

5

Correção e calibração do sensor com desvio

O conceito de calibração se define como um procedimento de comparação entre o que indica o instrumento de medição e o que “deveria indicar” de acordo a um padrão de referência com valores e medidas conhecidas. Ter um instrumento calibrado não significa que funcione corretamente. Significa que a diferença entre o que instrumento indica e o que deveria indicar são conhecidos para minimizar o erro e corrigir essa diferença.

5.1.

Análise de calibração

Como se demonstrou teoricamente, o método aplicado para calibrar o distúrbio é simplesmente corrigir o espectro gerado de desvio, onde se determinaram as equações constitutivas já analisadas na multiplexação de vários sensores com um mesmo comprimento de onda.

A curva gaussiana corrigida será chamada de espectro indicado que se gera a partir de condições iniciais conhecidas, e a posição corresponde ao comprimento de onda verdadeiro o que consolida totalmente a varredura do sensor nos filtros fixos. Então, da eq. (5.1).

$$g_2 = r_2 S_2 F (1 - r_1 S_1)^2 \quad (5.1)$$

Onde, g_2 : Intensidade do espectro indicado e corrigido do sensor de leitura.

r_2, r_1 : Refletividades do sensor de leitura e do filtro de desvio.

S_2, S_1 : Intensidades espectrais do sensor e do filtro de desvio.

F : Intensidade da fonte de luz.

Sabe-se que o espectro indicado corrigido depende dos espectros reais do sensor analisado, do filtro de transmissão à rede de Bragg, e da fonte de luz sem perturbação.

Pelo fato se constitui uma análise simples de calibração que é validado e fundamentado em simulações representadas na programação. O conjunto de vetores de posição experimental interpretado em um algoritmo representativo criará respostas de simulação, que serão comparadas com a análise inicial da varredura do sensor sem perturbação da fonte de luz.

5.2.

Procedimento de simulação de calibragem no espectro indicado

A simulação de execução é basicamente a mesma como foi visto nas análises de leitura e desvio, mas este processo de calibração se incrementa algoritmos que representam a equação do espectro indicado corrigido nas mesmas condições de varredura do sensor.

Como mostrado na eq. (5.1) o espectro indicado e corrigido ($\lambda_{Indicado}$) está em função do espectro real, o espectro de desvio, as refletividades e a fonte de luz que são parâmetros já conhecidos.

Este espectro indicado $\lambda_{Indicado}$ do sensor a rede de Bragg é normalizado para sua análise em valores unitários absolutos, assim na figura 5.1 identifica-se a aproximação do espectro real e λ_{Real} indicado $\lambda_{Indicado}$.

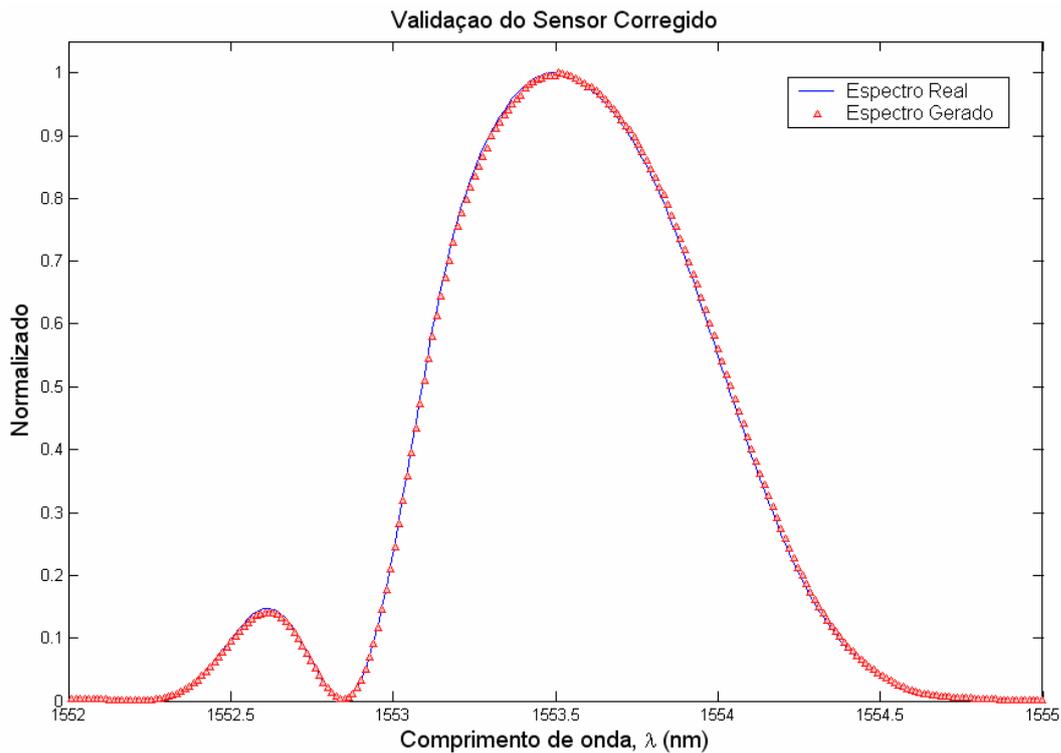


Figura 5.1 Comparação espectral real e indicada do sensor.

Como se mostra na figura 5.1, a posição do espectro real e do espectro indicado tem similaridade em intensidade e largura de banda de comprimento de onda com uma posição de: 1553,5 nm.

Argumentando ajustes de correção da eq. (5.1) se mostra o diagrama de controle na figura 5.2, que representa a varredura do espectro indicado $\lambda_{Indicado}$, mas, corrigido $\lambda_{Corrigido}$.

Este algoritmo seqüencial manifesta a curva de calibração corrigida das convoluções, o que conclui a calibração auto – referenciada para o sistema de leitura usando filtros fixos.

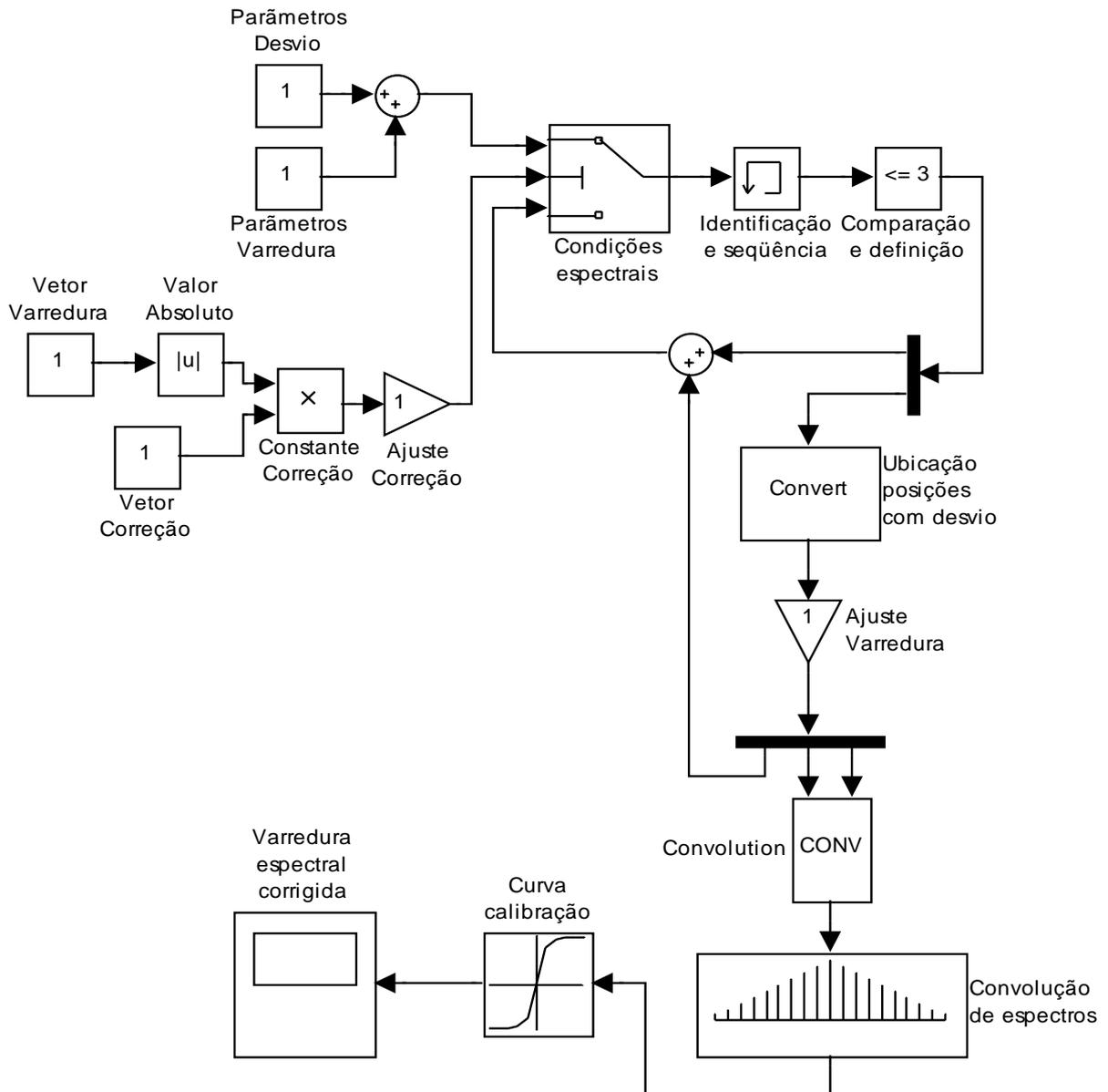


Figura 5.2 Fluxo de controle para a varredura do espectro corrigido.

O fluxo de controle da figura 5.2 mostra que cada seqüência condicional de varredura a programação inicia-se introduzindo dados de entrada como “parâmetros de posição” e “dimensão de varredura”, acrescentando-se “um vetor de correção” e “ajustes de correção”, que em conjunto com os “parâmetros de desvio” pode-se encontrar uma “curva de calibração”.

Assim, no caso em que uma condição “identifica uma posição indicada e corrigida” é levada para uma “memória de seqüência”, para depois ser “comparado e definido” com os ajustes de correção.

Logo, tanto as posições no vetor de comprimento de onda λ , como no vetor de intensidade intersectam-se em “pontos de superposição” entre os dois filtros fixos e o sensor indicado e corrigido. Cada superposição é uma “convolução integrada” e parametrizada no vetor de varredura.

Validando e comparando resultados de varredura do espectro indicado com respeito ao espectro real, foram avaliadas 12 posições diferentes mostrados na figura 5.3.

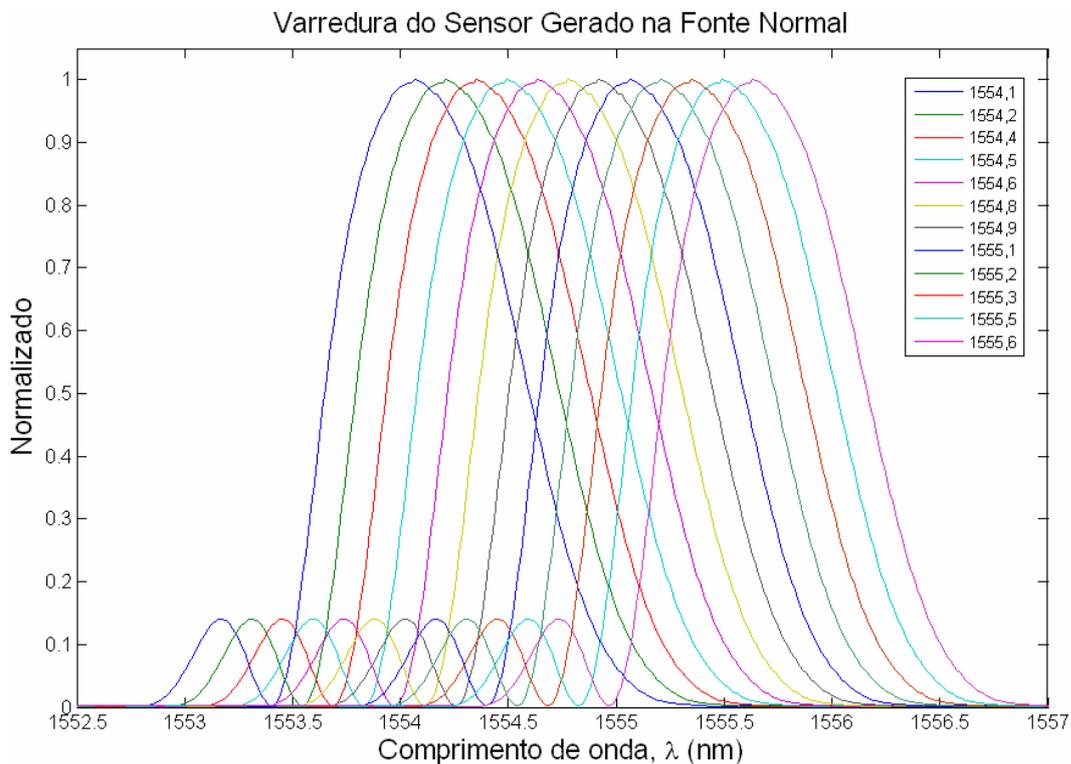


Figura 5.3 Simulação da varredura do espectro indicado limitada pelas posições dos filtros.

Da figura 5.3, apresenta-se uma variação de varredura de 0,12 nm entre cada posição de espectro; com a normalização da intensidade verifica-se a homogeneidade de repetição para medidas quase-estáticas de um teste experimental.

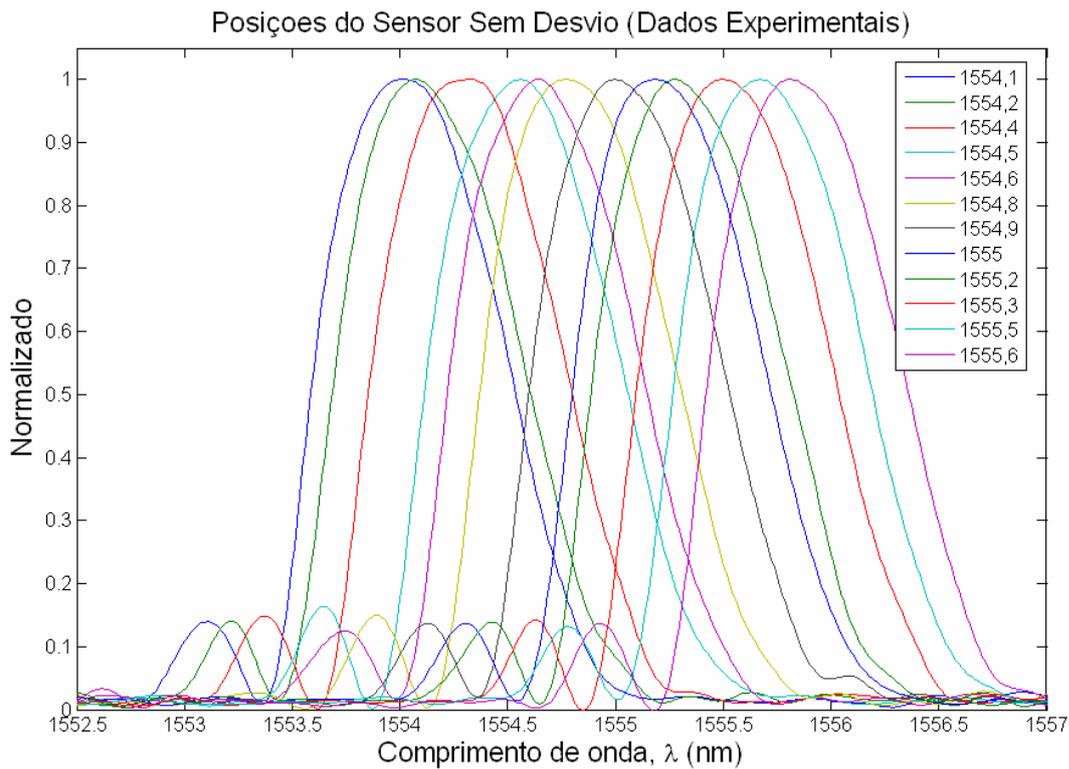


Figura 5.4 Validação da varredura do espectro real com dados experimentais.

Nota-se da figura 5.4 que os espectros experimentais divergem em sua largura de banda em relação aos espectros simulados; mas, indica-se que o incremento de varredura é de 0,13 nm entre cada posição de espectro.

Também, observa-se que as posições espectrais do experimento são as mesmas que as fornecidas pela simulação, encontrando uma única variação na posição número nove com um $\Delta\lambda = 1555,1 - 1550,0 = 0,1$ nm. Esta variação de comprimento de onda ($\Delta\lambda$) pode visar prematuramente que a incerteza de leitura de comprimento de onda estará em uma faixa de 100 pm em uma faixa dinâmica de 1,56 nm (6,4%)

Indicado a similaridade dos espectros na figura 5.5 se apresenta os espectros de intersecção com cada filtro fixo da fonte de luz.

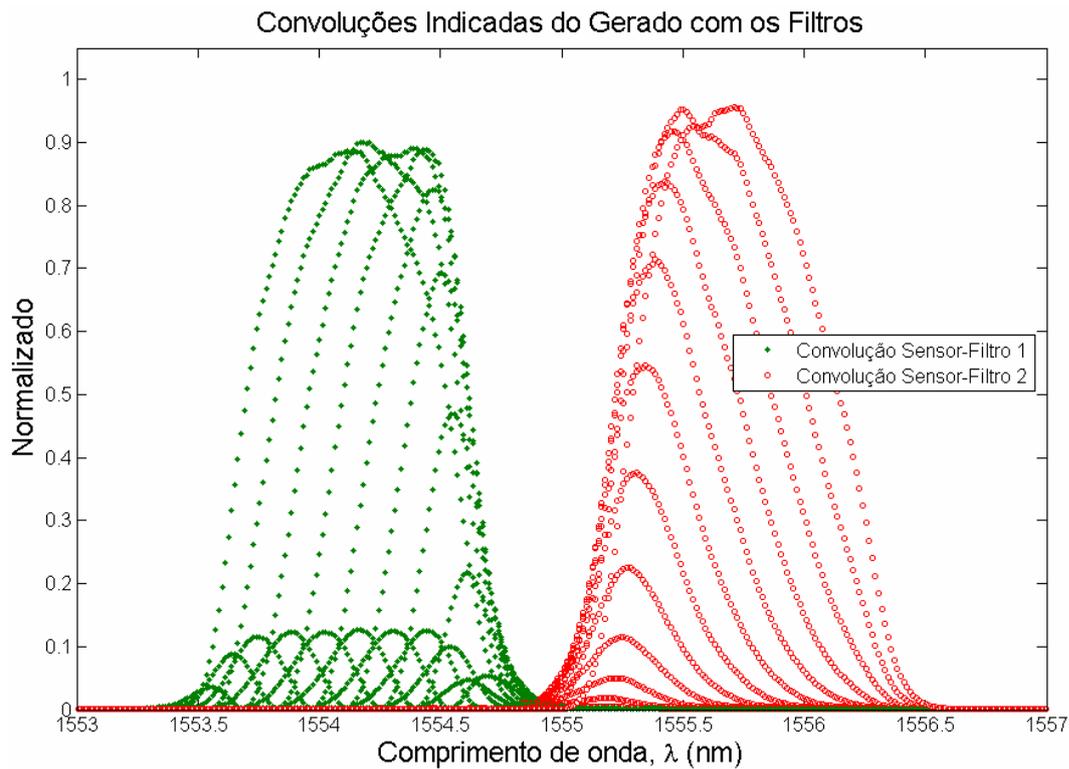


Figura 5.5 Simulação das intersecções do sensor com os filtros fixos.

Na figura 5.5, debaixo da curva gaussiana dos filtros fixos se situam todos os espectros indicados da varredura do sensor, 6 picos se repartem para cada grupo de convoluções, demonstrando a homogeneidade de leitura. No intervalo central entre os filtros não existe uma posição certa, neste caso, o complemento de um espectro de convolução de um filtro é compensado pelo segundo filtro.

Esta análise é uma consequência do espectro real, pelo que se faz uma curva de calibração do sensor com cada filtro fixo para encontrar alguma divergência de leitura.

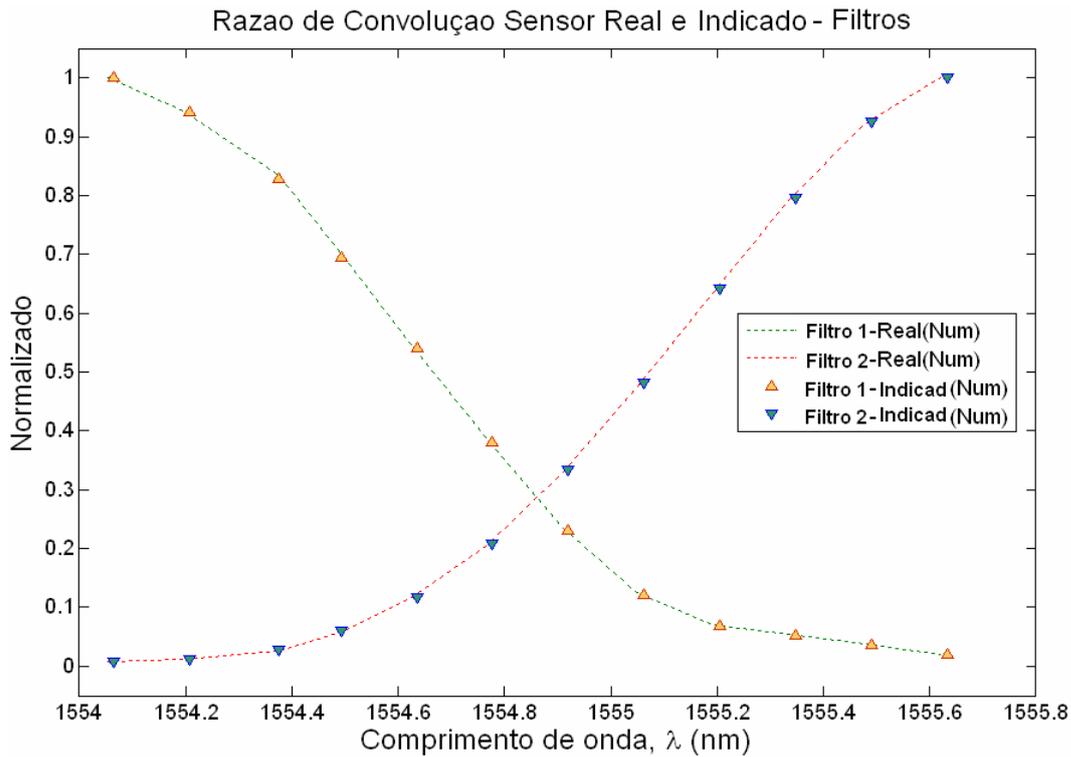


Figura 5.6 Comparações dos espectros reais e indicadas onde se mostram curvas de convoluções para cada filtro.

Na figura 5.6 descreve-se a similaridade das convoluções real e indicada com cada filtro fixo, destacando-se o ponto central em 1554,86 nm onde se tem uma razão de equilíbrio de leitura.

Mostradas as curvas de convolução por filtro, se obtém a razão de calibração do sensor recuperado e corrigido. Para visualizar com maior detalhe esta expressão se faz a comparação do espectro real λ_{Real} e do espectro indicado $\lambda_{\text{Corrigido}}$ na figura 5.7.

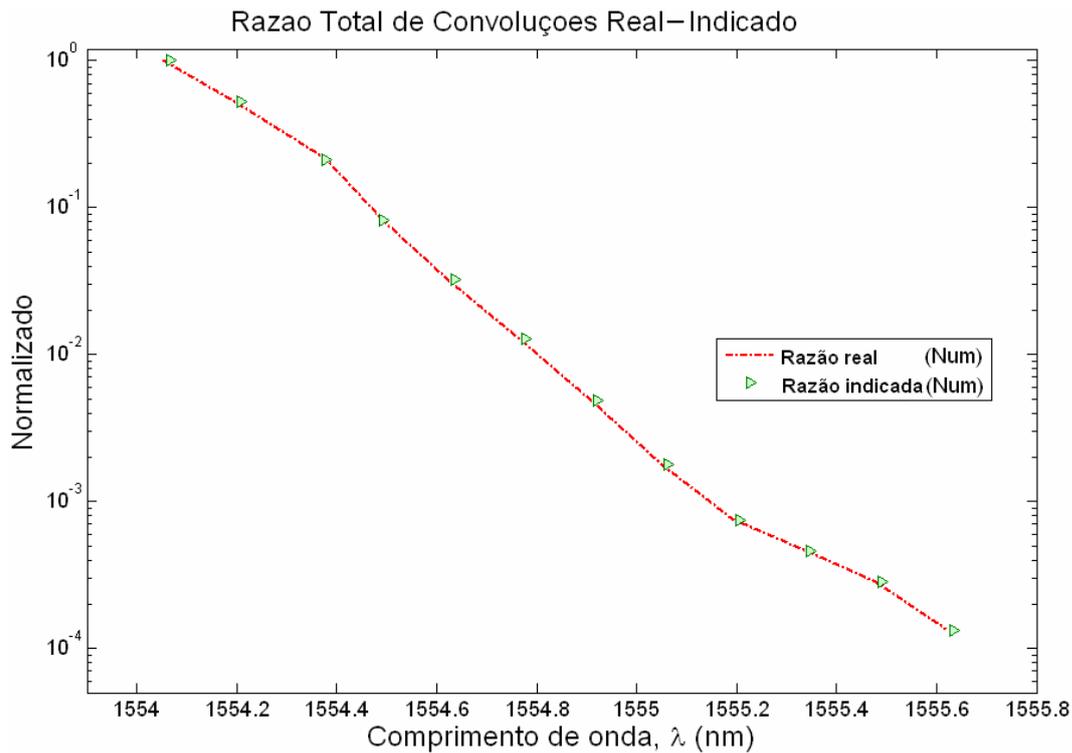


Figura 5.7 Comparação da Razão total de convoluções (real e indicado).

Na figura 5.7 a faixa de operação eficaz de comprimento de onda do sensor se encontra entre 1554,2 nm até 1555,4 nm. Este resultado foi comparado com a curva de razão do espectro real com a finalidade de verificar a correção espectral da varredura do sensor quando sofre uma perturbação na fonte de luz.

Aqui se demonstra a curva corrigida do espectro indicado a partir do espectro real, validando a calibração da técnica dos filtros fixos para uma leitura auto-referenciada. Concluindo, a multiplexação é uma ferramenta eficaz de sensoriamento para uma grande quantidade de parâmetros e graficamente analisaram-se as incertezas do espectro indicado na figura 5.8.

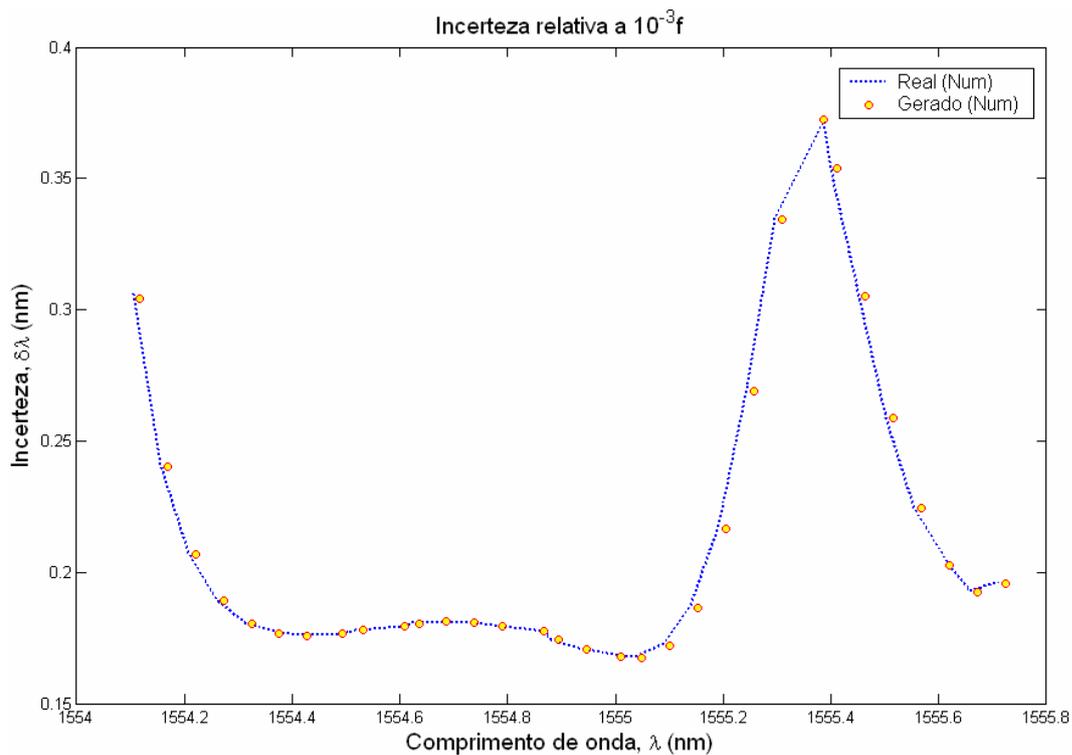


Figura 5.8 Gráfica da análise de incertezas da posição do sensor indicado.

Como se esperava da figura 5.8 o erro de leitura seguiu o mesmo comportamento do sensor real, onde o intervalo de 1555,2 nm até 1555,6 nm alcança valores de até 0,38 pm de incerteza.