066	0,23%	0,47%	353,41%	0,9537	0,9071	433,9904	0,59%	1,12%	-4,99%
25	A5+A6+A7+A8	0,9698	0,9404	1,8128	-0,10%	-0,20%	552,50%	0,9215	0,8477	555,6655	-2,80%	-5,51%	21,65%
26	A6+A7	0,9533	0,9087	2,6087	-1,80%	-3,57%	491,76%	0,9179	0,8415	566,7469	-3,18%	-6,19%	24,08%
27	A6+A7+A8	0,9465	0,8958	2,3659	-2,50%	-4,94%	454,58%	0,9179	0,8365	575,6435	-3,18%	-6,75%	26,02%
28	A6+A7+A8+A9	0,9350	0,8743	2,2172	-3,68%	-7,23%	3803,06%	0,8527	0,7078	769,5454	-10,07%	-21,09%	68,48%
29	A7+A8	0,8862	0,7852	15,6044	-8,71%	-16,67%	4890,92%	0,8341	0,6851	798,8776	-12,03%	-23,63%	74,90%
30	A7+A8+A9	0,8839	0,7812	19,9537	-8,95%	-17,10%	1417,04%	0,7956	0,3759	1124,7637	-16,08%	-58,10%	146,24%
31	A7+A8+A9+A10	0,7342	0,5390	6,0651	-24,37%	-42,81%	2870,55%	0,2497	0,0622	1378,6934	-73,67%	-93,06%	201,83%
32	A8+A9	0,5863	0,3437	11,8763	-39,61%	-63,53%	749,77%	0,1498	0,0215	1408,3379	-84,19%	-97,61%	208,32%
33	A8+A9+A10	0,5571	0,3104	3,3974	-42,61%	-67,06%	-66,28%	-0,1699	-0,2587				249,69%
34	A9+A10	0,4801	0,2305	0,1348	-50,54%	-75,54%							

Apêndice A-24: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília bior1.1													
Nº	Combinação de Aproximações				Calibração				Validação				
	R²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R²	Δ Nash	Δ RMS	R²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R²	Δ Nash	Δ RMS	Δ RMS
1	0.9728	0.9464	2,6742	0.21%	0.43%	568,89%	0.9470	0.8945	462,3951	-0.11%	-0.28%	1,23%	1,23%
2	0.9688	0.9387	2,2941	-0.20%	-0.39%	473,81%	0.9439	0.8880	476,4376	-0.45%	-1.01%	4,31%	4,31%
3	0.9604	0.9223	0,2012	-1.07%	-2.13%	-49,67%	0.9409	0.8840	484,8994	-0.76%	-1.46%	6,16%	6,16%
4	0.9547	0.9111	8,0450	-1.66%	-3.31%	191,26%	0.9378	0.8787	495,7786	-1.09%	-2.04%	8,54%	8,54%
5	0.9350	0.8741	3,4861	-3.69%	-7.24%	771,95%	0.9337	0.8717	509,9175	-1.52%	-2.83%	11,64%	11,64%
6	0.8781	0.7710	3,4303	-9.55%	-18.18%	758,01%	0.8951	0.8006	635,7593	-5.59%	-10.76%	39,19%	39,19%
7	0.7663	0.5870	20,9553	-21.06%	-37.71%	514,45%	0.6349	0.3982	1104,4043	-33.04%	-55.61%	141,79%	141,79%
8	0.4911	0.2411	2,0077	-49.41%	-74.41%	402,17%	0.4114	0.1676	1298,9524	-56.61%	-81.32%	184,38%	184,38%
9	0.3617	0.1303	5,9361	-62.74%	-86.18%	1384,77%	0.3209	0.1021	1349,0839	-66.15%	-88.62%	195,35%	195,35%
10	0.3115	0.0970	1,7137	-67.91%	-89.71%	328,63%	0.2576	-0.0107	1431,2849	-72.83%	-101.19%	213,35%	213,35%
11	0.9699	0.9407	1,0330	-0.09%	-0.18%	158,39%	0.9461	0.8926	466,5721	-0.22%	-0.50%	2,15%	2,15%
12	0.9729	0.9465	9,9451	0.22%	0.44%	2387,51%	0.9532	0.9064	435,5592	0.54%	1.04%	-4,64%	-4,64%
13	0.9735	0.9477	4,6758	0.28%	0.57%	1069,53%	0.9563	0.9129	420,2220	0.87%	1.76%	-8,00%	-8,00%
14	0.9695	0.9399	1,4344	-0.13%	-0.26%	258,78%	0.9489	0.8986	453,2845	0.08%	0.17%	-0.76%	-0.76%
15	0.9698	0.9404	7,4870	-0.10%	-0.20%	1772,69%	0.9519	0.9043	440,5304	0.40%	0.80%	-3,56%	-3,56%
16	0.9734	0.9474	1,2138	0.27%	0.53%	203,59%	0.9594	0.9194	404,2452	1.19%	2.49%	-11,50%	-11,50%
17	0.9625	0.9264	2,2042	-0.85%	-1.70%	451,34%	0.9459	0.8939	463,8228	-0.23%	-0.36%	1,54%	1,54%
18	0.9613	0.9241	0,2329	-0.98%	-1.94%	-41,75%	0.9491	0.9007	448,7232	0.10%	0.40%	-1,76%	-1,76%
19	0.9571	0.9161	11,5840	-1.40%	-2.79%	2797,46%	0.9483	0.8992	451,9600	0.02%	0.24%	-1,05%	-1,05%
20	0.9559	0.9138	11,2789	-1.53%	-3.03%	2721,14%	0.9433	0.8895	473,1684	-0.51%	-0.84%	3,59%	3,59%
21	0.9456	0.8942	3,4856	-2.59%	-5.11%	771,84%	0.9396	0.8826	487,8530	-0.89%	-1.62%	6,80%	6,80%
22	0.9337	0.8717	11,5908	-3.82%	-7.49%	2799,16%	0.9231	0.8456	559,3774	-2.64%	-5.73%	22,46%	22,46%
23	0.9209	0.8477	18,6891	-5.14%	-10.05%	4574,61%	0.9247	0.8535	544,8444	-2.47%	-4.85%	19,28%	19,28%
24	0.9052	0.8191	35,5078	-6.75%	-13.08%	8781,39%	0.9007	0.8029	632,0204	-5.00%	-10.49%	38,37%	38,37%
25	0.8906	0.7931	5,9466	-8.26%	-15.83%	1387,39%	0.8831	0.7523	708,5651	-6.85%	-16.14%	55,12%	55,12%
26	0.8552	0.7313	8,1472	-11.91%	-22.39%	1937,81%	0.8415	0.7003	779,4484	-11.24%	-21.94%	70,64%	70,64%
27	0.8319	0.6921	1,2022	-14.30%	-26.56%	200,70%	0.8051	0.6105	888,4870	-15.08%	-31.94%	94,51%	94,51%
28	0.8084	0.6534	9,0024	-16.73%	-30.66%	2151,73%	0.7946	0.5792	923,5877	-16.19%	-35.44%	102,20%	102,20%
29	0.7210	0.5198	13,7567	-25.73%	-44.84%	3340,91%	0.5949	0.3380	1158,3669	-37.25%	-62.32%	153,60%	153,60%
30	0.6869	0.4713	36,6189	-29.24%	-49.99%	9059,31%	0.5664	0.3035	1188,1765	-40.26%	-66.17%	160,13%	160,13%
31	0.6481	0.4200	11,3676	-33.24%	-55.43%	2743,31%	0.5620	0.2953	1195,1266	-40.73%	-67.08%	161,65%	161,65%
32	0.4701	0.2209	9,4776	-51.57%	-76.56%	2270,57%	0.4038	0.1557	1308,2118	-57.41%	-82.65%	186,40%	186,40%
33	0.4506	0.2029	20,4373	-53.58%	-78.47%	5011,88%	0.3814	0.1398	1320,4715	-59.77%	-84.42%	189,09%	189,09%
34	0.3637	0.1322	3,8642	-62.54%	-85.97%	866,53%	0.3224	0.0938	1355,2500	-66.00%	-89.54%	196,70%	196,70%

Apêndice A-25: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília bior1.3

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9726	0,9460	0,4341	0,19%	0,38%	8,58%	0,9498	0,8998	450,7322	0,18%	0,30%	-1,32%
2	A2	0,9654	0,9321	1,0255	-0,55%	-1,09%	156,51%	0,9383	0,8774	498,5161	-1,04%	-2,19%	9,14%
3	A3	0,9560	0,9140	0,1208	-1,52%	-3,01%	-69,80%	0,9368	0,8755	502,2989	-1,19%	-2,40%	9,97%
4	A4	0,9535	0,9092	3,4708	-1,78%	-3,52%	768,14%	0,9311	0,8644	524,3238	-1,79%	-3,65%	14,79%
5	A5	0,9345	0,8733	0,8485	-3,73%	-7,32%	112,24%	0,9327	0,8699	513,5937	-1,62%	-3,03%	12,44%
6	A6	0,8811	0,7763	3,5126	-9,24%	-17,62%	778,59%	0,8907	0,7928	648,0814	-6,06%	-11,63%	41,88%
7	A7	0,7646	0,5846	14,0010	-21,23%	-37,96%	3402,00%	0,6384	0,4051	1098,1082	-32,66%	-54,84%	140,41%
8	A8	0,4831	0,2334	4,3334	-50,23%	-75,23%	983,89%	0,4054	0,1545	1309,1214	-57,24%	-82,78%	186,60%
9	A9	0,3626	0,1314	16,6176	-62,65%	-86,05%	4056,48%	0,3147	0,0938	1355,3068	-66,81%	-89,55%	196,71%
10	A10	0,3064	0,0938	22,4103	-68,43%	-90,05%	5505,38%	0,2553	-0,0274	1443,0801	-73,08%	-103,06%	215,93%
11	A1+A2	0,9690	0,9390	0,0006	-0,18%	-0,35%	-99,84%	0,9447	0,8895	473,2118	-0,36%	-0,84%	3,60%
12	A1+A2+A3	0,9690	0,9389	2,4276	-0,18%	-0,36%	507,21%	0,9462	0,8920	467,8352	-0,20%	-0,56%	2,42%
13	A1+A2+A3+A4	0,9710	0,9429	14,4336	0,03%	0,06%	3510,21%	0,9504	0,9009	448,2314	0,25%	0,42%	-1,87%
14	A2+A3	0,9677	0,9365	4,4724	-0,31%	-0,62%	1018,66%	0,9448	0,8897	472,7337	-0,34%	-0,82%	3,49%
15	A2+A3+A4	0,9683	0,9375	0,5640	-0,26%	-0,51%	41,06%	0,9471	0,8942	463,0887	-0,11%	-0,32%	1,38%
16	A2+A3+A4+A5	0,9729	0,9465	0,9383	0,22%	0,44%	134,69%	0,9551	0,9097	427,9314	0,74%	1,40%	-6,31%
17	A3+A4	0,9593	0,9202	8,0059	-1,18%	-2,35%	1902,47%	0,9402	0,8824	488,3062	-0,83%	-1,64%	6,90%
18	A3+A4+A5	0,9608	0,9231	8,8128	-1,02%	-2,04%	2104,29%	0,9466	0,8957	459,8755	-0,16%	-0,16%	0,68%
19	A3+A4+A5+A6	0,9582	0,9182	4,0269	-1,29%	-2,56%	907,22%	0,9467	0,8961	458,9873	-0,14%	-0,11%	0,49%
20	A4+A5	0,9512	0,9047	6,2630	-2,02%	-3,99%	1466,52%	0,9397	0,8827	487,5215	-0,88%	-1,60%	6,73%
21	A4+A5+A6	0,9459	0,8946	21,3277	-2,56%	-5,07%	5234,58%	0,9357	0,8752	502,9479	-1,30%	-2,44%	10,11%
22	A4+A5+A6+A7	0,9334	0,8712	6,2567	-3,85%	-7,54%	1464,95%	0,9183	0,8384	572,3180	-3,14%	-6,54%	25,30%
23	A5+A6	0,9256	0,8567	4,6398	-4,65%	-9,08%	1060,53%	0,9240	0,8537	544,6322	-2,55%	-4,84%	19,24%
24	A5+A6+A7	0,9076	0,8237	1,7483	-6,51%	-12,59%	337,30%	0,8990	0,8033	631,4056	-5,17%	-10,45%	38,23%
25	A5+A6+A7+A8	0,8979	0,8061	1,2544	-7,51%	-14,45%	213,75%	0,8838	0,7636	692,1619	-6,78%	-14,87%	51,53%
26	A6+A7	0,8546	0,7300	0,0863	-11,97%	-22,53%	-78,41%	0,8408	0,7034	775,3747	-11,31%	-21,59%	69,75%
27	A6+A7+A8	0,8375	0,7013	4,5336	-13,73%	-25,58%	1033,98%	0,8078	0,6292	866,9743	-14,79%	-29,86%	89,80%
28	A6+A7+A8+A9	0,8192	0,6710	5,1127	-15,62%	-28,80%	1178,81%	0,8088	0,5938	907,3715	-14,69%	-33,81%	98,65%
29	A7+A8	0,7375	0,5439	12,8623	-24,03%	-42,29%	3117,19%	0,6050	0,3495	1148,2979	-36,19%	-61,04%	151,39%
30	A7+A8+A9	0,7045	0,4962	14,7182	-27,43%	-47,34%	3581,39%	0,6074	0,3229	1171,5497	-35,94%	-64,01%	156,49%
31	A7+A8+A9+A10	0,6780	0,4597	6,5837	-30,15%	-51,22%	1546,75%	0,6011	0,3026	1188,9401	-36,60%	-66,27%	160,29%
32	A8+A9	0,4579	0,2096	15,0830	-52,83%	-77,75%	3672,63%	0,4212	0,1543	1309,2621	-55,57%	-82,80%	186,63%
33	A8+A9+A10	0,4489	0,2014	22,2031	-53,75%	-78,62%	5453,54%	0,4209	0,1503	1312,3826	-55,61%	-83,25%	187,32%
34	A9+A10	0,3530	0,1245	11,1077	-63,64%	-86,78%	2678,33%	0,3214	0,0743	1369,7961	-66,10%	-91,72%	199,89%

Apêndice A-26: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília bior1.5

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9722	0,9452	0,7316	0,15%	0,30%	82,98%	0,9483	0,8969	457,0412	0,02%	-0,01%	0,06%
2	A2	0,9643	0,9298	0,8354	-0,67%	-1,33%	108,96%	0,9360	0,8731	507,2455	-1,28%	-2,68%	11,05%
3	A3	0,9547	0,9115	11,3324	-1,65%	-3,28%	2734,51%	0,9322	0,8670	519,3031	-1,67%	-3,36%	13,69%
4	A4	0,9517	0,9057	8,2411	-1,96%	-3,88%	1961,30%	0,9289	0,8596	533,5363	-2,02%	-4,18%	16,81%
5	A5	0,9365	0,8771	2,2228	-3,53%	-6,92%	455,98%	0,9284	0,8616	529,5847	-2,08%	-3,95%	15,94%
6	A6	0,8818	0,7775	1,2285	-9,17%	-17,49%	207,27%	0,8824	0,7775	671,5908	-6,93%	-13,33%	47,03%
7	A7	0,7634	0,5828	2,3614	-21,36%	-38,15%	490,63%	0,6406	0,4091	1094,4295	-32,43%	-54,40%	139,60%
8	A8	0,4655	0,2166	5,9413	-52,04%	-77,02%	1386,07%	0,3983	0,1487	1313,5679	-57,99%	-83,42%	187,58%
9	A9	0,3460	0,1194	37,4469	-64,35%	-87,33%	9266,42%	0,3173	0,0951	1354,3373	-66,53%	-89,40%	196,50%
10	A10	0,3084	0,0950	8,0168	-68,24%	-89,91%	1905,19%	-0,2752	-0,0478	1457,2970	-129,02%	-105,32%	219,04%
11	A1+A2	0,9673	0,9357	6,4858	-0,36%	-0,71%	1522,27%	0,9420	0,8843	484,2583	-0,65%	-1,42%	6,02%
12	A1+A2+A3	0,9681	0,9372	0,5909	-0,27%	-0,55%	47,80%	0,9430	0,8859	480,8219	-0,53%	-1,24%	5,27%
13	A1+A2+A3+A4	0,9701	0,9410	2,3910	-0,07%	-0,14%	498,04%	0,9479	0,8956	460,1026	-0,02%	-0,17%	0,73%
14	A2+A3	0,9635	0,9283	2,0240	-0,75%	-1,49%	406,26%	0,9409	0,8824	488,3266	-0,76%	-1,64%	6,91%
15	A2+A3+A4	0,9687	0,9383	2,0267	-0,21%	-0,43%	406,94%	0,9465	0,8925	466,8503	-0,17%	-0,51%	2,21%
16	A2+A3+A4+A5	0,9709	0,9425	5,4841	0,01%	0,02%	1271,72%	0,9513	0,9030	443,3382	0,33%	0,66%	-2,94%
17	A3+A4	0,9592	0,9201	6,5420	-1,19%	-2,36%	1536,33%	0,9375	0,8765	500,3453	-1,12%	-2,29%	9,54%
18	A3+A4+A5	0,9615	0,9244	0,6607	-0,96%	-1,90%	65,25%	0,9430	0,8882	476,0655	-0,53%	-0,99%	4,22%
19	A3+A4+A5+A6	0,9585	0,9187	0,5682	-1,26%	-2,51%	42,11%	0,9405	0,8840	484,8849	-0,80%	-1,46%	6,15%
20	A4+A5	0,9521	0,9066	0,4536	-1,92%	-3,80%	13,47%	0,9362	0,8757	501,9869	-1,25%	-2,38%	9,90%
21	A4+A5+A6	0,9446	0,8923	4,7326	-2,69%	-5,31%	1083,74%	0,9319	0,8684	516,5146	-1,71%	-3,20%	13,08%
22	A4+A5+A6+A7	0,9368	0,8776	5,1061	-3,50%	-6,87%	1177,16%	0,9144	0,8316	584,1650	-3,55%	-7,29%	27,89%
23	A5+A6	0,9286	0,8623	0,9241	-4,34%	-8,49%	131,13%	0,9197	0,8459	558,8866	-2,99%	-5,70%	22,36%
24	A5+A6+A7	0,9128	0,8331	3,2606	-5,97%	-11,59%	715,56%	0,8949	0,7950	644,5973	-5,62%	-11,38%	41,12%
25	A5+A6+A7+A8	0,9006	0,8109	5,4527	-7,22%	-13,95%	1263,86%	0,8826	0,7653	689,7185	-6,91%	-14,69%	51,00%
26	A6+A7	0,8551	0,7305	19,0704	-11,92%	-22,48%	4669,98%	0,8397	0,6951	786,1178	-11,43%	-22,51%	72,10%
27	A6+A7+A8	0,8419	0,7087	20,1101	-13,27%	-24,80%	4930,03%	0,8045	0,6281	868,2428	-15,15%	-29,98%	90,08%
28	A6+A7+A8+A9	0,8254	0,6813	3,9633	-14,97%	-27,70%	891,32%	0,8115	0,6031	896,9281	-14,41%	-32,77%	96,36%
29	A7+A8	0,7436	0,5529	12,1324	-23,40%	-41,33%	2934,63%	0,6107	0,3574	1141,2994	-35,59%	-60,16%	149,86%
30	A7+A8+A9	0,7192	0,5172	0,4719	-25,91%	-45,11%	18,03%	0,6151	0,3156	1177,7854	-35,12%	-64,82%	157,85%
31	A7+A8+A9+A10	0,6840	0,4678	6,1001	-29,54%	-50,35%	1425,79%	0,6155	0,3085	1183,8594	-35,09%	-65,60%	159,18%
32	A8+A9	0,4461	0,1990	0,0443	-54,04%	-78,89%	-88,93%	0,4169	0,1457	1315,8935	-56,03%	-83,76%	188,09%
33	A8+A9+A10	0,4317	0,1863	6,7089	-55,53%	-80,23%	1578,08%	0,4171	0,1285	1329,0773	-56,01%	-85,67%	190,97%
34	A9+A10	0,3226	0,0960	94,0345	-66,77%	-89,82%	23420,39%	0,3046	0,0548	1384,1410	-67,87%	-93,89%	203,03%

Apêndice A-27: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília bior2.2

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9738	0,9483	0,4318	0,31%	0,63%	8,00%	0,9488	0,8982	454,1988	0,07%	0,13%	-0,56%
2	A2	0,9749	0,9505	3,5024	0,43%	0,86%	776,04%	0,9522	0,9047	439,5830	0,43%	0,85%	-3,76%
3	A3	0,9809	0,9621	14,0116	1,04%	2,10%	3404,65%	0,9621	0,9238	392,9888	1,47%	2,98%	-13,96%
4	A4	0,9860	0,9722	5,9093	1,57%	3,17%	1378,07%	0,9760	0,9520	311,9098	2,94%	6,12%	-31,71%
5	A5	0,9727	0,9462	0,1186	0,20%	0,41%	-70,34%	0,9494	0,9012	447,5211	0,14%	0,46%	-2,03%
6	A6	0,9457	0,8943	6,7854	-2,58%	-5,10%	1597,21%	0,9064	0,8208	602,7406	-4,39%	-8,51%	31,96%
7	A7	0,8775	0,7699	2,7303	-9,61%	-18,30%	582,91%	0,8244	0,6735	813,4837	-13,04%	-24,92%	78,09%
8	A8	0,4341	0,1883	14,6123	-55,28%	-80,02%	3554,91%	0,4448	0,0315	1401,0947	-53,09%	-96,49%	206,74%
9	A9	0,3932	0,1546	5,4650	-59,50%	-83,60%	1266,93%	0,1699	0,0005	1423,3575	-82,08%	-99,95%	211,61%
10	A10	0,4541	0,2062	8,6421	-53,22%	-78,12%	2061,62%	-0,2250	-0,1513	1527,6444	-123,73%	-116,87%	234,44%
11	A1+A2	0,9762	0,9530	2,0726	0,56%	1,13%	418,41%	0,9539	0,9077	432,4314	0,61%	1,19%	-5,33%
12	A1+A2+A3	0,9794	0,9593	1,0459	0,89%	1,80%	161,62%	0,9592	0,9186	406,1835	1,17%	2,40%	-11,08%
13	A1+A2+A3+A4	0,9845	0,9692	0,0403	1,41%	2,85%	-89,93%	0,9690	0,9379	354,8262	2,20%	4,55%	-22,32%
14	A2+A3	0,9797	0,9599	1,4268	0,92%	1,86%	256,87%	0,9607	0,9214	399,2536	1,33%	2,71%	-12,59%
15	A2+A3+A4	0,9858	0,9718	1,6779	1,55%	3,13%	319,68%	0,9723	0,9446	335,1619	2,55%	5,30%	-26,62%
16	A2+A3+A4+A5	0,9891	0,9784	2,0343	1,89%	3,82%	408,84%	0,9764	0,9531	308,3365	2,99%	6,25%	-32,50%
17	A3+A4	0,9877	0,9755	0,9348	1,74%	3,51%	133,81%	0,9768	0,9535	306,9535	3,03%	6,29%	-32,80%
18	A3+A4+A5	0,9902	0,9806	0,2965	2,01%	4,06%	-25,84%	0,9794	0,9590	288,3507	3,30%	6,90%	-36,87%
19	A3+A4+A5+A6	0,9895	0,9792	0,3226	1,93%	3,91%	-19,31%	0,9794	0,9589	288,6358	3,30%	6,89%	-36,81%
20	A4+A5	0,9869	0,9739	0,0865	1,66%	3,35%	-78,36%	0,9745	0,9495	319,9893	2,78%	5,84%	-29,95%
21	A4+A5+A6	0,9836	0,9674	2,6949	1,32%	2,66%	574,07%	0,9717	0,9435	338,3346	2,49%	5,18%	-25,93%
22	A4+A5+A6+A7	0,9779	0,9563	1,0257	0,74%	1,48%	156,54%	0,9647	0,9275	383,2281	1,75%	3,40%	-16,10%
23	A5+A6	0,9687	0,9384	1,6037	-0,21%	-0,42%	301,12%	0,9443	0,8905	471,1835	-0,40%	-0,74%	3,16%
24	A5+A6+A7	0,9617	0,9249	0,8460	-0,93%	-1,85%	111,61%	0,9330	0,8674	518,4399	-1,59%	-3,31%	13,50%
25	A5+A6+A7+A8	0,9473	0,8974	6,5444	-2,41%	-4,77%	1536,93%	0,9203	0,8358	576,9586	-2,93%	-6,83%	26,31%
26	A6+A7	0,9342	0,8727	0,7857	-3,77%	-7,39%	96,52%	0,8881	0,7880	655,4491	-6,33%	-12,15%	43,50%
27	A6+A7+A8	0,8931	0,7976	15,8176	-8,00%	-15,36%	3856,38%	0,8752	0,7341	734,1164	-7,69%	-18,17%	60,72%
28	A6+A7+A8+A9	0,8621	0,7431	0,2616	-11,20%	-21,14%	-34,57%	0,8567	0,6656	823,2461	-9,64%	-25,80%	80,23%
29	A7+A8	0,7762	0,6024	2,9864	-20,04%	-36,07%	646,98%	0,8059	0,5807	921,9461	-15,00%	-35,27%	101,84%
30	A7+A8+A9	0,7147	0,5106	30,1268	-26,38%	-45,82%	7435,47%	0,7826	0,4721	1034,4126	-17,45%	-47,37%	126,46%
31	A7+A8+A9+A10	0,7002	0,4902	8,6553	-27,87%	-47,98%	2064,91%	0,7415	0,4080	1095,4537	-21,79%	-54,52%	139,83%
32	A8+A9	0,4353	0,1893	22,1392	-55,16%	-79,91%	5437,57%	0,4786	0,0590	1381,0872	-49,52%	-93,43%	202,36%
33	A8+A9+A10	0,4529	0,2051	18,2050	-53,34%	-78,24%	4453,52%	0,3745	0,0561	1383,1997	-60,50%	-93,75%	202,82%
34	A9+A10	0,4482	0,2008	6,6153	-53,83%	-78,69%	1554,66%	0,0605	-0,0264	1442,3826	-93,62%	-102,94%	215,78%

Apêndice A-28: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília bior2.4

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9746	0,9499	0,6756	0,40%	0,80%	68,98%	0,9513	0,9025	444,6064	0,34%	0,60%	-2,66%
2	A2	0,9744	0,9496	0,1317	0,38%	0,77%	-67,07%	0,9509	0,9021	445,4540	0,30%	0,56%	-2,48%
3	A3	0,9812	0,9627	4,8742	1,07%	2,16%	1119,17%	0,9652	0,9301	376,5086	1,80%	3,68%	-17,57%
4	A4	0,9859	0,9721	0,2713	1,56%	3,16%	-32,13%	0,9785	0,9570	295,2967	3,20%	6,68%	-35,35%
5	A5	0,9731	0,9469	5,5353	0,24%	0,49%	1284,51%	0,9495	0,9016	446,6737	0,15%	0,50%	-2,21%
6	A6	0,9489	0,9005	3,5365	-2,25%	-4,44%	784,56%	0,9120	0,8304	586,2462	-3,80%	-7,43%	28,35%
7	A7	0,8833	0,7802	0,6543	-9,01%	-17,20%	63,65%	0,8345	0,6922	789,8925	-11,98%	-22,84%	72,93%
8	A8	0,4839	0,2341	13,3652	-50,15%	-75,16%	3242,97%	0,2980	0,0289	1403,0118	-68,57%	-96,78%	207,16%
9	A9	0,4326	0,1871	5,8951	-55,44%	-80,14%	1374,52%	0,2781	0,0503	1387,3986	-70,67%	-94,39%	203,74%
10	A10	0,3680	0,1354	8,3473	-62,09%	-85,63%	1987,88%	0,2087	0,0333	1399,7707	-77,99%	-96,28%	206,45%
11	A1+A2	0,9758	0,9521	9,5434	0,51%	1,03%	2287,04%	0,9542	0,9088	429,8829	0,64%	1,31%	-5,89%
12	A1+A2+A3	0,9796	0,9596	2,5728	0,91%	1,84%	543,51%	0,9620	0,9241	392,3177	1,47%	3,01%	-14,11%
13	A1+A2+A3+A4	0,9846	0,9694	1,7958	1,42%	2,87%	349,17%	0,9709	0,9418	343,4304	2,41%	4,99%	-24,81%
14	A2+A3	0,9799	0,9601	2,6356	0,94%	1,89%	559,22%	0,9629	0,9262	386,8744	1,57%	3,24%	-15,30%
15	A2+A3+A4	0,9855	0,9713	0,0715	1,52%	3,07%	-82,11%	0,9738	0,9477	325,7103	2,72%	5,64%	-28,69%
16	A2+A3+A4+A5	0,9889	0,9779	0,9199	1,87%	3,78%	130,08%	0,9790	0,9584	290,4450	3,26%	6,83%	-36,41%
17	A3+A4	0,9879	0,9759	2,0112	1,76%	3,56%	403,05%	0,9784	0,9566	296,6705	3,20%	6,63%	-35,05%
18	A3+A4+A5	0,9904	0,9809	2,1279	2,03%	4,10%	432,25%	0,9825	0,9652	265,6507	3,63%	7,59%	-41,84%
19	A3+A4+A5+A6	0,9902	0,9804	0,0170	2,00%	4,04%	-95,75%	0,9822	0,9643	268,8795	3,59%	7,50%	-41,13%
20	A4+A5	0,9868	0,9738	0,4488	1,66%	3,34%	12,25%	0,9780	0,9565	297,0815	3,16%	6,62%	-34,96%
21	A4+A5+A6	0,9850	0,9702	14,9856	1,47%	2,95%	3648,28%	0,9747	0,9492	320,8964	2,80%	5,81%	-29,75%
22	A4+A5+A6+A7	0,9794	0,9593	0,6241	0,89%	1,80%	56,11%	0,9680	0,9334	367,3083	2,10%	4,05%	-19,59%
23	A5+A6	0,9704	0,9417	1,3417	-0,04%	-0,07%	235,59%	0,9454	0,8927	466,3758	-0,29%	-0,49%	2,10%
24	A5+A6+A7	0,9600	0,9216	2,1441	-1,11%	-2,20%	436,30%	0,9334	0,8662	520,8359	-1,55%	-3,44%	14,03%
25	A5+A6+A7+A8	0,9526	0,9074	2,0927	-1,87%	-3,70%	423,44%	0,9307	0,8524	546,9009	-1,84%	-4,98%	19,73%
26	A6+A7	0,9384	0,8805	0,3446	-3,34%	-6,56%	-13,81%	0,8926	0,7957	643,4623	-5,85%	-11,30%	40,87%
27	A6+A7+A8	0,9135	0,8345	14,2301	-5,90%	-11,45%	3459,30%	0,8888	0,7711	681,1000	-6,25%	-14,04%	49,11%
28	A6+A7+A8+A9	0,8739	0,7626	68,1286	-9,98%	-19,08%	16940,67%	0,8793	0,6550	836,1814	-7,26%	-26,98%	83,06%
29	A7+A8	0,8279	0,6854	0,8274	-14,71%	-27,26%	106,96%	0,8109	0,5903	911,3033	-14,47%	-34,20%	99,51%
30	A7+A8+A9	0,7719	0,5958	11,2142	-20,49%	-36,78%	2704,95%	0,7973	0,4759	1030,6417	-15,91%	-46,94%	125,64%
31	A7+A8+A9+A10	0,7318	0,5354	0,3894	-24,62%	-43,18%	-2,59%	0,7309	0,3729	1127,4656	-22,91%	-58,44%	146,83%
32	A8+A9	0,4792	0,2296	1,2092	-50,64%	-75,63%	202,46%	0,2311	0,0307	1401,6739	-75,62%	-96,58%	206,87%
33	A8+A9+A10	0,4601	0,2117	3,4277	-52,61%	-77,54%	757,34%	-0,1056	-0,0162	1435,1526	-111,14%	-101,80%	214,20%
34	A9+A10	0,4330	0,1875	8,2583	-55,39%	-80,10%	1965,61%	-0,0733	-0,0098	1430,6414	-107,73%	-101,09%	213,21%

Apêndice A-29: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília bior2.6													
Nº	Combinação de Aproximações				Calibração				Validação				
	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	
1	A1	0,9742	0,9490	4,6471	0,35%	0,71%	1062,35%	0,9511	0,9022	445,2843	0,32%	0,57%	-2,51%
2	A2	0,9738	0,9483	4,1578	0,31%	0,63%	939,97%	0,9503	0,9014	446,9797	0,23%	0,49%	-2,14%
3	A3	0,9808	0,9619	5,1558	1,03%	2,08%	1189,59%	0,9671	0,9332	368,0009	2,01%	4,03%	-19,43%
4	A4	0,9854	0,9709	2,5281	1,50%	3,03%	532,34%	0,9778	0,9557	299,7580	3,14%	6,53%	-34,37%
5	A5	0,9743	0,9493	3,1413	0,37%	0,74%	685,71%	0,9490	0,9003	449,4678	0,10%	0,36%	-1,60%
6	A6	0,9504	0,9032	9,6213	-2,10%	-4,15%	2306,53%	0,9150	0,8351	578,0873	-3,49%	-6,91%	26,56%
7	A7	0,8787	0,7719	29,4733	-9,48%	-18,08%	7272,02%	0,8459	0,7080	769,3731	-10,77%	-21,08%	68,44%
8	A8	0,5978	0,3574	9,7185	-38,42%	-62,08%	2330,84%	0,3264	0,0803	1365,3208	-65,57%	-91,05%	198,91%
9	A9	0,3977	0,1582	10,7371	-59,03%	-83,22%	2585,61%	0,2264	0,0104	1416,2475	-76,12%	-98,84%	210,06%
10	A10	0,4222	0,1781	5,9354	-56,51%	-81,10%	1384,59%	-0,0353	-0,0120	1432,2185	-103,72%	-101,34%	213,55%
11	A1+A2	0,9750	0,9505	7,8981	0,43%	0,87%	1875,52%	0,9522	0,9046	439,7351	0,43%	0,84%	-3,73%
12	A1+A2+A3	0,9797	0,9598	1,1459	0,92%	1,85%	186,62%	0,9616	0,9232	394,5007	1,42%	2,91%	-13,63%
13	A1+A2+A3+A4	0,9838	0,9678	7,3101	1,34%	2,71%	1728,45%	0,9693	0,9388	352,0733	2,24%	4,66%	-22,92%
14	A2+A3	0,9794	0,9592	1,1014	0,89%	1,79%	175,48%	0,9634	0,9270	384,7056	1,62%	3,33%	-15,78%
15	A2+A3+A4	0,9855	0,9712	5,9665	1,52%	3,06%	1392,38%	0,9740	0,9479	325,0763	2,74%	5,66%	-28,83%
16	A2+A3+A4+A5	0,9887	0,9775	1,0576	1,84%	3,73%	164,53%	0,9797	0,9596	286,0756	3,33%	6,97%	-37,37%
17	A3+A4	0,9872	0,9746	0,8028	1,70%	3,42%	100,81%	0,9789	0,9576	293,1653	3,25%	6,75%	-35,82%
18	A3+A4+A5	0,9907	0,9816	0,6203	2,06%	4,16%	55,16%	0,9847	0,9693	249,3796	3,86%	8,05%	-45,40%
19	A3+A4+A5+A6	0,9898	0,9798	0,6335	1,96%	3,97%	58,44%	0,9835	0,9668	259,2204	3,73%	7,78%	-43,25%
20	A4+A5	0,9872	0,9745	2,5807	1,69%	3,42%	545,50%	0,9797	0,9596	286,1051	3,33%	6,97%	-37,36%
21	A4+A5+A6	0,9858	0,9718	1,7435	1,55%	3,12%	336,10%	0,9754	0,9506	316,3498	2,88%	5,97%	-30,74%
22	A4+A5+A6+A7	0,9796	0,9596	4,5475	0,91%	1,83%	1037,44%	0,9682	0,9331	368,2819	2,12%	4,01%	-19,37%
23	A5+A6	0,9695	0,9399	3,9075	-0,13%	-0,26%	877,37%	0,9444	0,8914	469,1784	-0,39%	-0,63%	2,72%
24	A5+A6+A7	0,9616	0,9247	4,8155	-0,94%	-1,87%	1104,48%	0,9353	0,8718	509,8352	-1,35%	-2,82%	11,62%
25	A5+A6+A7+A8	0,9514	0,9051	7,2162	-2,00%	-3,95%	1704,95%	0,9311	0,8479	555,1906	-1,80%	-5,48%	21,55%
26	A6+A7	0,9408	0,8851	3,7170	-3,09%	-6,07%	829,71%	0,8952	0,8000	636,6845	-5,58%	-10,82%	39,39%
27	A6+A7+A8	0,9150	0,8371	0,1026	-5,75%	-11,17%	-74,33%	0,8904	0,7645	690,8861	-6,09%	-14,78%	51,25%
28	A6+A7+A8+A9	0,8868	0,7864	3,2303	-8,65%	-16,55%	707,97%	0,8833	0,6886	794,4530	-6,83%	-23,24%	73,93%
29	A7+A8	0,8411	0,7074	2,2633	-13,36%	-24,93%	466,10%	0,8163	0,5959	905,0348	-13,90%	-33,57%	98,14%
30	A7+A8+A9	0,7875	0,6202	1,5747	-18,88%	-34,19%	293,86%	0,8018	0,4682	1038,1916	-15,43%	-47,80%	127,29%
31	A7+A8+A9+A10	0,7439	0,5533	4,3732	-23,37%	-41,28%	993,86%	0,7497	0,3646	1134,8274	-20,93%	-59,35%	148,45%
32	A8+A9	0,4770	0,2275	0,2828	-50,86%	-75,86%	-29,27%	0,1987	0,0274	1404,0582	-79,05%	-96,95%	207,39%
33	A8+A9+A10	0,5434	0,2952	10,4088	-44,03%	-68,68%	2503,51%	-0,0197	-0,0197	1437,6243	-102,08%	-102,19%	214,74%
34	A9+A10	0,4774	0,2279	9,5826	-50,82%	-75,82%	2296,85%	-0,1102	-0,0193	1437,3694	-111,62%	-102,15%	214,68%

Apêndice A-30: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília bior2.8

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9735	0,9477	6,5193	0,28%	0,57%	1530,63%	0,9501	0,8999	450,4023	0,21%	0,32%	-1,39%
2	A2	0,9730	0,9467	13,9469	0,23%	0,46%	3388,46%	0,9485	0,8981	454,4740	0,05%	0,11%	-0,50%
3	A3	0,9802	0,9608	2,6559	0,98%	1,96%	564,31%	0,9630	0,9253	389,1942	1,57%	3,14%	-14,79%
4	A4	0,9853	0,9708	5,4550	1,50%	3,02%	1264,42%	0,9769	0,9533	307,6471	3,04%	6,27%	-32,65%
5	A5	0,9745	0,9496	2,9595	0,38%	0,77%	640,24%	0,9499	0,9018	446,2516	0,19%	0,52%	-2,30%
6	A6	0,9500	0,9025	2,5631	-2,14%	-4,22%	541,10%	0,9153	0,8357	577,0372	-3,46%	-6,84%	26,33%
7	A7	0,8790	0,7727	0,3899	-9,45%	-18,00%	-2,46%	0,8514	0,7200	753,3702	-10,20%	-19,74%	64,93%
8	A8	0,5469	0,2991	1,1226	-43,66%	-68,26%	180,79%	0,0677	-0,0177	1436,2570	-92,86%	-101,97%	214,44%
9	A9	0,4186	0,1752	2,3963	-56,88%	-81,41%	499,37%	-0,0790	-0,0029	1425,7618	-108,34%	-100,32%	212,14%
10	A10	0,4553	0,2072	18,2243	-53,10%	-78,01%	4458,36%	0,0463	-0,0375	1450,1300	-95,11%	-104,18%	217,47%
11	A1+A2	0,9749	0,9504	2,4258	0,43%	0,86%	506,76%	0,9525	0,9055	437,6787	0,47%	0,94%	-4,18%
12	A1+A2+A3	0,9783	0,9571	5,6529	0,78%	1,56%	1313,94%	0,9590	0,9186	406,2154	1,15%	2,40%	-11,07%
13	A1+A2+A3+A4	0,9830	0,9662	0,6776	1,26%	2,53%	69,49%	0,9682	0,9363	359,3909	2,12%	4,37%	-21,32%
14	A2+A3	0,9775	0,9554	5,2334	0,69%	1,39%	1209,01%	0,9595	0,9196	403,7465	1,21%	2,51%	-11,61%
15	A2+A3+A4	0,9839	0,9680	2,0760	1,35%	2,72%	419,25%	0,9712	0,9423	341,9339	2,44%	5,04%	-25,14%
16	A2+A3+A4+A5	0,9878	0,9757	3,9727	1,75%	3,54%	893,66%	0,9781	0,9563	297,5027	3,17%	6,61%	-34,87%
17	A3+A4	0,9861	0,9724	2,9171	1,58%	3,19%	629,63%	0,9759	0,9512	314,4741	2,93%	6,04%	-31,15%
18	A3+A4+A5	0,9891	0,9783	6,8227	1,89%	3,82%	1606,53%	0,9829	0,9660	262,5683	3,68%	7,68%	-42,52%
19	A3+A4+A5+A6	0,9897	0,9794	2,0071	1,95%	3,94%	402,02%	0,9823	0,9646	267,8229	3,60%	7,53%	-41,37%
20	A4+A5	0,9874	0,9749	2,5825	1,71%	3,45%	545,96%	0,9796	0,9595	286,4208	3,32%	6,96%	-37,29%
21	A4+A5+A6	0,9844	0,9690	0,7928	1,40%	2,83%	98,29%	0,9749	0,9497	319,1937	2,83%	5,87%	-30,12%
22	A4+A5+A6+A7	0,9794	0,9592	12,3369	0,89%	1,79%	2985,76%	0,9677	0,9326	369,5686	2,07%	3,96%	-19,09%
23	A5+A6	0,9695	0,9400	2,9020	-0,13%	-0,25%	625,86%	0,9447	0,8920	467,8426	-0,36%	-0,56%	2,42%
24	A5+A6+A7	0,9611	0,9238	0,4812	-0,99%	-1,97%	20,36%	0,9359	0,8735	506,4234	-1,28%	-2,63%	10,87%
25	A5+A6+A7+A8	0,9516	0,9055	0,6891	-1,98%	-3,91%	72,36%	0,9320	0,8513	548,9291	-1,70%	-5,10%	20,18%
26	A6+A7	0,9350	0,8741	4,3427	-3,69%	-7,24%	986,22%	0,8931	0,7955	643,8659	-5,80%	-11,33%	40,96%
27	A6+A7+A8	0,9207	0,8477	0,9298	-5,16%	-10,04%	132,57%	0,8947	0,7800	667,7744	-5,63%	-13,05%	46,19%
28	A6+A7+A8+A9	0,8943	0,7998	14,3280	-7,87%	-15,13%	3483,78%	0,8766	0,6890	793,9802	-7,55%	-23,20%	73,82%
29	A7+A8	0,8507	0,7236	5,1254	-12,37%	-23,21%	1181,98%	0,8264	0,6049	894,8700	-12,83%	-32,57%	95,91%
30	A7+A8+A9	0,8005	0,6408	3,6506	-17,54%	-32,00%	813,10%	0,7853	0,4506	1055,2447	-17,17%	-49,77%	131,02%
31	A7+A8+A9+A10	0,7425	0,5512	18,1509	-23,52%	-41,51%	4439,99%	0,7620	0,3583	1140,4825	-19,63%	-60,06%	149,68%
32	A8+A9	0,5371	0,2884	2,6673	-44,68%	-69,39%	567,16%	0,0367	-0,0232	1440,1160	-96,13%	-102,59%	215,28%
33	A8+A9+A10	0,5847	0,3419	0,5858	-39,76%	-63,72%	46,52%	-0,1695	-0,1258	1510,6038	-117,88%	-114,02%	230,71%
34	A9+A10	0,4980	0,2480	14,0200	-48,70%	-73,68%	3406,75%	-0,0904	-0,0792	1479,0385	-109,53%	-108,83%	223,80%

Apêndice A-31: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília bior3.1

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9767	0,9539	6,7118	0,61%	1,23%	1578,80%	0,9539	0,9081	431,4824	0,61%	1,23%	-5,54%
2	A2	0,9818	0,9639	8,2013	1,14%	2,29%	1951,34%	0,9653	0,9301	376,4558	1,82%	3,68%	-17,58%
3	A3	0,9916	0,9834	0,6002	2,15%	4,35%	50,14%	0,9844	0,9687	251,7381	3,83%	7,99%	-44,89%
4	A4	0,9885	0,9771	6,1589	1,82%	3,68%	1440,49%	0,9803	0,9608	281,9731	3,39%	7,10%	-38,27%
5	A5	0,9602	0,9220	3,8624	-1,08%	-2,15%	866,08%	0,9290	0,8593	534,0904	-2,01%	-4,21%	16,93%
6	A6	0,8973	0,8050	17,1530	-7,56%	-14,57%	4190,40%	0,8732	0,7441	720,1514	-7,90%	-17,05%	57,66%
7	A7	0,7950	0,6321	0,9570	-18,10%	-32,93%	139,36%	0,4680	0,1783	1290,5868	-50,64%	-80,13%	182,55%
8	A8	0,5911	0,3493	1,9982	-39,11%	-62,93%	399,79%	0,3760	-0,0345	1448,0652	-60,34%	-103,85%	217,02%
9	A9	0,4225	0,1785	6,7976	-56,47%	-81,06%	1600,26%	0,0617	-0,2235	1574,7603	-93,49%	-124,91%	244,76%
10	A10	0,3027	0,0909	14,3171	-68,81%	-90,35%	3481,06%	0,0217	-0,2015	1560,5896	-97,71%	-122,47%	241,66%
11	A1+A2	0,9806	0,9617	0,8890	1,02%	2,05%	122,37%	0,9603	0,9206	401,1801	1,29%	2,62%	-12,17%
12	A1+A2+A3	0,9845	0,9693	4,9815	1,42%	2,86%	1146,00%	0,9703	0,9405	347,4118	2,35%	4,84%	-23,94%
13	A1+A2+A3+A4	0,9890	0,9782	0,0739	1,88%	3,80%	-81,52%	0,9774	0,9543	304,4147	3,09%	6,38%	-33,36%
14	A2+A3	0,9881	0,9762	0,5805	1,78%	3,60%	45,21%	0,9766	0,9533	307,6155	3,01%	6,27%	-32,65%
15	A2+A3+A4	0,9918	0,9837	5,3979	2,17%	4,39%	1250,16%	0,9831	0,9659	262,7413	3,69%	7,68%	-42,48%
16	A2+A3+A4+A5	0,9925	0,9851	2,7106	2,24%	4,53%	578,00%	0,9843	0,9683	253,3294	3,82%	7,94%	-44,54%
17	A3+A4	0,9946	0,9893	0,7654	2,46%	4,98%	91,44%	0,9885	0,9767	217,1830	4,26%	8,88%	-52,45%
18	A3+A4+A5	0,9922	0,9844	0,4617	2,20%	4,46%	15,48%	0,9841	0,9679	255,0115	3,79%	7,90%	-44,17%
19	A3+A4+A5+A6	0,9879	0,9759	0,8726	1,76%	3,56%	118,26%	0,9776	0,9534	307,4329	3,11%	6,28%	-32,69%
20	A4+A5	0,9845	0,9693	0,1686	1,42%	2,86%	-57,82%	0,9697	0,9394	350,5157	2,28%	4,72%	-23,26%
21	A4+A5+A6	0,9763	0,9531	1,5318	0,57%	1,14%	283,13%	0,9605	0,9177	408,3224	1,31%	2,30%	-10,61%
22	A4+A5+A6+A7	0,9660	0,9331	5,7340	-0,49%	-0,98%	1334,23%	0,9403	0,8835	485,9845	-0,82%	-1,52%	6,40%
23	A5+A6	0,9502	0,9028	5,3364	-2,12%	-4,19%	1234,77%	0,9293	0,8519	547,9859	-1,98%	-5,04%	19,97%
24	A5+A6+A7	0,9404	0,8844	1,2814	-3,12%	-6,15%	220,51%	0,8961	0,8024	632,9032	-5,49%	-10,56%	38,56%
25	A5+A6+A7+A8	0,9138	0,8350	0,6829	-5,87%	-11,39%	70,82%	0,8469	0,7147	760,4488	-10,67%	-20,33%	66,48%
26	A6+A7	0,8914	0,7946	10,0464	-8,17%	-15,67%	2412,85%	0,8164	0,6662	822,5659	-13,89%	-25,74%	80,08%
27	A6+A7+A8	0,8598	0,7392	16,8600	-11,43%	-21,56%	4117,10%	0,7785	0,5959	905,0352	-17,89%	-33,57%	98,14%
28	A6+A7+A8+A9	0,7849	0,6160	22,6878	-19,14%	-34,63%	5574,78%	0,7174	0,4236	1080,8462	-24,33%	-52,77%	136,63%
29	A7+A8	0,7255	0,5263	4,4728	-25,27%	-44,15%	1018,76%	0,3830	-0,0004	1423,9784	-59,60%	-100,04%	211,75%
30	A7+A8+A9	0,7290	0,5314	3,1308	-24,91%	-43,61%	683,09%	0,3750	0,0489	1388,4326	-60,44%	-94,55%	203,97%
31	A7+A8+A9+A10	0,6875	0,4721	1,0457	-29,18%	-49,91%	161,54%	0,5162	0,1121	1341,5435	-45,56%	-87,51%	193,70%
32	A8+A9	0,5085	0,2585	4,5673	-47,61%	-72,56%	1042,40%	0,3273	-0,0681	1471,3998	-65,47%	-107,59%	222,13%
33	A8+A9+A10	0,3223	0,1038	7,5333	-66,80%	-88,98%	1784,27%	0,0539	-0,3235	1637,8926	-94,31%	-136,06%	258,58%
34	A9+A10	0,2757	0,0758	29,2994	-71,60%	-91,96%	7228,51%	0,5234	0,1335	1325,2480	-44,79%	-85,12%	190,13%

Apêndice A-32: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília bior3.3

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9769	0,9543	0,4963	0,63%	1,27%	24,13%	0,9543	0,9087	430,2788	0,66%	1,29%	-5,80%
2	A2	0,9806	0,9616	0,2129	1,01%	2,04%	-46,76%	0,9613	0,9228	395,4965	1,39%	2,87%	-13,41%
3	A3	0,9914	0,9828	5,0836	2,12%	4,29%	1171,52%	0,9862	0,9722	237,5310	4,02%	8,37%	-48,00%
4	A4	0,9911	0,9824	0,4958	2,10%	4,25%	24,01%	0,9845	0,9691	250,1810	3,83%	8,03%	-45,23%
5	A5	0,9734	0,9475	0,2136	0,27%	0,55%	-46,57%	0,9526	0,9067	434,9442	0,47%	1,07%	-4,78%
6	A6	0,9328	0,8700	5,2087	-3,91%	-7,68%	1202,83%	0,9168	0,8379	573,1825	-3,30%	-6,59%	25,49%
7	A7	0,8924	0,7965	0,4213	-8,07%	-15,48%	5,38%	0,7980	0,6236	873,4817	-15,83%	-30,49%	91,23%
8	A8	0,5825	0,3392	3,3360	-40,00%	-64,00%	734,41%	0,2184	0,0061	1419,3413	-76,97%	-99,32%	210,73%
9	A9	0,4965	0,2464	25,7718	-48,85%	-73,86%	6346,16%	0,5565	0,2966	1194,0360	-41,31%	-66,94%	161,41%
10	A10	0,2865	0,0818	30,9324	-70,48%	-91,31%	7636,97%	0,3202	0,0057	1419,6561	-66,23%	-99,37%	210,80%
11	A1+A2	0,9792	0,9588	4,4714	0,87%	1,75%	1018,40%	0,9588	0,9170	410,2612	1,12%	2,22%	-10,18%
12	A1+A2+A3	0,9849	0,9701	2,3503	1,46%	2,95%	487,87%	0,9702	0,9401	348,4859	2,34%	4,80%	-23,71%
13	A1+A2+A3+A4	0,9890	0,9781	0,8452	1,88%	3,80%	111,40%	0,9772	0,9539	305,5175	3,07%	6,34%	-33,11%
14	A2+A3	0,9879	0,9760	0,5925	1,77%	3,57%	48,21%	0,9773	0,9543	304,3191	3,08%	6,38%	-33,38%
15	A2+A3+A4	0,9919	0,9838	0,0875	2,18%	4,40%	-78,11%	0,9836	0,9671	258,0565	3,75%	7,81%	-43,50%
16	A2+A3+A4+A5	0,9933	0,9866	1,9227	2,32%	4,70%	380,92%	0,9866	0,9730	233,7348	4,06%	8,47%	-48,83%
17	A3+A4	0,9951	0,9903	3,5291	2,51%	5,09%	782,71%	0,9915	0,9830	185,6542	4,58%	9,58%	-59,36%
18	A3+A4+A5	0,9950	0,9900	3,8148	2,50%	5,06%	854,18%	0,9903	0,9807	197,9713	4,45%	9,32%	-56,66%
19	A3+A4+A5+A6	0,9929	0,9858	1,2551	2,28%	4,62%	213,92%	0,9862	0,9723	236,8226	4,02%	8,39%	-48,15%
20	A4+A5	0,9893	0,9787	1,2365	1,91%	3,86%	209,29%	0,9785	0,9573	294,2201	3,21%	6,71%	-35,59%
21	A4+A5+A6	0,9847	0,9696	8,7943	1,44%	2,90%	2099,67%	0,9723	0,9449	334,1940	2,55%	5,33%	-26,84%
22	A4+A5+A6+A7	0,9802	0,9608	4,9696	0,97%	1,96%	1143,03%	0,9663	0,9309	374,3471	1,92%	3,77%	-18,04%
23	A5+A6	0,9693	0,9393	22,6742	-0,16%	-0,32%	5571,39%	0,9482	0,8957	459,7456	0,01%	-0,15%	0,65%
24	A5+A6+A7	0,9645	0,9302	3,5154	-0,65%	-1,28%	779,29%	0,9418	0,8867	479,1347	-0,66%	-1,15%	4,90%
25	A5+A6+A7+A8	0,9498	0,9020	6,0495	-2,16%	-4,28%	1413,14%	0,9231	0,8463	558,0743	-2,64%	-5,65%	22,18%
26	A6+A7	0,9312	0,8671	2,1937	-4,08%	-7,98%	448,69%	0,9088	0,8161	610,5149	-4,14%	-9,02%	33,66%
27	A6+A7+A8	0,9155	0,8381	7,6712	-5,69%	-11,06%	1818,77%	0,8770	0,7662	688,4420	-7,50%	-14,59%	50,72%
28	A6+A7+A8+A9	0,8982	0,8067	4,7883	-7,47%	-14,39%	1097,68%	0,8444	0,7027	776,2910	-10,94%	-21,67%	69,95%
29	A7+A8	0,8039	0,6462	3,8717	-17,19%	-31,43%	868,40%	0,6759	0,4486	1057,1998	-28,71%	-49,99%	131,45%
30	A7+A8+A9	0,7800	0,6083	7,5157	-19,65%	-35,44%	1779,86%	0,6316	0,3975	1105,1264	-33,38%	-55,69%	141,94%
31	A7+A8+A9+A10	0,7791	0,6069	12,5248	-19,75%	-35,60%	3032,76%	0,6035	0,3601	1138,8971	-36,35%	-59,86%	149,34%
32	A8+A9	0,5694	0,3242	0,7203	-41,35%	-65,60%	80,18%	0,3981	0,1216	1334,3367	-58,01%	-86,44%	192,12%
33	A8+A9+A10	0,5359	0,2871	0,0248	-44,80%	-69,53%	-93,80%	0,2447	-0,0254	1441,6926	-74,19%	-102,84%	215,63%
34	A9+A10	0,3792	0,1435	6,3024	-60,94%	-84,77%	1476,38%	0,2347	0,0264	1404,8041	-75,25%	-97,06%	207,55%

Apêndice A-33: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília bior3.5

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9768	0,9541	2,0358	0,62%	1,25%	409,20%	0,9538	0,9076	432,7492	0,60%	1,17%	-5,26%
2	A2	0,9797	0,9597	3,3232	0,92%	1,84%	731,22%	0,9591	0,9184	406,6715	1,16%	2,38%	-10,97%
3	A3	0,9917	0,9835	0,5677	2,16%	4,37%	42,00%	0,9844	0,9683	253,5894	3,83%	7,94%	-44,48%
4	A4	0,9907	0,9815	2,3032	2,06%	4,16%	476,08%	0,9831	0,9664	260,8720	3,69%	7,73%	-42,89%
5	A5	0,9745	0,9497	3,6349	0,39%	0,78%	809,19%	0,9598	0,9209	400,3323	1,23%	2,66%	-12,36%
6	A6	0,9480	0,8987	3,1648	-2,34%	-4,63%	691,59%	0,9219	0,8498	551,8465	-2,76%	-5,27%	20,81%
7	A7	0,9034	0,8160	5,3020	-6,94%	-13,41%	1226,17%	0,8609	0,7281	742,3701	-9,19%	-18,84%	62,53%
8	A8	0,4396	0,1932	7,8928	-54,71%	-79,50%	1874,19%	0,2197	-0,0087	1429,8913	-76,83%	-100,97%	213,04%
9	A9	0,4711	0,2219	7,7966	-51,47%	-76,45%	1850,13%	0,2278	-0,0301	1444,9838	-75,97%	-103,36%	216,35%
10	A10	0,5583	0,3117	0,5753	-42,48%	-66,92%	43,90%	0,0028	-0,0574	1464,0181	-99,70%	-106,40%	220,51%
11	A1+A2	0,9801	0,9605	1,1202	0,96%	1,93%	180,20%	0,9593	0,9186	406,1817	1,18%	2,40%	-11,08%
12	A1+A2+A3	0,9830	0,9664	2,1379	1,27%	2,55%	434,73%	0,9646	0,9288	379,7937	1,74%	3,54%	-16,85%
13	A1+A2+A3+A4	0,9884	0,9768	4,7637	1,81%	3,66%	1091,53%	0,9746	0,9490	321,4457	2,80%	5,79%	-29,63%
14	A2+A3	0,9877	0,9756	0,1330	1,75%	3,53%	-66,74%	0,9753	0,9503	317,4984	2,87%	5,93%	-30,49%
15	A2+A3+A4	0,9919	0,9838	0,6070	2,18%	4,40%	51,84%	0,9830	0,9657	263,5834	3,68%	7,65%	-42,29%
16	A2+A3+A4+A5	0,9937	0,9875	1,8811	2,37%	4,80%	370,51%	0,9865	0,9730	234,1043	4,06%	8,46%	-48,75%
17	A3+A4	0,9946	0,9893	5,0317	2,46%	4,98%	1158,56%	0,9895	0,9790	206,4754	4,37%	9,13%	-54,80%
18	A3+A4+A5	0,9952	0,9904	1,1147	2,52%	5,11%	178,80%	0,9910	0,9821	190,5892	4,53%	9,48%	-58,27%
19	A3+A4+A5+A6	0,9922	0,9845	1,9476	2,21%	4,48%	387,15%	0,9876	0,9753	223,6480	4,17%	8,72%	-51,04%
20	A4+A5	0,9897	0,9795	5,2979	1,95%	3,94%	1225,13%	0,9799	0,9601	284,4854	3,35%	7,02%	-37,72%
21	A4+A5+A6	0,9855	0,9713	1,8808	1,52%	3,07%	370,44%	0,9747	0,9500	318,2267	2,81%	5,90%	-30,33%
22	A4+A5+A6+A7	0,9805	0,9614	0,4212	1,00%	2,02%	5,35%	0,9706	0,9389	351,9604	2,37%	4,66%	-22,95%
23	A5+A6	0,9734	0,9475	0,0732	0,27%	0,55%	-81,70%	0,9541	0,9083	431,1031	0,63%	1,25%	-5,62%
24	A5+A6+A7	0,9673	0,9356	3,4614	-0,36%	-0,71%	765,77%	0,9510	0,9030	443,3969	0,31%	0,66%	-2,93%
25	A5+A6+A7+A8	0,9611	0,9237	5,9701	-1,00%	-1,98%	1393,27%	0,9327	0,8651	522,8834	-1,62%	-3,56%	14,47%
26	A6+A7	0,9498	0,9021	0,7446	-2,16%	-4,27%	86,25%	0,9163	0,8365	575,7468	-3,35%	-6,76%	26,05%
27	A6+A7+A8	0,9200	0,8464	15,6235	-5,23%	-10,19%	3807,82%	0,8890	0,7722	679,5662	-6,24%	-13,92%	48,78%
28	A6+A7+A8+A9	0,9056	0,8200	11,6864	-6,71%	-12,98%	2823,06%	0,8733	0,7462	717,2848	-7,89%	-16,82%	57,03%
29	A7+A8	0,8702	0,7571	12,7483	-10,36%	-19,65%	3088,66%	0,7089	0,4938	1012,9224	-25,23%	-44,95%	121,76%
30	A7+A8+A9	0,8509	0,7240	5,6909	-12,35%	-23,17%	1323,44%	0,7216	0,5138	992,7106	-23,89%	-42,72%	117,33%
31	A7+A8+A9+A10	0,8155	0,6650	1,7295	-16,00%	-29,43%	332,59%	0,7126	0,4918	1014,9634	-24,84%	-45,18%	122,20%
32	A8+A9	0,5283	0,2791	8,9782	-45,58%	-70,39%	2145,68%	0,4062	0,1519	1311,1292	-57,16%	-83,07%	187,04%
33	A8+A9+A10	0,5810	0,3375	5,9719	-40,15%	-64,18%	1393,71%	0,4231	0,1784	1290,4676	-55,37%	-80,11%	182,52%
34	A9+A10	0,4244	0,1801	4,5294	-56,28%	-80,89%	1032,91%	0,1071	-0,1018	1494,4172	-88,70%	-111,35%	227,17%

Apêndice A-34: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília bior3.7													
Nº	Combinação de Aproximações				Calibração				Validação				
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9748	0,9503	2,2391	0,42%	0,84%	460,06%	0,9518	0,9035	442,2505	0,39%	0,72%	-3,18%
2	A2	0,9814	0,9631	0,6318	1,10%	2,21%	58,03%	0,9609	0,9217	398,2670	1,35%	2,75%	-12,81%
3	A3	0,9911	0,9823	1,1909	2,10%	4,24%	197,89%	0,9803	0,9602	284,0037	3,40%	7,04%	-37,82%
4	A4	0,9910	0,9822	0,6165	2,09%	4,23%	54,20%	0,9826	0,9654	264,7627	3,64%	7,62%	-42,04%
5	A5	0,9774	0,9553	6,7131	0,68%	1,37%	1579,12%	0,9612	0,9239	392,8086	1,38%	2,99%	-14,00%
6	A6	0,9473	0,8974	3,3348	-2,41%	-4,77%	734,12%	0,9259	0,8567	538,9753	-2,34%	-4,50%	18,00%
7	A7	0,9117	0,8312	4,5296	-6,08%	-11,79%	1032,96%	0,8757	0,7532	707,2521	-7,64%	-16,04%	54,84%
8	A8	0,4576	0,2094	7,2042	-52,86%	-77,78%	1701,94%	0,1362	-0,0654	1469,5186	-85,64%	-107,29%	221,72%
9	A9	0,4356	0,1895	29,2294	-55,13%	-79,89%	7211,02%	0,2202	0,0367	1397,3189	-76,77%	-95,91%	205,91%
10	A10	0,5922	0,3506	14,0217	-39,00%	-62,79%	3407,19%	-0,3055	-0,1170	1504,7176	-132,23%	-113,05%	229,42%
11	A1+A2	0,9796	0,9596	2,3668	0,91%	1,83%	491,99%	0,9582	0,9164	411,6131	1,07%	2,16%	-9,89%
12	A1+A2+A3	0,9826	0,9656	0,4983	1,22%	2,47%	24,65%	0,9640	0,9282	381,4140	1,68%	3,47%	-16,50%
13	A1+A2+A3+A4	0,9888	0,9777	5,7440	1,86%	3,75%	1336,72%	0,9758	0,9513	314,1015	2,92%	6,05%	-31,23%
14	A2+A3	0,9877	0,9756	1,0248	1,75%	3,53%	156,33%	0,9731	0,9459	331,1428	2,64%	5,44%	-27,50%
15	A2+A3+A4	0,9919	0,9839	1,3201	2,18%	4,41%	230,19%	0,9826	0,9651	266,0502	3,64%	7,58%	-41,75%
16	A2+A3+A4+A5	0,9936	0,9873	0,7403	2,35%	4,77%	85,16%	0,9863	0,9727	235,4255	4,03%	8,43%	-48,46%
17	A3+A4	0,9946	0,9893	1,2312	2,46%	4,98%	207,95%	0,9888	0,9776	213,1295	4,29%	8,98%	-53,34%
18	A3+A4+A5	0,9955	0,9911	1,6250	2,55%	5,17%	306,44%	0,9904	0,9809	196,7319	4,47%	9,35%	-56,93%
19	A3+A4+A5+A6	0,9933	0,9867	2,7090	2,33%	4,71%	577,58%	0,9875	0,9751	224,7050	4,15%	8,70%	-50,81%
20	A4+A5	0,9899	0,9798	0,0643	1,97%	3,98%	-83,92%	0,9808	0,9619	277,7587	3,45%	7,23%	-39,19%
21	A4+A5+A6	0,9871	0,9743	1,7598	1,68%	3,39%	340,16%	0,9755	0,9516	313,1199	2,89%	6,08%	-31,45%
22	A4+A5+A6+A7	0,9824	0,9652	0,0508	1,20%	2,43%	-87,30%	0,9707	0,9402	348,0758	2,39%	4,81%	-23,80%
23	A5+A6	0,9743	0,9493	0,0223	0,37%	0,74%	-94,42%	0,9576	0,9161	412,4361	1,00%	2,12%	-9,71%
24	A5+A6+A7	0,9690	0,9390	8,5625	-0,18%	-0,35%	2041,68%	0,9529	0,9067	434,7823	0,51%	1,08%	-4,81%
25	A5+A6+A7+A8	0,9592	0,9201	0,4847	-1,19%	-2,36%	21,24%	0,9416	0,8760	501,4287	-0,69%	-2,35%	9,78%
26	A6+A7	0,9500	0,9025	3,6251	-2,14%	-4,23%	806,72%	0,9192	0,8436	563,0173	-3,05%	-5,96%	23,26%
27	A6+A7+A8	0,9433	0,8899	2,8589	-2,82%	-5,57%	615,09%	0,8841	0,7775	671,6284	-6,75%	-13,33%	47,04%
28	A6+A7+A8+A9	0,9288	0,8627	2,0772	-4,32%	-8,45%	419,55%	0,8758	0,7550	704,7358	-7,62%	-15,84%	54,29%
29	A7+A8	0,8891	0,7904	3,6900	-8,41%	-16,12%	822,95%	0,7594	0,5664	937,4806	-19,90%	-36,86%	105,24%
30	A7+A8+A9	0,8418	0,7085	1,0773	-13,29%	-24,81%	169,47%	0,7542	0,5402	965,4341	-20,45%	-39,79%	111,36%
31	A7+A8+A9+A10	0,8299	0,6881	9,6592	-14,51%	-26,98%	2316,00%	0,7389	0,5221	984,2257	-22,07%	-41,80%	115,47%
32	A8+A9	0,5100	0,2600	0,2233	-47,47%	-72,41%	-44,14%	0,4488	0,2002	1273,2735	-52,66%	-77,69%	178,76%
33	A8+A9+A10	0,4794	0,2297	19,6317	-50,61%	-75,62%	4810,38%	0,2230	0,0393	1395,4344	-76,48%	-95,62%	205,50%
34	A9+A10	0,4930	0,2430	17,0986	-49,21%	-74,22%	4176,78%	0,2479	0,0420	1393,4892	-73,85%	-95,32%	205,07%

Apêndice A-35: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília bior3.9

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9748	0,9502	0,4513	0,42%	0,84%	12,89%	0,9499	0,9003	449,5648	0,19%	0,36%	-1,58%
2	A2	0,9810	0,9624	1,3673	1,06%	2,13%	242,00%	0,9609	0,9217	398,2918	1,35%	2,75%	-12,80%
3	A3	0,9919	0,9839	0,2404	2,18%	4,41%	-39,86%	0,9840	0,9678	255,5426	3,79%	7,88%	-44,05%
4	A4	0,9911	0,9823	6,4148	2,10%	4,24%	1504,51%	0,9837	0,9675	256,5142	3,75%	7,86%	-43,84%
5	A5	0,9780	0,9564	4,2920	0,74%	1,50%	973,54%	0,9631	0,9276	383,0828	1,59%	3,40%	-16,13%
6	A6	0,9551	0,9121	5,7959	-1,62%	-3,20%	1349,71%	0,9258	0,8570	538,3373	-2,36%	-4,46%	17,86%
7	A7	0,9087	0,8258	7,4369	-6,39%	-12,37%	1760,15%	0,8794	0,7612	695,6507	-7,24%	-15,14%	52,30%
8	A8	0,5784	0,3345	5,4929	-40,42%	-64,50%	1273,91%	0,2728	0,0344	1399,0182	-71,23%	-96,17%	206,28%
9	A9	0,4706	0,2211	0,5078	-51,52%	-76,54%	27,01%	0,2897	0,0837	1362,7820	-69,44%	-90,66%	198,35%
10	A10	0,3143	0,0980	37,9235	-67,62%	-89,60%	9385,62%	-0,1325	-0,0181	1436,5310	-113,97%	-102,02%	214,50%
11	A1+A2	0,9784	0,9572	1,5567	0,78%	1,58%	289,38%	0,9579	0,9161	412,4702	1,03%	2,12%	-9,70%
12	A1+A2+A3	0,9832	0,9667	1,5896	1,28%	2,58%	297,60%	0,9664	0,9328	369,0819	1,93%	3,98%	-19,20%
13	A1+A2+A3+A4	0,9875	0,9751	0,2487	1,72%	3,48%	-37,79%	0,9748	0,9495	319,9989	2,81%	5,84%	-29,94%
14	A2+A3	0,9871	0,9744	5,2859	1,68%	3,40%	1222,13%	0,9745	0,9492	320,9480	2,79%	5,81%	-29,74%
15	A2+A3+A4	0,9919	0,9839	7,9754	2,18%	4,41%	1894,86%	0,9836	0,9672	257,9000	3,74%	7,82%	-43,54%
16	A2+A3+A4+A5	0,9938	0,9876	0,2971	2,37%	4,81%	-25,70%	0,9874	0,9747	226,4471	4,14%	8,65%	-50,42%
17	A3+A4	0,9954	0,9908	1,8270	2,54%	5,14%	356,98%	0,9915	0,9831	185,1427	4,58%	9,59%	-59,47%
18	A3+A4+A5	0,9957	0,9915	0,0383	2,57%	5,22%	-90,42%	0,9920	0,9841	179,5453	4,63%	9,70%	-60,69%
19	A3+A4+A5+A6	0,9939	0,9878	0,2759	2,38%	4,82%	-30,98%	0,9891	0,9784	209,4005	4,33%	9,06%	-54,16%
20	A4+A5	0,9901	0,9802	10,9077	1,99%	4,02%	2628,28%	0,9823	0,9648	267,2677	3,61%	7,55%	-41,49%
21	A4+A5+A6	0,9873	0,9748	1,6588	1,71%	3,45%	314,91%	0,9788	0,9580	291,9060	3,24%	6,79%	-36,09%
22	A4+A5+A6+A7	0,9825	0,9653	1,2136	1,21%	2,44%	203,56%	0,9743	0,9466	328,9634	2,76%	5,52%	-27,98%
23	A5+A6	0,9748	0,9502	5,0324	0,42%	0,84%	1158,74%	0,9587	0,9186	406,2497	1,12%	2,40%	-11,06%
24	A5+A6+A7	0,9709	0,9426	3,5242	0,01%	0,03%	781,50%	0,9520	0,9045	439,9131	0,42%	0,83%	-3,69%
25	A5+A6+A7+A8	0,9670	0,9352	2,7691	-0,38%	-0,76%	592,63%	0,9412	0,8795	494,2405	-0,73%	-1,96%	8,20%
26	A6+A7	0,9429	0,8890	17,6881	-2,87%	-5,66%	4324,24%	0,9189	0,8373	574,1895	-3,08%	-6,66%	25,71%
27	A6+A7+A8	0,9359	0,8759	6,5799	-3,59%	-7,05%	1545,79%	0,8930	0,7914	650,1830	-5,82%	-11,78%	42,34%
28	A6+A7+A8+A9	0,9190	0,8445	0,2976	-5,33%	-10,38%	-25,57%	0,8867	0,7626	693,6349	-6,48%	-14,99%	51,86%
29	A7+A8	0,8710	0,7586	7,0000	-10,28%	-19,50%	1650,88%	0,7826	0,5977	902,9712	-17,45%	-33,37%	97,69%
30	A7+A8+A9	0,8838	0,7810	9,8654	-8,96%	-17,13%	2367,60%	0,8003	0,6235	873,5318	-15,59%	-30,49%	91,24%
31	A7+A8+A9+A10	0,8745	0,7648	1,9974	-9,91%	-18,84%	399,60%	0,8012	0,6246	872,3008	-15,49%	-30,37%	90,97%
32	A8+A9	0,5324	0,2834	2,7711	-45,16%	-69,92%	593,13%	0,2309	0,0092	1417,1733	-75,65%	-98,98%	210,26%
33	A8+A9+A10	0,5184	0,2687	1,7522	-46,60%	-71,49%	338,26%	0,1910	-0,0424	1453,5736	-79,85%	-104,73%	218,23%
34	A9+A10	0,3822	0,1460	0,2008	-60,63%	-84,51%	-49,77%	0,0826	-0,0198	1437,7621	-91,29%	-102,21%	214,77%

Apêndice A-36: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília bior4.4

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9753	0,9513	4,8635	0,47%	0,95%	1116,49%	0,9514	0,9034	442,5367	0,35%	0,70%	-3,12%
2	A2	0,9789	0,9582	2,6387	0,84%	1,68%	560,01%	0,9580	0,9161	412,3126	1,05%	2,12%	-9,73%
3	A3	0,9872	0,9746	8,1692	1,70%	3,42%	1943,32%	0,9756	0,9512	314,4979	2,90%	6,03%	-31,15%
4	A4	0,9904	0,9808	3,9397	2,02%	4,08%	885,41%	0,9844	0,9688	251,5140	3,83%	7,99%	-44,94%
5	A5	0,9772	0,9548	2,5367	0,66%	1,33%	534,50%	0,9582	0,9181	407,5342	1,07%	2,34%	-10,78%
6	A6	0,9524	0,9070	12,9805	-1,89%	-3,75%	3146,74%	0,9147	0,8360	576,5539	-3,52%	-6,81%	26,22%
7	A7	0,8959	0,8026	7,5365	-7,71%	-14,83%	1785,07%	0,8294	0,6830	801,6426	-12,52%	-23,87%	75,50%
8	A8	0,5529	0,3056	14,9648	-43,05%	-67,57%	3643,07%	0,5191	0,0996	1350,9691	-45,25%	-88,90%	195,76%
9	A9	0,4505	0,2030	4,1622	-53,59%	-78,46%	941,08%	-0,1628	-0,0469	1456,7204	-117,17%	-105,23%	218,92%
10	A10	0,4038	0,1630	16,2426	-58,40%	-82,70%	3962,69%	0,1452	0,0075	1418,3216	-84,68%	-99,16%	210,51%
11	A1+A2	0,9780	0,9565	0,8483	0,75%	1,50%	112,19%	0,9569	0,9142	416,9315	0,93%	1,91%	-8,72%
12	A1+A2+A3	0,9836	0,9675	2,5473	1,32%	2,67%	537,15%	0,9676	0,9354	361,8724	2,06%	4,27%	-20,78%
13	A1+A2+A3+A4	0,9881	0,9763	1,1248	1,78%	3,60%	181,34%	0,9765	0,9530	308,6647	2,99%	6,23%	-32,42%
14	A2+A3	0,9853	0,9708	6,8666	1,50%	3,03%	1617,52%	0,9718	0,9434	338,8032	2,50%	5,16%	-25,83%
15	A2+A3+A4	0,9906	0,9814	6,5352	2,05%	4,14%	1534,62%	0,9818	0,9636	271,6889	3,56%	7,41%	-40,52%
16	A2+A3+A4+A5	0,9929	0,9859	0,7636	2,28%	4,62%	91,00%	0,9855	0,9711	242,0235	3,94%	8,25%	-47,01%
17	A3+A4	0,9927	0,9855	3,6486	2,27%	4,58%	812,60%	0,9866	0,9731	233,5805	4,06%	8,47%	-48,86%
18	A3+A4+A5	0,9942	0,9885	3,0239	2,42%	4,90%	656,36%	0,9888	0,9777	212,8125	4,29%	8,98%	-53,41%
19	A3+A4+A5+A6	0,9928	0,9857	0,2589	2,27%	4,60%	-35,25%	0,9867	0,9731	233,5340	4,07%	8,47%	-48,87%
20	A4+A5	0,9899	0,9800	2,2431	1,97%	3,99%	461,06%	0,9827	0,9657	263,7621	3,65%	7,65%	-42,26%
21	A4+A5+A6	0,9866	0,9735	4,1130	1,64%	3,30%	928,77%	0,9779	0,9552	301,3035	3,14%	6,48%	-34,04%
22	A4+A5+A6+A7	0,9823	0,9648	0,9828	1,18%	2,39%	145,81%	0,9718	0,9404	347,4495	2,50%	4,83%	-23,93%
23	A5+A6	0,9717	0,9442	1,0624	0,10%	0,19%	165,74%	0,9490	0,9000	450,2794	0,09%	0,32%	-1,42%
24	A5+A6+A7	0,9645	0,9302	1,2286	-0,65%	-1,28%	207,31%	0,9398	0,8806	492,0164	-0,88%	-1,84%	7,72%
25	A5+A6+A7+A8	0,9556	0,9131	2,7833	-1,56%	-3,10%	596,17%	0,9366	0,8630	527,0170	-1,21%	-3,80%	15,38%
26	A6+A7	0,9434	0,8899	5,8839	-2,82%	-5,56%	1371,71%	0,8943	0,7994	637,6228	-5,67%	-10,89%	39,59%
27	A6+A7+A8	0,9225	0,8509	17,5520	-4,97%	-9,71%	4290,18%	0,8952	0,7857	659,0149	-5,57%	-12,41%	44,28%
28	A6+A7+A8+A9	0,8992	0,8086	9,1809	-7,37%	-14,20%	2196,38%	0,8754	0,7181	755,8762	-7,66%	-19,95%	65,48%
29	A7+A8	0,8567	0,7340	8,4489	-11,74%	-22,11%	2013,28%	0,7925	0,5966	904,1924	-16,41%	-33,49%	97,95%
30	A7+A8+A9	0,7970	0,6351	7,7166	-17,90%	-32,60%	1830,11%	0,7747	0,5316	974,3322	-18,29%	-40,74%	113,31%
31	A7+A8+A9+A10	0,7566	0,5723	6,5582	-22,06%	-39,26%	1540,37%	0,7432	0,4583	1047,8956	-21,61%	-48,92%	129,41%
32	A8+A9	0,5222	0,2724	31,4026	-46,21%	-71,09%	7754,58%	0,3302	0,0649	1376,7220	-65,17%	-92,76%	201,40%
33	A8+A9+A10	0,5895	0,3475	1,3772	-39,28%	-63,13%	244,48%	0,1159	-0,0045	1426,8912	-87,78%	-100,50%	212,39%
34	A9+A10	0,4615	0,2129	4,3474	-52,46%	-77,41%	987,40%	0,1074	0,0053	1419,8990	-88,68%	-99,41%	210,86%

Apêndice A-37: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília bior5.5

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9775	0,9555	2,7589	0,69%	1,40%	590,08%	0,9550	0,9101	426,9432	0,73%	1,45%	-6,53%
2	A2	0,9817	0,9638	0,1165	1,13%	2,27%	-70,86%	0,9605	0,9214	399,1259	1,31%	2,71%	-12,62%
3	A3	0,9912	0,9825	2,1945	2,11%	4,26%	448,91%	0,9840	0,9680	254,5601	3,79%	7,91%	-44,27%
4	A4	0,9918	0,9837	6,7772	2,17%	4,39%	1595,14%	0,9870	0,9741	229,0635	4,11%	8,59%	-49,85%
5	A5	0,9764	0,9533	1,6326	0,58%	1,16%	308,36%	0,9596	0,9207	400,8738	1,21%	2,64%	-12,24%
6	A6	0,9553	0,9125	8,8450	-1,60%	-3,17%	2112,37%	0,9173	0,8402	569,1235	-3,25%	-6,34%	24,60%
7	A7	0,9013	0,8123	1,5362	-7,15%	-13,80%	284,24%	0,8464	0,7081	769,1389	-10,73%	-21,06%	68,39%
8	A8	0,5481	0,3004	0,2329	-43,54%	-68,12%	-41,75%	0,5488	0,1119	1341,6589	-42,12%	-87,52%	193,73%
9	A9	0,3935	0,1547	8,6364	-59,47%	-83,58%	2060,18%	0,2656	0,0098	1416,7009	-71,99%	-98,91%	210,16%
10	A10	0,3868	0,1496	3,4795	-60,15%	-84,12%	770,31%	0,1661	0,0125	1414,7945	-82,48%	-98,61%	209,74%
11	A1+A2	0,9790	0,9585	2,1066	0,85%	1,71%	426,92%	0,9560	0,9120	422,2263	0,84%	1,67%	-7,56%
12	A1+A2+A3	0,9849	0,9701	0,5660	1,46%	2,95%	41,58%	0,9685	0,9371	357,0798	2,15%	4,46%	-21,83%
13	A1+A2+A3+A4	0,9888	0,9777	0,7618	1,86%	3,75%	90,56%	0,9769	0,9538	305,9705	3,04%	6,33%	-33,01%
14	A2+A3	0,9882	0,9765	0,7857	1,80%	3,63%	96,51%	0,9772	0,9544	303,9676	3,07%	6,39%	-33,45%
15	A2+A3+A4	0,9927	0,9854	0,2625	2,26%	4,57%	-34,34%	0,9854	0,9707	243,5176	3,93%	8,21%	-46,69%
16	A2+A3+A4+A5	0,9946	0,9892	0,4236	2,46%	4,98%	5,96%	0,9888	0,9778	212,2449	4,30%	9,00%	-53,53%
17	A3+A4	0,9953	0,9906	2,6270	2,53%	5,12%	557,07%	0,9914	0,9828	186,7098	4,57%	9,56%	-59,12%
18	A3+A4+A5	0,9957	0,9914	2,5324	2,57%	5,20%	533,42%	0,9921	0,9842	179,0416	4,64%	9,71%	-60,80%
19	A3+A4+A5+A6	0,9933	0,9866	5,3697	2,32%	4,70%	1243,10%	0,9883	0,9762	219,7907	4,24%	8,82%	-51,88%
20	A4+A5	0,9907	0,9814	2,6527	2,05%	4,15%	563,50%	0,9846	0,9694	248,9293	3,85%	8,07%	-45,50%
21	A4+A5+A6	0,9879	0,9760	0,0856	1,77%	3,57%	-78,60%	0,9793	0,9582	291,1607	3,29%	6,81%	-36,26%
22	A4+A5+A6+A7	0,9834	0,9670	0,7267	1,30%	2,62%	81,76%	0,9736	0,9440	336,9669	2,69%	5,23%	-26,23%
23	A5+A6	0,9745	0,9496	0,0831	0,38%	0,77%	-79,22%	0,9508	0,9033	442,6318	0,28%	0,70%	-3,10%
24	A5+A6+A7	0,9684	0,9378	8,0979	-0,24%	-0,48%	1925,48%	0,9426	0,8860	480,7162	-0,58%	-1,24%	5,24%
25	A5+A6+A7+A8	0,9607	0,9229	0,5001	-1,04%	-2,06%	25,09%	0,9386	0,8733	506,7402	-1,01%	-2,65%	10,94%
26	A6+A7	0,9467	0,8962	0,5980	-2,48%	-4,89%	49,57%	0,8971	0,8045	629,5196	-5,38%	-10,32%	37,82%
27	A6+A7+A8	0,9336	0,8716	12,5507	-3,82%	-7,50%	3039,23%	0,9027	0,8090	622,1362	-4,79%	-9,81%	36,20%
28	A6+A7+A8+A9	0,9121	0,8318	18,5314	-6,04%	-11,73%	4535,16%	0,8823	0,7433	721,2783	-6,94%	-17,14%	57,91%
29	A7+A8	0,8590	0,7378	8,5764	-11,52%	-21,71%	2045,17%	0,8006	0,6157	882,5961	-15,56%	-31,37%	93,22%
30	A7+A8+A9	0,8328	0,6935	0,2628	-14,21%	-26,41%	-34,26%	0,7724	0,5709	932,6384	-18,53%	-36,36%	104,18%
31	A7+A8+A9+A10	0,8138	0,6623	9,4168	-16,17%	-29,72%	2255,37%	0,7186	0,4983	1008,4686	-24,21%	-44,46%	120,78%
32	A8+A9	0,5017	0,2517	5,0334	-48,32%	-73,29%	1158,98%	0,3311	0,0673	1374,9625	-65,08%	-92,50%	201,02%
33	A8+A9+A10	0,5206	0,2708	31,4312	-46,37%	-71,27%	7761,74%	0,2980	0,0222	1407,7742	-68,57%	-97,52%	208,20%
34	A9+A10	0,4907	0,2407	9,5322	-49,45%	-74,45%	2284,25%	0,1360	0,0080	1417,9899	-85,66%	-99,11%	210,44%

Apêndice A-38: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília bior6.8													
Nº	Combinação de Aproximações				Calibração				Validação				
	R²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R²	Δ Nash	Δ RMS	R²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R²	Δ Nash	Δ RMS	Δ RMS
1	0.9772	0.9548	1,5278	0.66%	1.33%	282,14%	0.9544	0.9087	430,1038	0.67%	1.30%	-5,84%	-5,84%
2	0.9814	0.9631	2,7948	1.09%	2.20%	599,06%	0.9622	0.9243	391,6496	1.49%	3.04%	-14,26%	-14,26%
3	0.9915	0.9830	1,4182	2.13%	4.31%	254,72%	0.9840	0.9679	255,1919	3.79%	7.89%	-44,13%	-44,13%
4	0.9922	0.9845	1,6694	2.21%	4.47%	317,55%	0.9876	0.9753	223,8509	4.16%	8.72%	-50,99%	-50,99%
5	0.9772	0.9549	0,5427	0.66%	1.34%	35,75%	0.9573	0.9163	411,8524	0.97%	2.15%	-9,83%	-9,83%
6	0.9567	0.9153	1,8804	-1,45%	-2,87%	370,33%	0.9228	0.8508	550,0104	-2,67%	-5,16%	20,41%	20,41%
7	0.9128	0.8332	1,8928	-5,97%	-11,59%	373,44%	0.8503	0.7143	760,9455	-10,32%	-20,37%	66,59%	66,59%
8	0.5707	0.3257	7,9301	-41,21%	-65,44%	1883,51%	0.2632	0.0612	1379,4384	-72,24%	-93,18%	202,00%	202,00%
9	0.3743	0.1401	13,7320	-61,44%	-85,14%	3334,71%	0.1680	0.0107	1416,0994	-82,28%	-98,81%	210,02%	210,02%
10	0.4717	0.2225	2,1840	-51,41%	-76,39%	446,26%	0.0201	-0,0047	1427,0136	-97,88%	-100,52%	212,41%	212,41%
11	0.9801	0.9607	0,1672	0.97%	1.94%	-58,18%	0.9600	0.9202	402,1996	1,26%	2,58%	-11,95%	-11,95%
12	0.9845	0.9692	3,0820	1,41%	2,85%	670,88%	0.9686	0.9372	356,9056	2,16%	4,47%	-21,86%	-21,86%
13	0.9889	0.9780	1,4316	1,87%	3,78%	258,09%	0.9772	0.9544	304,1759	3,07%	6,39%	-33,41%	-33,41%
14	0.9880	0.9761	4,0129	1,77%	3,58%	903,72%	0.9757	0.9513	314,2444	2,91%	6,04%	-31,20%	-31,20%
15	0.9926	0.9853	0,5717	2,25%	4,56%	43,00%	0.9849	0.9697	247,7290	3,88%	8,10%	-45,77%	-45,77%
16	0.9944	0.9888	3,1464	2,43%	4,93%	686,98%	0.9885	0.9771	215,5798	4,26%	8,92%	-52,80%	-52,80%
17	0.9956	0.9912	0,0899	2,56%	5,18%	-77,52%	0.9924	0.9847	175,8885	4,67%	9,77%	-61,49%	-61,49%
18	0.9961	0.9922	0,3740	2,61%	5,29%	-6,46%	0.9932	0.9865	165,5155	4,76%	9,97%	-63,76%	-63,76%
19	0.9941	0.9882	2,0155	2,40%	4,87%	404,14%	0.9896	0.9788	207,3499	4,38%	9,11%	-54,61%	-54,61%
20	0.9910	0.9820	0,0464	2,08%	4,21%	-88,39%	0.9852	0.9705	244,5101	3,91%	8,19%	-46,47%	-46,47%
21	0.9874	0.9749	9,3074	1,71%	3,45%	2228,02%	0.9787	0.9572	294,6509	3,22%	6,70%	-35,49%	-35,49%
22	0.9835	0.9672	1,9260	1,31%	2,64%	381,73%	0.9733	0.9430	339,8757	2,66%	5,12%	-25,59%	-25,59%
23	0.9746	0.9498	2,2396	0,39%	0,79%	460,19%	0.9485	0.8993	451,6750	0,05%	0,25%	-1,12%	-1,12%
24	0.9678	0.9367	11,9309	-0,30%	-0,60%	2884,20%	0.9450	0.8906	470,7948	-0,33%	-0,72%	3,07%	3,07%
25	0.9638	0.9290	4,4334	-0,71%	-1,42%	1008,91%	0.9373	0.8733	506,8456	-1,14%	-2,65%	10,96%	10,96%
26	0.9497	0.9019	6,0811	-2,17%	-4,29%	1421,05%	0.9070	0.8222	600,3192	-4,33%	-8,35%	31,43%	31,43%
27	0.9422	0.8878	0,0930	-2,94%	-5,79%	-76,74%	0.9111	0.8265	592,9571	-3,90%	-7,86%	29,81%	29,81%
28	0.9293	0.8636	6,5879	-4,27%	-8,35%	1547,80%	0.9027	0.8041	630,1475	-4,79%	-10,36%	37,96%	37,96%
29	0.8660	0.7499	1,9144	-10,79%	-20,42%	378,85%	0.8236	0.6458	847,2700	-13,13%	-28,01%	85,49%	85,49%
30	0.8615	0.7421	5,0406	-11,26%	-21,24%	1160,79%	0.7885	0.6009	899,4042	-16,83%	-33,01%	96,90%	96,90%
31	0.8242	0.6791	18,6149	-15,10%	-27,93%	4556,05%	0.7517	0.5407	964,8551	-20,71%	-39,72%	111,23%	111,23%
32	0.5614	0.3147	45,5786	-42,17%	-66,61%	11300,34%	0.1582	0.0204	1409,1329	-83,31%	-97,73%	208,50%	208,50%
33	0.5929	0.3515	3,3456	-38,92%	-62,70%	736,83%	0.1805	0.0264	1404,8000	-80,97%	-97,06%	207,55%	207,55%
34	0.5151	0.2653	7,7295	-46,94%	-71,85%	1833,34%	-0,0501	-0,1066	1497,6591	-105,28%	-111,88%	227,88%	227,88%

Apêndice A-39: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília rbio1.1

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9741	0,9489	2,8302	0,35%	0,69%	607,90%	0,9517	0,9038	441,5196	0,38%	0,75%	-3,34%
2	A2	0,9686	0,9382	5,3750	-0,22%	-0,44%	1244,41%	0,9437	0,8878	476,8874	-0,46%	-1,03%	4,40%
3	A3	0,9602	0,9220	4,7912	-1,08%	-2,16%	1098,41%	0,9408	0,8839	485,1075	-0,77%	-1,47%	6,20%
4	A4	0,9551	0,9123	1,4907	-1,61%	-3,19%	272,86%	0,9378	0,8787	495,8114	-1,08%	-2,05%	8,55%
5	A5	0,9358	0,8756	16,9051	-3,60%	-7,09%	4128,38%	0,9338	0,8719	509,4603	-1,51%	-2,80%	11,54%
6	A6	0,8791	0,7728	11,4405	-9,44%	-18,00%	2761,57%	0,8960	0,8026	632,5639	-5,49%	-10,53%	38,49%
7	A7	0,7661	0,5869	5,0972	-21,08%	-37,71%	1174,95%	0,6312	0,3933	1108,9032	-33,43%	-56,15%	142,77%
8	A8	0,4890	0,2390	2,5425	-49,63%	-74,64%	535,94%	0,4074	0,1627	1302,7121	-57,03%	-81,86%	185,20%
9	A9	0,3690	0,1361	3,1161	-61,99%	-85,55%	679,40%	0,3252	0,1036	1347,9414	-65,70%	-88,45%	195,10%
10	A10	0,3106	0,0965	8,3972	-68,00%	-89,76%	2000,35%	0,2629	-0,0119	1432,1818	-72,27%	-101,33%	213,54%
11	A1+A2	0,9692	0,9394	0,1407	-0,16%	-0,31%	-64,81%	0,9449	0,8906	470,9428	-0,34%	-0,72%	3,10%
12	A1+A2+A3	0,9706	0,9421	2,8388	-0,01%	-0,02%	610,05%	0,9486	0,8979	454,8487	0,05%	0,10%	-0,42%
13	A1+A2+A3+A4	0,9733	0,9474	0,7241	0,26%	0,53%	81,11%	0,9553	0,9110	424,6406	0,76%	1,56%	-7,03%
14	A2+A3	0,9707	0,9422	0,4470	-0,01%	-0,01%	11,81%	0,9509	0,9022	445,1273	0,30%	0,58%	-2,55%
15	A2+A3+A4	0,9724	0,9456	3,2203	0,17%	0,35%	705,49%	0,9560	0,9128	420,4533	0,84%	1,75%	-7,95%
16	A2+A3+A4+A5	0,9746	0,9498	1,8107	0,39%	0,80%	352,91%	0,9599	0,9206	401,0587	1,24%	2,63%	-12,20%
17	A3+A4	0,9621	0,9257	9,5779	-0,89%	-1,77%	2295,66%	0,9449	0,8911	469,7262	-0,34%	-0,66%	2,84%
18	A3+A4+A5	0,9618	0,9251	11,9620	-0,92%	-1,83%	2891,99%	0,9496	0,9016	446,6560	0,16%	0,50%	-2,21%
19	A3+A4+A5+A6	0,9588	0,9192	6,7822	-1,24%	-2,45%	1596,39%	0,9486	0,8999	450,4970	0,06%	0,31%	-1,37%
20	A4+A5	0,9546	0,9111	26,9728	-1,66%	-3,32%	6646,57%	0,9428	0,8882	476,0119	-0,56%	-0,99%	4,21%
21	A4+A5+A6	0,9465	0,8958	3,7597	-2,50%	-4,94%	840,40%	0,9391	0,8813	490,4240	-0,95%	-1,75%	7,37%
22	A4+A5+A6+A7	0,9359	0,8759	8,2704	-3,59%	-7,05%	1968,63%	0,9234	0,8474	556,0693	-2,60%	-5,53%	21,74%
23	A5+A6	0,9221	0,8503	5,8025	-5,01%	-9,77%	1351,36%	0,9253	0,8558	540,6852	-2,41%	-4,60%	18,37%
24	A5+A6+A7	0,9059	0,8203	23,5514	-6,69%	-12,95%	5790,80%	0,9016	0,8050	628,7288	-4,91%	-10,27%	37,65%
25	A5+A6+A7+A8	0,8894	0,7910	2,5223	-8,38%	-16,06%	530,88%	0,8825	0,7557	703,6714	-6,92%	-15,76%	54,05%
26	A6+A7	0,8554	0,7317	14,7689	-11,88%	-22,36%	3594,08%	0,8425	0,7056	772,5201	-11,14%	-21,35%	69,13%
27	A6+A7+A8	0,8291	0,6873	16,2710	-14,60%	-27,06%	3969,78%	0,8092	0,6191	878,6552	-14,65%	-30,99%	92,36%
28	A6+A7+A8+A9	0,8047	0,6474	5,3379	-17,11%	-31,30%	1235,15%	0,7942	0,5786	924,2534	-16,23%	-35,51%	102,34%
29	A7+A8	0,7226	0,5221	9,2779	-25,56%	-44,59%	2220,64%	0,5929	0,3343	1161,5862	-37,46%	-62,73%	154,30%
30	A7+A8+A9	0,6838	0,4675	3,5190	-29,56%	-50,39%	780,19%	0,5644	0,2924	1197,5676	-40,47%	-67,40%	162,18%
31	A7+A8+A9+A10	0,6510	0,4238	0,7110	-32,94%	-55,03%	77,83%	0,5567	0,2975	1193,2441	-41,29%	-66,83%	161,23%
32	A8+A9	0,4682	0,2157	42,1725	-51,77%	-77,11%	10448,39%	0,4184	0,1592	1305,4311	-55,87%	-82,25%	185,80%
33	A8+A9+A10	0,4513	0,2037	4,1318	-53,51%	-78,38%	933,46%	0,3517	0,1205	1335,1715	-62,90%	-86,57%	192,31%
34	A9+A10	0,3645	0,1327	27,2249	-62,45%	-85,92%	6709,63%	0,3256	0,0943	1354,8888	-65,66%	-89,48%	196,62%

Apêndice A-40: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília rbio1.3

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9762	0,9530	1,4862	0,56%	1,13%	271,75%	0,9556	0,9107	425,4983	0,79%	1,52%	-6,85%
2	A2	0,9781	0,9567	0,5149	0,76%	1,53%	28,78%	0,9572	0,9142	417,0764	0,96%	1,91%	-8,69%
3	A3	0,9853	0,9707	0,2434	1,49%	3,01%	-39,12%	0,9759	0,9504	316,9333	2,94%	5,95%	-30,61%
4	A4	0,9831	0,9664	3,1988	1,27%	2,55%	700,09%	0,9709	0,9420	342,8945	2,41%	5,01%	-24,93%
5	A5	0,9694	0,9397	5,4779	-0,14%	-0,28%	1270,16%	0,9618	0,9250	389,9758	1,44%	3,11%	-14,62%
6	A6	0,9393	0,8824	4,6619	-3,24%	-6,37%	1066,06%	0,9280	0,8607	531,4295	-2,12%	-4,06%	16,34%
7	A7	0,8630	0,7448	8,8373	-11,10%	-20,96%	2110,44%	0,7566	0,5709	932,5564	-20,19%	-36,35%	104,16%
8	A8	0,4887	0,2386	4,3410	-49,66%	-74,68%	985,80%	0,2726	0,0286	1403,2036	-71,25%	-96,81%	207,20%
9	A9	0,4660	0,2170	27,7776	-52,00%	-76,97%	6847,89%	0,1234	-0,1805	1546,8423	-86,99%	-120,12%	238,65%
10	A10	0,4547	0,2067	0,7484	-53,16%	-78,06%	87,20%	-0,1903	-0,0662	1470,0445	-120,07%	-107,38%	221,83%
11	A1+A2	0,9769	0,9544	0,6885	0,63%	1,28%	72,20%	0,9563	0,9130	419,9932	0,86%	1,77%	-8,05%
12	A1+A2+A3	0,9838	0,9678	4,2533	1,34%	2,70%	963,85%	0,9699	0,9395	350,0592	2,30%	4,73%	-23,36%
13	A1+A2+A3+A4	0,9870	0,9741	1,4143	1,67%	3,37%	253,75%	0,9752	0,9498	319,1443	2,86%	5,87%	-30,13%
14	A2+A3	0,9869	0,9739	1,5634	1,66%	3,35%	291,04%	0,9770	0,9533	307,6375	3,05%	6,27%	-32,65%
15	A2+A3+A4	0,9908	0,9816	1,4124	2,06%	4,16%	253,27%	0,9826	0,9648	267,0743	3,64%	7,55%	-41,53%
16	A2+A3+A4+A5	0,9904	0,9810	0,0720	2,03%	4,10%	-81,98%	0,9817	0,9632	273,1363	3,54%	7,37%	-40,20%
17	A3+A4	0,9885	0,9772	1,4868	1,83%	3,70%	271,89%	0,9794	0,9585	289,9173	3,30%	6,85%	-36,53%
18	A3+A4+A5	0,9903	0,9806	0,0637	2,01%	4,06%	-84,07%	0,9821	0,9641	269,8131	3,58%	7,47%	-40,93%
19	A3+A4+A5+A6	0,9890	0,9781	1,6361	1,88%	3,79%	309,23%	0,9804	0,9611	280,6703	3,41%	7,14%	-38,55%
20	A4+A5	0,9851	0,9703	9,5364	1,47%	2,97%	2285,28%	0,9761	0,9523	310,8861	2,95%	6,16%	-31,94%
21	A4+A5+A6	0,9819	0,9640	4,4324	1,14%	2,30%	1008,65%	0,9725	0,9456	332,1136	2,57%	5,41%	-27,29%
22	A4+A5+A6+A7	0,9741	0,9488	1,7230	0,34%	0,69%	330,96%	0,9651	0,9280	381,9140	1,79%	3,45%	-16,39%
23	A5+A6	0,9640	0,9293	10,4071	-0,69%	-1,38%	2503,07%	0,9549	0,9116	423,2317	0,72%	1,62%	-7,34%
24	A5+A6+A7	0,9525	0,9072	3,4018	-1,88%	-3,72%	750,88%	0,9436	0,8849	483,0646	-0,48%	-1,36%	5,76%
25	A5+A6+A7+A8	0,9431	0,8893	2,6479	-2,85%	-5,63%	562,30%	0,9189	0,8269	592,3270	-3,08%	-7,82%	29,68%
26	A6+A7	0,9247	0,8550	2,3227	-4,75%	-9,27%	480,96%	0,9046	0,8086	622,8112	-4,58%	-9,86%	36,35%
27	A6+A7+A8	0,9007	0,8113	0,0427	-7,21%	-13,90%	-89,31%	0,8638	0,7120	763,9868	-8,89%	-20,63%	67,26%
28	A6+A7+A8+A9	0,8603	0,7401	3,6268	-11,38%	-21,46%	807,16%	0,8403	0,6454	847,7743	-11,37%	-28,05%	85,60%
29	A7+A8	0,7961	0,6337	10,9215	-17,99%	-32,75%	2631,73%	0,6553	0,3947	1107,6272	-30,88%	-56,00%	142,49%
30	A7+A8+A9	0,7538	0,5682	5,3043	-22,35%	-39,70%	1226,73%	0,6250	0,3421	1154,8204	-34,08%	-61,87%	152,82%
31	A7+A8+A9+A10	0,7272	0,5288	2,4320	-25,09%	-43,89%	508,31%	0,6211	0,3283	1166,8292	-34,49%	-63,40%	155,45%
32	A8+A9	0,5119	0,2621	1,6823	-47,27%	-72,19%	320,78%	0,3744	0,1395	1320,6497	-60,51%	-84,45%	189,13%
33	A8+A9+A10	0,5088	0,2588	6,7237	-47,59%	-72,54%	1581,78%	0,2980	0,0864	1360,7866	-68,56%	-90,37%	197,91%
34	A9+A10	0,5062	0,2562	8,6234	-47,85%	-72,81%	2056,93%	0,2467	0,0388	1395,8382	-73,98%	-95,68%	205,59%

Apêndice A-41: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília rbiol.5

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9764	0,9533	4,2799	0,58%	1,16%	970,52%	0,9537	0,9073	433,3920	0,59%	1,14%	-5,12%
2	A2	0,9798	0,9600	2,1555	0,93%	1,88%	439,14%	0,9604	0,9206	401,1680	1,29%	2,62%	-12,17%
3	A3	0,9897	0,9795	4,1694	1,95%	3,94%	942,86%	0,9823	0,9639	270,5983	3,60%	7,45%	-40,76%
4	A4	0,9891	0,9784	2,8917	1,89%	3,82%	623,29%	0,9797	0,9598	285,6287	3,34%	6,99%	-37,47%
5	A5	0,9751	0,9509	1,8510	0,45%	0,91%	362,98%	0,9601	0,9214	399,1051	1,26%	2,71%	-12,62%
6	A6	0,9396	0,8828	2,2940	-3,21%	-6,31%	473,78%	0,9294	0,8638	525,4188	-1,97%	-3,71%	15,03%
7	A7	0,8915	0,7948	2,9580	-8,16%	-15,66%	639,87%	0,8265	0,6755	810,9937	-12,82%	-24,70%	77,55%
8	A8	0,5624	0,3162	3,8746	-42,07%	-66,44%	869,14%	0,2032	-0,0505	1459,2199	-78,57%	-105,63%	219,46%
9	A9	0,5131	0,2633	4,5306	-47,14%	-72,06%	1033,22%	0,2170	-0,1448	1523,3161	-77,11%	-116,15%	233,50%
10	A10	0,5551	0,3081	4,5041	-42,82%	-67,31%	1026,60%	-0,0281	-0,0629	1467,8250	-102,97%	-107,02%	221,35%
11	A1+A2	0,9787	0,9579	0,6040	0,82%	1,65%	51,06%	0,9566	0,9131	419,7815	0,89%	1,78%	-8,10%
12	A1+A2+A3	0,9825	0,9653	10,2143	1,21%	2,43%	2454,85%	0,9636	0,9270	384,6564	1,64%	3,34%	-15,79%
13	A1+A2+A3+A4	0,9875	0,9752	1,0661	1,72%	3,48%	166,67%	0,9735	0,9470	327,7391	2,68%	5,57%	-28,25%
14	A2+A3	0,9860	0,9722	3,1104	1,57%	3,17%	677,98%	0,9726	0,9452	333,3673	2,59%	5,36%	-27,02%
15	A2+A3+A4	0,9903	0,9807	0,2692	2,01%	4,07%	-32,66%	0,9796	0,9591	287,7950	3,32%	6,92%	-36,99%
16	A2+A3+A4+A5	0,9927	0,9854	0,4046	2,26%	4,57%	1,19%	0,9845	0,9690	250,8404	3,84%	8,01%	-45,08%
17	A3+A4	0,9927	0,9854	5,6641	2,26%	4,57%	1316,73%	0,9868	0,9735	231,6810	4,08%	8,52%	-49,28%
18	A3+A4+A5	0,9946	0,9891	2,8243	2,45%	4,97%	606,44%	0,9896	0,9791	205,8419	4,37%	9,14%	-54,94%
19	A3+A4+A5+A6	0,9922	0,9845	4,8244	2,21%	4,47%	1106,71%	0,9862	0,9726	235,7314	4,02%	8,42%	-48,39%
20	A4+A5	0,9885	0,9772	9,2442	1,83%	3,70%	2212,20%	0,9788	0,9579	292,1821	3,24%	6,78%	-36,03%
21	A4+A5+A6	0,9859	0,9720	0,9942	1,56%	3,14%	148,68%	0,9739	0,9483	323,7412	2,72%	5,71%	-29,12%
22	A4+A5+A6+A7	0,9788	0,9580	3,9481	0,83%	1,66%	887,52%	0,9685	0,9357	360,9819	2,15%	4,31%	-20,97%
23	A5+A6	0,9684	0,9377	2,8772	-0,25%	-0,49%	619,67%	0,9573	0,9160	412,5057	0,97%	2,12%	-9,69%
24	A5+A6+A7	0,9645	0,9303	0,0280	-0,64%	-1,28%	-92,99%	0,9488	0,8988	452,8101	0,08%	0,20%	-0,87%
25	A5+A6+A7+A8	0,9522	0,9067	2,3966	-1,91%	-3,78%	499,46%	0,9292	0,8534	545,0865	-1,99%	-4,87%	19,33%
26	A6+A7	0,9430	0,8892	1,6039	-2,86%	-5,63%	301,17%	0,9164	0,8336	580,7219	-3,34%	-7,07%	27,14%
27	A6+A7+A8	0,9271	0,8596	2,9847	-4,50%	-8,79%	646,56%	0,8744	0,7546	705,3402	-7,77%	-15,89%	54,42%
28	A6+A7+A8+A9	0,8900	0,7920	3,5305	-8,32%	-15,95%	783,07%	0,8579	0,7068	770,9183	-9,51%	-21,21%	68,78%
29	A7+A8	0,8304	0,6894	25,9676	-14,46%	-26,85%	6395,15%	0,6712	0,4358	1069,3971	-29,20%	-51,42%	134,12%
30	A7+A8+A9	0,7927	0,6284	3,3339	-18,34%	-33,32%	733,89%	0,6398	0,3875	1114,2397	-32,52%	-56,81%	143,94%
31	A7+A8+A9+A10	0,7917	0,6267	12,0927	-18,45%	-33,50%	2924,69%	0,6279	0,3778	1123,0290	-33,77%	-57,89%	145,86%
32	A8+A9	0,5461	0,2981	17,0216	-43,75%	-68,36%	4157,54%	0,4259	0,1547	1308,9197	-55,07%	-82,75%	186,56%
33	A8+A9+A10	0,4934	0,2432	32,5817	-49,17%	-74,19%	8049,49%	0,2556	0,0569	1382,6014	-73,04%	-93,66%	202,69%
34	A9+A10	0,5177	0,2680	4,7675	-46,67%	-71,56%	1092,47%	0,4936	0,2232	1254,8130	-47,94%	-75,12%	174,71%

Apêndice A-42: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília rbio2.2

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9731	0,9469	5,0066	0,24%	0,49%	1152,28%	0,9493	0,8988	452,8179	0,13%	0,20%	-0,87%
2	A2	0,9748	0,9502	1,9859	0,42%	0,84%	396,72%	0,9525	0,9050	438,8931	0,47%	0,88%	-3,91%
3	A3	0,9760	0,9525	4,9000	0,54%	1,08%	1125,62%	0,9621	0,9252	389,4784	1,48%	3,13%	-14,73%
4	A4	0,9653	0,9317	13,1625	-0,56%	-1,13%	3192,26%	0,9449	0,8922	467,4474	-0,34%	-0,54%	2,34%
5	A5	0,9517	0,9057	8,2561	-1,96%	-3,89%	1965,06%	0,9133	0,8340	580,0757	-3,67%	-7,03%	26,99%
6	A6	0,9038	0,8168	4,8501	-6,90%	-13,32%	1113,14%	0,8601	0,7393	726,9282	-9,28%	-17,59%	59,14%
7	A7	0,7367	0,5427	3,9864	-24,11%	-42,41%	897,09%	0,7478	0,5555	949,1575	-21,12%	-38,07%	107,80%
8	A8	0,4596	0,2112	10,3259	-52,66%	-77,59%	2482,76%	-0,1336	-0,0671	1470,6838	-114,09%	-107,48%	221,97%
9	A9	0,3824	0,1462	11,7336	-60,61%	-84,49%	2834,87%	-0,1186	-0,0228	1439,8321	-112,51%	-102,54%	215,22%
10	A10	0,2771	0,0767	6,0503	-71,46%	-91,86%	1413,32%	-0,0863	-0,0258	1441,9223	-109,11%	-102,87%	215,68%
11	A1+A2	0,9691	0,9391	9,0657	-0,17%	-0,34%	2167,56%	0,9430	0,8875	477,5998	-0,54%	-1,07%	4,56%
12	A1+A2+A3	0,9745	0,9497	2,6870	0,39%	0,78%	572,09%	0,9538	0,9083	431,0354	0,60%	1,26%	-5,63%
13	A1+A2+A3+A4	0,9749	0,9505	0,4125	0,43%	0,86%	3,18%	0,9551	0,9108	425,1001	0,73%	1,54%	-6,93%
14	A2+A3	0,9747	0,9501	1,4841	0,41%	0,82%	271,20%	0,9588	0,9180	407,7465	1,12%	2,33%	-10,73%
15	A2+A3+A4	0,9694	0,9396	2,2618	-0,14%	-0,29%	465,74%	0,9495	0,8999	450,4324	0,15%	0,32%	-1,39%
16	A2+A3+A4+A5	0,9744	0,9494	1,9330	0,37%	0,74%	383,48%	0,9568	0,9150	415,1788	0,92%	1,99%	-9,11%
17	A3+A4	0,9710	0,9428	10,6564	0,03%	0,05%	2565,43%	0,9500	0,9012	447,5563	0,20%	0,46%	-2,02%
18	A3+A4+A5	0,9647	0,9306	0,4333	-0,62%	-1,24%	8,38%	0,9436	0,8895	473,1645	-0,48%	-0,84%	3,59%
19	A3+A4+A5+A6	0,9672	0,9355	0,3387	-0,37%	-0,73%	-15,28%	0,9456	0,8941	463,2143	-0,26%	-0,33%	1,41%
20	A4+A5	0,9631	0,9276	2,5560	-0,79%	-1,57%	539,33%	0,9373	0,8779	497,4537	-1,14%	-2,14%	8,91%
21	A4+A5+A6	0,9576	0,9169	4,5401	-1,36%	-2,70%	1035,59%	0,9312	0,8672	518,8292	-1,78%	-3,33%	13,59%
22	A4+A5+A6+A7	0,9478	0,8981	22,0422	-2,37%	-4,69%	5413,32%	0,9226	0,8504	550,6693	-2,69%	-5,20%	20,56%
23	A5+A6	0,9403	0,8842	10,3331	-3,13%	-6,17%	2484,57%	0,9013	0,8122	616,9541	-4,93%	-9,46%	35,07%
24	A5+A6+A7	0,9249	0,8554	7,4299	-4,72%	-9,22%	1758,41%	0,8916	0,7927	648,2426	-5,96%	-11,64%	41,92%
25	A5+A6+A7+A8	0,9045	0,8182	4,1226	-6,82%	-13,18%	931,17%	0,8767	0,7432	721,4381	-7,54%	-17,15%	57,94%
26	A6+A7	0,8750	0,7656	0,8723	-9,86%	-18,76%	118,19%	0,8459	0,7113	764,9587	-10,78%	-20,71%	67,47%
27	A6+A7+A8	0,8492	0,7212	3,0072	-12,52%	-23,47%	652,18%	0,8198	0,6193	878,4012	-13,53%	-30,96%	92,31%
28	A6+A7+A8+A9	0,8193	0,6712	8,4170	-15,60%	-28,77%	2005,31%	0,8003	0,5316	974,3784	-15,59%	-40,74%	113,32%
29	A7+A8	0,6995	0,4892	2,1509	-27,95%	-48,08%	437,99%	0,7057	0,4231	1081,4029	-25,56%	-52,84%	136,75%
30	A7+A8+A9	0,6608	0,4366	11,2257	-31,93%	-53,67%	2707,83%	0,6718	0,3279	1167,1629	-29,14%	-63,45%	155,52%
31	A7+A8+A9+A10	0,6314	0,3985	14,6251	-34,96%	-57,71%	3558,12%	0,6967	0,2829	1205,6183	-26,52%	-68,46%	163,94%
32	A8+A9	0,4378	0,1914	32,2555	-54,90%	-79,69%	7967,91%	-0,1469	-0,0492	1458,2951	-115,50%	-105,48%	219,26%
33	A8+A9+A10	0,4343	0,1882	28,0074	-55,26%	-80,02%	6905,34%	-0,2237	-0,0481	1457,5293	-123,60%	-105,36%	219,09%
34	A9+A10	0,3687	0,1360	4,3602	-62,02%	-85,57%	990,59%	-0,0867	-0,0169	1435,6663	-109,14%	-101,88%	214,31%

Apêndice A-43: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília rbio2.4

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9748	0,9502	0,4874	0,41%	0,83%	21,91%	0,9509	0,9022	445,1938	0,30%	0,57%	-2,53%
2	A2	0,9735	0,9478	7,2708	0,29%	0,58%	1718,61%	0,9497	0,9000	450,2197	0,17%	0,33%	-1,43%
3	A3	0,9778	0,9562	0,1007	0,73%	1,47%	-74,81%	0,9599	0,9196	403,7959	1,24%	2,51%	-11,60%
4	A4	0,9788	0,9580	1,9837	0,82%	1,66%	396,16%	0,9681	0,9367	358,1750	2,11%	4,42%	-21,59%
5	A5	0,9665	0,9341	2,3714	-0,44%	-0,88%	493,15%	0,9351	0,8741	505,1962	-1,37%	-2,56%	10,60%
6	A6	0,9410	0,8854	0,6018	-3,07%	-6,04%	50,52%	0,9004	0,8087	622,6696	-5,03%	-9,85%	36,32%
7	A7	0,8146	0,6635	7,4088	-16,09%	-29,59%	1753,14%	0,8116	0,6541	837,2742	-14,40%	-27,08%	83,30%
8	A8	0,5310	0,2819	5,2473	-45,30%	-70,08%	1212,48%	0,2078	0,0417	1393,6775	-78,08%	-95,35%	205,12%
9	A9	0,4278	0,1830	4,6285	-55,94%	-80,58%	1057,70%	-0,0095	-0,0135	1433,2745	-101,00%	-101,50%	213,78%
10	A10	0,4109	0,1688	9,7917	-57,67%	-82,08%	2349,15%	-0,1220	-0,0549	1462,2367	-112,86%	-106,12%	220,12%
11	A1+A2	0,9757	0,9521	9,1550	0,51%	1,03%	2189,88%	0,9540	0,9083	431,0957	0,62%	1,25%	-5,62%
12	A1+A2+A3	0,9792	0,9588	0,0512	0,87%	1,74%	-87,18%	0,9611	0,9225	396,4376	1,37%	2,83%	-13,21%
13	A1+A2+A3+A4	0,9828	0,9658	1,6910	1,24%	2,49%	322,97%	0,9688	0,9378	354,9849	2,18%	4,54%	-22,28%
14	A2+A3	0,9781	0,9568	0,7789	0,76%	1,53%	94,82%	0,9608	0,9218	398,2125	1,34%	2,75%	-12,82%
15	A2+A3+A4	0,9833	0,9668	1,9913	1,29%	2,60%	398,07%	0,9708	0,9416	343,9091	2,40%	4,97%	-24,71%
16	A2+A3+A4+A5	0,9864	0,9731	0,2439	1,62%	3,26%	-38,99%	0,9755	0,9514	313,9800	2,89%	6,05%	-31,26%
17	A3+A4	0,9830	0,9663	1,7167	1,26%	2,54%	329,39%	0,9720	0,9440	336,8382	2,53%	5,23%	-26,26%
18	A3+A4+A5	0,9862	0,9726	2,6186	1,59%	3,21%	554,97%	0,9766	0,9535	306,9137	3,00%	6,29%	-32,81%
19	A3+A4+A5+A6	0,9865	0,9732	0,1832	1,62%	3,28%	-54,17%	0,9770	0,9542	304,8252	3,04%	6,36%	-33,27%
20	A4+A5	0,9833	0,9669	2,6376	1,29%	2,61%	559,72%	0,9707	0,9421	342,4860	2,39%	5,02%	-25,02%
21	A4+A5+A6	0,9797	0,9598	0,5913	0,92%	1,85%	47,91%	0,9677	0,9358	360,8484	2,07%	4,31%	-21,00%
22	A4+A5+A6+A7	0,9730	0,9468	6,7376	0,23%	0,47%	1585,24%	0,9583	0,9149	415,3998	1,07%	1,98%	-9,06%
23	A5+A6	0,9654	0,9319	7,2369	-0,56%	-1,11%	1710,13%	0,9382	0,8797	493,8170	-1,05%	-1,94%	8,11%
24	A5+A6+A7	0,9516	0,9055	2,6600	-1,97%	-3,90%	565,34%	0,9230	0,8484	554,3948	-2,65%	-5,43%	21,37%
25	A5+A6+A7+A8	0,9413	0,8860	7,5382	-3,04%	-5,98%	1785,49%	0,9183	0,8228	599,2280	-3,15%	-8,27%	31,19%
26	A6+A7	0,9213	0,8487	0,6028	-5,10%	-9,94%	50,78%	0,8700	0,7560	703,3248	-8,24%	-15,73%	53,98%
27	A6+A7+A8	0,8973	0,8051	0,4148	-7,57%	-14,56%	3,75%	0,8681	0,7162	758,4320	-8,44%	-20,16%	66,04%
28	A6+A7+A8+A9	0,8699	0,7567	6,8203	-10,39%	-19,70%	1605,92%	0,8537	0,6315	864,2367	-9,96%	-29,60%	89,21%
29	A7+A8	0,7726	0,5968	7,6961	-20,42%	-36,66%	1824,98%	0,7897	0,5359	969,8513	-16,70%	-40,26%	112,33%
30	A7+A8+A9	0,7249	0,5252	19,4962	-25,33%	-44,26%	4776,48%	0,7883	0,4225	1081,8768	-16,86%	-52,90%	136,85%
31	A7+A8+A9+A10	0,6937	0,4812	16,6835	-28,54%	-48,94%	4072,96%	0,7405	0,3244	1170,2471	-21,90%	-63,84%	156,20%
32	A8+A9	0,5097	0,2598	8,9227	-47,49%	-72,44%	2131,80%	0,2510	0,0358	1397,9961	-73,52%	-96,01%	206,06%
33	A8+A9+A10	0,5009	0,2509	4,0987	-48,40%	-73,37%	925,19%	0,1413	0,0061	1419,3423	-85,10%	-99,32%	210,73%
34	A9+A10	0,4133	0,1707	16,3306	-57,43%	-81,88%	3984,70%	-0,0076	-0,0025	1425,4616	-100,80%	-100,28%	212,07%

Apêndice A-44: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília rbio2.6

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9743	0,9492	1,7012	0,36%	0,73%	325,52%	0,9500	0,9004	449,3304	0,20%	0,37%	-1,63%
2	A2	0,9772	0,9548	1,3730	0,66%	1,33%	243,43%	0,9549	0,9102	426,6937	0,71%	1,46%	-6,58%
3	A3	0,9847	0,9696	0,5264	1,44%	2,90%	31,67%	0,9732	0,9463	330,0274	2,65%	5,48%	-27,75%
4	A4	0,9872	0,9745	14,0768	1,69%	3,41%	3420,95%	0,9800	0,9603	283,5182	3,37%	7,05%	-37,93%
5	A5	0,9756	0,9517	1,8596	0,50%	1,00%	365,14%	0,9514	0,9050	438,7797	0,35%	0,89%	-3,94%
6	A6	0,9521	0,9065	2,4519	-1,92%	-3,81%	513,29%	0,9162	0,8371	574,5778	-3,37%	-6,68%	25,79%
7	A7	0,8714	0,7594	6,4027	-10,23%	-19,41%	1501,46%	0,8195	0,6678	820,5327	-13,57%	-25,55%	79,64%
8	A8	0,5786	0,3347	6,0348	-40,40%	-64,48%	1409,45%	0,3679	0,1022	1348,9701	-61,19%	-88,60%	195,33%
9	A9	0,4475	0,2003	1,4374	-53,90%	-78,75%	259,52%	-0,3337	-0,0851	1483,0718	-135,19%	-109,49%	224,69%
10	A10	0,4678	0,2188	0,7376	-51,81%	-76,78%	84,49%	-0,2186	-0,0384	1450,8137	-123,06%	-104,29%	217,62%
11	A1+A2	0,9777	0,9559	3,7084	0,71%	1,44%	827,57%	0,9546	0,9094	428,4615	0,69%	1,38%	-6,20%
12	A1+A2+A3	0,9824	0,9652	3,1397	1,20%	2,42%	685,32%	0,9646	0,9293	378,5782	1,74%	3,59%	-17,12%
13	A1+A2+A3+A4	0,9874	0,9749	6,0377	1,71%	3,45%	1410,18%	0,9745	0,9488	322,2262	2,78%	5,76%	-29,46%
14	A2+A3	0,9843	0,9688	1,0645	1,39%	2,81%	166,27%	0,9703	0,9407	346,5826	2,34%	4,87%	-24,12%
15	A2+A3+A4	0,9889	0,9780	0,7586	1,87%	3,78%	89,74%	0,9794	0,9587	289,2252	3,30%	6,87%	-36,68%
16	A2+A3+A4+A5	0,9917	0,9835	1,8581	2,16%	4,37%	364,75%	0,9840	0,9681	254,2013	3,79%	7,92%	-44,35%
17	A3+A4	0,9905	0,9812	0,0571	2,04%	4,12%	-85,72%	0,9839	0,9677	255,8502	3,78%	7,87%	-43,99%
18	A3+A4+A5	0,9928	0,9856	1,0053	2,27%	4,59%	151,44%	0,9875	0,9750	224,9374	4,15%	8,69%	-50,75%
19	A3+A4+A5+A6	0,9916	0,9832	8,5583	2,14%	4,33%	2040,65%	0,9856	0,9709	243,0632	3,95%	8,22%	-46,79%
20	A4+A5	0,9887	0,9775	0,0473	1,85%	3,73%	-88,17%	0,9814	0,9630	274,0045	3,51%	7,34%	-40,01%
21	A4+A5+A6	0,9855	0,9712	4,8224	1,52%	3,06%	1106,20%	0,9763	0,9521	311,5655	2,97%	6,14%	-31,79%
22	A4+A5+A6+A7	0,9795	0,9595	0,0005	0,90%	1,82%	-99,88%	0,9685	0,9338	366,2874	2,15%	4,10%	-19,81%
23	A5+A6	0,9711	0,9431	8,0849	0,04%	0,08%	1922,23%	0,9456	0,8932	465,2136	-0,26%	-0,43%	1,85%
24	A5+A6+A7	0,9625	0,9265	1,5846	-0,85%	-1,68%	296,36%	0,9358	0,8733	506,7457	-1,29%	-2,65%	10,94%
25	A5+A6+A7+A8	0,9544	0,9109	3,9850	-1,68%	-3,34%	896,76%	0,9312	0,8541	543,7594	-1,78%	-4,79%	19,04%
26	A6+A7	0,9333	0,8710	16,2373	-3,86%	-7,57%	3961,35%	0,8877	0,7864	658,0039	-6,37%	-12,34%	44,06%
27	A6+A7+A8	0,9149	0,8371	1,6797	-5,75%	-11,17%	320,14%	0,8843	0,7599	697,5529	-6,73%	-15,29%	52,71%
28	A6+A7+A8+A9	0,8921	0,7959	1,9767	-8,10%	-15,54%	394,43%	0,8687	0,6897	793,0668	-8,37%	-23,12%	73,62%
29	A7+A8	0,8336	0,6949	2,9843	-14,13%	-26,26%	646,45%	0,7767	0,5524	952,4500	-18,08%	-38,42%	108,52%
30	A7+A8+A9	0,7759	0,6020	2,5567	-20,07%	-36,11%	539,50%	0,7706	0,4557	1050,3777	-18,72%	-49,20%	129,96%
31	A7+A8+A9+A10	0,7405	0,5481	26,5035	-23,72%	-41,83%	6529,19%	0,7133	0,3609	1138,1308	-24,76%	-59,77%	149,17%
32	A8+A9	0,5115	0,2615	10,4525	-47,31%	-72,25%	2514,43%	0,3230	0,0595	1380,6973	-65,93%	-93,37%	202,27%
33	A8+A9+A10	0,5472	0,2993	21,2626	-43,63%	-68,24%	5218,31%	-0,1404	-0,0362	1449,2304	-114,81%	-104,03%	217,28%
34	A9+A10	0,4940	0,2439	18,5156	-49,11%	-74,12%	4531,22%	0,1532	-0,0053	1427,4838	-83,84%	-100,59%	212,52%

Apêndice A-45: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília rbo2.8

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9761	0,9528	0,2303	0,55%	1,11%	-42,41%	0,9524	0,9051	438,4922	0,45%	0,90%	-4,00%
2	A2	0,9804	0,9611	1,3881	0,99%	1,99%	247,21%	0,9607	0,9216	398,5988	1,33%	2,74%	-12,74%
3	A3	0,9894	0,9790	2,8111	1,92%	3,89%	603,12%	0,9796	0,9589	288,5355	3,32%	6,90%	-36,83%
4	A4	0,9911	0,9822	2,3022	2,09%	4,23%	475,94%	0,9857	0,9716	240,1210	3,97%	8,30%	-47,43%
5	A5	0,9751	0,9508	6,7001	0,44%	0,89%	1575,86%	0,9553	0,9124	421,3294	0,76%	1,71%	-7,76%
6	A6	0,9556	0,9131	9,6695	-1,56%	-3,11%	2318,58%	0,9191	0,8435	563,1640	-3,06%	-5,97%	23,29%
7	A7	0,8965	0,8037	2,2931	-7,65%	-14,71%	473,57%	0,8498	0,7113	764,9794	-10,37%	-20,71%	67,48%
8	A8	0,5060	0,2559	21,3156	-47,88%	-72,85%	5231,56%	0,3398	0,0736	1370,3348	-64,16%	-91,80%	200,00%
9	A9	0,4700	0,2208	17,9357	-51,59%	-76,57%	4386,16%	-0,1718	-0,0543	1461,8631	-118,12%	-106,06%	220,04%
10	A10	0,4865	0,2366	8,0304	-49,89%	-74,89%	1908,60%	0,0527	0,0018	1422,4148	-94,44%	-99,80%	211,41%
11	A1+A2	0,9801	0,9606	1,9862	0,97%	1,94%	396,79%	0,9599	0,9200	402,8014	1,25%	2,55%	-11,82%
12	A1+A2+A3	0,9846	0,9695	0,4742	1,43%	2,88%	18,61%	0,9691	0,9382	353,9623	2,22%	4,58%	-22,51%
13	A1+A2+A3+A4	0,9887	0,9776	0,3608	1,85%	3,74%	-9,75%	0,9769	0,9537	306,4629	3,04%	6,31%	-32,91%
14	A2+A3	0,9870	0,9742	6,4071	1,67%	3,38%	1502,57%	0,9738	0,9476	325,7916	2,72%	5,64%	-28,68%
15	A2+A3+A4	0,9917	0,9835	1,5336	2,16%	4,37%	283,60%	0,9833	0,9665	260,4488	3,71%	7,74%	-42,98%
16	A2+A3+A4+A5	0,9936	0,9873	1,6151	2,36%	4,77%	303,98%	0,9872	0,9745	227,2751	4,13%	8,63%	-50,24%
17	A3+A4	0,9941	0,9882	3,0308	2,40%	4,87%	658,07%	0,9895	0,9788	207,3420	4,36%	9,11%	-54,61%
18	A3+A4+A5	0,9950	0,9900	0,1133	2,50%	5,06%	-71,66%	0,9913	0,9826	187,8561	4,55%	9,53%	-58,87%
19	A3+A4+A5+A6	0,9930	0,9860	1,1575	2,29%	4,64%	189,53%	0,9880	0,9757	222,0857	4,21%	8,76%	-51,38%
20	A4+A5	0,9897	0,9796	1,0535	1,95%	3,95%	163,51%	0,9833	0,9668	259,3552	3,71%	7,77%	-43,22%
21	A4+A5+A6	0,9866	0,9733	1,4520	1,63%	3,29%	263,19%	0,9772	0,9539	305,7855	3,07%	6,33%	-33,06%
22	A4+A5+A6+A7	0,9823	0,9650	1,2293	1,19%	2,40%	207,47%	0,9712	0,9392	350,9986	2,43%	4,70%	-23,16%
23	A5+A6	0,9729	0,9465	3,7369	0,22%	0,44%	834,68%	0,9487	0,8992	451,9429	0,06%	0,24%	-1,06%
24	A5+A6+A7	0,9674	0,9359	1,6783	-0,34%	-0,68%	319,79%	0,9404	0,8835	485,9722	-0,81%	-1,51%	6,39%
25	A5+A6+A7+A8	0,9603	0,9221	0,8053	-1,08%	-2,15%	101,43%	0,9339	0,8663	520,6274	-1,50%	-3,43%	13,98%
26	A6+A7	0,9402	0,8839	3,9654	-3,15%	-6,20%	891,84%	0,9007	0,8103	620,0913	-5,00%	-9,67%	35,76%
27	A6+A7+A8	0,9321	0,8688	0,0219	-3,98%	-7,80%	-94,52%	0,9034	0,8103	620,1531	-4,71%	-9,68%	35,77%
28	A6+A7+A8+A9	0,9162	0,8394	1,5769	-5,62%	-10,92%	294,43%	0,8882	0,7702	682,5305	-6,32%	-14,15%	49,43%
29	A7+A8	0,8521	0,7259	23,2824	-12,22%	-22,97%	5723,52%	0,8042	0,6033	896,7293	-15,18%	-32,75%	96,32%
30	A7+A8+A9	0,8220	0,6757	2,1602	-15,32%	-28,30%	440,32%	0,7394	0,4947	1012,0093	-22,02%	-44,85%	121,56%
31	A7+A8+A9+A10	0,7899	0,6240	5,3101	-18,63%	-33,78%	1228,20%	0,6970	0,4373	1068,0127	-26,48%	-51,26%	133,82%
32	A8+A9	0,5001	0,2500	12,7114	-48,49%	-73,47%	3079,44%	0,3489	0,0408	1394,3373	-63,20%	-95,45%	205,26%
33	A8+A9+A10	0,5655	0,3196	10,0572	-41,75%	-66,08%	2415,55%	-0,0726	-0,0228	1439,8132	-107,66%	-102,54%	215,22%
34	A9+A10	0,3896	0,1517	5,3884	-59,87%	-83,90%	1247,77%	-0,0584	-0,0137	1433,4109	-106,16%	-101,53%	213,81%

Apêndice A-46: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília rbio3.1

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9695	0,9399	8,1826	-0,13%	-0,25%	1946,67%	0,9428	0,8863	480,0310	-0,56%	-1,20%	5,09%
2	A2	0,9896	0,9794	3,2145	1,95%	3,93%	704,02%	0,9784	0,9565	296,9828	3,20%	6,62%	-34,98%
3	A3	0,9864	0,9729	2,2514	1,61%	3,24%	463,13%	0,9785	0,9571	295,0298	3,20%	6,69%	-35,41%
4	A4	0,9662	0,9335	5,9533	-0,47%	-0,94%	1389,07%	0,9488	0,8991	452,2126	0,07%	0,23%	-1,00%
5	A5	0,9084	0,8252	0,1916	-6,42%	-12,43%	-52,08%	0,8809	0,7741	676,6547	-7,09%	-13,71%	48,14%
6	A6	0,7647	0,5847	3,7461	-21,23%	-37,95%	836,98%	0,7203	0,5081	998,5074	-24,03%	-43,36%	118,60%
7	A7	0,5555	0,3086	2,9060	-42,77%	-67,25%	626,86%	0,3771	0,0457	1390,7662	-60,22%	-94,90%	204,48%
8	A8	0,2209	0,0488	9,2606	-77,24%	-94,82%	2216,32%	0,1446	-0,0809	1480,1863	-84,75%	-109,02%	224,05%
9	A9	0,0552	0,0029	22,7957	-94,31%	-99,70%	5601,78%	0,0517	-0,1237	1509,1816	-94,55%	-113,79%	230,40%
10	A10	0,0421	0,0009	36,5926	-95,66%	-99,90%	9052,74%	0,0339	-0,1626	1535,0913	-96,42%	-118,13%	236,07%
11	A1+A2	0,9592	0,9201	7,5350	-1,19%	-2,36%	1784,69%	0,9290	0,8604	531,8528	-2,01%	-4,08%	16,44%
12	A1+A2+A3	0,9701	0,9411	1,7651	-0,07%	-0,13%	341,49%	0,9479	0,8974	456,0790	-0,02%	0,03%	-0,15%
13	A1+A2+A3+A4	0,9638	0,9290	2,1731	-0,71%	-1,42%	443,56%	0,9425	0,8863	480,1519	-0,59%	-1,21%	5,12%
14	A2+A3	0,9767	0,9539	6,7319	0,61%	1,22%	1583,83%	0,9626	0,9232	394,5703	1,53%	2,91%	-13,62%
15	A2+A3+A4	0,9531	0,9082	18,4540	-1,82%	-3,62%	4515,80%	0,9295	0,8612	530,4054	-1,96%	-4,00%	16,12%
16	A2+A3+A4+A5	0,9457	0,8944	6,7435	-2,58%	-5,09%	1586,71%	0,9276	0,8597	533,2138	-2,17%	-4,16%	16,74%
17	A3+A4	0,9684	0,9377	1,7874	-0,25%	-0,49%	347,07%	0,9509	0,9037	441,9100	0,30%	0,73%	-3,25%
18	A3+A4+A5	0,9166	0,8402	1,8804	-5,58%	-10,84%	370,33%	0,8964	0,8008	635,3886	-5,46%	-10,73%	39,10%
19	A3+A4+A5+A6	0,9177	0,8422	3,6792	-5,46%	-10,62%	820,27%	0,9084	0,8243	596,7088	-4,18%	-8,11%	30,64%
20	A4+A5	0,9346	0,8735	3,5732	-3,72%	-7,30%	793,76%	0,9190	0,8431	563,8973	-3,06%	-6,01%	23,45%
21	A4+A5+A6	0,8689	0,7549	2,4412	-10,49%	-19,89%	510,61%	0,8448	0,7128	763,0083	-10,90%	-20,54%	67,04%
22	A4+A5+A6+A7	0,8026	0,6441	3,9321	-17,33%	-31,65%	883,53%	0,7660	0,5779	925,0168	-19,21%	-35,58%	102,51%
23	A5+A6	0,8602	0,7400	4,0560	-11,38%	-21,47%	914,52%	0,8319	0,6913	791,0364	-12,25%	-22,94%	73,18%
24	A5+A6+A7	0,7388	0,5457	8,6181	-23,90%	-42,09%	2055,61%	0,6666	0,4155	1088,4812	-29,69%	-53,69%	138,30%
25	A5+A6+A7+A8	0,7410	0,5491	4,4338	-23,67%	-41,73%	1009,01%	0,6547	0,4089	1094,5829	-30,94%	-54,42%	139,63%
26	A6+A7	0,6716	0,4511	3,8565	-30,81%	-52,13%	864,62%	0,5764	0,2932	1196,9000	-39,20%	-67,31%	162,03%
27	A6+A7+A8	0,6235	0,3887	4,5973	-35,77%	-58,75%	1049,89%	0,5202	0,2157	1260,8628	-45,13%	-75,96%	176,04%
28	A6+A7+A8+A9	0,6117	0,3740	3,6372	-36,99%	-60,31%	809,75%	0,5296	0,2581	1226,2984	-44,14%	-71,23%	168,47%
29	A7+A8	0,5017	0,2516	1,1927	-48,32%	-73,30%	198,32%	0,3534	0,0432	1392,6197	-62,73%	-95,19%	204,88%
30	A7+A8+A9	0,3983	0,1586	7,3491	-58,97%	-83,17%	1738,19%	0,2104	-0,0601	1465,8548	-77,81%	-106,70%	220,92%
31	A7+A8+A9+A10	0,1962	0,0384	14,3246	-79,79%	-95,92%	3482,95%	0,1097	-0,1038	1495,7970	-88,43%	-111,58%	227,47%
32	A8+A9	0,1765	0,0311	7,2511	-81,82%	-96,70%	1713,69%	0,0366	-0,1347	1516,5605	-96,14%	-115,02%	232,02%
33	A8+A9+A10	0,0800	0,0060	40,7497	-91,76%	-99,37%	10092,53%	0,0667	-0,1537	1529,2259	-92,97%	-117,14%	234,79%
34	A9+A10	0,0506	0,0025	14,1715	-94,79%	-99,74%	3444,66%	0,0302	-0,1329	1515,3595	-96,82%	-114,82%	231,75%

Apêndice A-47: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília rbo3.3

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9731	0,9469	2,7990	0,24%	0,49%	600,10%	0,9485	0,8974	456,0191	0,04%	0,04%	-0,16%
2	A2	0,9746	0,9499	0,3495	0,40%	0,80%	-12,59%	0,9540	0,9073	433,3643	0,62%	1,15%	-5,12%
3	A3	0,9731	0,9470	1,9948	0,25%	0,50%	398,95%	0,9554	0,9096	428,0309	0,77%	1,40%	-6,29%
4	A4	0,9407	0,8848	3,8237	-3,10%	-6,10%	856,40%	0,9146	0,8320	583,4975	-3,54%	-7,25%	27,74%
5	A5	0,9229	0,8517	11,8579	-4,93%	-9,62%	2865,95%	0,9166	0,8378	573,3643	-3,32%	-6,61%	25,53%
6	A6	0,8569	0,7343	6,9893	-11,73%	-22,08%	1648,20%	0,8615	0,7414	724,0064	-9,14%	-17,35%	58,51%
7	A7	0,6374	0,4063	2,3745	-34,34%	-56,89%	493,92%	0,4648	0,1912	1280,3523	-50,97%	-78,68%	180,30%
8	A8	0,4259	0,1814	3,1782	-56,13%	-80,75%	694,96%	0,4569	0,2084	1266,6895	-51,81%	-76,77%	177,31%
9	A9	0,3316	0,1098	9,5002	-65,84%	-88,34%	2276,23%	0,3212	0,0892	1358,7205	-66,12%	-90,06%	197,46%
10	A10	0,3138	0,0984	12,0248	-67,68%	-89,55%	2907,70%	-0,0078	-0,0376	1450,2321	-100,82%	-104,19%	217,50%
11	A1+A2	0,9749	0,9505	2,4127	0,43%	0,87%	503,48%	0,9519	0,9041	440,9211	0,40%	0,78%	-3,47%
12	A1+A2+A3	0,9717	0,9443	1,2772	0,10%	0,21%	219,46%	0,9487	0,8971	456,8002	0,06%	0,00%	0,01%
13	A1+A2+A3+A4	0,9645	0,9303	3,4919	-0,64%	-1,27%	773,42%	0,9406	0,8818	489,4776	-0,79%	-1,70%	7,16%
14	A2+A3	0,9676	0,9362	8,4190	-0,32%	-0,65%	2005,80%	0,9463	0,8923	467,1937	-0,18%	-0,53%	2,28%
15	A2+A3+A4	0,9598	0,9212	4,1610	-1,13%	-2,24%	940,76%	0,9357	0,8719	509,4963	-1,30%	-2,80%	11,54%
16	A2+A3+A4+A5	0,9578	0,9173	12,9470	-1,34%	-2,66%	3138,38%	0,9358	0,8731	507,2504	-1,30%	-2,68%	11,05%
17	A3+A4	0,9514	0,9051	1,6063	-2,00%	-3,95%	301,78%	0,9265	0,8551	541,9150	-2,28%	-4,68%	18,64%
18	A3+A4+A5	0,9506	0,9035	21,0612	-2,07%	-4,12%	5167,93%	0,9302	0,8629	527,2068	-1,88%	-3,81%	15,42%
19	A3+A4+A5+A6	0,9454	0,8937	17,9325	-2,61%	-5,16%	4385,36%	0,9243	0,8531	545,7486	-2,51%	-4,91%	19,48%
20	A4+A5	0,9420	0,8872	18,8437	-2,96%	-5,85%	4613,28%	0,9242	0,8518	547,9873	-2,52%	-5,04%	19,97%
21	A4+A5+A6	0,9326	0,8693	18,1033	-3,93%	-7,76%	4428,09%	0,9151	0,8350	578,2774	-3,48%	-6,92%	26,60%
22	A4+A5+A6+A7	0,9221	0,8503	4,3018	-5,01%	-9,77%	975,99%	0,9016	0,8066	626,1090	-4,90%	-10,09%	37,07%
23	A5+A6	0,9171	0,8411	3,6047	-5,52%	-10,74%	801,64%	0,9215	0,8487	553,7382	-2,80%	-5,39%	21,23%
24	A5+A6+A7	0,8925	0,7965	7,3508	-8,06%	-15,47%	1738,62%	0,8685	0,7475	715,3826	-8,39%	-16,67%	56,62%
25	A5+A6+A7+A8	0,8706	0,7579	1,3277	-10,32%	-19,57%	232,08%	0,8309	0,6834	801,1319	-12,37%	-23,82%	75,39%
26	A6+A7	0,8195	0,6716	7,1131	-15,58%	-28,73%	1679,17%	0,7743	0,5978	902,9449	-18,33%	-33,37%	97,68%
27	A6+A7+A8	0,7955	0,6328	4,4874	-18,05%	-32,85%	1022,40%	0,7294	0,5294	976,6218	-23,07%	-40,98%	113,81%
28	A6+A7+A8+A9	0,7760	0,6022	7,0147	-20,06%	-36,10%	1654,55%	0,7119	0,4982	1008,4701	-24,91%	-44,46%	120,78%
29	A7+A8	0,6543	0,4277	36,5849	-32,60%	-54,61%	9050,79%	0,4946	0,2179	1259,0949	-47,83%	-75,71%	175,65%
30	A7+A8+A9	0,6514	0,4242	6,3362	-32,90%	-54,98%	1484,84%	0,5290	0,2657	1220,0292	-44,20%	-70,39%	167,10%
31	A7+A8+A9+A10	0,6252	0,3908	9,8180	-35,60%	-58,52%	2355,73%	0,5314	0,2698	1216,6152	-43,95%	-69,93%	166,35%
32	A8+A9	0,4113	0,1690	15,8056	-57,63%	-82,07%	3853,38%	0,4560	0,1999	1273,4555	-51,90%	-77,71%	178,80%
33	A8+A9+A10	0,3975	0,1578	12,4578	-59,05%	-83,26%	3016,01%	0,4039	0,1458	1315,7979	-57,40%	-83,74%	188,06%
34	A9+A10	0,3275	0,1073	0,0679	-66,26%	-88,62%	-83,01%	0,3020	0,0565	1382,9048	-68,15%	-93,70%	202,76%

Apêndice A-48: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília rbio3.5

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9714	0,9435	3,2799	0,06%	0,13%	720,38%	0,9455	0,8918	468,3342	-0,28%	-0,59%	2,53%
2	A2	0,9769	0,9544	0,0299	0,64%	1,28%	-92,52%	0,9543	0,9093	428,8250	0,66%	1,36%	-6,12%
3	A3	0,9702	0,9413	0,8149	-0,05%	-0,11%	103,83%	0,9491	0,8984	453,7767	0,10%	0,15%	-0,66%
4	A4	0,9656	0,9324	14,4957	-0,53%	-1,05%	3525,73%	0,9441	0,8879	476,7472	-0,43%	-1,03%	4,37%
5	A5	0,9529	0,9081	11,2351	-1,83%	-3,64%	2710,19%	0,9484	0,8988	452,9748	0,03%	0,19%	-0,83%
6	A6	0,9088	0,8260	3,0415	-6,38%	-12,35%	660,77%	0,9253	0,8547	542,6363	-2,41%	-4,72%	18,80%
7	A7	0,7609	0,5790	5,8653	-21,62%	-38,56%	1367,07%	0,6087	0,3673	1132,4382	-35,80%	-59,05%	147,92%
8	A8	0,4706	0,2214	13,0567	-51,53%	-76,51%	3165,81%	0,4054	0,1586	1305,9097	-57,24%	-82,32%	185,90%
9	A9	0,3914	0,1532	3,1130	-59,68%	-83,74%	678,65%	0,3648	0,0967	1353,0839	-61,52%	-89,22%	196,23%
10	A10	0,4162	0,1732	11,2614	-57,13%	-81,62%	2716,75%	-0,1528	-0,0496	1458,5531	-116,12%	-105,52%	219,32%
11	A1+A2	0,9758	0,9522	0,7931	0,52%	1,05%	98,38%	0,9549	0,9099	427,3576	0,72%	1,43%	-6,44%
12	A1+A2+A3	0,9779	0,9563	1,5977	0,73%	1,48%	299,63%	0,9601	0,9197	403,5139	1,27%	2,52%	-11,66%
13	A1+A2+A3+A4	0,9798	0,9599	3,3470	0,93%	1,87%	737,16%	0,9636	0,9267	385,3989	1,64%	3,31%	-15,63%
14	A2+A3	0,9784	0,9572	2,1507	0,78%	1,57%	437,94%	0,9624	0,9227	395,8208	1,50%	2,86%	-13,34%
15	A2+A3+A4	0,9771	0,9547	11,3318	0,65%	1,31%	2734,37%	0,9586	0,9168	410,6001	1,11%	2,20%	-10,11%
16	A2+A3+A4+A5	0,9826	0,9655	4,0960	1,22%	2,46%	924,51%	0,9663	0,9323	370,4298	1,92%	3,93%	-18,90%
17	A3+A4	0,9773	0,9551	2,7127	0,67%	1,35%	578,51%	0,9583	0,9163	411,9030	1,08%	2,14%	-9,82%
18	A3+A4+A5	0,9806	0,9615	16,5554	1,01%	2,03%	4040,93%	0,9619	0,9243	391,6205	1,46%	3,04%	-14,26%
19	A3+A4+A5+A6	0,9795	0,9593	2,7146	0,90%	1,80%	579,00%	0,9611	0,9232	394,4536	1,37%	2,92%	-13,64%
20	A4+A5	0,9710	0,9429	5,1062	0,03%	0,06%	1177,20%	0,9533	0,9075	432,8991	0,55%	1,17%	-5,23%
21	A4+A5+A6	0,9685	0,9380	8,7884	-0,23%	-0,46%	2098,19%	0,9518	0,9058	437,0329	0,39%	0,97%	-4,32%
22	A4+A5+A6+A7	0,9542	0,9105	2,7916	-1,70%	-3,37%	598,24%	0,9401	0,8789	495,5199	-0,85%	-2,03%	8,48%
23	A5+A6	0,9509	0,9042	0,2048	-2,04%	-4,04%	-48,77%	0,9466	0,8959	459,3531	-0,15%	-0,13%	0,57%
24	A5+A6+A7	0,9361	0,8762	0,2641	-3,57%	-7,02%	-33,95%	0,9200	0,8368	575,1624	-2,96%	-6,72%	25,92%
25	A5+A6+A7+A8	0,9211	0,8482	28,5298	-5,11%	-9,99%	7036,01%	0,9005	0,7966	642,1484	-5,02%	-11,20%	40,58%
26	A6+A7	0,8813	0,7767	4,8748	-9,22%	-17,58%	1119,31%	0,8559	0,7220	750,6945	-9,73%	-19,52%	64,35%
27	A6+A7+A8	0,8627	0,7442	0,3582	-11,14%	-21,03%	-10,40%	0,8238	0,6601	830,0650	-13,11%	-26,42%	81,72%
28	A6+A7+A8+A9	0,8431	0,7109	3,9241	-13,15%	-24,57%	881,53%	0,8313	0,6308	865,0773	-12,32%	-29,68%	89,39%
29	A7+A8	0,7496	0,5620	2,6817	-22,78%	-40,37%	570,75%	0,5971	0,3404	1156,2915	-37,02%	-62,06%	153,14%
30	A7+A8+A9	0,7209	0,5197	1,0240	-25,74%	-44,85%	156,12%	0,6074	0,3259	1168,9282	-35,93%	-63,67%	155,91%
31	A7+A8+A9+A10	0,6930	0,4802	10,3507	-28,62%	-49,05%	2488,98%	0,5986	0,2923	1197,6782	-36,87%	-67,41%	162,21%
32	A8+A9	0,4849	0,2351	6,6947	-50,05%	-75,05%	1574,51%	0,3043	0,0780	1367,0508	-67,90%	-91,31%	199,29%
33	A8+A9+A10	0,4805	0,2308	0,7632	-50,51%	-75,51%	90,89%	0,3023	0,0638	1377,5183	-68,12%	-92,89%	201,58%
34	A9+A10	0,3727	0,1386	37,9989	-61,60%	-85,29%	9404,48%	0,2738	0,0541	1384,6500	-71,12%	-93,97%	203,14%

Apêndice A-49: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília rbio3.7

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9750	0,9507	2,0411	0,44%	0,89%	410,54%	0,9521	0,9046	439,7998	0,43%	0,84%	-3,72%
2	A2	0,9760	0,9525	0,5741	0,54%	1,08%	43,59%	0,9531	0,9068	434,7438	0,53%	1,08%	-4,82%
3	A3	0,9786	0,9577	16,9768	0,81%	1,63%	4146,32%	0,9592	0,9184	406,8128	1,17%	2,37%	-10,94%
4	A4	0,9805	0,9614	0,4034	1,00%	2,02%	0,90%	0,9643	0,9290	379,3948	1,71%	3,56%	-16,94%
5	A5	0,9685	0,9380	5,7390	-0,23%	-0,46%	1335,47%	0,9621	0,9255	388,5397	1,47%	3,17%	-14,94%
6	A6	0,9345	0,8732	1,2590	-3,74%	-7,33%	214,90%	0,9372	0,8770	499,4126	-1,15%	-2,24%	9,34%
7	A7	0,8314	0,6911	0,0479	-14,36%	-26,66%	-88,03%	0,7216	0,5201	986,2176	-23,88%	-42,02%	115,91%
8	A8	0,5095	0,2596	1,9284	-47,51%	-72,45%	382,35%	0,2790	0,0336	1399,5600	-70,58%	-96,25%	206,40%
9	A9	0,4742	0,2248	8,8384	-51,16%	-76,15%	2110,70%	0,1290	-0,0010	1424,4365	-86,39%	-100,12%	211,85%
10	A10	0,4601	0,2117	7,8473	-52,60%	-77,54%	1862,82%	-0,3448	-0,0687	1471,7824	-136,37%	-107,66%	222,21%
11	A1+A2	0,9762	0,9531	1,3009	0,56%	1,14%	225,40%	0,9535	0,9074	433,3523	0,57%	1,15%	-5,13%
12	A1+A2+A3	0,9819	0,9641	3,6079	1,14%	2,31%	802,43%	0,9643	0,9283	381,2659	1,71%	3,48%	-16,53%
13	A1+A2+A3+A4	0,9853	0,9708	0,6907	1,50%	3,02%	72,76%	0,9708	0,9416	343,9229	2,40%	4,97%	-24,71%
14	A2+A3	0,9803	0,9610	0,6351	0,98%	1,98%	58,85%	0,9612	0,9227	395,9460	1,38%	2,85%	-13,32%
15	A2+A3+A4	0,9869	0,9740	2,6441	1,66%	3,36%	561,36%	0,9737	0,9471	327,5495	2,70%	5,57%	-28,29%
16	A2+A3+A4+A5	0,9894	0,9790	4,7360	1,92%	3,89%	1084,59%	0,9779	0,9558	299,3745	3,15%	6,54%	-34,46%
17	A3+A4	0,9863	0,9727	2,2759	1,60%	3,23%	469,27%	0,9740	0,9478	325,2754	2,73%	5,66%	-28,79%
18	A3+A4+A5	0,9896	0,9794	7,7488	1,95%	3,93%	1838,17%	0,9782	0,9562	298,0709	3,17%	6,59%	-34,74%
19	A3+A4+A5+A6	0,9888	0,9777	2,6436	1,86%	3,75%	561,22%	0,9786	0,9577	292,9619	3,22%	6,75%	-35,86%
20	A4+A5	0,9842	0,9687	1,6319	1,39%	2,80%	308,18%	0,9703	0,9409	346,0189	2,34%	4,89%	-24,25%
21	A4+A5+A6	0,9806	0,9616	8,3666	1,02%	2,04%	1992,69%	0,9698	0,9404	347,6699	2,29%	4,83%	-23,89%
22	A4+A5+A6+A7	0,9730	0,9468	8,0117	0,23%	0,47%	1903,93%	0,9613	0,9200	402,5991	1,40%	2,56%	-11,86%
23	A5+A6	0,9669	0,9348	11,6330	-0,40%	-0,80%	2809,71%	0,9582	0,9177	408,4142	1,06%	2,30%	-10,59%
24	A5+A6+A7	0,9531	0,9084	9,2370	-1,82%	-3,60%	2210,42%	0,9412	0,8783	496,6533	-0,73%	-2,09%	8,73%
25	A5+A6+A7+A8	0,9448	0,8926	10,4678	-2,67%	-5,28%	2518,25%	0,9279	0,8401	569,3605	-2,14%	-6,35%	24,65%
26	A6+A7	0,9161	0,8392	1,6913	-5,63%	-10,94%	323,04%	0,8952	0,7890	654,0006	-5,58%	-12,05%	43,18%
27	A6+A7+A8	0,9041	0,8173	8,0187	-6,87%	-13,26%	1905,67%	0,8732	0,7308	738,6854	-7,90%	-18,54%	61,72%
28	A6+A7+A8+A9	0,8826	0,7791	2,2925	-9,08%	-17,33%	473,41%	0,8701	0,6765	809,8085	-8,23%	-24,59%	77,29%
29	A7+A8	0,8124	0,6600	0,4726	-16,31%	-29,96%	18,21%	0,6920	0,4508	1055,1013	-27,01%	-49,75%	130,99%
30	A7+A8+A9	0,7724	0,5966	3,9643	-20,43%	-36,69%	891,57%	0,6916	0,3766	1124,0907	-27,05%	-58,02%	146,09%
31	A7+A8+A9+A10	0,7334	0,5378	1,6932	-24,45%	-42,93%	323,51%	0,6914	0,3467	1150,7718	-27,08%	-61,36%	151,94%
32	A8+A9	0,4915	0,2415	1,0099	-49,37%	-74,37%	152,61%	0,2973	0,0737	1370,2496	-68,64%	-91,79%	199,99%
33	A8+A9+A10	0,5165	0,2667	1,7528	-46,80%	-71,69%	338,43%	0,2500	0,0502	1387,5346	-73,64%	-94,41%	203,77%
34	A9+A10	0,5176	0,2679	4,9852	-46,68%	-71,57%	1146,92%	0,0956	-0,0453	1455,5664	-89,91%	-105,05%	218,66%

Apêndice A-50: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília rbio3.9

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9758	0,9523	0,9536	0,52%	1,05%	138,53%	0,9522	0,9047	439,5526	0,43%	0,85%	-3,77%
2	A2	0,9784	0,9572	4,6186	0,79%	1,58%	1055,22%	0,9573	0,9149	415,3057	0,97%	1,99%	-9,08%
3	A3	0,9874	0,9749	0,5274	1,71%	3,46%	31,93%	0,9749	0,9491	321,0640	2,83%	5,80%	-29,71%
4	A4	0,9862	0,9727	1,8176	1,59%	3,22%	354,62%	0,9752	0,9506	316,3010	2,86%	5,97%	-30,75%
5	A5	0,9747	0,9501	2,3223	0,41%	0,82%	480,85%	0,9645	0,9302	376,2568	1,73%	3,69%	-17,63%
6	A6	0,9484	0,8996	4,5862	-2,30%	-4,54%	1047,11%	0,9321	0,8679	517,4195	-1,69%	-3,25%	13,28%
7	A7	0,8838	0,7811	2,7235	-8,96%	-17,11%	581,21%	0,8139	0,6590	831,3764	-14,15%	-26,54%	82,01%
8	A8	0,5605	0,3141	7,5797	-42,27%	-66,67%	1795,88%	0,2152	-0,0608	1466,3693	-77,30%	-106,78%	221,03%
9	A9	0,4909	0,2409	0,0203	-49,43%	-74,44%	-94,92%	0,1465	0,0171	1411,4522	-84,55%	-98,09%	209,01%
10	A10	0,4082	0,1666	16,8305	-57,95%	-82,32%	4109,73%	-0,2877	-0,0570	1463,6901	-130,35%	-106,35%	220,44%
11	A1+A2	0,9782	0,9570	1,6096	0,77%	1,55%	302,59%	0,9558	0,9119	422,4738	0,82%	1,66%	-7,51%
12	A1+A2+A3	0,9836	0,9675	0,6339	1,32%	2,67%	58,55%	0,9677	0,9353	362,1815	2,07%	4,26%	-20,71%
13	A1+A2+A3+A4	0,9878	0,9758	0,1895	1,76%	3,55%	-52,59%	0,9757	0,9513	314,1096	2,91%	6,05%	-31,23%
14	A2+A3	0,9861	0,9724	1,3540	1,58%	3,19%	238,68%	0,9717	0,9432	339,2851	2,49%	5,14%	-25,72%
15	A2+A3+A4	0,9908	0,9817	2,1910	2,06%	4,17%	448,01%	0,9824	0,9647	267,3190	3,62%	7,54%	-41,48%
16	A2+A3+A4+A5	0,9927	0,9855	0,7013	2,26%	4,58%	75,41%	0,9859	0,9719	238,8604	3,99%	8,34%	-47,71%
17	A3+A4	0,9923	0,9846	0,3608	2,22%	4,48%	-9,75%	0,9859	0,9716	239,7773	3,98%	8,31%	-47,51%
18	A3+A4+A5	0,9936	0,9873	0,6015	2,35%	4,77%	50,44%	0,9881	0,9762	219,4284	4,22%	8,83%	-51,96%
19	A3+A4+A5+A6	0,9921	0,9842	0,3355	2,20%	4,45%	-16,09%	0,9866	0,9733	232,4887	4,06%	8,50%	-49,10%
20	A4+A5	0,9883	0,9768	1,1488	1,81%	3,66%	187,35%	0,9786	0,9576	293,2811	3,22%	6,74%	-35,79%
21	A4+A5+A6	0,9855	0,9713	6,2452	1,52%	3,07%	1462,07%	0,9766	0,9536	306,8297	3,00%	6,30%	-32,83%
22	A4+A5+A6+A7	0,9792	0,9588	2,2658	0,87%	1,75%	466,72%	0,9687	0,9352	362,4201	2,17%	4,25%	-20,66%
23	A5+A6	0,9725	0,9457	1,6715	0,18%	0,36%	318,08%	0,9596	0,9207	400,9897	1,21%	2,63%	-12,21%
24	A5+A6+A7	0,9625	0,9264	2,5086	-0,85%	-1,69%	527,46%	0,9466	0,8909	470,1599	-0,16%	-0,68%	2,93%
25	A5+A6+A7+A8	0,9550	0,9120	3,6830	-1,62%	-3,22%	821,21%	0,9366	0,8602	532,2503	-1,21%	-4,11%	16,52%
26	A6+A7	0,9370	0,8780	3,5411	-3,47%	-6,82%	785,71%	0,9115	0,8222	600,3252	-3,86%	-8,35%	31,43%
27	A6+A7+A8	0,9152	0,8375	2,0327	-5,72%	-11,13%	408,43%	0,8880	0,7563	702,8429	-6,34%	-15,69%	53,87%
28	A6+A7+A8+A9	0,8958	0,8024	4,9481	-7,73%	-14,85%	1137,66%	0,8809	0,6981	782,3222	-7,08%	-22,19%	71,27%
29	A7+A8	0,8445	0,7129	31,9773	-13,01%	-24,35%	7898,32%	0,7572	0,5445	960,8883	-20,14%	-39,30%	110,37%
30	A7+A8+A9	0,8028	0,6444	4,2220	-17,30%	-31,62%	956,02%	0,7430	0,4376	1067,6487	-21,64%	-51,22%	133,74%
31	A7+A8+A9+A10	0,7905	0,6249	0,2452	-18,57%	-33,68%	-38,67%	0,7263	0,4014	1101,4645	-23,40%	-55,25%	141,14%
32	A8+A9	0,5660	0,3204	3,5836	-41,69%	-66,00%	796,36%	0,2848	0,0530	1385,4564	-69,96%	-94,09%	203,32%
33	A8+A9+A10	0,4706	0,2213	19,1195	-51,53%	-76,51%	4682,28%	0,2656	0,0588	1381,2030	-71,99%	-93,44%	202,38%
34	A9+A10	0,4203	0,1766	1,1692	-56,70%	-81,25%	192,44%	0,0645	-0,0056	1427,6588	-93,20%	-100,62%	212,55%

Apêndice A-51: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília rbio4.4

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9749	0,9505	2,9802	0,43%	0,87%	645,42%	0,9514	0,9026	444,2839	0,35%	0,62%	-2,73%
2	A2	0,9737	0,9481	0,1126	0,30%	0,61%	-71,83%	0,9493	0,8991	452,2106	0,13%	0,23%	-1,00%
3	A3	0,9773	0,9551	1,4779	0,67%	1,35%	269,66%	0,9600	0,9199	402,8227	1,25%	2,55%	-11,81%
4	A4	0,9825	0,9653	0,7620	1,21%	2,44%	90,60%	0,9724	0,9450	334,0056	2,56%	5,34%	-26,88%
5	A5	0,9713	0,9435	3,8414	0,06%	0,12%	860,82%	0,9417	0,8863	479,9704	-0,67%	-1,20%	5,08%
6	A6	0,9450	0,8931	1,6067	-2,65%	-5,23%	301,86%	0,9082	0,8221	600,5506	-4,21%	-8,36%	31,48%
7	A7	0,8392	0,7042	6,9303	-13,55%	-25,27%	1633,44%	0,8128	0,6575	833,2429	-14,27%	-26,71%	82,42%
8	A8	0,5636	0,3176	8,6710	-41,94%	-66,30%	2068,84%	0,0171	-0,0667	1470,4084	-98,20%	-107,43%	221,91%
9	A9	0,4918	0,2418	8,4661	-49,34%	-74,34%	2017,57%	-0,0982	-0,0366	1449,4927	-110,36%	-104,08%	217,33%
10	A10	0,3918	0,1535	5,4154	-59,64%	-83,71%	1254,53%	-0,0053	-0,0118	1432,0571	-100,56%	-101,31%	213,52%
11	A1+A2	0,9757	0,9520	6,0827	0,51%	1,02%	1421,44%	0,9534	0,9072	433,7794	0,56%	1,13%	-5,03%
12	A1+A2+A3	0,9795	0,9594	5,9356	0,90%	1,82%	1384,63%	0,9616	0,9234	394,0443	1,42%	2,93%	-13,73%
13	A1+A2+A3+A4	0,9838	0,9679	1,5460	1,35%	2,72%	286,69%	0,9698	0,9395	350,1715	2,29%	4,73%	-23,34%
14	A2+A3	0,9788	0,9581	1,5608	0,83%	1,67%	290,40%	0,9614	0,9231	394,7998	1,41%	2,90%	-13,57%
15	A2+A3+A4	0,9844	0,9690	3,2370	1,40%	2,83%	709,65%	0,9725	0,9449	334,2458	2,57%	5,33%	-26,82%
16	A2+A3+A4+A5	0,9879	0,9760	1,0113	1,77%	3,57%	152,95%	0,9776	0,9555	300,4575	3,11%	6,51%	-34,22%
17	A3+A4	0,9855	0,9712	3,5568	1,52%	3,06%	789,65%	0,9746	0,9489	321,6796	2,80%	5,78%	-29,58%
18	A3+A4+A5	0,9891	0,9783	2,6875	1,89%	3,82%	572,22%	0,9802	0,9606	282,4350	3,39%	7,09%	-38,17%
19	A3+A4+A5+A6	0,9886	0,9773	6,5458	1,84%	3,71%	1537,27%	0,9801	0,9601	284,3856	3,37%	7,03%	-37,74%
20	A4+A5	0,9852	0,9706	0,3601	1,49%	3,00%	-9,94%	0,9749	0,9503	317,3343	2,83%	5,94%	-30,53%
21	A4+A5+A6	0,9833	0,9669	0,3420	1,29%	2,61%	-14,45%	0,9723	0,9444	335,8078	2,55%	5,27%	-26,48%
22	A4+A5+A6+A7	0,9765	0,9535	1,4809	0,59%	1,18%	270,41%	0,9634	0,9243	391,6282	1,61%	3,04%	-14,26%
23	A5+A6	0,9675	0,9361	0,6461	-0,34%	-0,67%	61,61%	0,9417	0,8862	480,3582	-0,67%	-1,22%	5,16%
24	A5+A6+A7	0,9568	0,9153	11,4736	-1,44%	-2,87%	2769,84%	0,9291	0,8601	532,4453	-2,00%	-4,12%	16,57%
25	A5+A6+A7+A8	0,9484	0,8995	0,4541	-2,30%	-4,55%	13,59%	0,9268	0,8389	571,5042	-2,24%	-6,49%	25,12%
26	A6+A7	0,9299	0,8647	0,4909	-4,21%	-8,23%	22,79%	0,8767	0,7679	685,9186	-7,53%	-14,40%	50,17%
27	A6+A7+A8	0,9075	0,8234	7,9320	-6,52%	-12,62%	1883,98%	0,8727	0,7290	741,1376	-7,95%	-18,73%	62,26%
28	A6+A7+A8+A9	0,8821	0,7781	0,1050	-9,13%	-17,43%	-73,73%	0,8614	0,6527	839,0604	-9,15%	-27,24%	83,69%
29	A7+A8	0,7836	0,6139	5,4842	-19,27%	-34,85%	1271,72%	0,7945	0,5512	953,7584	-16,20%	-38,55%	108,80%
30	A7+A8+A9	0,7490	0,5608	12,1936	-22,85%	-40,49%	2949,93%	0,7839	0,4351	1070,0104	-17,32%	-51,49%	134,26%
31	A7+A8+A9+A10	0,7106	0,5049	8,7703	-26,80%	-46,42%	2093,66%	0,7469	0,3325	1163,1846	-21,22%	-62,94%	154,65%
32	A8+A9	0,5003	0,2503	14,5075	-48,46%	-73,44%	3528,70%	0,0479	-0,0064	1428,2165	-94,95%	-100,71%	212,68%
33	A8+A9+A10	0,4924	0,2423	23,0139	-49,27%	-74,28%	5656,34%	0,1673	0,0066	1419,0191	-82,35%	-99,27%	210,66%
34	A9+A10	0,4836	0,2339	3,9929	-50,18%	-75,18%	898,73%	0,0529	-0,0199	1437,7814	-94,42%	-102,22%	214,77%

Apêndice A-52: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília rbio5.5

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9750	0,9507	4,2392	0,44%	0,89%	960,33%	0,9515	0,9033	442,8351	0,36%	0,69%	-3,05%
2	A2	0,9740	0,9487	2,2754	0,34%	0,68%	469,13%	0,9490	0,8989	452,6534	0,10%	0,21%	-0,90%
3	A3	0,9804	0,9611	0,7590	0,99%	1,99%	89,84%	0,9645	0,9285	380,5793	1,73%	3,51%	-16,68%
4	A4	0,9849	0,9699	0,3177	1,45%	2,93%	-20,52%	0,9763	0,9529	309,1298	2,98%	6,22%	-32,32%
5	A5	0,9724	0,9456	9,0831	0,17%	0,35%	2171,91%	0,9452	0,8933	465,0626	-0,31%	-0,42%	1,82%
6	A6	0,9477	0,8981	0,9268	-2,38%	-4,70%	131,82%	0,9097	0,8251	595,4908	-4,05%	-8,03%	30,37%
7	A7	0,8606	0,7405	1,2795	-11,35%	-21,42%	220,02%	0,8240	0,6752	811,3902	-13,09%	-24,73%	77,64%
8	A8	0,5745	0,3300	17,9681	-40,82%	-64,98%	4394,28%	0,0600	-0,0311	1445,7028	-93,67%	-103,47%	216,50%
9	A9	0,4960	0,2459	5,1219	-48,91%	-73,91%	1181,12%	-0,0071	-0,0825	1481,2956	-100,75%	-109,20%	224,30%
10	A10	0,5268	0,2775	4,2093	-45,73%	-70,55%	952,85%	-0,3068	-0,1463	1524,3048	-132,36%	-116,31%	233,71%
11	A1+A2	0,9757	0,9519	1,3615	0,50%	1,01%	240,54%	0,9531	0,9068	434,7073	0,52%	1,08%	-4,83%
12	A1+A2+A3	0,9807	0,9618	0,2551	1,02%	2,06%	-36,19%	0,9619	0,9240	392,4654	1,45%	3,00%	-14,08%
13	A1+A2+A3+A4	0,9842	0,9687	0,1964	1,38%	2,79%	-50,87%	0,9700	0,9400	348,8255	2,31%	4,78%	-23,63%
14	A2+A3	0,9802	0,9609	1,0136	0,98%	1,97%	153,53%	0,9640	0,9280	382,0349	1,68%	3,45%	-16,36%
15	A2+A3+A4	0,9860	0,9722	0,7538	1,57%	3,17%	88,55%	0,9747	0,9495	320,0765	2,81%	5,84%	-29,93%
16	A2+A3+A4+A5	0,9897	0,9795	2,6081	1,95%	3,94%	552,36%	0,9805	0,9612	280,3781	3,42%	7,15%	-38,62%
17	A3+A4	0,9868	0,9738	3,5270	1,65%	3,34%	782,20%	0,9786	0,9572	294,4187	3,22%	6,71%	-35,54%
18	A3+A4+A5	0,9908	0,9817	1,5963	2,07%	4,18%	299,27%	0,9838	0,9677	255,9963	3,76%	7,87%	-43,96%
19	A3+A4+A5+A6	0,9906	0,9812	0,8865	2,04%	4,12%	121,74%	0,9834	0,9667	259,6725	3,72%	7,77%	-43,15%
20	A4+A5	0,9869	0,9740	1,3088	1,66%	3,36%	227,36%	0,9789	0,9581	291,4098	3,24%	6,80%	-36,20%
21	A4+A5+A6	0,9850	0,9702	3,6371	1,46%	2,95%	809,72%	0,9755	0,9508	315,7257	2,90%	5,99%	-30,88%
22	A4+A5+A6+A7	0,9787	0,9578	15,4489	0,82%	1,64%	3764,15%	0,9681	0,9331	368,3346	2,11%	4,01%	-19,36%
23	A5+A6	0,9699	0,9407	2,2938	-0,09%	-0,17%	473,75%	0,9451	0,8925	466,8220	-0,31%	-0,51%	2,20%
24	A5+A6+A7	0,9612	0,9239	3,3678	-0,99%	-1,96%	742,38%	0,9338	0,8685	516,2522	-1,51%	-3,18%	13,02%
25	A5+A6+A7+A8	0,9509	0,9041	0,2129	-2,05%	-4,05%	-46,74%	0,9284	0,8434	563,3952	-2,08%	-5,98%	23,34%
26	A6+A7	0,9353	0,8749	3,7198	-3,65%	-7,16%	830,41%	0,8810	0,7753	674,9423	-7,08%	-13,58%	47,76%
27	A6+A7+A8	0,9171	0,8410	0,3051	-5,53%	-10,75%	-23,69%	0,8820	0,7562	702,9417	-6,97%	-15,70%	53,89%
28	A6+A7+A8+A9	0,8923	0,7962	3,1515	-8,08%	-15,51%	688,27%	0,8631	0,6711	816,4894	-8,96%	-25,19%	78,75%
29	A7+A8	0,8239	0,6787	5,1370	-15,13%	-27,98%	1184,90%	0,7955	0,5638	940,3210	-16,10%	-37,15%	105,86%
30	A7+A8+A9	0,7788	0,6065	2,8048	-19,78%	-35,64%	601,56%	0,7619	0,4325	1072,4894	-19,64%	-51,78%	134,80%
31	A7+A8+A9+A10	0,7309	0,5342	12,6207	-24,71%	-43,32%	3056,75%	0,7304	0,3301	1165,2393	-22,97%	-63,20%	155,10%
32	A8+A9	0,5535	0,3063	1,6546	-42,98%	-67,50%	313,85%	0,1129	-0,0026	1425,5801	-88,10%	-100,29%	212,10%
33	A8+A9+A10	0,5315	0,2825	14,2365	-45,25%	-70,02%	3460,91%	0,0795	-0,0014	1424,6855	-91,61%	-100,15%	211,90%
34	A9+A10	0,5789	0,3351	4,2670	-40,36%	-64,44%	967,29%	0,1952	-0,0081	1429,4496	-79,41%	-100,90%	212,95%

Apêndice A-53: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília rbio6.8

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9748	0,9502	0,4424	0,41%	0,83%	10,65%	0,9507	0,9020	445,7008	0,28%	0,55%	-2,42%
2	A2	0,9794	0,9592	3,7266	0,89%	1,79%	832,12%	0,9594	0,9190	405,1028	1,19%	2,45%	-11,31%
3	A3	0,9897	0,9795	0,7186	1,95%	3,95%	79,74%	0,9803	0,9604	283,4208	3,39%	7,06%	-37,95%
4	A4	0,9915	0,9831	3,0635	2,14%	4,32%	666,26%	0,9864	0,9730	234,0281	4,04%	8,46%	-48,76%
5	A5	0,9772	0,9550	0,1689	0,67%	1,34%	-57,75%	0,9570	0,9158	413,2121	0,93%	2,08%	-9,54%
6	A6	0,9569	0,9157	1,5124	-1,43%	-2,83%	278,28%	0,9200	0,8458	558,9890	-2,96%	-5,71%	22,38%
7	A7	0,9063	0,8213	18,4187	-6,64%	-12,84%	4506,98%	0,8518	0,7135	761,9953	-10,15%	-20,46%	66,82%
8	A8	0,6070	0,3685	3,5235	-37,47%	-60,90%	781,33%	0,2390	0,0499	1387,7578	-74,79%	-94,44%	203,82%
9	A9	0,4650	0,2162	14,6249	-52,10%	-77,06%	3558,05%	-0,0610	-0,0597	1465,5959	-106,43%	-106,66%	220,86%
10	A10	0,4529	0,2051	8,1455	-53,35%	-78,24%	1937,39%	0,2383	0,0416	1393,8008	-74,86%	-95,37%	205,14%
11	A1+A2	0,9793	0,9591	3,9331	0,88%	1,78%	883,76%	0,9589	0,9181	407,4545	1,14%	2,34%	-10,80%
12	A1+A2+A3	0,9830	0,9664	1,7944	1,27%	2,55%	348,82%	0,9664	0,9329	368,7814	1,93%	3,99%	-19,26%
13	A1+A2+A3+A4	0,9884	0,9769	0,3728	1,82%	3,67%	-6,76%	0,9767	0,9532	307,9698	3,02%	6,26%	-32,58%
14	A2+A3	0,9868	0,9737	1,7369	1,65%	3,33%	334,44%	0,9733	0,9464	329,4888	2,65%	5,50%	-27,87%
15	A2+A3+A4	0,9915	0,9830	2,8781	2,13%	4,31%	619,89%	0,9828	0,9657	263,8480	3,66%	7,65%	-42,24%
16	A2+A3+A4+A5	0,9938	0,9876	1,7438	2,37%	4,81%	336,16%	0,9872	0,9745	227,3955	4,12%	8,63%	-50,22%
17	A3+A4	0,9945	0,9890	0,6254	2,44%	4,95%	56,43%	0,9901	0,9802	200,5401	4,43%	9,26%	-56,10%
18	A3+A4+A5	0,9952	0,9905	1,1344	2,52%	5,11%	183,74%	0,9918	0,9837	181,5696	4,61%	9,66%	-60,25%
19	A3+A4+A5+A6	0,9936	0,9872	1,6287	2,35%	4,76%	307,39%	0,9888	0,9772	215,0986	4,29%	8,93%	-52,91%
20	A4+A5	0,9903	0,9807	2,7779	2,01%	4,07%	594,83%	0,9840	0,9681	254,1197	3,78%	7,92%	-44,37%
21	A4+A5+A6	0,9873	0,9747	1,1860	1,70%	3,44%	196,65%	0,9781	0,9557	299,4940	3,16%	6,54%	-34,43%
22	A4+A5+A6+A7	0,9815	0,9633	5,0024	1,11%	2,23%	1151,24%	0,9715	0,9397	349,6519	2,47%	4,75%	-23,45%
23	A5+A6	0,9715	0,9438	4,8562	0,07%	0,15%	1114,66%	0,9480	0,8983	454,0866	-0,01%	0,13%	-0,59%
24	A5+A6+A7	0,9676	0,9362	2,1148	-0,33%	-0,65%	428,97%	0,9404	0,8826	487,9063	-0,81%	-1,62%	6,82%
25	A5+A6+A7+A8	0,9623	0,9260	1,7500	-0,87%	-1,74%	337,71%	0,9375	0,8720	509,4464	-1,11%	-2,80%	11,53%
26	A6+A7	0,9410	0,8855	2,8142	-3,06%	-6,03%	603,91%	0,9006	0,8094	621,5488	-5,01%	-9,77%	36,07%
27	A6+A7+A8	0,9301	0,8651	0,5564	-4,19%	-8,20%	39,17%	0,8977	0,7939	646,3509	-5,31%	-11,50%	41,50%
28	A6+A7+A8+A9	0,9166	0,8401	8,1567	-5,58%	-10,85%	1940,21%	0,8872	0,7611	695,8826	-6,43%	-15,16%	52,35%
29	A7+A8	0,8637	0,7460	2,4213	-11,03%	-20,83%	505,64%	0,8119	0,6200	877,6345	-14,36%	-30,89%	92,14%
30	A7+A8+A9	0,8335	0,6947	5,5849	-14,14%	-26,28%	1296,92%	0,7610	0,5312	974,7872	-19,74%	-40,78%	113,41%
31	A7+A8+A9+A10	0,8202	0,6727	6,1613	-15,51%	-28,61%	1441,09%	0,7005	0,4497	1056,1155	-26,11%	-49,87%	131,21%
32	A8+A9	0,6192	0,3834	0,3945	-36,22%	-59,31%	-1,33%	0,3617	0,1099	1343,1819	-61,85%	-87,75%	194,06%
33	A8+A9+A10	0,5736	0,3291	2,0926	-40,91%	-65,08%	423,40%	0,1869	0,0263	1404,8349	-80,29%	-97,07%	207,56%
34	A9+A10	0,5056	0,2556	1,5263	-47,91%	-72,88%	281,76%	-0,0990	-0,0828	1481,4860	-110,44%	-109,23%	224,34%

Apêndice A-54: Índices e diferenças percentuais dos índices em relação a previsão usando o sinal bruto para cada combinação de aproximações da subfamília dmey

Nº	Combinação de Aproximações	Calibração					Validação						
		R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS	R ²	Nash	RMS (m³/s)	Δ R ²	Δ Nash	Δ RMS
1	A1	0,9775	0,9554	14,5663	0,69%	1,39%	3543,40%	0,9559	0,9122	421,7774	0,83%	1,69%	-7,66%
2	A2	0,9897	0,9796	2,7546	1,95%	3,95%	588,99%	0,9773	0,9545	303,6000	3,08%	6,40%	-33,53%
3	A3	0,9986	0,9971	0,1357	2,86%	5,82%	-66,05%	0,9977	0,9954	96,4523	5,23%	10,96%	-78,88%
4	A4	0,9938	0,9876	2,0440	2,37%	4,80%	411,26%	0,9891	0,9782	209,9826	4,32%	9,05%	-54,03%
5	A5	0,9791	0,9587	1,1647	0,86%	1,74%	191,33%	0,9589	0,9195	403,8157	1,14%	2,51%	-11,59%
6	A6	0,9539	0,9100	1,5740	-1,74%	-3,44%	293,70%	0,9210	0,8475	555,8961	-2,86%	-5,52%	21,70%
7	A7	0,9293	0,8637	9,8128	-4,27%	-8,35%	2354,43%	0,8764	0,7664	688,0393	-7,56%	-14,56%	50,63%
8	A8	0,5127	0,2626	13,2312	-47,19%	-72,13%	3209,46%	0,3199	0,0861	1361,0225	-66,26%	-90,40%	197,97%
9	A9	0,4738	0,2244	2,9283	-51,19%	-76,18%	632,45%	-0,3556	-0,1223	1508,2759	-137,50%	-113,64%	230,20%
10	A10	0,3198	0,1018	27,3040	-67,06%	-89,20%	6729,42%	0,3563	0,0179	1410,9310	-62,42%	-98,01%	208,89%
11	A1+A2	0,9818	0,9639	2,6780	1,14%	2,29%	569,83%	0,9608	0,9218	398,0576	1,34%	2,76%	-12,85%
12	A1+A2+A3	0,9863	0,9727	0,4585	1,60%	3,23%	14,68%	0,9700	0,9398	349,4157	2,31%	4,76%	-23,50%
13	A1+A2+A3+A4	0,9910	0,9821	0,5909	2,08%	4,21%	47,80%	0,9794	0,9586	289,5718	3,30%	6,86%	-36,60%
14	A2+A3	0,9944	0,9888	0,8563	2,43%	4,93%	114,18%	0,9865	0,9729	234,1960	4,05%	8,46%	-48,73%
15	A2+A3+A4	0,9972	0,9944	1,4443	2,72%	5,52%	261,27%	0,9932	0,9863	166,7998	4,75%	9,94%	-63,48%
16	A2+A3+A4+A5	0,9975	0,9950	0,3923	2,76%	5,59%	-1,87%	0,9944	0,9888	150,9290	4,88%	10,22%	-66,96%
17	A3+A4	0,9983	0,9966	0,1175	2,84%	5,76%	-70,62%	0,9971	0,9942	108,2906	5,17%	10,83%	-76,29%
18	A3+A4+A5	0,9970	0,9939	0,5924	2,70%	5,48%	48,17%	0,9949	0,9898	143,4812	4,94%	10,34%	-68,59%
19	A3+A4+A5+A6	0,9954	0,9907	0,9174	2,53%	5,14%	129,45%	0,9916	0,9831	184,9628	4,59%	9,59%	-59,51%
20	A4+A5	0,9921	0,9844	0,5253	2,20%	4,46%	31,40%	0,9871	0,9744	227,8631	4,12%	8,62%	-50,11%
21	A4+A5+A6	0,9907	0,9814	0,5518	2,05%	4,14%	38,03%	0,9856	0,9709	242,8327	3,95%	8,23%	-46,84%
22	A4+A5+A6+A7	0,9883	0,9767	2,0225	1,80%	3,64%	405,87%	0,9823	0,9616	279,0062	3,61%	7,19%	-38,92%
23	A5+A6	0,9782	0,9570	0,0582	0,77%	1,55%	-85,44%	0,9573	0,9160	412,5081	0,97%	2,12%	-9,69%
24	A5+A6+A7	0,9776	0,9557	1,5454	0,71%	1,42%	286,54%	0,9553	0,9112	424,2469	0,76%	1,58%	-7,12%
25	A5+A6+A7+A8	0,9742	0,9491	1,4194	0,36%	0,72%	255,03%	0,9494	0,8978	455,2096	0,13%	0,08%	-0,34%
26	A6+A7	0,9533	0,9088	3,3642	-1,80%	-3,56%	741,47%	0,9150	0,8352	577,9656	-3,49%	-6,90%	26,53%
27	A6+A7+A8	0,9516	0,9054	8,1235	-1,98%	-3,92%	1931,90%	0,9137	0,8343	579,5463	-3,63%	-7,00%	26,88%
28	A6+A7+A8+A9	0,9483	0,8992	2,4894	-2,32%	-4,58%	522,67%	0,9083	0,8224	600,0326	-4,19%	-8,33%	31,36%
29	A7+A8	0,9215	0,8491	12,6158	-5,08%	-9,90%	3055,52%	0,8790	0,7723	679,3888	-7,29%	-13,91%	48,74%
30	A7+A8+A9	0,9113	0,8304	1,0732	-6,13%	-11,88%	168,43%	0,8684	0,7507	710,8357	-8,41%	-16,32%	55,62%
31	A7+A8+A9+A10	0,8976	0,8055	22,8225	-7,54%	-14,52%	5608,48%	0,8726	0,7432	721,5006	-7,97%	-17,16%	57,96%
32	A8+A9	0,5043	0,2543	2,9845	-48,05%	-73,01%	646,50%	0,2345	0,0388	1395,8189	-75,27%	-95,68%	205,58%
33	A8+A9+A10	0,5369	0,2882	13,0606	-44,69%	-69,41%	3166,78%	0,2695	0,0577	1382,0490	-71,58%	-93,57%	202,57%
34	A9+A10	0,4582	0,2099	0,6556	-52,80%	-77,72%	63,99%	0,3358	0,0063	1419,1810	-64,59%	-99,29%	210,70%