

## MÉTODO PARA ESTRUTURAR A INTEGRAÇÃO DE PREVISÕES UTILIZANDO A TÉCNICA DELPHI

**Gueibi Peres Souza**

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC  
Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima. Trindade, Florianópolis-SC, Brasil  
CEP 8804-970  
gpssouza@yahoo.com.br

**Robert W. Samohyl**

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC  
Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima. Trindade, Florianópolis-SC, Brasil  
CEP 8804-970  
samohyl@yahoo.com

### RESUMO

Neste trabalho apresentamos uma proposta de método para estruturar o processo de integração entre previsões quantitativas e qualitativas. A integração se dá através do ajuste julgamental baseado em conhecimento adquirido.

O objetivo é testar a hipótese de que, se respeitando determinadas diretrizes na condução do processo, é possível obter um ajuste eficiente de uma previsão combinada por pesos otimizados. A aplicação da proposta, baseada nos princípios da técnica Delphi, permitiu a comprovação desta pressuposição.

O método proposto foi aplicado (com apoio de um sistema editável programado em PHP) junto à Defesa Civil do município de Rio do Oeste (Santa Catarina - Brasil). O objeto de previsão foi o nível do rio Itajaí D'Oeste, causador de frequentes enchentes na localidade. Os resultados atingidos nos permitiu concluir que dependendo da forma como o processo de ajuste/integração é conduzido é possível observar uma redução no erro de uma previsão objetiva.

**PALAVRAS CHAVE.** Combinação de Previsões, Integração de Previsões, Método Delphi.

**Área principal:** AD&GP - PO na Administração & Gestão da Produção, AdP - PO na Administração Pública e SE - PO em Serviços

### ABSTRACT

In this work we propose a method for structuring the process of integration between quantitative and qualitative forecasts. The integration is achieved by adjusting for value judgements based on acquired knowledge of the decision maker.

The aim is to test the hypothesis that, by respecting certain guidelines in the conduct of the process, it is possible to obtain an efficient adjustment in a combined forecast by optimized weights. The implementation of the proposal, based on the principles of the Delphi technique, allowed us to corroborate this assumption.

The proposed method was applied (with the support of a system programmed in PHP) to the Civil Defense agency of the city of Rio do Oeste (Santa Catarina - Brazil). The object of the forecasting process was the level of the river Itajaí D'Oeste, the cause of frequent floods in the urban area. The results achieved revealed the of forecast error for the level of the river where the method of integration was applied reduction.

**KEYWORDS.** Combination of Forecasts, Integration of Forecasts, Delphi Method.

## 1. Introdução

A atividade de realizar previsões faz com que sempre existam alguns elementos da intuição e do julgamento humano incorporados na previsão final (KASYMOVA e VIERU, 2006). Sendo assim, é possível afirmar que a insistente dicotomização entre os conceitos objetivo e subjetivo na área de *forecasting* encontre justificativas “aceitáveis” apenas em termos teóricos. Na prática, escolhas precisam ser feitas e nem sempre existem critérios técnicos e objetivos disponíveis (WRIGHT *et al.*, 1996). Tais considerações levam a acreditar que pesquisas que abordam a iniciativa de integrar métodos estatísticos e julgamentais, são de fato ações capazes de se revelarem úteis na busca pela redução do erro em estimativas de valores futuros (MOSTELLER *et al.*, 1981; WEBBY e O’CONNOR, 1996; BLATTBERG e HOCH, 1990). Esta utilidade justifica-se pelos fatos de que: 1) na prática é uma ação constantemente empregada; e 2) que não existem muitas pesquisas capazes de fornecer um direcionamento para a condução desta atividade em situações práticas.

Na sua forma geral, integrar previsões não se trata de uma novidade. Já faz algum tempo que a sugestão de exploração de possibilidades de integrações entre subjetividade e objetividade na construção de previsões está presente na literatura (ver MEEHL, 1957). No entanto, a mesma literatura carece de métodos estruturados, construídos, testados e apresentados que direcionem sua aplicação, ou seja, a exploração de argumentos que justificam sua utilização está bastante documentada, mas as formas de como se implementar isto ainda não. Esta carência se torna perceptível através da escassez de propostas de sistemas completos (planejamento, aplicação e interpretação de resultados), capazes tanto de sustentar quanto de facilitar a integração chamada de “voluntária” (GOODWIN, 2002), ou seja, aquela em que considerada a possibilidade de se ajustar parcialmente ou mesmo não alterar a previsão objetiva previamente fornecida.

Sendo assim, neste trabalho é apresentada uma proposta de método para integrar previsões objetivas e subjetivas. Esta proposta consiste em aplicar a forma de integração conhecida como “ajuste julgamental” (WEBBY e O’CONNOR, 1996) em uma previsão combinada. A combinação que irá gerar a previsão a ser ajustada é obtida através da combinação por média ponderada (com pesos otimizados) de previsões geradas por diferentes métodos objetivos, já o processo de ajuste, este é balizado na técnica Delphi (ciclos iterativos para mediação dos argumentos dos participantes anônimos, visando atingir um resultado consensual).

As previsões consideradas no processo de combinação (previsão objetiva a ser ajustada) são geradas através da média ponderada (pesos otimizados) das previsões obtidas com a aplicação individual das técnicas de Suavização Exponencial, Metodologia Box-Jenkins e de Análise de Regressão. A aplicação de apenas estes métodos objetivos se fundamenta na afirmação de que estas são consideradas as principais técnicas estatísticas de previsão (LAWRENCE *et al.* 2000), e que quando combinadas tendem a produzir resultados mais precisos do que quando são consideradas individualmente (LEUNG *et al.*, 2001). Com relação a ilustração do método aqui proposto (apresentados na seção 3), a Metodologia Box-Jenkins não está presente no processo de ajuste (integração) devido ao fato de os resultados do modelo ARIMA estimado terem recebido peso nulo no processo de otimização dos pesos para combinação.

No presente estudo a técnica Delphi foi empregada no sentido de balizar a realização (ou não) de ajustes julgamentais no valor obtido com a previsão combinada. Isto é, os ciclos iterativos de mediação dos argumentos conflitantes emitidos anonimamente, buscaram identificar: 1) a necessidade de se realizar um ajuste na previsão objetiva e; 2) qual a magnitude deste ajuste. Tratou-se, portanto, da forma de integrar as previsões combinadas por pesos otimizados com as informações contextuais ressaltadas pelos participantes (especialistas), o que é exposto na seção seguinte.

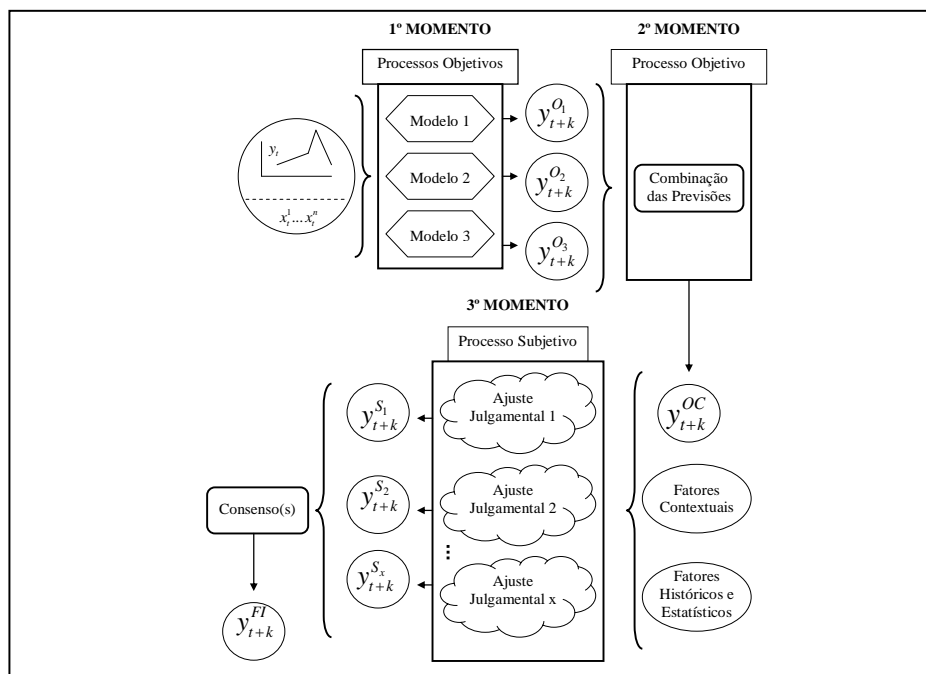
## 2. Método Proposto

No esforço de fornecer procedimentos práticos que deem suporte ao ajuste julgamental de previsões objetivas, de modo a produzir resultados satisfatórios em termos de precisão, duas situações foram consideradas: 1) o fato de pessoas apresentarem problemas para integrar

informações contextuais às saídas dos modelos objetivos de previsão (WEBBY *et al.*, 2005); e 2) mesmo quando a previsão está sob a responsabilidade de especialistas, ou seja, pessoas detentoras de informações contextuais relevantes, estes apresentam melhor desempenho quando precisam apenas ajustar valores previamente calculados do que quando necessitam construí-los subjetivamente (BLATTBERG e HOCH, 1990).

Na figura 1 é apresentado um resumo do método proposto em sua forma conceitual. Nesta figura, “ $y$ ” é a série histórica univariada a ser prevista, e “ $t$ ” e “ $k$ ” são índices temporais que indicam, respectivamente, o período atual e o número de passos à frente a serem dados na construção das previsões.

Figura 1 – Método Proposto para Integração de Previsões.



Fonte: SOUZA, 2008.

Pode-se observar na figura que o método proposto é constituído de três momentos. No primeiro são construídas previsões objetivas ( $y^O$ ) baseadas em dados de séries temporais. No segundo momento, as previsões objetivas ( $y^O$ ) são combinadas objetivamente através de pesos otimizados, gerando uma previsão objetiva combinada ( $y^{OC}$ ). Quando submetemos esta “ $y^{OC}$ ” a um grupo de especialistas pré-selecionado (no terceiro e último momento), juntamente com sua descrição e informações estatísticas acerca das variáveis envolvidas, são geradas as previsões subjetivamente ajustadas ( $y^S$ ). As diferentes “ $y^S$ ” irão determinar o valor da previsão final integrada ( $y^{FI}$ ) a partir do cálculo da mediana dos valores finais fornecidos pelos especialistas participantes ( $y^S$ ), os quais irão compor pólos de consenso. Esta medida única que será considerada como o “consenso” geral atingido pelo grupo que provavelmente se dividiu em pólos definidos segundo o cálculo da distância média euclidiana dos ajustes individuais de cada participante.

Quanto aos métodos objetivos empregados para construir cada um dos “ $y^O$ ”, como o método proposto procura trabalhar com todo e qualquer horizonte de previsão, são utilizadas metodologias e técnicas que possuem reconhecido desempenho satisfatório em termos de precisão nos diferentes intervalos de tempo. Os métodos de suavização exponencial (SAMOHYL, 2008; HANKE *et al.*, 2001 e MAKRIDAKIS *et al.*, 1998) e metodologia Box-Jenkins (Modelos ARIMA ou SARIMA) (HILL *et al.*, 2003), são utilizados por serem os que

apresentam os resultados mais precisos em previsões para o curto prazo (horizonte menor a um ciclo sazonal da série) (MENTZER e COX, 1984; WRIGHT e GIOVINAZZO, 2000; HANKE *et al.*, 2001). A metodologia de análise de regressão linear múltipla dinâmica também é utilizada por ser a que apresenta os resultados mais precisos em previsões de médio e longo prazos (com horizontes de previsão de mais de um ciclo sazonal) (MENTZER e COX, 1984; HANKE *et al.*, 2001).

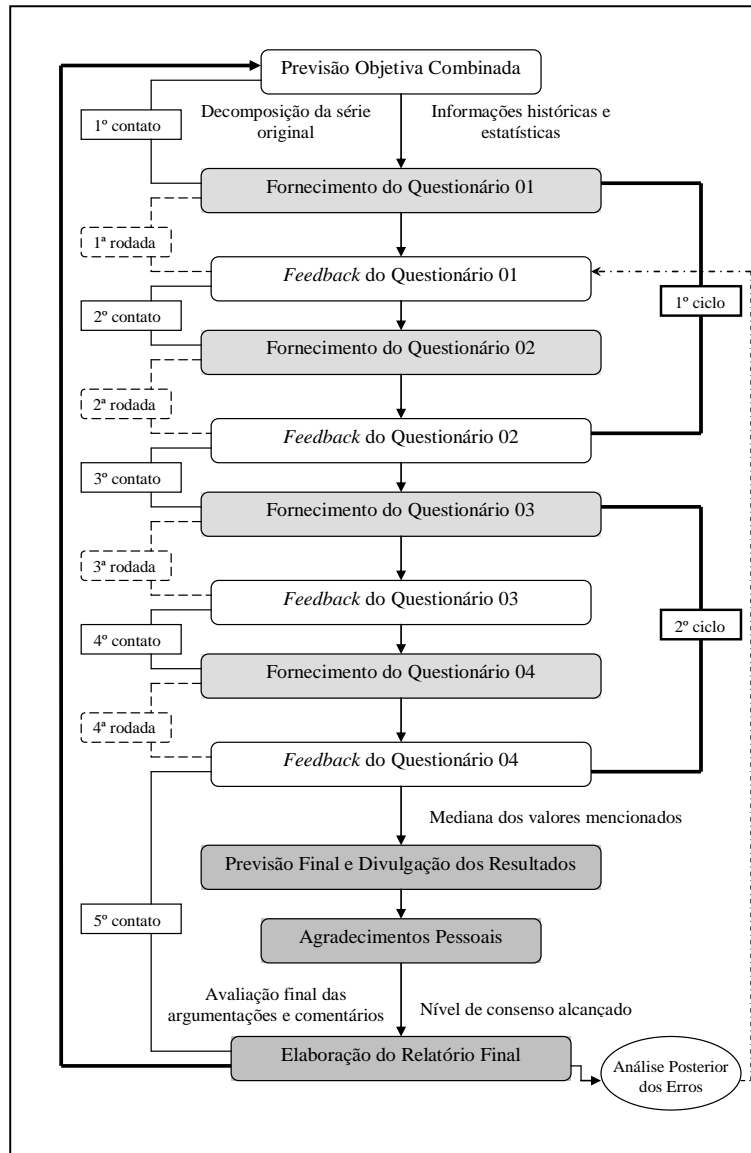
Já o método subjetivo de previsão empregado para gerar os diferentes valores ajustados a partir de “ $y^{OC}$ ”, ou seja, os diferentes “ $y^S$ ”, foi o ajustamento voluntário, por apresentar os resultados mais consistentes em previsões de curto prazo (HANKE *et al.*, 2001). No entanto, como este processo é realizado com base na técnica Delphi, que apresenta desempenho satisfatório nos demais horizontes de previsão (WEBBY e O’CONNOR, 1996; LAWRENCE *et al.*, 1986; SANDERS e RITZMAN, 1990; HANKE *et al.*, 2001; GOODWIN, 2002), podemos afirmar que a hipótese do caráter complementar de técnicas adequadas para diferentes horizontes de previsões, que garantiria a obtenção do menor erro possível com a aplicação de métodos objetivos, permanece mantida.

Como no método proposto o valor “ $y^{FI}$ ” é obtido com o resultado do desenvolvimento do processo de aplicação da técnica Delphi, é necessária sua colocação em mais detalhes. Trata-se mais especificamente de uma variação da técnica Delphi conhecida como *Delphi-SEER* (*System for Event Evaluation and Review*) (ARCHER, 1998). Esta variante consiste em resumir os ciclos interativos, que na forma tradicional devem ser repetidos até que se atinja um consenso entre o grupo de participantes, a uma quantidade pré-estabelecida, considerando o nível de consenso atingido como o possível. Uma vez que em situações reais de ajuste de previsões o mais provável é encontrarmos pólos de consenso, tal metodologia se mostra adequada para o processo de ajuste julgamental de uma previsão objetiva.

Na proposta aqui apresentada são dois os ciclos interativos previamente definidos. Isto porque apenas duas situações devem ser julgadas: a) a necessidade de se realizar um ajuste na previsão objetiva combinada; e b) a magnitude deste ajuste em sendo sua necessidade identificada no primeiro ciclo interativo. Ambos os ciclos se desenrolam via internet conforme sugerido em GIOVINAZZO (2001), pois isto reduz o tempo de envio de questionários e o recebimento de respostas. O uso da internet possibilita a transmissão de dados e o fornecimento de informações/opiniões em tempo real a um baixo custo e grande abrangência geográfica.

A aplicação do método proposto de ajuste se dá, portanto, estabelecendo-se cinco contatos via internet apresentados na figura 2. Esta quantidade de contatos é a mínima necessária para a realização dos dois ciclos pré-estabelecidos considerando que a decisão do grupo é de existir a necessidade de um ajuste.

Figura 2 – Fluxograma do Processo de Aplicação do Método Proposto.



Fonte: SOUZA, 2008.

Conforme observado na figura acima, os contatos são subdivididos em quatro rodadas de perguntas e *feedback*. Uma para questionar se é necessário ou não ajustar; outra para fornecer o *feedback* do contato anterior e questionar os valores de ajuste individuais; um terceiro para fornecer o *feedback* do contato anterior e possibilitar a cada participante uma revisão da sua resposta dada naquele contato; um quarto contato para fornecer o *feedback* do contato anterior e para que cada participante forneça sua previsão ajustada final e um quinto e último para que seja divulgado a previsão do grupo, se realize agradecimentos e se revele a existência dos pólos de consenso, sua quantidade, os valores previstos individualmente e de cada pólo, além de outras percepções e situações observadas pelo moderador ao longo do processo e que na opinião deste mereçam registro (detalhes em SOUZA, 2008).

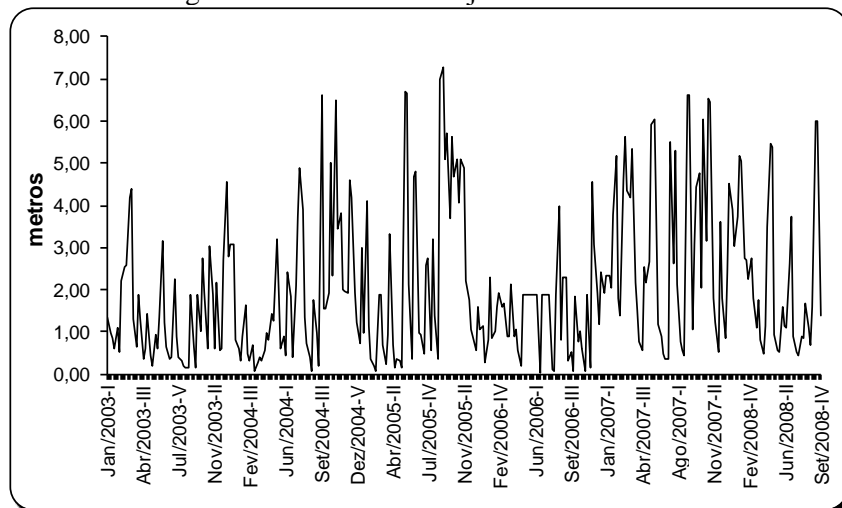
Como critérios de avaliação do desempenho das previsões resultantes, tanto dos métodos objetivos (diferentes  $y^O$ ), quanto da técnica de combinação (único  $y^{OC}$ ) e da previsão final integrada (único  $y^{FI}$ ), sugere-se tanto o erro percentual absoluto médio (MAPE), como o erro percentual absoluto mediano (MdAPE), o erro percentual absoluto médio simétrico

(SMAPE), o desvio absoluto médio (MAD) ou o U de Theil (coeficiente de desigualdade entre valores previstos e observados). Fica a cargo do moderador do processo decidir por parte ou pela totalidade destas medidas no momento de fornecer informações acerca da precisão das previsões (dentro da amostra) e das previsões (fora da amostra). Neste artigo foram utilizados apenas o MAD (devido ao objeto em que a proposta foi aplicada, ou seja, na previsão do nível de um rio medido em metros) e o U de Theil (devido a relativa aleatoriedade presente nos dados, o que poderia sugerir como mais adequada a aplicação do método ingênuo de previsão).

### 3. Aplicação e Resultados

Os dados históricos utilizados para ilustração do método proposto são os da máxima vazão semanal do rio Itajaí D'Oeste (valor máximo observado dentre todas as medições feitas ao longo da semana). Este procedimento foi adotado para que fosse respeitada a situação prática real de planejamento na Defesa Civil local. A mensuração dos dados foi feita pela Comissão Municipal de Defesa Civil do município de Rio do Oeste, localizado na Região do Alto Vale do Itajaí – SC, Brasil. A figura 3 mostra o comportamento do nível do rio Itajaí D'Oeste (em metros) da primeira semana de janeiro de 2003 até a quarta semana de setembro de 2008. A figura nos permite observar a relativa instabilidade apresentada no nível do rio nestes cinco anos de dados (amostra de 297 observações).

Figura 3 – Nível do rio Itajaí D'Oeste em Rio do Oeste.



Fonte: SOUZA, 2008.

Com a intenção de poder testar a hipótese de superioridade de aderência do método proposto em relação à combinação por pesos otimizados, foi considerado como amostra para a primeira aplicação (previsão da primeira semana de setembro de 2008) os dados até a terceira semana de agosto de 2008 (292 observações). As quatro semanas de setembro foram, portanto, o intervalo de tempo selecionado para construção das previsões submetidas ao ajuste dos participantes. Isto definiu o horizonte de previsão adotado como sendo o de duas semanas à frente, devido à necessidade de ao menos uma semana para aplicação do processo de ajuste e obtenção da previsão final ajustada ( $y^{Ft}$ ) (um dia para cada um dos cinco contatos apresentados na figura 2).

Optou-se por iniciar a apresentação dos resultados obtidos pela aplicação de cada um dos métodos objetivos individualmente e logo a seguir a combinação e o ajuste julgamental. A avaliação das previsões de cada modelo e da combinação destes foi realizada através do cálculo da Discrepância Absoluta Média (MAD) (devido a intenção de avaliar o erro em termos de metros) e do U de Theil (buscando-se avaliar a utilidade da heurística de previsão em relação ao método ingênuo tendo em vista a instabilidade presente nos dados verificada na figura 3, o que sugere uma caminhada aleatória).

A aplicação do Método de Suavização Exponencial nos dados de vazão do rio foi realizada utilizando-se o aplicativo NNQ-Stat® (disponível para *download* em [www.qualimetria.ufsc.br](http://www.qualimetria.ufsc.br)). Segundo este aplicativo o modelo mais adequado para os dados é aquele que considera a tendência aditiva amortecida, não sazonalidade e erro multiplicativo (AaNM). Neste os valores estimados para  $\alpha$  (0,008),  $\beta$  (0,999),  $\gamma$  (0) e  $\phi$  (0,520) revelam que, para efeitos de cálculos das previsões, devemos considerar a série como sendo de pouca variação no padrão de nível, com uma grande variação no seu padrão de crescimento (diferença entre níveis), uma inexistência de padrão sazonal semanal e uma tendência com evolução amortecida (não linear) relativamente acentuada ao longo do período amostral (SAMOHYL *et al.*, 2008).

A aplicação deste modelo nos dados do nível do rio em Rio do Oeste, resultou em um MAD de 1,29 metros e um U de Theil de 0,609 para as previsões dentro da amostra. Os resultados encontrados sugerem que a precisão do modelo é aceitável, uma vez que o U de Theil apresentou um resultado inferior a um, o que permite que tal modelo seja empregado para gerar as previsões que serão combinadas e depois ajustadas.

Já a aplicação da metodologia Box-Jenkins nestes dados gerou um modelo ARIMA (2,1,2), ou seja, aquele que considera ambos os componentes (tanto o auto-regressivo como o de média móvel) como sendo não sazonais. A equação final do modelo ARIMA (2,1,2) pode ser observada na fórmula 1 a seguir (AIC = 80,67; Bera-Jarque = 3,8; erros padrão entre parênteses).

$$Y_t = -0,5425 Y_{t-1} + 0,3471 Y_{t-2} + 0,0111 e_{t-1} - 0,9559 e_{t-2} \quad (1)$$

(0,0660)                      (0,0670)                      (0,0283)                      (0,0287)

A aplicação deste modelo nos dados do nível do rio em Rio do Oeste, resultou em um MAD de 1,11 metros e um U de Theil de 0,756 para as previsões (aplicação dentro da amostra). Os resultados encontrados sugerem que assim como ocorrido com as previsões através de suavização exponencial, a precisão do método torna possível que tal modelo seja empregado para gerar as previsões que serão combinadas e depois ajustadas.

No caso da aplicação do Método de regressão dinâmica, foram utilizadas como variáveis independentes tanto aquelas disponíveis no banco de dados da Defesa Civil da Prefeitura (acessíveis em [www.riodoeste.com.br](http://www.riodoeste.com.br)) quanto algumas construídas artificialmente (variáveis *dummy*). A finalidade de utilizar variáveis binárias foi a de tornar possível incluir na análise situações consideradas relevantes para a Defesa Civil local como, por exemplo, quando o nível do índice de precipitação pluviométrica (IPP) no município supera 60 mm<sup>3</sup>, quando o rio está seco (medida da régua considerada igual a zero), quando o período coincide com o da cultura do arroz (uma das principais atividades econômicas do local), o número de comportas abertas/fechadas na Barragem do município de Taió, sob a qual o município de Rio do Oeste está a jusante, entre outras.

Após a realização das análises necessárias foi obtido um modelo de regressão específico. Este foi construído a partir da utilização da ferramenta *Testimation* do *software* aplicativo *PcGets 1.0*®, e apresentou em sua forma final oito parâmetros (equação 2 a seguir) e um  $R^2_{ajust}$  de aproximadamente 40%.

$$NRO_{trans\ t} = 0,415 + 0,475 NRO_{trans\ t-1} + 0,116 NRO_{trans\ t-2} + 0,367 Seis\ CA_t \quad (2)$$

(0,06233)    (0,05917)                      (0,1190)                      (0,06988)

$$+ 0,218 Régua\ 0\ RO_t + 0,506 IPP\ 60\ RO_t + 0,321 IPP\ 80\ T_t + 0,222 Régua\ 6,5\ T_{jt}$$

(0,09198)                      (0,1599)                      (0,1392)                      (0,09834)

Neste, os valores entre parênteses são os erros padrão dos coeficientes e  $NRO_{trans}$ ,  $NRO_{trans\ t-1}$ ,  $NRO_{trans\ t-2}$ , representam respectivamente o nível do rio observado no município de Rio do Oeste transformado para a normalidade no período atual e com uma e três defasagens. Já as variáveis Seis  $CA_t$ , Régua 0  $RO_t$ , IPP 60  $RO_t$ , IPP 80  $T_t$  e Régua 6,5  $T_{jt}$ , representam, respectivamente, seis comportas abertas na Barragem Oeste localizada em Taió no período atual,

a régua marcando zero no nível do rio em Rio do Oeste (rio seco) no período atual, o índice de precipitação pluviométrica atingindo  $60\text{mm}^3$  em Rio do Oeste no período atual, o índice de precipitação pluviométrica atingindo  $80\text{mm}^3$  em Taió no período atual, e a régua marcando 6,5 metros no nível do rio em Taió após a barragem (a jusante) no período atual (capacidade considerada como sendo a máxima para a “calha” do rio).

A aplicação deste modelo nos dados do nível do rio em Rio do Oeste resultou em um MAD de exatamente 1 metro e um U de Theil 0,578. Tais resultados nos induzem a concluir que os resultados obtidos com o modelo de regressão dinâmica foram os que apresentaram o melhor desempenho nas predições em relação às demais metodologias objetivas aplicadas (suavização exponencial e Box-Jenkins). A tabela 1 apresenta um resumo do desempenho de cada um dos modelos gerados através da aplicação destas diferentes metodologias. Nela pode ser observado que o modelo que possui o maior número de parâmetros foi aquele que conseguiu produzir as menores discrepâncias dentro da amostra.

**TABELA 1 – Desempenho dos Modelos Construídos para cada Método Aplicado**

Método	Nº Parâmetros	MAD	U de Theil
Suavização Exponencial	4	1,29	0,609
Metodologia Box-Jenkins	4	1,11	0,756
Regressão Dinâmica	8	1,00	0,578

Fonte: SOUZA, 2008.

Já a realização da combinação foi aplicada baseando-se nos pesos otimizados encontrados a partir das predições individuais de cada uma das técnicas citadas. Através de uma média ponderada destas predições foram construídas as previsões a serem ajustadas. A determinação dos pesos de cada um dos métodos foi realizada empregando-se um suplemento não linear de otimização (SolverPremium-MS-Excel) visando encontrar os pesos que minimizassem a medida U de Theil calculada para as predições do período tomado como amostra.

Tal procedimento considerou o modelo de regressão dinâmica como sendo o de maior peso (84,28%) seguido do modelo de suavização exponencial (com 15,72%), dando, portanto, peso nulo a metodologia Box-Jenkins. Estes resultados mostram que esta metodologia de combinação priorizou como era de se esperar, o modelo detentor do menor U de Theil, mas desprezou completamente aquele que apresentou o maior valor desta medida. Certamente mais pesquisas precisam ser desenvolvidas para que se possa obter uma resposta conclusiva acerca deste acontecimento, o qual também se mostrou persistente em outras análises anteriormente realizadas (SOUZA, 2005 e MAGAGNIN, 2008).

Na tabela 2 apresenta-se um resumo comparativo entre o desempenho individual dos modelos construídos e o da combinação realizada. A precisão atingida com a combinação evidencia sua importância no processo de busca por menores erros de previsão, o que contribui indiretamente para a fundamentação da relevância do processo de ajuste neste objetivo.

Observando a tabela é possível perceber a melhoria obtida na precisão das predições com a combinação ao compararmos seus resultados com o de cada modelo individualmente.

**TABELA 2 – Desempenho dos Modelos e da Combinação**

Método	MAD	U de Theil
Suavização Exponencial	1,29	0,609
Box-Jenkins	1,11	0,756
Regressão Dinâmica	1,00	0,578
Combinação por Média Ponderada	1,01	0,567

Fonte: SOUZA, 2008.



A partir dos modelos de suavização exponencial, de regressão estimados e de seus respectivos pesos, foram construídas uma por vez as quatro previsões objetivas combinadas para serem ajustadas. Cada uma das previsões foi realizada com a amostra disponível até então, ou seja, cada nova ocorrência foi sendo inserida na amostra, onde o horizonte de previsão considerado foi de dois passos à frente. Este procedimento foi adotado devido a necessidade de se ocupar uma semana para aplicar o processo de ajuste. Neste processo, foi fornecido até um dia para que os envolvidos da Defesa Civil local enviassem suas respostas de cada um dos quatro de cinco contatos via internet que necessitavam de sua participação.

A tabela 3 traz os quatro valores previstos pela combinação dos modelos individuais (previsões fora da amostra) assim como as medidas de MAD e U de Theil para os dados dentro da amostra (predições) que foram sendo obtidos durante todo este procedimento. É importante mencionar aqui que os pesos de cada modelo na combinação permaneceram inalterados nas quatro previsões por entender-se que a necessidade de alterá-los partiria das constatações de outras análises que não fizeram parte do escopo deste trabalho, como, por exemplo, a adoção de uma metodologia de monitoramento de erros de previsão similar a adotada em SOUZA, 2005.

**TABELA 3 – Previsões e Desempenho das Predições Geradas através da Combinação**

Horizonte	Valor Previsto (m)	MAD Predições (m)	U de Theil Predições
Primeira Semana Set.2008	1,12	1,01	0,567
Segunda Semana Set.2008	1,39	1,00	0,569
Terceira Semana Set.2008	2,57	1,02	0,570
Quarta Semana Set.2008	1,42	1,03	0,570

Fonte: SOUZA, 2008.

A realização da integração das previsões consistiu, portanto, na aplicação do método proposto (figuras 1 e 2) em um a um dos dados presentes na tabela 3 junto a Defesa Civil de Rio do Oeste (mais detalhes ver SOUZA, 2008). Em linhas gerais, se constituiu na construção e aplicação do conteúdo dos contatos 1 a 5 (figura 2) de uma forma adaptada à situação enfrentada e ao nível de conhecimento técnico dos participantes sem, no entanto, deixar de respeitar determinados critérios e diretrizes descritos em detalhes em SOUZA (2008).

Com relação aos erros de previsão dos valores ajustados, foi possível observar que na grande maioria das vezes (em três vezes consecutivas das quatro tentativas) o ajuste julgamental foi capaz de reduzir esta medida em relação ao obtido com a combinação por pesos otimizados. Este resultado revela ser possível, em determinados casos, reduzir os erros de previsão a partir da aplicação do método de integração proposto. A tabela 4 traz um resumo comparativo entre o desempenho do método objetivo (combinação por pesos otimizados) e o método de integração. Nela é possível perceber a melhoria obtida na precisão das previsões, exceção feita no último processo.

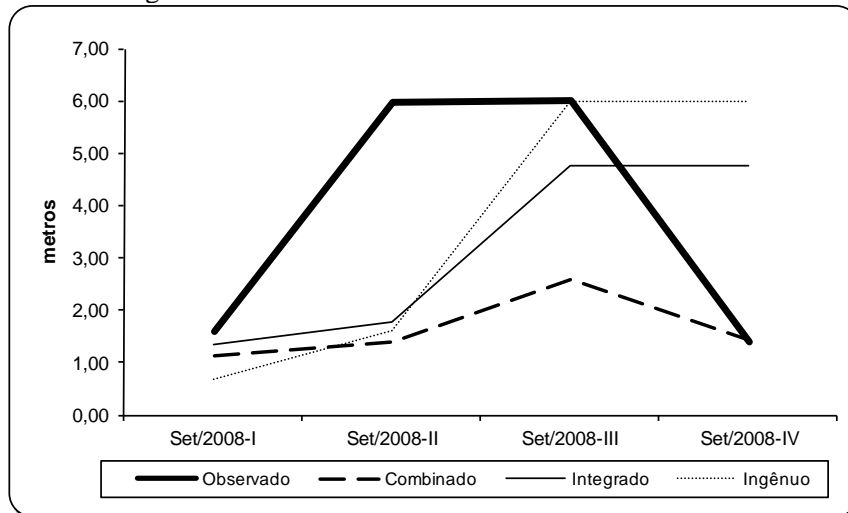
**TABELA 4 – Desempenho dos Modelos Construídos, da Combinação e da Integração**

Método	Valor Observado (m)	Combinação por Média Ponderada (m)	MAD (m)	U de Theil	Integração pelo Método Proposto (m)	MAD (m)	U de Theil
1ªSemana Set.2008	1,60	1,12	0,48	0,52	1,35	0,25	0,28
2ªSemana Set.2008	5,98	1,39	4,59	<b>1,05</b>	1,78	4,2	0,96
3ªSemana Set.2008	6,00	2,57	3,43	<b>171,3</b>	4,75	1,25	<b>62,50</b>
4ªSemana Set.2008	1,39	1,42	0,03	0,01	4,75	3,36	0,73

Fonte: SOUZA, 2008.

Na figura 4 também são apresentados os valores previstos através da combinação, os observados e os ajustados (previstos pela integração) neste período, além de uma previsão ingênua. Através desta figura é possível verificar que dentre as três metodologias comparadas (combinação, integração e ingênua) a integração foi a que apresentou o maior número de resultados mais precisos.

Figura 4 – Previsões Realizadas e Dados Observados.



Fonte: SOUZA, 2008.

#### 4. Conclusões

Considerando a necessidade de se fazer um balanço da ilustração feita para que possamos ter a possibilidade de, em seguida, tirarmos conclusões a respeito da proposta aqui apresentada, iniciaremos esta seção explorando os resultados atingidos com a aplicação realizada.

Observando os resultados da aplicação ilustrativa (apresentados na tabela 4), fica evidenciado que quando a combinação gerou subestimações os participantes envolvidos foram capazes de reduzir os erros de previsão através de seus ajustes. No entanto, quando uma superestimação foi gerada pelo método de combinação os especialistas elevaram ainda mais este erro. É importante considerar que tais resultados podem estar relacionados a área de conhecimento e a situação em que o método proposto foi aplicado, e não necessariamente à sua eficiência em si.

Notoriamente os funcionários da Defesa Civil apresentaram uma maior habilidade em realizar ajustes quando o nível do rio estava subindo e não repetiram o mesmo desempenho quando o mesmo começou a baixar. Esta situação pode ser explicada com o argumento de que, para a Defesa Civil, quando o nível do rio está baixando isto não significa mais um risco para a comunidade e que, portanto, seus membros não se mantiveram concentrados no ajuste ou mesmo não desenvolveram, ao longo do tempo, uma habilidade tão grande em entender o comportamento do nível do rio quando ele está baixando como a observada na situação inversa, ou seja, quando o nível do rio está subindo.

Outro ponto que também pode ter pesado decisivamente nestes resultados, diz respeito à predisposição do grupo por ajustar os valores fornecidos pela combinação para cima. Isto devido a existência de uma cultura organizacional, detectada na aplicação do processo de ajuste, de que errar para cima é preferível do que errar para baixo. Além disso, também pode ter influenciado a possibilidade de terem percebido que seus ajustes para cima estavam gerando resultados mais precisos e com isto passaram a considerar intuitivamente o método de combinação como gerador de previsões subestimadas.

É bem verdade que ambos os efeitos poderiam ter sido mitigados por uma ação do moderador (primeiro autor). Porém, o que é encorajador é perceber que se seguirmos as diretrizes

do método proposto de forma rigorosa (ver SOUZA, 2008), o moderador da ilustração não seria considerado apto a assumir este papel (nem sequer participante), pois não obtinha informações contextuais relevantes acerca do problema investigado e, portanto, não teria condições de contribuir para uma redução do erro de previsão.

Uma evidência inegável é que o resultado do quarto processo de ajuste também se configurou em uma falha por parte dos participantes (mesmo estes sendo especialistas). Eles acreditaram que o nível do rio baixaria vagarosamente após atingir um patamar como o atingido (6m) na terceira semana de setembro de 2008. Este argumento foi inclusive utilizado por eles como justificativa para a manutenção de altos níveis de ajustes durante o último processo. No entanto, a simples observação da série amostral analisada nos permite perceber que em outras oportunidades ocorreram situações similares. Isto é, existem sete registros do nível do rio atingindo seis metros, porém, em apenas duas delas observamos um período superior a uma ou duas semanas para que a régua voltasse a registrar 1,5 metros como acreditavam os especialistas ser o comportamento do rio. Isto mostra que nos anos recentes o rio quando cheio desaguou mais rapidamente do que acreditavam os especialistas ser seu padrão histórico. Contudo, a postura por parte dos participantes de ajustar o valor combinado para cima é compreensível tendo em vista os resultados até então atingidos com esta “estratégia”.

Todas as colocações feitas acima, revelam que o método aqui proposto não se mostra a prova de falhas, ainda mais se considerarmos que seus resultados estão intimamente relacionados a postura que foi assumida por seus participantes (especialistas e moderador). É notório que existe a necessidade de um maior número de aplicações do mesmo para que possamos ter a possibilidade de fazer qualquer inferência acerca da “validade” da proposta feita aqui. No entanto, a possibilidade de reduzir o erro de previsão de uma combinação objetiva verificada através desta aplicação do método proposto, não pode nem deve ser ignorada.

Em linhas gerais podemos concluir que este estudo comprovou ser contributivo para a ampliação da literatura específica de métodos estruturados de integração de previsões, principalmente aquela referente à forma de como se colocar tal intenção em prática. Também nos é permitido concluir que a aplicação do método aqui proposto corroborou, mesmo que parcialmente, para a ideia de que os métodos objetivos possuem a consistência enquanto que os subjetivos a flexibilidade (BLATTBERG e HOCH, 1990), uma vez que foi o ajuste que permitiu observar reduções de erros de previsão obtidos com métodos objetivos rigorosos.

Quanto às fragilidades percebidas na proposta através da ilustração feita, estas nos permitiram concluir que todas se refletiram em pontos a favor do método, uma vez que sua aplicação periódica permitiria a identificação tanto dos pontos que contribuiriam para redução do erro de previsão quanto dos pontos que o colaborariam para sua elevação. Isto viabiliza, na prática, a aplicação do conceito de melhoria contínua, pois se trata de um método que na sua essência induz ao monitoramento dos erros, direcionando seu foco de análise para o processo de gerenciamento das previsões e não para as técnicas em si. Sendo assim, representa uma nova e moderna prática no processo de construção de previsões onde sua consequência é a possibilidade de obtenção de erros de previsão cada vez menores.

## Referências

- Archer, E.B.**, Identificação dos Principais Fatores Causadores do Desalinhamento entre Estratégias Empresariais e Estratégias de Tecnologia da Informação Utilizando a Técnica Delphi. Florianópolis, 86 f. *Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)* – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 1998.
- Blattberg, R.C. e Hoch, S.J.** (1990), Database models and managerial intuition: 50% Model + 50% Manager. *Management Science*. v.36, p.887-899.
- Giovinazzo, R.A.** (2001), Modelo de aplicação da metodologia Delphi pela internet – Vantagens e ressalvas. *Administração On Line*. v.2.
- Goodwin, P.** (2002), Integrating management judgment and statistical methods to improve short-term forecasts. *International Journal of Management Science - Omega*. v.30, p.127-135.

- Hanke, J.E., Reitsch, A.G. e Wichern, D.W.**, *Business Forecasting*. 7 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2001.
- Hill, R. C.; Griffiths, W.E e Judge, G.G.**, *Econometria*. São Paulo: Saraiva, 2003.
- Kasymova, J. e Vieru, C.** (2006), Commentary: Business objectives, forecasters and meetings. *The International Journal of Applied Forecasting – Foresight*. v.5, p.12-13.
- Lawrence, M.J., Edmundson, R.H. e O’connor, M.J.** (1986), The accuracy of combining judgmental and statistical forecasts. *Management Science*. v.32, p.1521-1532.
- Leung, M.T., Daouk, H. e Chen, A.** (2001), Using investment portfolio return to combine forecasts: A multi-objective approach. *European Journal of Operational Research*. v.134, p.84-102.
- Maganini, G.**, Estudo da Demanda Internacional de Carne de Frango Produzida no Brasil. Florianópolis, 92 f. *Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia de Produção)* – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2008.
- Makridakis, S.G., Wheelwright, S.C. e Hyndman, R.J.**, *Forecasting: Methods And Applications*. 3 ed. New York: John Wiley & Sons, 1998.
- Meehl, P.E.** (1957), When shall we use our heads instead of the formula? *Journal of Counseling*. v.4, p.268-273.
- Mentzer, J.T. e Cox, J.E.** (1984), Familiarity, application, and performance Of sales forecasting techniques. *Journal of Forecasting*. v.3, p.27-33.
- Mosteller, F., Siegal, A.F., Trapido, E. e Youts, C.** (1981), Eye fitting straight lines. *The American Statistician*. v.35, p.150-152.
- Samohyl, R.W., Souza, G.P. e Miranda, R.G.**, *Métodos Simplificados de Previsão Empresarial*. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.
- Sanders, N.R. e Ritzman, L.P.** (1990), Improving short-term forecasts. *International Journal of Management Science - Omega*. v.18, p.365-373.
- Souza, G.P.**, Previsão do Consumo Industrial de Energia Elétrica no Estado de Santa Catarina: Uma Aplicação da Combinação de Previsões entre Modelos Univariados e de Regressão Dinâmica. Florianópolis, 145 f. *Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia de Produção)* – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2005.
- Souza, G.P.**, Método para Estruturar a Integração de Previsões Utilizando a Técnica Delphi. Florianópolis, 167 f. *Tese de Doutorado (Doutorado em Engenharia de Produção)* – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2008.
- Webby, R. e O’connor, M.** (1996), Judgmental and statistical time series forecasting: a review of the literature. *International Journal of Forecasting*. v.12, p.91-118.
- Webby, R., O’connor, M. e Edmundson, B.** (2005), Forecasting support systems for the incorporation of event information: An empirical investigation. *International Journal of Forecasting*. v.21, p.411-423.
- Wright, G., Lawrence, M.J. e Collopy, F.** (1996), The role and validity of judgment in forecasting. *International Journal of Forecasting*. v.12, p.1-8.
- Wright, J.T.C. e Giovonazzo, R.A.** (2000), Delphi – Uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo. *Caderno de Pesquisas em Administração*. v.1, p.54-65.