

## 9

### Conclusão e Trabalhos Futuros

Nesta tese estudamos os potenciais para descobrir Nova Física a partir de dois tipos de feixes de neutrinos, sendo o primeiro convencional vindo do decaimento de píons e o outro não convencional criado pelos decaimentos de múons armazenados num anel. Mostramos também que é possível descobrir ou vincular Nova Física, em particular, os efeitos de interação não padrão, além de determinar os parâmetros de oscilações padrão ainda desconhecidos, como hierarquia de massa, fase de violação CP,  $\theta_{13}$  e o octante de  $\theta_{23}$ . Este vínculo dos parâmetros NSI com os parâmetros de oscilação não interfere na descoberta desses parâmetros ainda desconhecidos.

Como exemplo de feixes convencionais de neutrinos consideramos o T2K e uma variação que chamamos de T2KK, onde é colocado o segundo detetor em algum lugar na Coréia do Sul. Nós obtivemos os seguintes resultados das seguintes sensibilidades para os parâmetros NSI  $\varepsilon_{\mu\tau}$  e  $\varepsilon_{\tau\tau}$  considerando o canal de oscilação  $\nu_\nu \rightarrow \nu_\tau$ , com  $2\sigma$ CL para  $\sin^2\theta=0.45$  ( $\sin^2\theta=0.5$ ):

$$|\varepsilon_{\mu\tau}| \lesssim 0.03(0.03) \quad \text{e} \quad |\varepsilon_{\tau\tau}| \lesssim 0.3(1.2) \quad (9-1)$$

Comparando-os com os vínculos atuais vindo de neutrinos atmosféricos podemos dizer que essa sensibilidade para  $\varepsilon_{\mu\tau}$  é boa, enquanto que para  $\varepsilon_{\tau\tau}$  é fraca.

E como exemplo de feixes não convencionais de neutrinos, estudamos fábrica de neutrinos, onde mostramos que a fábrica de neutrinos utiliza um intenso fluxo de neutrinos vindos de decaimentos de múons num anel de armazenamnto e dois detetores, um localizados a  $L = 3000$  km e outro a  $L = 7000$  km. A fábrica de neutrinos é poderoso para sondar alguns parâmetros de NSI externamente pequenos.

Consideramos o canal chamado de *ouro*  $\nu_e \rightarrow \nu_\mu$  e  $\bar{\nu}_e \rightarrow \bar{\nu}_\mu$  com 6 combinações de sistemas com dois  $\varepsilon$ 's que podem ser obtidas para 4 parâmetros NSI,  $\varepsilon_{\alpha\beta}$ , para  $\varepsilon_{ee}$ ,  $\varepsilon_{\tau\tau}$ ,  $\varepsilon_{e\mu}$  e  $\varepsilon_{e\tau}$ . Eles foram analisados também sob a afirmação de ignorarmos os efeitos dos NSI na produção e deteção dos neutrinos. As sensibilidades para  $\varepsilon$ 's fora da diagonal são excelentes, onde  $|\varepsilon_{e\tau}| \approx 10^{-3}$  e  $|\varepsilon_{e\tau}| \approx 10^{-4}$  e enquanto que para  $\varepsilon$ 's na diagonal são aceitáveis,  $|\varepsilon_{ee}| \approx 0.1$  e

$|\varepsilon_{\tau\tau}| \approx 0.2$  a  $3\sigma$  CL e 2 DOF.

Essas sensibilidades permanecem mais ou menos independentes dos valores de  $\theta_{13}$  muito pequeno, por exemplo  $\sin^2 2\theta_{13} \simeq 10^{-4}$ . Isso parece muito robusto no sentido que eles não são muito afetados pela presença de outro parâmetros NSI. Lembrando-se que esses resultados foram obtidos sem os efeitos de ruídos e os erros sistemáticos foram ignorados.

Um dos resultados mais significativos obtidos em nossa análise é que a presença de NSI não interfere nas precisões de  $\theta_{13}$  e  $\delta$ . Isso é devido ao fato do efeito de *sinergia* entre os dois detectores localizados em dois comprimentos diferentes, sendo  $L = 7000$  km extremamente sensível para  $\varepsilon$ 's fora da diagonal e oculto para a fase  $\delta$ , em contrapartida, o detector a  $L = 3000$  km é sensível na fase  $\delta$ , no entanto é ruim para as sensibilidades de  $\varepsilon$ 's, exceto para  $\varepsilon_{e\mu}$ . Mostramos que quando combinado, a *sinergia* entre os dois detectores, tem uma enorme potência para resolver a degenerescência entre  $\theta_{13}$ ,  $\delta$  e NSI.

Acreditamos que os resultados obtidos aqui poode abrir as portas para usarmos a fábrica de neutrinos como possível oportunidade para sondar o efeito NSI, além dos parâmetros  $\delta$ ,  $\theta_{13}$  e hierarquia de massa.

A nossa análise tem limitações, pois estamos considerando apenas o efeito do NSI na propagação, negligenciando os efeitos na detecção e produção. Isso pode ser consistente numa primeira aproximação quando discutimos o sistema com  $\varepsilon_{e\tau}$ , admitindo-o muito pequeno, pois seu efeito é esperado por ser pequeno no decaimento dos múons. Também, não incluímos a função resolução de energia e a incerteza na densidade de matéria e os demais parâmetros de mistura fixos.