CAPÍTULO 5

Resultados de Medição

5.1 Introdução

Os resultados de medição obtidos nesta pesquisa mostraram-se bastante promissores, devido a convergência na maioria dos casos entre os modelos teóricos e experimentais.

As calibrações foram realizadas ao longo de 8 meses a medida que eram recebidas as redes de Bragg doadas por diversas instituições que as fabricaram.

No total foram caracterizadas 13 redes de Bragg de quatro tipos distintos, sendo 3 redes do tipo I fabricadas no LSFO da PUC/RJ, 4 redes do tipo II (com dois ciclos de medição) e uma regenerada fabricadas na UTFPR e 4 redes regeneradas fabricadas na Universidade de Sidney totalizando 19 calibrações que foram realizadas a partir dos equipamentos e procedimentos apresentados no capítulo 4.

A metodologia de avaliação adotada para fazer as medições dos espectros óticos das redes de Bragg permitiram realizar medições das redes em espectros de reflexão ou de transmissão sendo aprofundados os aspectos metrológicos dos quatro tipos de rede de Bragg contidos nesta tese.

O procedimento de medição foi sendo aperfeiçoado ao longo da pesquisa através do aumento do número de pontos de calibração, repetição de ciclos de calibração para uma mesma fibra ótica (repetitividade) e medição da refletividade.

Os resultados mais conclusivos foram aqueles que utilizaram as medições no modo de transmissão, sendo que três diferentes tipos de rede puderam ser avaliadas através deste tipo de medição (rede do tipo I (PUC/RJ), rede do tipo II (UTFPR) e rede regenerada da Universidade de Sidney.

Algumas das vezes as calibrações foram encerradas para um tipo de rede, devido à redução significativa ou perda da refletividade ao longo da medição; entretanto, em outros casos as redes ultrapassaram as suas expectativas de suportar o limite superior de temperatura.

As caracterizações espectrais das redes tiveram o intuito de avaliar os limites de operação em altas temperaturas das diferentes tecnologias de fabricação de redes de Bragg, de forma que procurou-se, na medida do possível, levantar a repetitividade e reprodutibilidade das redes visando num futuro a fabricação de um medidor de temperatura tendo estas FBGs como elementos de transdução.

A temperatura mínima medida com as redes de Bragg foi de 20 °C e a máxima em torno de 900 °C.

Para todas as calibrações realizadas foi adotado um ajuste dos pontos experimentais, utilizando um polinômio do segundo grau cuja equação característica (31) foi $\lambda_b = b_0 \theta^2 + b_1 \theta + b_2$, onde b_0 , $b_1 e b_2$ são os seus coeficientes, sendo melhor discutido na seção 6.2.1 a opção por este tipo de ajuste.

A partir do levantamento das curvas características da evolução do comprimento de onda em função da temperatura, foi possível correlacionar outras informações pertinentes às medições. Foram levantadas diversas curvas, tais como: variação espectral do comprimento de onda com a temperatura, curva de sensibilidade com a temperatura, variação da sensibilidade com a temperatura em alguns casos com mais de um ciclo de medição, variação da sensibilidade com o tempo, comparação entre curvas teórica e experimental, diferença em temperatura entre curvas teórica e experimental, refletividade em função do comprimento de onda (em modo de reflexão e transmissão), variação da refletividade em função da temperatura.

As curvas de variação do comprimento de onda com a temperatura apresentaram um deslocamento espectral da esquerda para a direita quando submetidas à variação de temperatura crescente e foram lidos em escala logarítmica (dB).

As curvas das medições em modo de reflexão e transmissão do espectro contínuo foram processadas através do programa Origin Pro 8.0 e as planilhas de cálculo foram desenvolvidas em EXCEL.

5.2 Caracterização de Rede do Tipo I

Foram realizadas três caracterizações de redes do tipo I, que possuíam comprimentos de ondas diferentes e que foram calibradas em datas distintas em seis pontos de medição. Estas redes de Bragg foram submetidas a uma faixa de temperatura de 20 °C até 500 °C, apesar delas apresentarem decréscimo de refletividade a partir da temperatura de 100 °C, de acordo com a Figura 59.

5.2.1 Caracterização Térmica em Função do Comprimento de Onda Caracterização de Rede do Tipo I

O espectro medido no modo de reflexão foi representado pela curva de calibração da rede do tipo I para valores de temperatura de até 500 °C. Observouse uma resposta não-linear do comportamento da rede com a equação do ajuste definida na Figura 52, com coeficiente de discriminação de 0,9997 apresentando um ajuste consistente.

De acordo com Tahir *et al*, a dependência do comprimento de onda com a temperatura aumenta devido a dois efeitos primários: a dependência do índice de refração do vidro com a temperatura e a expansão térmica do vidro. Nota-se que em aproximadamente 95 % dos casos observados estes efeitos são dominantes para o caso das fibras óticas fabricadas a partir da sílica (TAHIR *et al*, 2009).



Comprimento de Onda em Função da Temperatura

Figura 52: Variação do comprimento de onda em função da temperatura da rede tipo I.

5.2.2 Caracterização Térmica da Sensibilidade

A curva de sensibilidade é importante para avaliar a magnitude do deslocamento espectral do comprimento de onda de Bragg em função da temperatura. A curva de sensibilidade foi levantada a partir da equação (30), obtendo-se para a rede avaliada uma sensibilidade inicial de 13,84 pm/°C, típico valor para fibra ótica monomodo dopada com germânio.

A faixa de variação da sensibilidade com a temperatura foi de 13,84 pm/°C para a temperatura de 20 °C e de 13,90 pm/°C para a temperatura de 500 °C, onde observou-se que a rede apresentou melhores resultados de sensibilidade na medida que a temperatura aumentou de acordo com a Figura 53.



Sensibilidade em Função da Temperatura

Figura 53: Curva de sensibilidade da rede de Bragg do tipo I em função da temperatura.

5.2.3 Variação da Sensibilidade em Função da Temperatura

A partir da curva de sensibilidade foi possível estabelecer a magnitude dos intervalos de variação onde percebeu-se que a variação da sensibilidade se deu em intervalos constantes, demonstrando que não houve nenhuma mudança abrupta nas características estruturais da rede de Bragg. A variação da sensibilidade com a temperatura é apenas uma curva de indicação das variações mínima e máxima

da sensibilidade, onde observou-se que a rede apresentou melhores resultados de sensibilidade na medida que a temperatura aumentou conforme Figura 54.



Variação da Sensibilidade em Função da Temperatura

Figura 54: Variação da sensibilidade da rede de Bragg do tipo I em função da temperatura.

5.2.4 Comparação entre Curvas Teórica e Experimental

Foi possível observar que os valores da modelagem teórica e experimental foram convergentes até aproximadamente a temperatura de 100 °C, justamente onde a refletividade se manteve constante conforme as Figuras 55 e 59.



Figura 55: Comparação entre curvas teórica e experimental da rede de Bragg do tipo I.

5.2.5 Diferença entre as Temperaturas Teórica e Experimental

À medida que a temperatura foi aumentando para as redes do tipo I da PUC/RJ a diferença entre o valor teórico e experimental também aumentou, devido a uma mudança ótica na rede de Bragg de acordo com a Figura 56.



Diferença entre Temperaturas Téorica e Experimental

Figura 56: Diferença entre temperaturas teórica e experimental da rede de Bragg do tipo I.

5.2.6 Caracterização da Refletividade em Função do Comprimento de Onda em Reflexão

A avaliação do espectro ótico em modo de reflexão de uma rede de Bragg não é suficiente para afirmar se a rede pode ser aplicada para um determinado tipo de trabalho, apresentando dados pouco conclusivos. Aparentemente, com o espectro de reflexão de uma rede do tipo I, tem-se a impressão que não há grandes variações na potência ótica, entretanto as vezes isto não é verdade. Com as Figuras 57 e 58, é possível observar que a caracterização da rede de Bragg em modo de reflexão não apresentou significativas variações na potência ótica da rede, mas se comparado com as medições da mesma rede em modo de transmissão consegue-se perceber um decréscimo significativo.



Figura 57: Caracterização da potência da rede de Bragg do tipo I em relação ao comprimento de onda no modo de reflexão.

5.2.7 Caracterização da Refletividade em Função do Comprimento de Onda em Transmissão

A avaliação do espectro em transmissão permitiu dimensionar melhor o decaimento de potência da rede do tipo I em função do aumento da temperatura.



Figura 58: Caracterização da potência da rede de Bragg do tipo I em relação ao comprimento de onda no modo de transmissão.

5.2.8 Caracterização da Refletividade em Função da Potência das Redes

A curva de avaliação da refletância é uma das mais importantes, pelo fato de poder averiguar a variação da potência ótica de uma determinada rede de Bragg em função da variação da temperatura. No caso da rede do tipo I, observou-se que a refletividade variou pouco até a temperatura de 100 °C e posteriormente decaiu com um declive significativo até desaparecer em 400 °C. O interessante nesta calibração foi que a rede após a temperatura de 400 °C recuperou sua potência ótica com uma menor intensidade até a temperatura de 500 °C sendo que fatos desta natureza devem ser melhor analisados conforme observado na Figura 59.



Figura 59: Gráfico de caracterização da variação da refletividade com relação à variação de temperatura para rede de Bragg do tipo I.

5.3 Caracterização de Rede do Tipo II

Foram realizadas oito caracterizações de redes do tipo II que possuíam comprimentos de ondas bem próximos e calibradas através de quatro conjunto contendo duas de rede de Bragg do tipo II. As calibrações utilizaram dez pontos de medição de temperatura na faixa de 50 °C até 500 °C em duas datas diferentes com o objetivo de avaliar a repetitividade dos resultados finais.

5.3.1 Caracterização Térmica em Função do Comprimento de Onda -Caracterização de Rede do Tipo II

O espectro de reflexão medido foi representado através da curva de calibração da rede do tipo II para valores de temperatura de até 500 °C. Observouse uma resposta não-linear do comportamento da rede com a equação do ajuste definida na Figura 60, com coeficiente de discriminação de 1, demonstrando um ajuste consistente.



Figura 60: Variação do comprimento de onda em função da temperatura da rede tipo II.

5.3.2 Caracterização Térmica da Sensibilidade

A curva de sensibilidade foi levantada a partir da equação (30), obtendo-se para a rede de Bragg avaliada um valor inicial de 13,66 pm/°C, típico valor para fibra ótica monomodo dopada com germânio.

A faixa de variação da sensibilidade com a temperatura foi de 13,66 pm/°C para a temperatura de 50 °C e de 13,71 pm/°C para a temperatura de 500 °C, onde observou-se que a rede apresentou melhores resultados de sensibilidade na medida que a temperatura aumentou de acordo com a Figura 61.

Sensibilidade em Função da Temperatura



Figura 61: Curva de sensibilidade da rede de Bragg do tipo II em função da temperatura.

5.3.3 Variação da Sensibilidade em Função da Temperatura

A variação da sensibilidade com a temperatura é apenas uma curva de indicação das variações mínima e máxima da sensibilidade como mencionado anteriormente. Observou-se que a rede do tipo II apresentou melhores resultados de sensibilidade na medida que a temperatura aumentou com um aclive menos acentuado a partir da temperatura de 300 °C de acordo com a Figura 62.



Figura 62: Variação da sensibilidade da rede de Bragg do tipo II em função da temperatura.

5.3.4 Variação da Sensibilidade com o Tempo

Para melhor caracterizar as redes de Bragg do tipo II foram realizadas duas calibrações em datas diferentes. Com as duas calibrações observou-se qual foi a variação da sensibilidade com o tempo. Na Figura 63 são apresentados oito curvas de calibrações realizadas entre 22/02/2011 a 14/03/2011, onde observou-se que houve convergência dos valores das curvas em seis das oito curvas obtidas. As duas curvas diferentes apresentaram discrepâncias a partir da temperatura de 300 °C, levando a supor que ocorreu alguma alteração na estrutura da rede.



Figura 63: Variação da sensibilidade com o tempo da rede tipo II.

5.3.5 Comparação entre as Curvas Teórica e Experimental

Foi possível observar que os valores da modelagem teórica e experimental foram convergentes em toda faixa de medição até a temperatura de 500 °C como descrito na Figura 64.



Figura 64: Comparação entre curvas teórica e experimental da rede de Bragg do tipo II.

5.3.6 Diferença entre as Temperaturas Teórica e Experimental

Apesar das curvas teórica e experimental serem convergentes para as redes do tipo II existe uma maior diferença entre as curvas para as baixas temperaturas que depois diminuiu à medida que se aproximou da temperatura de 300 °C de acordo com a Figura 65.





5.3.7 Caracterização da Refletividade em Função do Comprimento de Onda em Reflexão

Para facilitar a visualização das medições nas redes de Bragg do tipo II para a faixa de temperatura de 50 °C a 500 °C as curvas foram divididas em dois gráficos de acordo com as Figuras 66 e 67. Observou-se que a caracterização da rede de Bragg em modo de transmissão não apresentou significativa variação na potência ótica da rede, mas em modo de transmissão apresentou um decréscimo em sua potência ótica.



Espectro em Reflexao com a Temperatura - Rede Tipo II

Figura 66: Caracterização da potência em relação ao comprimento de onda da rede de Bragg do tipo II em modo de reflexão para as temperaturas compreendidas entre 100 °C a 250 °C.



Figura 67: Continuação da caracterização da potência em relação ao comprimento de onda da rede de Bragg do tipo II em modo de reflexão para as temperaturas compreendidas entre 100 °C a 250 °C.

5.3.8 Caracterização da Refletividade em Função do Comprimento de Onda em Transmissão

Observou-se que no espectro no modo de transmissão da rede de Bragg do tipo II de acordo com a Figura 68 ocorreu um decaimento progressivo na refletividade com a temperatura, porém não tão acentuado como foi para a rede de Bragg do tipo I mencionado na seção 5.2.7.



Espectro em Transmissao com a Temperatura - Rede do Tipo II

Comprimento de onda (nm)

Figura 68: Caracterização da potência em relação ao comprimento de onda da rede de Bragg do tipo II em modo de transmissão para as temperaturas compreendidas entre 100 °C a 500 °C.

5.3.9 Caracterização da Refletividade em Função da Potência das Redes

As redes de Bragg do tipo II foram fabricadas em pares em cada fibra ótica avaliada. Observou-se que para o primeiro par de redes, uma das redes já apresentou baixa potência ótica desde o início das medições, de acordo com a curva em vermelha (rede 1) na Figura 69, entretanto a curva em azul (rede 2) apresentou uma potência ótica satisfatória mas com um maior decaimento da refletividade em relação a temperatura.

No segundo par de redes de Bragg testadas observou-se que a curva em vermelho (rede 3) apresentou também uma potência ótica baixa como pode ser visto na Figura 70, levando-se a supor que pode ter ocorrido um erro sistemático no sistema de gravação das redes de Bragg por ser um processo de fabricação ainda artesanal. Neste segundo par de redes ocorreu uma queda abrupta da potência ótica para a temperatura de 400 °C, que depois se manteve praticamente

estável até a temperatura de 500 °C. Os valores do decaimento da refletividade medidos nas curvas vermelha (rede 3) e azul (rede 4) ao longo da faixa de temperatura de 50 °C até 500 °C apresentaram curvas semelhantes, mostrando que este par de redes de Bragg possuíam um comportamento mais homogêneo entre si.

5.3.9.1 Primeiro Ciclo de Medição

O primeiro ciclo de medições do primeiro par de redes de Bragg do tipo II foi descrito pelas curvas dos pontos de calibração na faixa de temperatura de 50 °C até 500 °C, cujos pontos foram representados pela curva em vermelho denominada de (rede 1) e pela curva em azul denominada de (rede 2) e que se iniciou na data de 22/02/2011 de acordo com as Figuras 63 e 69.

O segundo par de redes de Bragg do tipo II foi descrito pelas curvas dos pontos de calibração na faixa de temperatura de 50 °C até 500 °C, cujos pontos foram representados pela curva em vermelho denominada de (rede 3) e pela curva em azul denominada de (rede 4) que se iniciou na data de 22/02/2011 de acordo com as Figuras 63 e 70.



Figura 69: Gráfico da variação da refletividade em função da temperatura no primeiro ciclo de medições do primeiro par de redes de Bragg do tipo II.



Figura 70: Gráfico da variação da refletividade em função da temperatura no primeiro ciclo de medições do segundo par de redes de Bragg do tipo II.

5.3.9.2 Segundo Ciclo de Medição

O segundo ciclo de medições do primeiro par de redes de Bragg do tipo II foi descrito pelas curvas dos pontos de calibração na faixa de temperatura de 50 °C até 500 °C, cujos pontos foram representados pela curva em vermelho denominada de (rede 1) e pela curva em azul denominada de (rede 2) e que se iniciou na data de 14/03/2011 de acordo com as Figuras 63 e 71.

O segundo par de redes de Bragg do tipo II foi descrito pelas curvas dos pontos de calibração na faixa de temperatura de 50 °C até 500 °C, cujos pontos foram representados pela curva em vermelho denominada de (rede 3) e pela curva em azul denominada de (rede 4) que se iniciou na data de 14/03/2011 de acordo com as Figuras 63 e 72.



Figura 71: Gráfico da variação da refletividade em função da temperatura no segundo ciclo de medições do primeiro par de redes de Bragg do tipo II.



Figura 72: Gráfico da variação da refletividade em função da temperatura no segundo ciclo de medições do segundo par de redes de Bragg do tipo II.

5.4 Caracterização de Rede do Tipo Regenerada do Exterior

Foram realizadas sete caracterizações de redes de Bragg regeneradas do exterior fabricadas na Universidade de Sidney que possuíam comprimentos de ondas bem próximos calibradas da seguinte maneira: rede 1 (três ciclos de medição), rede 2 e rede 3 (medições nos modos de reflexão e transmissão),

rede 4 e rede 5 (apenas no modo de reflexão). As calibrações foram realizadas entre dez pontos de temperatura cobrindo a faixa de 20 °C até 900 °C.

5.4.1 Caracterização Térmica em Função do Comprimento de Onda -Caracterização de Rede do Tipo Regenerada do Exterior

O espectro de reflexão medido foi representado na curva de calibração da rede do tipo II para valores de temperatura de até 900 °C. Observou-se uma resposta não-linear do comportamento da rede com a equação do ajuste definida na Figura 73, com coeficiente de discriminação de 0,9997, demonstrando um ajuste consistente.



Comprimento de Onda em Função da Temperatura

Figura 73: Variação do comprimento de onda em função da temperatura da para a rede regenerada do exterior.

5.4.2 Caracterização Térmica da Sensibilidade

A curva de sensibilidade foi levantada a partir da equação (30), obtendo-se para a rede de Bragg avaliada um valor inicial de 13,54 pm/°C, típico valor para fibra ótica monomodo dopada com germânio.

A faixa de variação da sensibilidade com a temperatura foi de 13,54 pm/°C para a temperatura de 20 °C e de 13,66 pm/°C para a temperatura de 900 °C, onde observou-se que a rede apresentou melhores resultados de sensibilidade na medida que a temperatura aumentou de acordo com a Figura 74.



Sensibilidade em Função da Temperatura

Figura 74: Curva de sensibilidade da rede regenerada do exterior II em função da temperatura.

5.4.3 Variação da Sensibilidade em Função da Temperatura

A variação da sensibilidade com a temperatura é uma curva de indicação das variações mínima e máxima da sensibilidade como mencionado anteriormente. Observou-se que a rede regenerada do exterior apresentou melhores resultados de sensibilidade na medida que a temperatura aumentou até alcançar a temperatura de 900 °C com um aclive constante de acordo com a Figura 75.





Figura 75: Variação da sensibilidade da rede regenerada do exterior em função da temperatura.

5.4.4 Variação da Sensibilidade com o Tempo

Para melhor caracterizar as redes de regeneradas do exterior foram realizadas três calibrações em datas diferentes para uma mesma rede. Desta forma, foi possível avaliar a variação da sensibilidade com o tempo. Na Figura 76 são apresentados três curvas de calibrações realizadas entre 09/08/2010 a 28/09/2011, onde observou-se que houve convergência dos valores das curvas produzidas. Pode-se afirmar que a rede apresentou uma boa repetitividade dos seus resultados de medição ao longo do tempo.



Figura 76: Variação da sensibilidade com o tempo da rede regenerada do exterior.

5.4.5 Comparação entre as Curvas Teórica e Experimental

Foi possível observar que os valores da modelagem teórica e experimental apresentaram-se convergentes até a temperatura de 500 °C; depois ocorreu um pequeno desvio provavelmente proveniente do processo de regeneração da rede conforme descrito na Figura 77.



Figura 77: Comparação entre curvas teórica e experimental da rede regenerada do exterior.

5.4.6 Diferença entre as Temperaturas Teórica e Experimental

Na Figura 78 observou-se que a partir da temperatura de 500 ^oC, as diferenças entre as curvas teórica e experimental diminuem, apesar de que na Figura 77 este intervalo apresentou visualmente uma maior diferença entre as curvas teórica e experimental.





Figura 78: Diferenças entre as temperaturas teórica e experimental da rede regenerada do exterior.

5.4.7 Caracterização da Refletividade em Função do Comprimento de Onda em Reflexão

Para detalhar melhor as curvas de calibração para a rede regenerada do exterior a calibração foi dividida em dois gráficos mostrados nas Figuras 79 e 80.

Observou-se que o espectro no modo de reflexão da rede não apresentou um decaimento progressivo da refletividade com a variação da temperatura. A potência ótica manteve-se constante para a faixa de temperatura compreendida entre 20 °C e 900 °C.



Figura 79: Caracterização da potência ótica em relação ao comprimento de onda da rede regenerada do exterior no modo de reflexão.



Figura 80: Continuação da caracterização da potência ótica em relação ao comprimento de onda da rede regenerada do exterior no modo de reflexão.

5.4.8 Caracterização da Refletividade em Função do Comprimento de Onda em Transmissão

Para detalhar melhor as curvas de calibração no modo de transmissão para a rede regenerada do exterior, a calibração foi dividida em dois gráficos apresentados nas Figuras 81 e 82.

Observou-se que no espectro ótico da rede de Bragg no modo de transmissão ocorreu um suave decaimento na refletividade com a temperatura. A potência ótica teve uma pequena variação para a faixa de temperatura compreendida entre 20 °C e 900 °C. A partir da temperatura de 950 °C a rede parou de medir no modo de transmissão.



Espectro em Transmissao com a Temperatura - Rede Regenerada do Exterior

Figura 81: Caracterização da potência ótica em relação ao comprimento de onda da rede regenerada do exterior no modo de transmissão.



Figura 82: Caracterização da potência em relação ao comprimento de onda da rede regenerada do exterior no modo de transmissão.

5.4.9 Caracterização da Refletividade em Função da Potência das Redes

No caso da rede regenerada do exterior observou-se que a refletividade se mostrou constante até a temperatura de 800 °C e posteriormente decaiu gradativamente até desaparecer em 1000 °C. Desta forma, este comportamento ótico permitiu supor que estes tipos de rede podem vir a se transformar em um sensor de altas temperaturas no futuro, conforme pode ser visto na Figura 83.



Figura 83: Gráfico de caracterização da variação da refletividade com relação à variação de temperatura para rede regenerada do exterior.

5.5 Caracterização de Rede do Tipo Regenerada do Brasil

A primeira rede de Bragg calibrada nesta pesquisa foi uma rede de Bragg regenerada fabricada pela UTFPR que foi projetada para trabalhar numa temperatura máxima de 800 °C.

Neste início da pesquisa ainda não se tinha uma metodologia para calibração e caracterização das redes de Bragg consolidada, situação esta que se estabeleceu apenas com o decorrer da pesquisa.

Observa-se nas Figuras 84 e 86 que os pontos de medição das temperaturas foram apenas cinco, numa faixa de temperatura compreendida entre 20 °C até 800 °C.

Da forma como a rede foi disponibilizada realizou-se medições apenas no modo de reflexão e consequentemente não se determinou a variação da refletividade em função da temperatura.

5.5.1 Caracterização Térmica em Função do Comprimento de Onda Caracterização de Rede do Tipo Regenerada do Brasil

O espectro de reflexão medido foi representado na curva de calibração da rede do tipo regenerada do Brasil para valores de temperatura de até 800 °C. Observou-se uma resposta linear do comportamento da rede interessante através da equação de ajuste definida na Figura 84, apresentando um coeficiente de discriminação de 0,9999, que demonstra um ajuste consistente.



Figura 84: Variação do comprimento de onda em função da temperatura da rede regenerada do Brasil.

5.5.2 Caracterização Térmica da Sensibilidade

A curva de sensibilidade foi levantada a partir da equação (30), obtendo-se para a rede avaliada um valor inicial de 13,64 pm/°C, típico valor para fibra ótica monomodo dopada com germânio.

A faixa de variação da sensibilidade com a temperatura foi de 13,64 pm/°C para a temperatura de 20 °C e de 13,72 pm/°C para a temperatura de 800 °C, onde observou-se que a rede de Bragg apresentou melhores resultados de sensibilidade na medida que a temperatura aumentou, conforme pode ser visto na Figura 85.



Sensibilidade em Função da Temperatura

Figura 85: Curva de sensibilidade da rede regenerada do Brasil em função da temperatura.

5.5.3 Variação da Sensibilidade em Função da Temperatura

A variação da sensibilidade com a temperatura é apenas uma curva de indicação das variações mínima e máxima da sensibilidade como já mencionado anteriormente. Observou-se que a rede regenerada do Brasil apresentou as menores variações da sensibilidade com a variação da temperatura ratificando o seu comportamento linear de acordo com as Figuras 85 e 86.

Variação da Sensibilidade com a Temperatura



Figura 86: Variação da sensibilidade da rede regenerada do Brasil em função da temperatura.

5.5.4 Comparação entre as Curvas Teórica e Experimental

Foi possível observar que os valores da modelagem teórica e experimental apresentaram-se convergentes até a temperatura de 800 °C, praticamente os resultados de medição da rede de Bragg foram convergentes em toda a faixa de temperatura, conforme descrito na Figura 87.





Figura 87: Comparação entre curvas teórica e experimental da rede regenerada do Brasil.