

1

Motivação e Introdução

Existem problemas que para serem resolvidos são descritos de forma abstrata em alguma linguagem formal. Isto se denomina especificação. A especificação do problema deve gerar um modelo, de alguma forma, equivalente ao modelo do problema (figura 1.1). Geralmente, no entanto, não se consegue expressar o problema em um modelo, o que se pode afirmar sobre o problema é que ele atende a certas propriedades. Logo, para garantir que a especificação está de acordo com o problema, a mesma deverá também satisfazer as propriedades do problema (figura 1.2). Muitas vezes, porém, o que acontece na prática é que a especificação é realizada sem que algumas propriedades do problema sejam válidas. Pode-se, por exemplo, especificar um protocolo de rede onde se deseja que toda requisição seja atendida e na especificação tal fato nem sempre ocorra. Assim, realiza-se a especificação, mas esta não está de acordo com o problema. Logo, pode-se chegar a soluções que jamais se verificariam no problema.

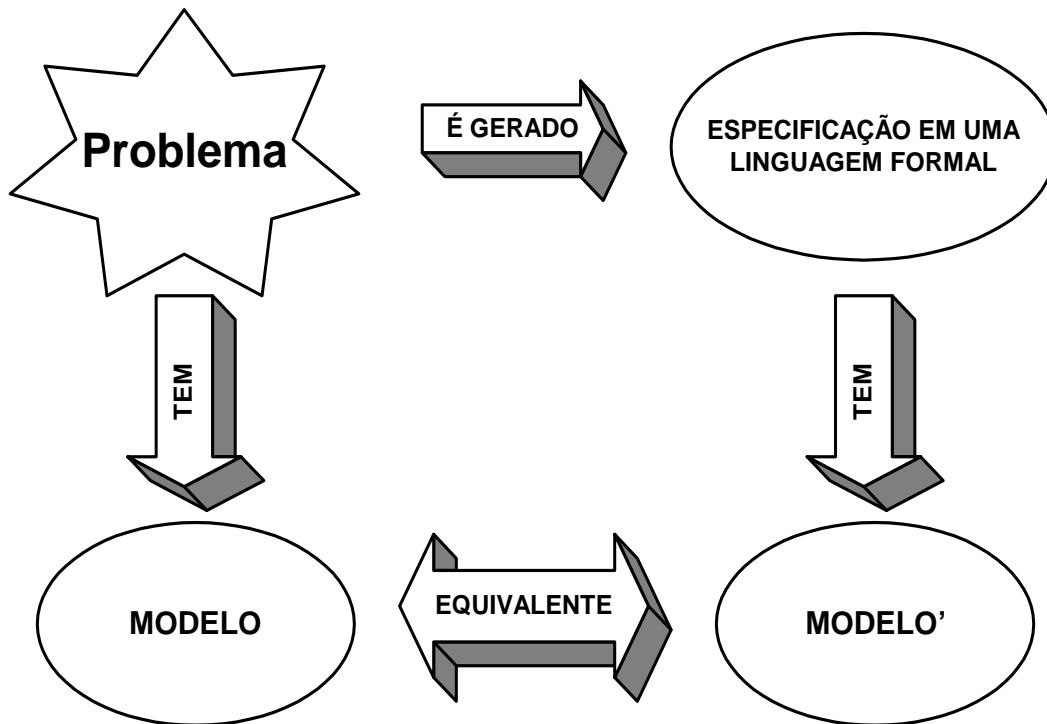


Figura1.1 - Um problema é especificado em alguma linguagem e tem um modelo equivalente ao do problema.

Em métodos formais, existe uma técnica chamada de verificação de modelos (*Model Checking*) [20], que valida propriedades automaticamente em uma especificação associada ao problema¹. Esta técnica permite garantir que a especificação atenda as propriedades desejadas (figura 1.3). Note-se que mesmo utilizando verificação de modelos não há como garantir a equivalência dos modelos, mas já se consegue verificar que propriedades relevantes do problema existem na especificação, o que já é um grande avanço.

¹Verificação de modelos é feita através da enumeração exaustiva de todos os estados alcançáveis. A ferramenta utilizada para realizar essa verificação de modelos é chamada de Verificador de Modelos.

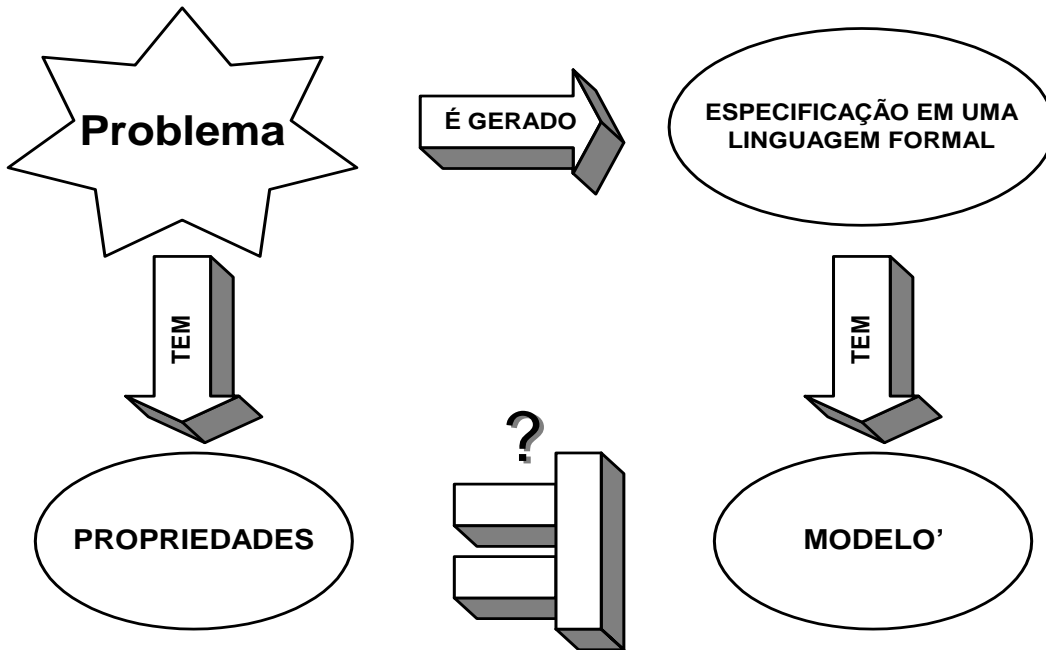


Figura1.2 - Um problema é especificado em alguma linguagem formal, cujo modelo deverá satisfazer propriedades existentes no problema. Contudo, não se tem a garantia da satisfatibilidade.

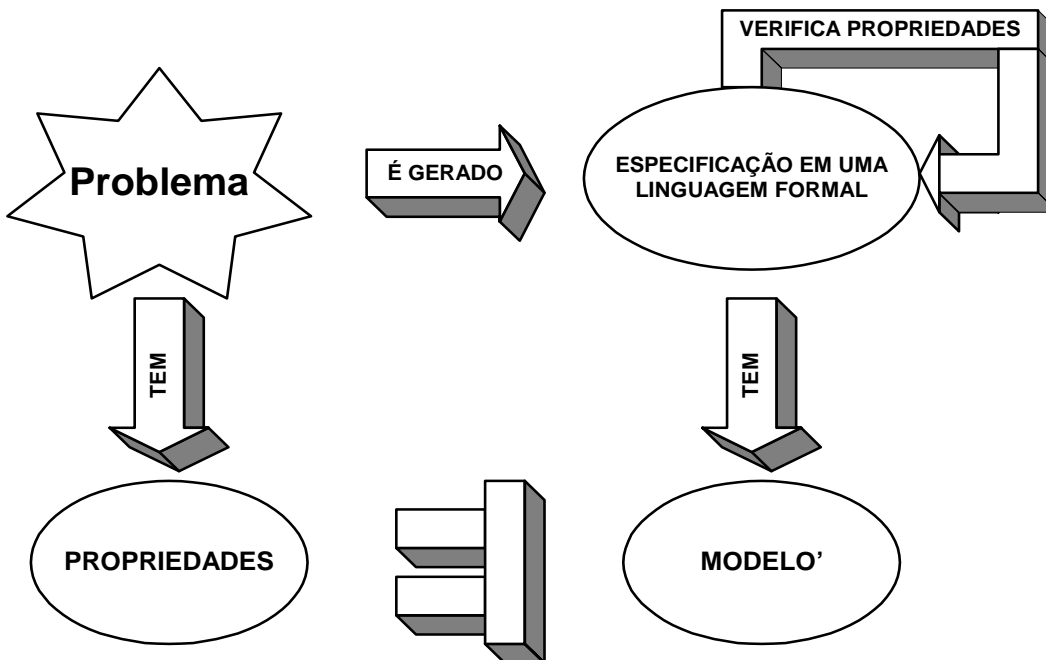


Figura1.3 - Um problema é especificado em alguma linguagem formal que tem propriedades verificadas. Assim, a especificação tem um modelo que irá satisfazer as propriedades do problema.

Atualmente, a verificação de modelos é muito empregada em computação para a verificação formal de *software* e *hardware* [22][1], mas tem sido pouco utilizada em outras áreas, como em matemática e em economia. A subutilização de verificação de modelos em áreas diversas da computação deveria ser revista, pois em princípio não há diferença central na forma em que se usa verificação de modelos. Uma das dificuldades da aplicação desta técnica em outras áreas é que raramente há uma definição de linguagem formal para especificar o problema, fazendo-se necessário, primeiramente, a sua definição, para a partir daí aplicar verificação de modelos.

Esta dissertação visa aplicar a verificação de modelos a problemas de economia. O tema de pesquisa será delimitado à Teoria dos Jogos que, na verdade, é uma área da matemática aplicada à economia. Para tanto, foram observadas duas inadequações na definição de Teoria de Jogos: a primeira delas é a excessiva quantidade de definições de jogos, uma para cada tipo de jogo, tais como jogos de dois jogadores, jogos simultâneos, jogos extensivos, entre outros [13], assim, este trabalho propõe uma definição genérica para jogo, objetivando abranger um grande espectro de tipos de jogos; a segunda inadequação é que a abordagem feita em Teoria dos Jogos é puramente quantitativa. Logo, procura-se definir neste trabalho jogo de forma genérica e qualitativa, utilizando uma linguagem lógica, denominada de *GAL*, que definirá um jogo de forma qualitativa.

Depois de ter definido jogo de forma genérica e qualitativa pode-se aplicar a verificação de modelos à definição de um jogo, através de uma tradução de jogo em verificação de modelos. Então, pode-se validar se este foi especificado de forma correta. Na verdade, ganha-se muito mais informação do que simplesmente verificar se a especificação foi feita de forma a obedecer propriedades reais do jogo, conseguem-se analisar estratégias entre jogadores. Por exemplo, como demonstrar quando um jogador possui uma estratégia que é sempre ganhadora, ou, em quais condições um jogador terá a mesma. Pode-se, também, utilizar essa técnica para a partir de uma estratégia inicial criar uma nova estratégia, analisando onde ela foi ruim e alterando-a até que a mesma seja considerada boa. Note que o conceito de bom ou ruim depende do tipo de problema e não é o foco deste trabalho.

Na verdade, o resultado desse trabalho não se aplicará somente à problemas de economia. Pode-se utilizar essa abordagem para qualquer forma de jogo e sempre se pode analisar estratégias e verificar propriedades das estratégias. Assim, jogos econômicos e jogos de entretenimento podem ter suas estratégias analisadas.

Além disso, este trabalho apresentará uma linguagem de definição de jogos, denominada RollGame, que obedecerá a definição de jogo proposta tendo como objetivos facilitar a definição de um jogo e ser a linguagem que especificará um jogo, onde será aplicada uma tradução de RollGame na linguagem de um verificador de modelos. O verificador de modelos escolhido foi o *Symbolic Model Verifier* (SMV)[10]. Assim, a tradução será feita na linguagem de especificação de modelos do SMV. Esta tradução e a execução do verificador de modelos serão automatizados em uma ferramenta, chamada de StratAn-

RollGame. Desta forma, para se utilizar verificação de modelos em jogos será necessário apenas expressar um jogo na linguagem RollGame e as análises que se desejam verificar no jogo.

Será definida uma tradução de jogo em *estruturas de Kripke*[6] de modo a apresentar uma semântica para jogos. Esta tradução será utilizada, também, para mostrar a correção das traduções. A figura 1.4 mostra como será apresentada a correção das traduções.

Este trabalho está apresentado da seguinte forma: no segundo capítulo, a técnica de verificação de modelos será detalhada para fornecer base ao leitor; no capítulo 3, as abordagens existentes para jogos em Teoria dos Jogos e em Computação serão apresentadas; no capítulo 4 estarão presentes a nova abordagem para jogos e a linguagem RollGame; o quinto capítulo irá expor as traduções de jogo em *estruturas de Kripke* e da linguagem RollGame na linguagem do verificador de modelos; no sexto capítulo será mostrado como analisar e criar novas estratégias utilizando a verificação de modelos; no sétimo e último serão observadas as conclusões e os possíveis trabalhos futuros.

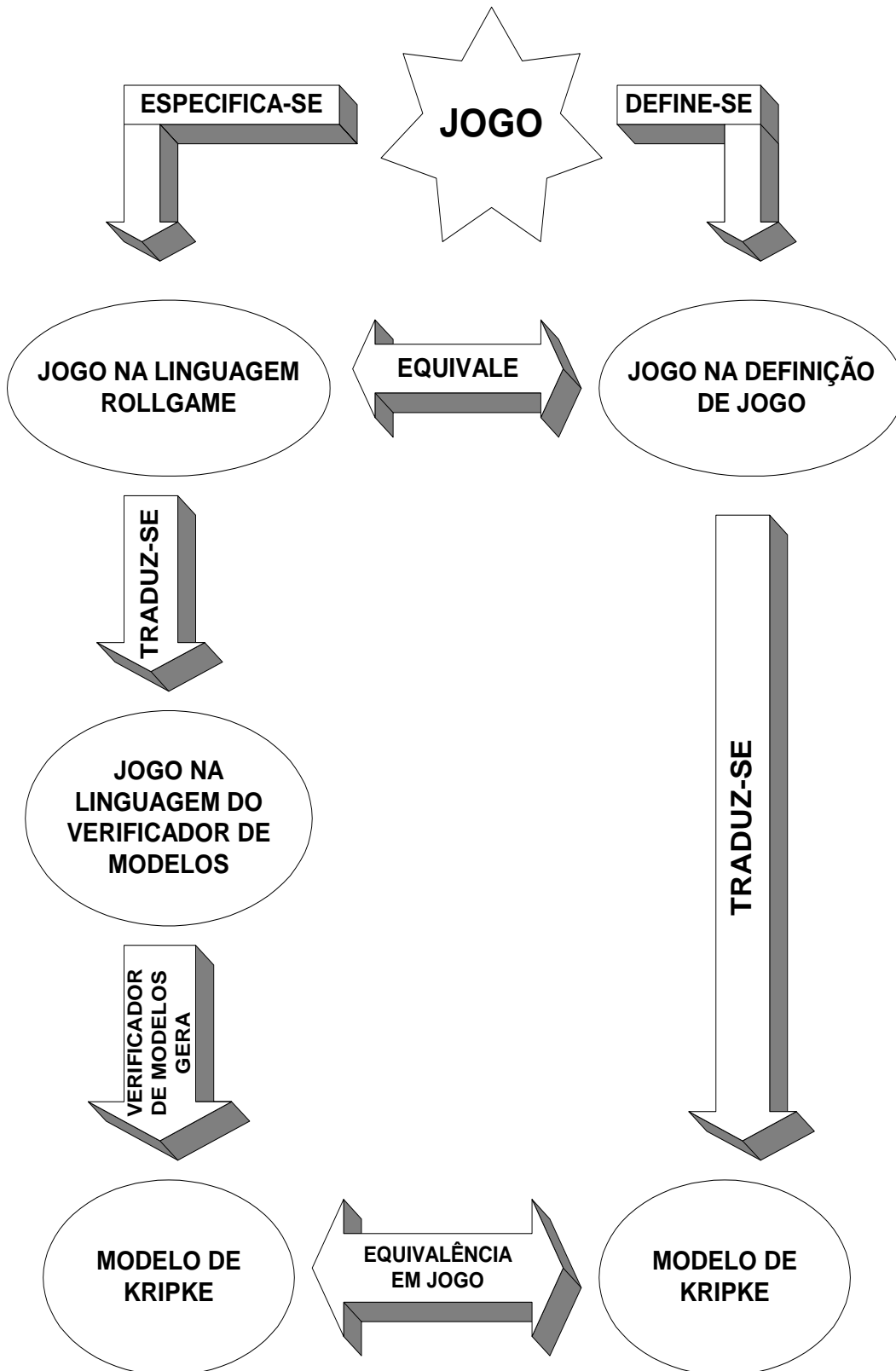


Figura1.4 - Correção das traduções