

Resumo simplificado (Press Release)

Usualmente são considerados três destinos possíveis para estrelas que chegaram ao final da sua evolução: anãs brancas, estrelas de nêutrons e buracos negros. Esses objetos são denominados genericamente como objetos compactos, devido às suas enormes densidades. No entanto, a existência de outras classes de objetos compactos não é proibida pela natureza. A descoberta das ondas gravitacionais renovou o interesse em cenários teóricos nos quais novas classes de objetos compactos poderiam surgir. Consequentemente, diversos modelos têm sido propostos ao longo dos anos como resultados alternativos para o colapso de uma estrela massiva. Nesse contexto, o presente estudo dá enfoque a objetos denominados de ultracompactos, uma classe de objetos com densidades situadas entre estrelas de nêutrons e buracos negros.

A Teoria da Relatividade Geral é o formalismo tradicionalmente adotado para estudar objetos astrofísicos que possuem campos gravitacionais intensos. Interessante observar que, após mais de um século de existência, a teoria segue sem modificações. Apesar de seu enorme sucesso, trata-se de uma formulação completamente clássica. Albert Einstein estava ciente que efeitos quânticos demandariam modificações na sua teoria. Na tese, a busca por configurações ultracompactas é feita através de uma extensão mínima da Relatividade Geral chamada de Gravitação Semiclássica, que incorpora o comportamento quântico da matéria mas que ainda trata a gravidade classicamente. Por consequência, trata-se de uma aproximação. Todavia o colapso de uma estrela parece ser um ambiente propício para desencadear efeitos semiclássicos, pois campos quânticos estão inseridos em um espaço-tempo curvo e espera-se que efeitos quânticos da gravidade sejam desprezíveis.

Vale a pena observar que o vácuo, sendo uma entidade dinâmica, gravita. Explorando esse aspecto, interessantes estudos têm apontado que efeitos associados ao vácuo quântico podem atuar como ingredientes adicionais no colapso gravitacional, desempenhando um papel fundamental no equilíbrio estelar em certos cenários. Na Gravitação Semiclássica, as equações que descrevem o equilíbrio entre forças atrativas e repulsivas em uma estrela são generalizadas, abrindo novas possibilidades. Na tese, alguns modelos para matéria altamente densa disponíveis na literatura são revisitados aplicando a representação semiclássica para o equilíbrio estelar. Tais modelos foram propostos visando investigar se é possível obter soluções semiclássicas, com desvios significativos em relação a Relatividade Geral, capazes de produzir objetos ultracompactos sem horizontes de eventos.

Na primeira abordagem, uma das primeiras avaliações numéricas do equilíbrio estelar semiclássico, a matéria é descrita através de um modelo frequentemente adotado para modelar fases exóticas de matéria bariônica. As soluções semiclássicas são mais compactas que aquelas obtidas adotando a Relatividade Geral, sem alterar o perfil esperado para diversas quantidades físicas como densidade de energia, pressão e massa gravitacional. O segundo modelo é construído a partir da noção de estrela estranha, um tipo de estrela hipotética composta inteiramente por quarks, sendo o cenário mais extremo para matéria de quarks em estrelas compactas. Na proposta, essas estrelas estranhas são acrescidas de um ingrediente extra, com pressão negativa, que é o responsável por carregar os efeitos semiclássicos. Nesse caso foi possível identificar soluções capazes de satisfazer simultaneamente dados observacionais recentes e ainda assim produzir soluções ultracompactas. Visando expandir os cenários explorados na tese, no terceiro modelo não é assumida a igualdade entre as pressões radial e tangencial, isto é, considera-se um objeto composto por um fluido imperfeito. Sistemas dessa categoria podem emergir, por exemplo, em transições de fase exóticas passíveis de ocorrer no colapso gravitacional de configurações altamente densas.

Se estrelas ultracompactas como as estudadas na tese realmente existem na natureza é algo que só pode ser estabelecido mediante observações. Tais modelos podem soar excêntricos, todavia é interessante lembrar que até a década de 60 do século XX, antes da descoberta de quasares e pulsares, essa era visão geral diante de propostas como estrelas de nêutrons e buracos negros. Além disso, as ondas gravitacionais estão fornecendo uma nova janela para olhar para o Universo. A descoberta de um objeto de 2.6 massas solares tem aberto discussões, tendo em vista que *a priori* poderia ser tanto o buraco negro mais leve que temos notícia, quanto a estrela nêutrons mais massiva. Não podemos ignorar, diante dos diversos modelos de estrelas hipotéticas disponíveis, a possibilidade de ser um representante de uma nova classe de estrelas compactas.

Palavras-chave: Estrelas Ultracompactas, Gravitação Semiclássica, Relatividade Geral.