

Jogos Sequenciais: Avaliando Ameaças e Promessas

*A percepção é forte e a visão é fraca. Em estratégia,
é importante ver o que está distante como se estivesse
perto e ter distanciamento do que está próximo.*

MIYAMOTO MUSASHI, SAMURAI, POETA E PINTOR JAPONÊS (1584?-1645)

INTRODUÇÃO

Até aqui estudamos situações de interação estratégica em que cada jogador ignora as escolhas feitas pelos demais jogadores. Nessas circunstâncias, o conceito de equilíbrio de Nash foi uma ferramenta fundamental para análise desse tipo de interação estratégica: quando os jogadores decidem sem conhecer antecipadamente as escolhas dos demais, uma situação de equilíbrio é aquela em que os jogadores estão adotando, todos eles, as melhores respostas possíveis ao que os demais podem vir a fazer. Nesse caso, ninguém ganharia nada se alterasse sua escolha. É nesse sentido que há um equilíbrio.

Há situações, contudo, em que os jogadores efetivamente tomam suas decisões conhecendo antecipadamente as escolhas dos demais jogadores. Pen- se, por exemplo, em uma partida de xadrez. Ao chegar sua vez de jogar, cada jogador conhece as decisões de seu adversário. Desse modo, ao tomar uma decisão, os jogadores possuem maior informação do que aquela que é suposta ao modelarmos uma situação de interação estratégica como um jogo simultâneo.

Assim, juntamente com o fato de que estamos considerando sempre que os jogadores são racionais, não nos permite supor que os jogadores tomem suas decisões ignorando o que os demais jogadores decidiram nas etapas anteriores do jogo, uma vez que seja possível ter o acesso a essa informação. Isso seria o equi-



valente a imaginar um jogador de xadrez que toma suas decisões sem considerar os movimentos feitos pelo seu adversário até ali.

Um jogador de xadrez que agisse assim, desconsiderando os movimentos de seu adversário, seria considerado irracional caso seu objetivo fosse ganhar o jogo. Da mesma maneira, em teoria dos jogos, um jogador que ignorasse a história do jogo até o momento em que tem de realizar sua escolha, estando essa história disponível para ele, seria tido como irracional pela teoria, uma vez que ele não estaria empregando de forma eficiente um dos meios de que dispõe (a informação sobre a história do jogo até ali) para alcançar seus objetivos.

Desse modo, a informação de que um jogador dispõe acerca das decisões dos demais jogadores pode alterar de forma bastante significativa as opções do jogador que tem de tomar suas decisões em uma dada etapa do jogo. Esse foi o motivo pelo qual, no Capítulo 2, estudamos as diferenças entre jogos simultâneos e jogos sequenciais. Naquele momento, enfatizamos que a diferença estava muito mais relacionada à informação de que o jogador dispunha do que ao “tempo”, entendido como o momento cronológico em que o jogador tomava sua decisão.

Agora, pois, é chegada a hora de estudar mais detalhadamente como devemos analisar um jogo sequencial, ou seja, um jogo em que, em alguma etapa, algum dos jogadores tenha a possibilidade de decidir *conhecendo* a decisão do jogador que o antecedeu.

Veremos a seguir que, nesse tipo de situação, o conceito de equilíbrio de Nash que vínhamos aplicando até aqui pode não ser totalmente satisfatório. Teremos então a oportunidade de apresentar um aperfeiçoamento desse conceito de equilíbrio, que nos permitirá dar conta de processos de interação estratégica em que os jogadores tomam suas decisões sequencialmente.

OS LIMITES DO EQUILÍBRIO DE NASH EM UM JOGO SEQUENCIAL: O JOGO DA ENTRADA.

Tivemos oportunidade de discutir no Capítulo 2, ainda que brevemente, um modelo que descreve a interação estratégica entre duas empresas – uma que deseja ingressar em um mercado e outra que já se encontra nesse mercado, estabelecida como empresa dominante. Naquele exemplo, chamamos a empresa estabelecida de empresa *Dominante*. A empresa que planejava ingressar no mercado foi chamada de *Desafiante*.

A Desafiante possui duas ações possíveis: entrar no mercado (a ação {Entra}) ou não entrar no mercado (a ação {Não Entra}). Vimos naquele exemplo que, uma vez que a Desafiante tenha decidido entrar, é a vez da empresa Dominante de decidir entre duas ações possíveis: {Luta} ou {Acomoda}.

Vir
ção in
agress
O obj
no me
sa que
retori
No
repre
vas er
dutivo
pressa
quad
Por
lecida
referi
trada
de un
empre
de pro
A r
inalte
xado
para i
Co
peque
pouca
conseq
da no
tabela
Des
da em
petido
temer
produ
ria ne
adequ
Ma
pítulc



Vimos também no Capítulo 2 que lutar, no jargão dos estudos de organização industrial, significa adotar reduções de preços, campanhas publicitárias agressivas etc., na tentativa de manter sua participação no mercado inalterada. O objetivo dessa opção estratégica, por parte de uma empresa já estabelecida no mercado, é tentar manter sua produção inalterada, impedindo que a empresa que entra no mercado consiga uma participação suficiente para garantir o retorno dos seus investimentos no setor.

No caso do nosso exemplo, a possibilidade de que a Dominante decida lutar representa uma ameaça significativa para a Desafiante, pois usualmente as novas empresas em um setor realizam grandes investimentos em capacidade produtiva, rede de distribuição etc., e, desse modo, necessitam obter, o mais depressa possível, uma participação no mercado que assegure um retorno adequado dos investimentos, sob pena de desagradar seus sócios ou acionistas.

Portanto, sempre que nos referirmos à opção por parte da empresa já estabelecida no mercado – no nosso exemplo, a empresa Dominante –, estaremos nos referindo à decisão estratégica de manter sua produção inalterada diante da entrada de uma nova empresa no setor. Mas manter a produção inalterada diante de uma nova entrada no mercado não caracteriza completamente a opção da empresa estabelecida (Dominante) de lutar. É preciso também definir *que nível de produção* a empresa Dominante irá manter inalterado se optar por lutar.

A razão disso é que não basta, se a opção for lutar, manter o nível de produção inalterado caso uma outra empresa ingresse no setor: se o nível de produção fixado for muito pequeno, uma nova empresa não terá qualquer dificuldade para ingressar no mercado e ocupar a demanda insatisfeita!

Com efeito, se o nível de produção fixado pela empresa estabelecida for muito pequeno, o preço no mercado estará, provavelmente, muito elevado, pois haverá pouca oferta para atender à demanda. Consequentemente, uma nova empresa conseguiria vender a sua produção e, apesar de com sua oferta provocar uma queda no preço de mercado (pois sua oferta agora irá se somar à oferta da empresa estabelecida), ainda assim obter, muito provavelmente, um lucro significativo.

Desse modo, fixar a quantidade produzida não é suficiente, do ponto de vista da empresa estabelecida (Dominante), para desestimular a entrada de novos competidores. É preciso também que a produção da empresa Dominante seja suficientemente elevada para que, caso uma nova empresa entre no setor e ofereça seu produto, isso provoque uma redução no preço de mercado abaixo do nível que seria necessário para que a nova empresa obtenha uma lucratividade minimamente adequada.

Mas a opção de lutar envolve um custo significativo, conforme vimos no Capítulo 2, também para a empresa Dominante, que vê sua margem de lucro di-

sem conside-

ovimentos de
osse ganhar o
norasse a his-
estando essa
uma vez que
que dispõe (a
objetivos.

decisões dos
ções do joga-
se foi o moti-
simultâneos e
estava muito
ao “tempo”,
sua decisão.

uma etapa, al-
leção do jo-
equilíbrio de
satisfatório.
o desse con-
interação es-
nte.

emente, um
uma que de-
zado, estabe-
mpresa esta-
no mercado

ido (a ação
nos naquele
a vez da em-
Acomoda}.

minuir pela redução de preço, que é provocada pela maior produção fixada pela Dominante como um desestímulo à entrada de uma nova empresa; ou pelo aumento de custos que resultam de mais despesas com publicidade e comercialização. A alternativa da Dominante é acomodar a entrada de uma nova empresa reduzindo sua própria produção.

Embora restringir a própria produção possa reduzir os lucros pela diminuição na quantidade vendida, essa redução muitas vezes tende a ser menor do que a que seria provocada pela opção de lutar. Nesse último caso, em geral, a tentativa da empresa Dominante de manter sua participação no mercado envolve redução significativa de preços, o que reduz sua receita, e gastos expressivos com publicidade e comercialização, o que aumenta seus custos.

A combinação de redução de receitas e aumento de custos costuma provocar uma redução de lucros muito mais expressiva do que simplesmente acomodar a entrada de uma nova empresa no mercado, reduzindo sua produção.¹ Considere assim o jogo da entrada na Figura 2.7, reproduzido novamente na Figura 6.1:

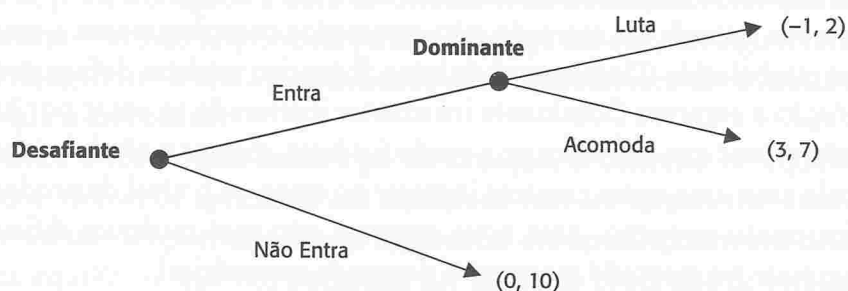


Figura 6.1 O Jogo da Entrada

Na Figura 6.1, observamos novamente as recompensas de cada jogador, para cada combinação de estratégias, em termos dos lucros de cada empresa. Vimos no Capítulo 2 que caso a empresa Desafiante decida não entrar, seu lucro é de zero, enquanto o lucro da Dominante é máximo: 10 milhões.

Já no caso da Desafiante decidir entrar no mercado e a Dominante decidir lutar, a Desafiante tem um prejuízo de 1 milhão (representado pela recompensa de -1), e os lucros da Dominante se reduzem para 2 milhões. Para encerrar, se a Dominante acomoda a entrada da Desafiante, os lucros da Desafiante são de 3 milhões, enquanto os lucros da Dominante são de 7 milhões.

¹ Veremos mais adiante que a empresa Dominante pode alterar essa situação, adotando uma decisão estratégica que torna irrevogável sua opção por uma produção mais elevada, o que desestimula a entrada de uma empresa rival.

Var
Figura
contu
A rep
Figura

DESA
Entra
Não

A p
se há
mento
colun
com t

DESA
Entra
Não

An
nante
se cas
preju
um “
dada

Alt
safiar
milh
esse f

2 Se o l
discuss



Vamos agora aplicar o conceito de equilíbrio de Nash ao jogo da entrada da Figura 6.1. Para facilitar a aplicação do equilíbrio de Nash ao jogo da entrada, contudo, devemos antes representar esse jogo na forma estratégica ou normal. A representação do jogo da Figura 6.1 em forma estratégica pode ser vista na Figura 6.2 seguinte:²

DOMINANTE	Luta	Acomoda	
DESAFIANTE	Entra	-1, 2	0, 10
	Não Entra	3, 7	0, 10

Figura 6.2 O Jogo da Entrada em Forma Estratégica

A partir da representação do jogo da entrada na forma estratégica, vejamos se há algum equilíbrio de Nash nesse jogo. Aplicamos na Figura 6.2 (a) nova-mente o artifício de assinalar os maiores valores nas linhas, para uma mesma coluna, com um “1”, e os maiores valores nas colunas, para uma mesma linha, com um “c” – exatamente como fizemos nos jogos analisados no Capítulo 3.

DOMINANTE	Luta	Acomoda	
DESAFIANTE	Entra	-1, 2	0, 10 (c)
	Não Entra	(1) 3, 7 (c)	0, 10 (c)

Figura 6.2 (a) O Jogo da Entrada em Forma Estratégica: Equilíbrios de Nash

Analisemos inicialmente o caso da Desafiante. Na figura 6.2 (a), caso a Domi- nante decida lutar, o melhor que a Desafiante tem a fazer é não entrar, pois, nes- se caso, ela obtém uma recompensa de zero, contra uma recompensa de -1 (um prejuízo de 1 milhão) caso decida entrar: indicamos esse fato assinalando com um “1” o maior valor nas linhas que correspondem às estratégias da Desafiante, dada a coluna que representa a estratégia {Luta} da empresa Dominante. Alternativamente, caso a Dominante decida acomodar, o melhor que a De- safiante tem a fazer é entrar, pois, nesse caso, ela obtém uma recompensa de 3 milhões, contra uma recompensa de zero caso decida não entrar: indicamos esse fato assinalando com um “1” o maior valor nas linhas que correspondem às estratégias da Desafiante, dada a coluna que representa a estratégia {Luta} da empresa Dominante.

2 Se o leitor tiver alguma dificuldade com a representação do jogo da entrada em forma estratégica, sugerimos rever a discussão desse mesmo jogo no Capítulo 2.



estratégias da Desafiante, dada a coluna que representa a estratégia {Acomoda} da empresa Dominante.

Vejam agora o caso da Dominante. Na Figura 6.2 (a), caso a Desafiante decida entrar, o melhor que a Dominante tem a fazer é acomodar, pois, nesse caso, ela obtém uma recompensa de 7 milhões de lucro, contra uma recompensa de apenas 2 milhões de lucro caso decida lutar: indicamos esse fato assinalando com um “c” o maior valor nas colunas que correspondem às estratégias da Dominante, dada a linha que representa a estratégia {Entra} da empresa Desafiante.

Por outro lado, caso a Desafiante decida não entrar, não há uma estratégia que unicamente seja a melhor resposta por parte da Dominante, pois, em qualquer caso, lute ou acomode, a Dominante obtém uma recompensa de 10 milhões: indicamos esse fato assinalando com um “c” os dois valores nas colunas que correspondem às duas estratégias da Dominante, dada a linha que representa a estratégia {Não Entra} da empresa Desafiante.

Obtemos assim dois equilíbrios de Nash: (Entra, Acomoda) e (Não Entra, Luta). O primeiro equilíbrio, sem dúvida, parece ser um equilíbrio do jogo que estamos analisando, o jogo da entrada. Isso porque, caso a Desafiante decida entrar, o melhor que a Dominante tem a fazer, conhecendo a decisão da Desafiante, é acomodar.

Inversamente, tendo a empresa Dominante tomado a decisão de acomodar, a decisão da Desafiante de entrar no mercado comprovou efetivamente ser uma escolha racional. As estratégias selecionadas são, desse modo, as melhores respostas recíprocas, e o primeiro equilíbrio de Nash encontrado, representado pela combinação de estratégias (Entra, Acomoda), parece fazer sentido como solução desse jogo.

Mas consideremos agora o outro equilíbrio de Nash selecionado: (Não Entra, Luta). Há algo estranho com esse equilíbrio de Nash: ele sugere que a estratégia da Dominante de lutar é a melhor resposta à escolha da Desafiante de não entrar. Mas isso não parece fazer muito sentido porque, caso a Desafiante tivesse decidido entrar, lutar resultaria em uma recompensa menor do que acomodar!

Na verdade, considerando-se que o jogo da entrada da Figura 6.1 é uma representação adequada da interação estratégica das duas empresas, é razoável concluir que, na verdade, *a estratégia {Luta} nunca será empregada pela Dominante*. Parece incompreensível, desse modo, que a estratégia {Luta} da empresa Dominante faça parte de um equilíbrio, uma vez que, caso se apresente a situação em que seja necessário empregá-la, utilizá-la seria uma escolha irracional por parte da empresa Dominante. Por que isso ocorre?

Isso o
tratégias
tras, *sem*
gias dos
que aco

Mais
da Dom
o equilí
que irá
pótese c

Essa
estratég
so é que
equilíbr
equilíbr
jogador

Preci
dos jog
dem en
precisa
sultam
forma z

Esse
subjogo

O EQUI

Antes d
precisa
cionad
em que

Veja
cial, qu
de Nas
subjogo



Isso ocorre porque, uma vez que o equilíbrio de Nash apenas exige que as estratégias empregadas pelos jogadores sejam as melhores respostas umas às outras, *sem considerar a ordem em que os jogadores tomam suas decisões*, as estratégias dos jogadores, selecionadas pelos equilíbrios de Nash, não são afetadas pelo que acontece fora do equilíbrio.

Mais especificamente, como se a Desafiante escolher não entrar a resposta da Dominante se torna irrelevante para a determinação das recompensas, para o equilíbrio de Nash se torna, portanto, indiferente a estratégia da Dominante que irá compor o equilíbrio, mesmo que seja uma estratégia irracional, na hipótese de se apresentarem as circunstâncias em que ela teria de ser jogada.

Essa é a razão de termos obtido um equilíbrio que não reflète a interação estratégica dos jogadores: o equilíbrio (Não Entra, Luta). A consequência disso é que o equilíbrio de Nash tende sempre a gerar um número "excessivo" de equilíbrios em um jogo sequencial de informação perfeita,³ quando esses equilíbrios são examinados à luz do processo de interação estratégica entre os jogadores.

Precisamos, assim, dar conta não apenas da condição de que as estratégias dos jogadores sejam as melhores respostas umas às outras, mas também da ordem em que os jogadores tomam as suas decisões. Como veremos, para isso precisamos encontrar um critério que restrinja o número de equilíbrios que resultam da aplicação do conceito de equilíbrio de Nash a jogos sequenciais, de forma a dar conta da ordem em que os jogadores tomam suas decisões.

Esse refinamento do equilíbrio de Nash é o equilíbrio de Nash perfeito em subjogos, que estudaremos a seguir.

O EQUILÍBRIO DE NASH PERFEITO EM SUBJOGOS

Antes de apresentarmos o conceito de equilíbrio de Nash perfeito em subjogos, precisamos conhecer o conceito de *subjogo*. O conceito de subjogo está relacionado aos possíveis desdobramentos de um processo de interação estratégica em que os jogadores tomam suas decisões em uma ordem predeterminada. Vejamos, assim, como podemos reconhecer um subjogo em um jogo sequencial, que será nossa ferramenta indispensável na identificação dos equilíbrios de Nash perfeitos em subjogos. Abaixo oferecemos uma caracterização de um subjogo, por intermédio das condições a que ele deve obedecer:

3 A definição de jogos de informação perfeita foi apresentada no Capítulo 2.

ELSEVIER
[Acomo-
esafiante
is, nesse
compen-
o assina-
tratégias
empresa
stratégia
em qual-
e 10 mi-
colunas
re repre-
o Entra,
jogo que
e decida
da Desa-
omodar,
ente ser
nelhores
representa-
sentido
o: (Nao
que a es-
tante de
safiante
que aco-
uma re-
razoável
a Domi-
empre-
nte a si-
irracio-



Um **subjogo** é qualquer parte de um jogo na forma extensiva que obedece às seguintes condições:

1. Sempre se inicia em um único nó de decisão.
2. Sempre contém todos os nós que se seguem ao nó no qual ele se iniciou.
3. Se contiver qualquer nó de um conjunto de informação, ele conterá todos os nós do conjunto de informação.

A melhor forma de fixar o conceito de subjogo é por intermédio de uma visualização da aplicação desse conceito em uma forma estendida. Assim, considere uma hipotética forma estendida, apresentada na Figura 6.3. Nela ilustraremos as condições que uma dada extensão da representação em forma estendida de um jogo deve preencher para constituir um subjogo.

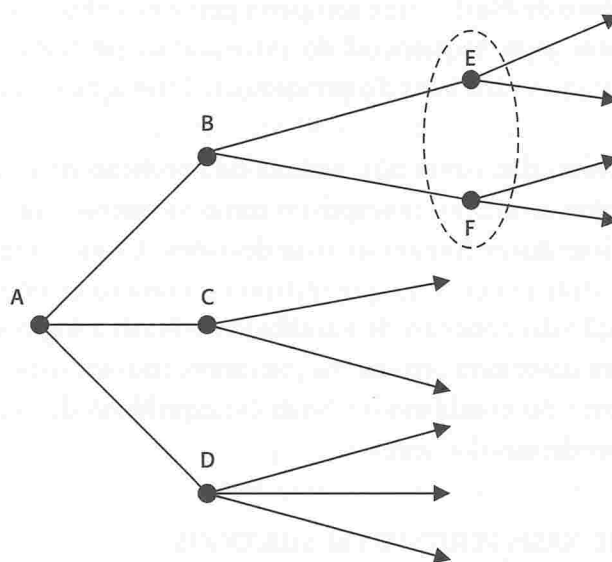


Figura 6.3

Abstraímos do jogo da Figura 6.3, tanto as indicações quanto a que nó pertence a que jogador, como quais são as ações a que correspondem os ramos e as recompensas que os jogadores obtêm para cada combinação de estratégias. Nosso objetivo foi focalizar apenas a determinação dos subjogos nesse hipotético jogo na forma estendida. Identificamos os nós da forma estendida do jogo por seis letras: A, B, C, D, E, F.

Inicialmente, é importante saber que sempre começamos identificando um subjogo caminhando no sentido contrário da história do jogo: começamos pelo final do jogo, voltando até o nó inicial. Ou seja, andamos de trás para a frente na árvore do jogo que constitui a forma estendida.

De fato, um subjogo consiste em uma parte do jogo que precede a decisão de um jogador, ou seja, a parte do jogo que se inicia em um único nó de decisão e que contém todos os nós que se seguem a esse nó. Assim, para que uma dada extensão da representação em forma estendida de um jogo constitua um subjogo, ela deve satisfazer as seguintes condições:

1. Deve começar em um único nó de decisão.

2. Deve conter todos os nós que se seguem ao nó no qual se iniciou.

3. Se contiver qualquer nó de um conjunto de informação, deve conter todos os nós desse conjunto.

Essas condições são necessárias e suficientes para que uma dada extensão da representação em forma estendida de um jogo constitua um subjogo.

Dessa forma, podemos identificar os subjogos de um jogo na forma estendida. Para isso, devemos começar pelo final do jogo e ir voltando até o nó inicial, identificando os nós que pertencem a cada jogador e as ações que correspondem aos ramos.

A partir disso, podemos identificar os subjogos de um jogo na forma estendida. Para isso, devemos começar pelo final do jogo e ir voltando até o nó inicial, identificando os nós que pertencem a cada jogador e as ações que correspondem aos ramos.



De forma mais precisa, um procedimento prático para identificar um subgrupo consiste em, inicialmente, selecionar um grupo de nós terminais que sejam precedidos por um mesmo nó. Identificado esse nó predecessor comum, verificase se é possível delimitar, a partir desse nó, um subgrupo que satisfaça às três características apresentadas anteriormente: que se inicie em um único nó de decisão, que contenha todos os nós que se seguem ao nó no qual se iniciou e que, se contiver um nó de um conjunto de informação, contenha todos os nós do conjunto de informação.

Caso seja possível delimitar um subgrupo no nó predecessor aos nós terminais, identificamos aí um subgrupo, e aplicamos novamente o mesmo método ao nó que, por sua vez, antecede o nó predecessor dos nós terminais, para avaliar se é possível identificar um subgrupo mais amplo, que inclua o subgrupo já delimitado.

Caso o nó predecessor dos nós terminais selecionados não permita construir um subgrupo com as três características anteriormente mencionadas, repete-se o mesmo procedimento no nó antecessor do nó inicialmente escolhido, mas dessa vez para tentar identificar um primeiro subgrupo na forma estendida.

Esse procedimento é repetido para todos os nós que antecedem os nós terminais, até que seja alcançado o nó inicial. Ao alcançarmos o nó inicial, teremos identificado todos os subgrupos do jogo.

Vamos aplicar esse procedimento na forma estendida da Figura 6.3, iniciando pelos três nós terminais do ramo inferior. Como o nó que antecede imediatamente esses três nós terminais é o nó assinalado como D, esse será o primeiro nó em que aplicaremos o teste das três condições para identificarmos se, a partir dele, é possível iniciar um subgrupo.

Desse modo, teremos de testar se: (1) um possível subgrupo começando em D se inicia em um único nó de decisão; (2) se esse possível subgrupo a partir de D contém todos os nós que se seguem a D; e (3) se, caso esse conjunto de informação começando em D contenha alguma parte de um conjunto de informação, ele contém todos os nós desse conjunto de informação (caso o leitor tenha alguma dificuldade com o conceito de conjunto de informação, em particular caso tenha problemas para distinguir se o conjunto de informação é ou não unitário, sugerimos que consulte o Capítulo 2).

A primeira condição é satisfeita de imediato: ao se iniciar em D, nosso possível subgrupo estará se iniciando em um único nó de decisão. É fácil também identificar que um subgrupo que se inicie em D conterá todos os nós que se seguem a D: Por último, qualquer subgrupo iniciando em D irá satisfazer à terceira condição, que exige que, se um subgrupo contiver qualquer parte de um conjunto

is para a
negamos
umdo um
or seis le-
ico jogo
s. Nosso
s e as re-
perten-
a ilustr-
n, consti-
uma vi-
a todos os
e iniciou.
lece às se-
ELSEVIER

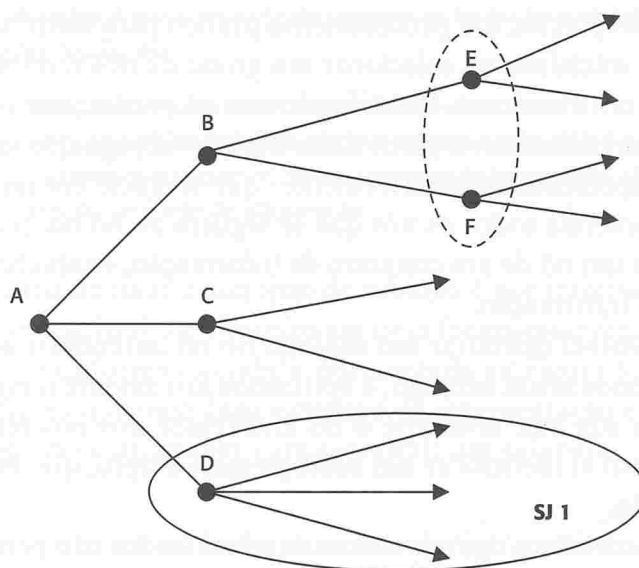


Figura 6.3 (a) Identificando o Subjogo SJ 1

de informação, ele deverá conter todos os nós do conjunto de informação. Como um subjogo iniciado em D contém necessariamente esse nó, e como D é o único elemento do conjunto de informação que contém D, segue-se que necessariamente um subjogo começando em D na Figura 6.3 conterá todos os nós do conjunto de informação.

Podemos assinalar a existência de um subjogo que se inicia em D, traçando uma elipse em torno do trecho da forma estendida que compõe esse subjogo, conforme fizemos na Figura 6.3 (a). Chamamos a esse subjogo de Subjogo 1 (SJ 1).

Vamos repetir agora o mesmo procedimento para o ramo que se encontra no meio da forma estendida, que se inicia em C e prossegue para os dois nós terminais no centro da forma estendida. Mais uma vez, a primeira condição é satisfeita imediatamente: ao começar em C, um possível subjogo estará se iniciando em um único nó de decisão. Também é fácil ver que um subjogo a partir de C conterá todos os nós que se seguem a C, uma vez que conterá os dois nós terminais no centro da forma estendida da Figura 6.3.

Por último, um subjogo que se inicie em C contém necessariamente este nó, e sendo C o único elemento do conjunto de informação que contém C, segue-se que, necessariamente, um subjogo começando em C na Figura 6.3 contém todos os nós do conjunto de informação a que pertence C.

Assim, da mesma forma como fizemos no caso do nó assinalado como D, podemos também identificar a existência de um subjogo que se inicia em C, traçando novamente uma elipse em torno do trecho da forma estendida que com-

põe esse
Subjogo

Veja
passa p
de E, e
recuan
siva ate
meçan

A re
go con
exigida
que se
conter

Na I
de info
também
fazem

Assi
não é s
E? A p
nó de
e em F
nem en



põe esse subjogo, como fizemos na Figura 6.3 (b). Chamamos esse subjogo de Subjogo 2 (Sj 2).

Vejamos agora o ramo superior da forma estendida, ramo que se inicia em B, passa por E e F, e acaba em dois pares de nós terminais: um que segue a partir de E, e outro que segue a partir de F. Vamos aplicar o procedimento sugerido, recusando do último par de nós terminais no extremo superior da forma extensiva até o nó antecessor imediato, o nó E. É possível identificar um subjogo começando a partir de E?

A resposta é não. Para entender por que não podemos identificar um subjogo exigidas de um subjogo. Vejamos inicialmente a terceira condição. Ela afirma que se um subjogo contiver qualquer parte de um conjunto de informação, ele conterá todos os nós do conjunto de informação.

Na Figura 6.3 tanto o nó E como o nó F fazem parte de um mesmo conjunto de informação. Assim, pela terceira condição, um subjogo que contenha o nó E também tem de conter o nó F, pois um subjogo terá de conter todos os nós que fazem parte de um mesmo conjunto de informação.

Assim, um subjogo que contenha E também terá de conter F. Contudo, F não é sucessor nem predecessor de E. Como incluir F no mesmo subjogo que E? A primeira condição afirma que um subjogo sempre se inicia em um único nó de decisão. Assim, não podemos iniciar um subjogo simultaneamente em E e em F. A resposta é simplesmente que não podemos iniciar um jogo nem em E nem em F, pois ambos fazem parte de um mesmo conjunto de informação.

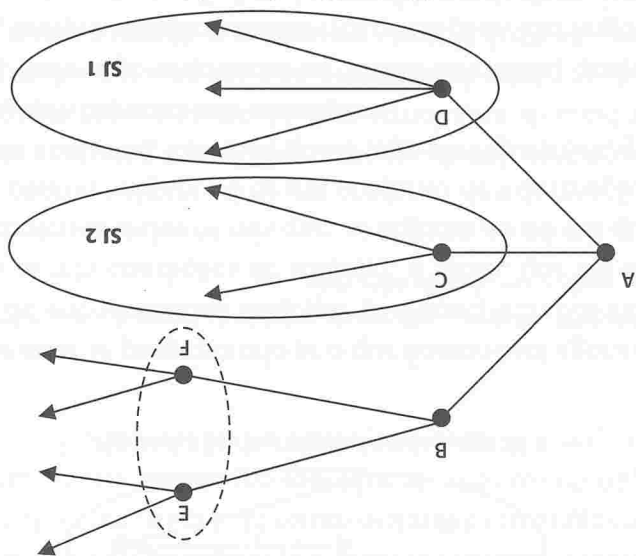


Figura 6.3 (b) Identificando o Subjogo SI 2



Temos então de retroceder mais uma etapa no jogo da Figura 6.3, indo até o nó que antecede tanto E como F: o nó B. Esse nó preenche as condições para que iniciemos um subjogo a partir dele: o nó B pertence a um conjunto de informação unitário, portanto não temos de incluir nenhum outro nó no mesmo subjogo (ao contrário do nó E, que exige que o nó F seja incluído, e vice-versa), e assim podemos cumprir a exigência da primeira condição (de que o subjogo comece em um único nó) sem problemas.

Resta apenas cumprir a segunda exigência, que impõe que o subjogo contenha todos os nós que se seguem ao nó em que ele se inicia. Fizemos isso na Figura 6.3 (c), na qual assinalamos o subjogo que se inicia a partir de B como Subjogo 3 (SJ 3):

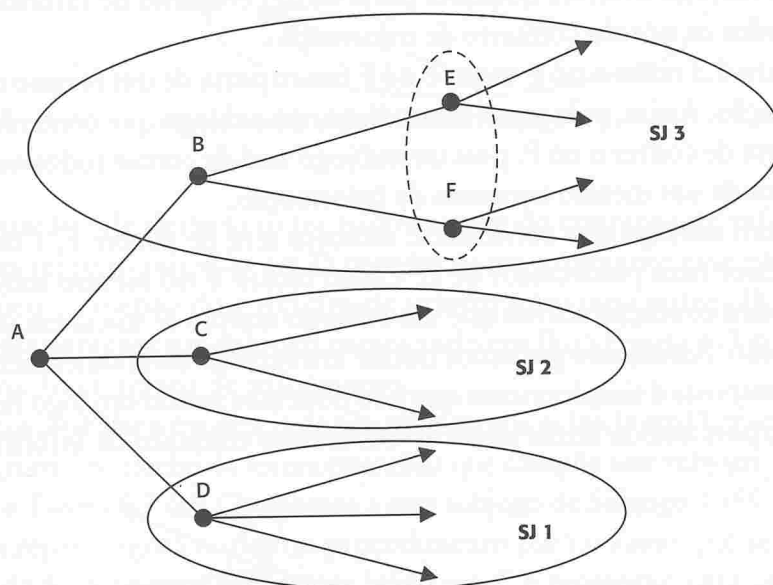


Figura 6.3 (c) Identificando o Subjogo SJ 3

O leitor deve estar se perguntando se o que fizemos até agora esgota todas as possibilidades de encontrarmos subjogos na Figura 6.3. Na verdade, não. Se considerarmos as três condições de subjogo, a saber, que ele se inicie em um único nó que contenha todos os nós que, se seguem ao nó em que o subjogo se inicia e que, se contiver algum nó de um conjunto de informação, contenha todos os nós desse conjunto, veremos que o jogo da Figura 6.3, *quando tomado como um todo*, satisfaz essas três condições.

Na verdade, todo jogo sequencial na forma estendida, quando tomado na sua totalidade, sempre satisfará a essas três condições. Em linguagem matemática, diz-se que essas três condições são satisfeitas pelo jogo como um todo de

maneir
dição se
disso, o
próprio
Na F
do o sub

Com
Não
estendic
vidade s
guero na
mos for



Enter
de equil
senvolvi
ceito de
equilíbri

do de
tema-
do na
mado
ha to-
ogo se
um um
ão. Se
das as

do até o
es para
o de in-
mesmo
-versa),
subjogo
conte-
o na Fi-
no Sub-

ELSEVIER



maneira *trivial*, que é como os matemáticos expressam o fato de uma dada condição ser sempre satisfeita quando aplicada de determinada forma. Em função disso, os subjogos que não são o próprio jogo são identificados com um termo próprio: são chamados **subjogos próprios** de um determinado jogo.

Na Figura 6.3 (d) assinalamos todos os subjogos do jogo da Figura 6.3, incluindo o subjogo que é o jogo como um todo, ao qual denominamos Subjogo 4 (SJ 4):

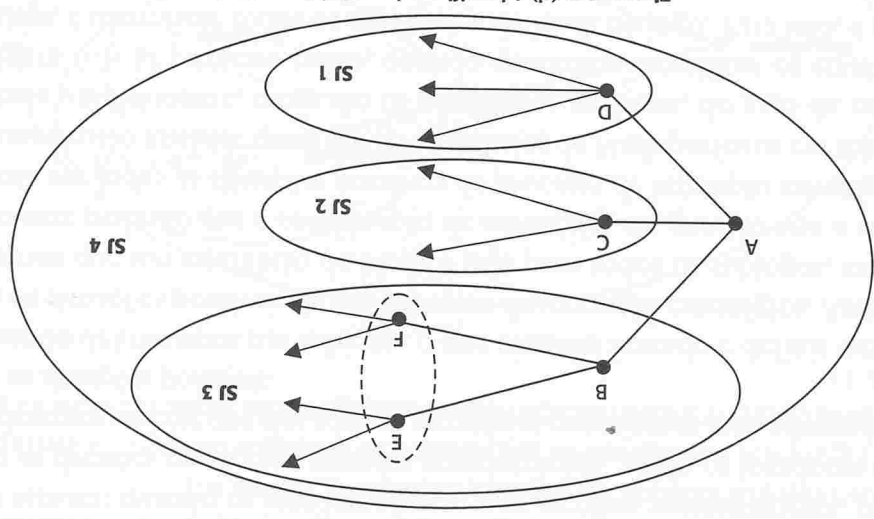
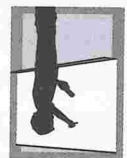


Figura 6.3 (d) Identificando o Subjogo SJ 4

Com isso, identificamos todos os subjogos no jogo da Figura 6.3. Não basta, contudo, entender como identificar os subjogos em uma forma estendida. É preciso também exercitar a aplicação desse conceito. Assim, a atividade seguinte sugere um exercício muito fácil e útil para o leitor se sentir seguro na aplicação do conceito de subjogos em formas estendidas. Recomendamos fortemente que o leitor desenvolva a atividade a seguir:



Atividade 6.1: Retorne ao jogo da entrada da Figura 6.1 e determine quantos subjogos podem ser identificados nele.

Entendido o conceito de subjogo, estamos prontos para reformular o conceito de equilíbrio de Nash de uma forma mais adequada a jogos sequenciais. Esse desenvolvimento do conceito de equilíbrio de Nash para jogos sequenciais é o conceito de *equilíbrio de Nash perfeito em subjogos*. A seguir temos a definição de equilíbrio de Nash perfeito em subjogos.



Uma combinação de estratégias é um **equilíbrio de Nash perfeito em subjogos** se ela preenche, simultaneamente, as duas condições seguintes: (a) é um equilíbrio de Nash para o jogo na sua totalidade, e (b) é um equilíbrio de Nash para cada subjogo.

A intuição que fundamenta a busca do equilíbrio de Nash perfeito em subjogos (daqui por diante falaremos simplesmente em “equilíbrio perfeito”) é muito simples e sensata: quando os jogadores fazem suas escolhas sucessivamente, conhecendo as decisões que foram tomadas anteriormente, sendo os jogadores racionais, devemos esperar que eles adotem estratégias que sejam as mais adequadas *em todas as situações possíveis*.

Quando delimitamos um subjogo, o que estamos fazendo é definir um conjunto de situações possíveis de um processo de interação estratégica. Assim, ao exigirmos que um equilíbrio de Nash o seja para todos os subjogos, estamos justamente pedindo *que a combinação de estratégias em questão seja a melhor resposta em todas as situações possíveis do processo de interação estratégica*.

Vamos então analisar quais são os equilíbrios de Nash perfeitos em subjogos ou, mais simplesmente, quais são os **equilíbrios perfeitos**, do jogo da entrada da Figura 6.1. O primeiro passo, quando queremos identificar os equilíbrios perfeitos, é identificar todos os equilíbrios de Nash do jogo. Para isso, é muito útil reescrever o jogo sequencial na forma estratégica, exatamente como fizemos na Figura 6.2.

Depois que o jogo sequencial é escrito na forma estratégica, selecionamos todos os equilíbrios de Nash do jogo, exatamente como fizemos na Figura 6.2 (a). Fazemos isso porque *as combinações de estratégias que são candidatas a equilíbrios perfeitos são apenas as combinações de estratégias que constituem equilíbrios de Nash*. A razão disso é que:



Todo equilíbrio de Nash perfeito em subjogos é, ao mesmo tempo, um equilíbrio de Nash, mas nem todo equilíbrio de Nash em um jogo sequencial é, necessariamente, um equilíbrio perfeito em subjogos.

O fato de que todo equilíbrio perfeito é, sempre, um equilíbrio de Nash, mas o inverso não é sempre verdadeiro, resulta da própria ideia de refinamento dos equilíbrios de Nash. O objetivo de refinamentos, tais como o conceito de equilíbrio perfeito, conforme vimos anteriormente, é justamente impor uma restrição ao conceito de equilíbrio de Nash.

Assim, como se trata de uma restrição imposta ao conceito de equilíbrio de Nash, um refinamento terá de ser formado por um subconjunto, ou seja, por

uma
equil
proc
De
tifica
o co
Nash
quan
Na
leito
dade

Ve
que e
cisão
equil
Nash
O:
cessa
deco
por s
Para
cons
derau



uma seleção dos equilíbrios de Nash possíveis. Daí a conclusão de que todo equilíbrio perfeito é também um equilíbrio de Nash, mas nem sempre a recíproca é válida.

Desse modo, nosso ponto de partida serão os dois equilíbrios de Nash identificados na Figura 6.2 (a): (Entrar, Acomoda) e (Não Entrar, Luta). Para aplicar o conceito de equilíbrio perfeito, temos de testar se esses dois equilíbrios de Nash também o são em cada subjogo. O passo seguinte, portanto, é identificar quantos subjogos existem no jogo da entrada da Figura 6.1.

Na Figura 6.4 encontram-se assinalados os subjogos do jogo da entrada (o leitor deve conferir a identificação desses subjogos com a que realizou na atividade 6.1):

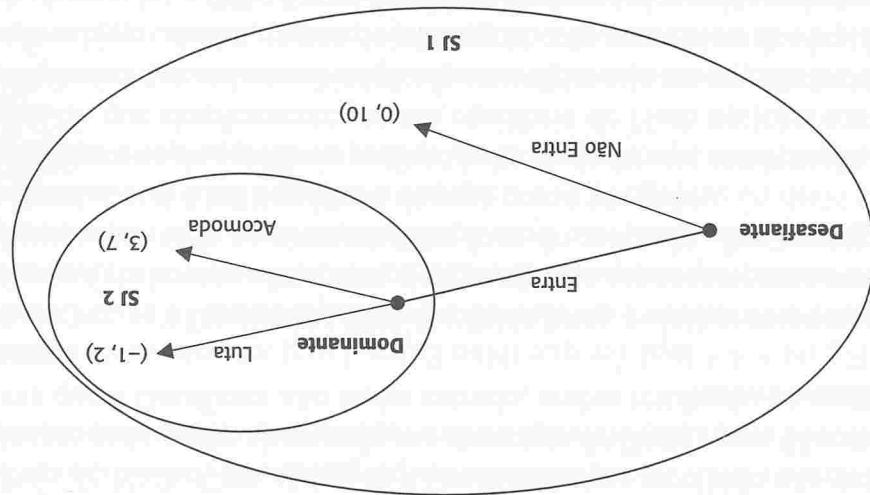


Figura 6.4 O Jogo da Entrada – Determinação do Equilíbrio de Nash Perfeito em Subjogos

Vemos então que o jogo da entrada possui apenas dois subjogos: um subjogo que é constituído pelo jogo todo (SI 1), e um subjogo que se inicia no nó de decisão da Dominante. Tudo o que temos de fazer agora é testar se cada um dos equilíbrios de Nash, (Entrar, Acomoda) e (Não Entrar, Luta), é um equilíbrio de Nash em cada subjogo.

Os dois equilíbrios de Nash (Entrar, Acomoda) e (Não Entrar, Luta) são, necessariamente, equilíbrios de Nash no SJ 1, ou seja, no jogo como um todo. Isso decorre necessariamente do fato de que eles são equilíbrios de Nash. Assim, por serem equilíbrios de Nash, são equilíbrios no jogo tomado como um todo. Para entender isso, temos de investigar se cada combinação de estratégias é constituída por estratégias que são as melhores respostas umas às outras, considerando todo o desenvolvimento do jogo.

Quando se considera o desenvolvimento do jogo como um todo, a Desafiante entrar e a Dominante acomodar é, sem dúvida, um equilíbrio: se a Desafiante decidir entrar, a Dominante nada ganha, e até reduz sua recompensa, se mudar sua estratégia de {Acomoda} para {Luta} (veja a Figura 6.4: a recompensa da Dominante se reduz de 7 para 2).

Por outro lado, uma vez que a Dominante tenha escolhido acomodar uma mudança de estratégia da Desafiante, de {Entra} para {Não Entra}, reduziria sua recompensa. Logo, a Desafiante também não ganharia nada mudando sua estratégia, o que confirma a combinação de estratégias (Entra, Acomoda) como sendo um equilíbrio de Nash no jogo como um todo.

Novamente, quando se considera o desenvolvimento do jogo como um todo, também a combinação de estratégias (Não Entra, Luta) se constitui um equilíbrio de Nash. Com efeito, se a Desafiante tiver escolhido não entrar, a Dominante nada ganha alternando sua estratégia de {Luta} para {Acomoda}: uma vez que a Desafiante não tenha entrado, ambas resultarão na mesma recompensa.

Por sua vez, se a Dominante tiver escolhido lutar, a melhor resposta para a Desafiante é realmente não entrar, pois nesse caso sua recompensa será inferior àquela que teria se permanecesse fora do mercado. Por conseguinte, (Não Entra, Luta) é um equilíbrio do jogo como um todo.

Mas o conceito de equilíbrio perfeito exige mais de uma combinação de estratégias do que simplesmente ser um equilíbrio de Nash no jogo como um todo. É preciso que cada combinação de estratégias seja um equilíbrio de Nash em cada subjogo. Assim, temos de prosseguir com nosso teste dos equilíbrios (Entra, Acomoda) e (Não Entra, Luta) também no único subjogo próprio do jogo da entrada: o subjogo SJ 2.

O subjogo SJ 2 se inicia no nó de decisão da Dominante em que ela está escolhendo lutar ou acomodar, *depois de a Desafiante ter decidido entrar*. Portanto, temos de pesquisar se nos dois equilíbrios de Nash representados por (Entra, Acomoda) e (Não Entra, Luta) a estratégia especificada por cada equilíbrio para a Dominante, *no caso de a Desafiante decidir entrar*, é a melhor resposta. Isso porque, ao concentrarmos nossa atenção no subjogo SJ 2, estamos considerando apenas o desdobramento da situação de interação estratégica entre Dominante e Desafiante no caso de a Desafiante ter escolhido entrar.

Esse procedimento corresponde ao objetivo do conceito de equilíbrio perfeito de selecionar apenas aqueles equilíbrios que sejam as melhores respostas em qualquer situação do jogo que venha a se verificar. É praticamente imediata a conclusão de que a combinação de estratégias representada por (Entra, Acomoda) efetivamente é um equilíbrio de Nash no subjogo SJ 2: uma vez que a



Desafiante tenha escolhido entrar, a melhor resposta para a Dominante é {Acomoda}.

Desse modo, a combinação de estratégias (Entrar, Acomoda) é um equilíbrio perfeito, pois é um equilíbrio de Nash nos dois subjogos do jogo da entrada: o subjogo que é o jogo todo, SJ 1, e o subjogo próprio SJ 2. Mais uma vez é importante enfatizar que o fato de a combinação de estratégias passar pelo teste de ser um equilíbrio de Nash no subjogo SJ 1, que é o jogo como um todo, não deve nos surpreender, pois um equilíbrio de Nash é sempre um equilíbrio no jogo sequencial como um todo.

Vejamos agora o equilíbrio de Nash constituído pela combinação de estratégias (Não Entrar, Luta). É sempre bom repetir que no subjogo SJ 2 estamos considerando apenas o desdobramento do jogo da entrada no caso de a Desafiante ter escolhido entrar. Assim, temos de nos perguntar se a combinação de estratégias (Não Entrar, Luta) oferece a melhor resposta para a Dominante no caso de a Desafiante entrar.

Na Figura 6.4 é fácil ver que (Não Entrar, Luta) não oferece a melhor resposta para a Dominante no caso de a Desafiante entrar. Caso a Desafiante entre, a melhor resposta para a Dominante não é lutar, mas sim acomodar. Logo, (Não Entrar, Luta) não é um equilíbrio perfeito, pois não é um equilíbrio de Nash no subjogo SJ 2, e assim não é um equilíbrio de Nash em todos os subjogos (é um equilíbrio de Nash apenas no subjogo que é o jogo como um todo: o SJ 1).

Mais adiante, ao tratarmos de ameaças e promessas críveis, teremos a oportunidade de exercitar a noção de equilíbrio perfeito em um jogo um pouco mais complexo do que o jogo da entrada. Agora, contudo, é o momento de discutirmos um pouco um método alternativo de solução de jogos sequenciais: o método da indução reversa.

O MÉTODO DA INDUÇÃO REVERSA

Existe um procedimento alternativo de seleção entre os vários equilíbrios de Nash que um jogo sequencial pode apresentar: esse procedimento é chamado de **indução reversa**. Para aplicar o método da indução reversa em um jogo sequencial, começamos analisando o jogo de trás para a frente, indo das recompensas dos jogadores até o primeiro nó de decisão que aparece isoladamente, e procurando identificar as melhores opções para cada jogador. Uma vez identificado o ramo da árvore de jogos que conduz ao melhor resultado, quando analisado de trás para a frente, das recompensas dos jogadores até o primeiro nó de decisão que compõe um conjunto de informação unitário,



apague os demais ramos dessa etapa de sua análise. Com isso você obterá um jogo mais simples. Repita então a operação até chegar ao nó inicial do jogo.

Vamos aplicar esse método ao mesmo jogo da entrada no qual acabamos de investigar os equilíbrios de Nash, para selecionar os equilíbrios de Nash perfeitos em subjogos. Assim, a primeira etapa da aplicação do método da indução reversa seria eliminarmos os ramos que representam as opções da Dominante, a última empresa a tomar uma decisão, que não são ótimas.

Nesse caso, isso significa “apagar” o ramo que corresponde à estratégia {Luta} da Dominante, como fizemos na Figura 6.5 (a), indicando que o ramo não será considerado ao representá-lo tracejado:

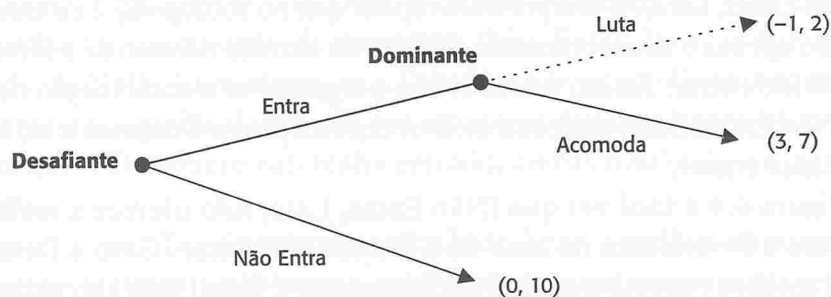


Figura 6.5 (a) Aplicando o Método da Indução Reversa ao Jogo da Entrada

Assim, acabamos por obter na realidade um jogo mais simples, que poderia ser rerepresentado na forma da Figura 6.5 (b):

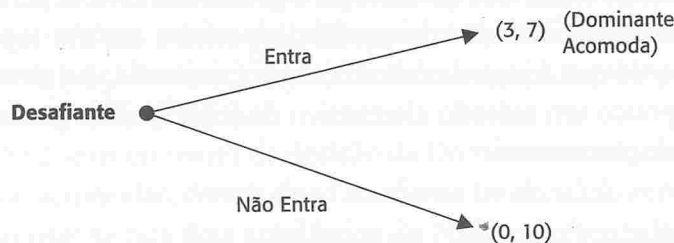


Figura 6.5 (b) Aplicando o Método da Indução Reversa ao Jogo da Entrada

O leitor deve notar que, além de omitirmos a estratégia {Luta} da empresa Dominante na Figura 6.5 (b), também eliminamos o outro ramo, que indicava a outra estratégia da Dominante, a estratégia que ela efetivamente escolhe: {Acomoda}. Fizemos isso porque já sabemos que {Acomoda} será a estratégia escolhida pela Dominante no final do jogo. Assim, podemos apenas indicar diretamente a recompensa dos jogadores no novo nó terminal, que se inicia agora onde antes a Dominante decidia se lutaria ou acomodaria a entrada da Desafiante.

Tam
sas dos
escolhi
Domin
do do j
Desafia
Tam
tégia pa
ao “apa
do-o co

Che
Domin
gamos
entre o
versa p
ção per
mação



O es
se part
ameaç
Isso po
econon

4 O princí
ótima de f



Também eliminamos do nosso jogo simplificado a indicação das recompensas dos jogadores caso a Dominante escolhesse lutar depois de a Desafiante ter escolhido entrar, pois, ao eliminarmos essa estratégia como a pior opção para a Dominante, as recompensas se tornaram irrelevantes para a análise do resultado do jogo. Podemos então nos concentrar exclusivamente na escolha que a Desafiante terá de fazer.

Também para a Desafiante, “apagamos” o ramo que representa a pior estratégia para ela, das opções que ela possui. Foi isso que fizemos na Figura 6.5 (c), ao “apagarmos” o ramo que corresponde à estratégia {Não Entra}, reescrevendo-o com uma linha tracejada.

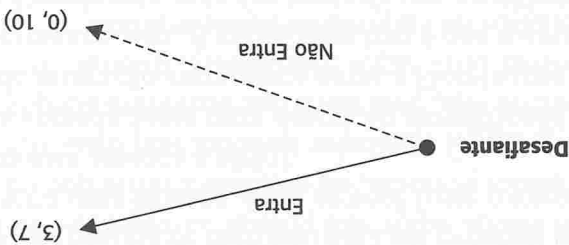


Figura 6.5 (c) Aplicando o Método da Indução Reversa ao Jogo da Entrada

Chegamos assim ao resultado do jogo da entrada: a Desafiante entra e a Dominante acomoda. Esse é o mesmo resultado que encontramos ao investigar os equilíbrios perfeitos nesse jogo. Na verdade, a correspondência entre o equilíbrio de Nash perfeito em subjogos e a solução por indução reversa pode ser estabelecida de forma geral, para o caso dos jogos de informação perfeita, isto é, para o caso dos jogos em que todos os conjuntos de informação são unitários:⁴

Em um jogo sequencial de informação perfeita, uma combinação de estratégias é um equilíbrio perfeito em subjogos se, e somente se, essa combinação é selecionada como um equilíbrio de Nash por intermédio de indução reversa.



O estudo das propriedades do equilíbrio perfeito de Nash possui um interesse particular, que vamos estudar agora: ele nos permite identificar quando ameaças (ou promessas) de outros jogadores podem ou não ser levadas a sério. Isso pode ser muito útil em processos de interação estratégica, no mundo da economia, dos negócios, da política e, algumas vezes, da guerra.

⁴ O princípio da indução reversa *não* implica que a combinação de estratégias selecionada como de equilíbrio será ótima de Pareto. O leitor deve verificar esse fato no exercício 6.1, no final do capítulo.

la empresa
re indicava
te escolhe:
a estratégia
indicar di-
inicia ago-
da da Desa-

da

ne poderia

ida

, 7)

1, 2)

que o ramo
estratégia

dominante,
da indução

ash perfei-
abamos de

obterá um
ELSEVIER



QUANDO ACREDITAR (OU NÃO) EM AMEAÇAS E PROMESSAS

Vimos no jogo da entrada da Figura 6.1 uma situação de interação estratégica em que a empresa Desafiante decidia se entrava ou não em um mercado, e no qual uma empresa Dominante decidia se, após conhecer a decisão da Desafiante, lutava tentando manter sua participação inalterada ou se acomodava a entrada.

Imagine agora que, antes de a Desafiante decidir se entra ou não no mercado, o presidente da empresa Dominante tivesse dado uma entrevista aos jornais, afirmando que a empresa Dominante faria tudo que fosse possível para competir com qualquer concorrente que ingressasse no seu mercado, de forma a não perder qualquer parcela de mercado para um eventual novo concorrente. Sem dúvida, isso seria uma ameaça. Mas, se você fosse o executivo da empresa Desafiante, levaria essa ameaça a sério?

Caso o jogo da entrada fosse uma descrição simplificada, porém bastante fiel, da situação de interação estratégica entre a Dominante e a Desafiante, a resposta é, simplesmente, *não*. A razão para isso é que *a ameaça de lutar, por parte da empresa Dominante, não faz parte de um equilíbrio perfeito*: caso a Desafiante entre no mercado, ou seja, caso o subjogo SJ 2 da Figura 6.4 seja alcançado, a melhor resposta para a Dominante não é lutar, e sim acomodar.

Antecipando isso, seja pela análise de qual dos equilíbrios de Nash é também um equilíbrio perfeito, ou por indução reversa, o leitor, se fosse o executivo-chefe da empresa Desafiante, entraria no mercado da empresa Dominante, sabendo que ela acomodaria a entrada. Portanto, a ameaça não deveria ser levada a sério. Em terminologia de jogos, a *ameaça não seria crível*.

A lógica por trás dessa análise é muito simples. Não é crível, ou seja, não se deve acreditar em uma ameaça que, caso ocorra uma situação em que se faça necessário efetivá-la, não seja do interesse do próprio jogador que fez a ameaça levá-la a cabo. Somente ameaças que, caso tenham de ser efetivadas, sejam do interesse do jogador que ameaçou realmente concretizá-las devem ser levadas a sério.

O mesmo vale para *promessas*. Somente são críveis as promessas feitas por um jogador que, caso se apresente a situação em que terá de cumpri-las, realmente tenha interesse em mantê-las. Caso contrário, ou seja, se, ao ser alcançado o subjogo em que o jogador que fez as promessas tem de escolher se as cumpre ou não, esse jogador obtiver uma recompensa maior ao deixar de cumprir as promessas, essas *promessas não serão críveis*.

A importância de se avaliar adequadamente a credibilidade de uma promessa pode ser ilustrada no jogo da regulação de tarifas, que apresentamos a se-

guir.⁵
presa
de gás
deve
A e
um ir
a esta
serviç
quina
a tod
De
do re
tanto
presa
uma t
timer
mento
Va
mune
mune
{Inve

⁵ Esse jogo é o jogo da regulação de tarifas, que apresentamos a seguir.



guir.⁵ Considere uma empresa de serviços de infraestrutura (pode ser uma empresa que opere uma rodovia, uma ferrovia, a distribuição de energia elétrica, de gás etc.). Essa empresa tem de decidir o volume e o tipo de investimento que deve realizar.

A empresa de infraestrutura possui duas opções de investimento: realizar um investimento elevado em máquinas e equipamentos modernos, de forma a estar pronta para atender a qualquer demanda futura de seus serviços com serviços de boa qualidade, ou realizar um investimento reduzido, com máquinas e equipamentos tradicionais, que se mostre insuficiente para atender a todo o crescimento previsto da demanda com serviços de boa qualidade. Depois que a empresa de infraestrutura escolheu seu investimento, é a vez do regulador, que vamos supor não possuir autonomia e estar suscetível, portanto, a sofrer pressões políticas, de escolher a tarifa que irá remunerar a empresa de infraestrutura. O regulador também tem duas alternativas: escolher uma tarifa rentável, ou seja, uma tarifa que remunere adequadamente os investimentos, ou escolher uma tarifa insuficiente, que não remunere adequadamente os investimentos da empresa de infraestrutura.

Vamos chamar a ação do regulador de escolher uma tarifa rentável de {Re-munera} e a ação do regulador de escolher uma tarifa insuficiente de {Não Re-munera}. As escolhas da empresa serão chamadas de {Investimento Elevado} e {Investimento Baixo}. O jogo está representado na Figura 6.6:

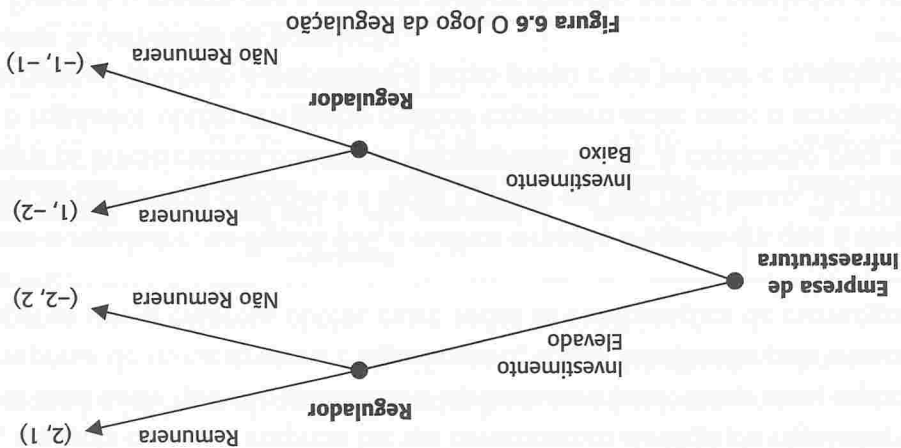


Figura 6.6 O Jogo da Regulação

⁵ Esse jogo é uma versão modificada e muito simplificada da discussão apresentada por David M. Newbery, em seu livro *Privatization, Restructuring, and Regulation of Network Utilities* (Cambridge, Massachusetts, The MIT Press, 1999).



Vejamos o sentido das recompensas do jogo da regulação da Figura 6.6. Podemos considerar que, ao assinar o contrato de concessão com a empresa de infraestrutura, o regulador estava, na verdade, fazendo uma promessa. A promessa era de que, desde que a empresa aceitasse investir no setor de infraestrutura e que suas tarifas fossem controladas pelo regulador, a empresa teria uma tarifa adequada para remunerar seu investimento.

Desse modo, as recompensas expressam as preferências da empresa de infraestrutura e do regulador em relação às possíveis circunstâncias em que a promessa do regulador é mantida ou abandonada. Em outras palavras, como temos enfatizado em toda a nossa discussão de jogos, as recompensas dos jogadores na Figura 6.6 não devem ser entendidas como significando os ganhos dos jogadores em termos de alguma medida concreta, e sim como as preferências desses jogadores em relação aos possíveis resultados do jogo.

Assim, na Figura 6.6, a empresa de infraestrutura prefere a situação em que ela faz um investimento elevado e a tarifa fixada pelo regulador remunera seu investimento (recompensa de 2) – pois nesse caso os lucros são elevados – a uma situação em que a empresa faz um baixo investimento e a tarifa fixada pelo regulador remunera os investimentos (recompensa de 1), pois nesse caso os lucros serão menores, já que ela atenderá a uma demanda menor com menor produtividade.

Por outro lado, na Figura 6.6, observamos que a empresa prefere fazer um investimento baixo e ter uma tarifa que remunere suas inversões a investir o mesmo valor e a tarifa não ser adequada (recompensa de -1). A pior situação, porém, é aquela em que a empresa faz um investimento elevado e o regulador estabelece uma tarifa que não remunera o investimento feito: nesse caso, o prejuízo da empresa de infraestrutura é significativo, o que é indicado pela menor recompensa que a empresa obtém entre todas as combinações de estratégias do jogo: -2.

Para o regulador, na Figura 6.6, a melhor situação é aquela em que a empresa realiza investimentos elevados e a tarifa é fixada em um nível baixo, que não remunera os investimentos realizados (recompensa de 2). A explicação para isso é que o regulador obtém um ganho político expressivo nesse caso: o serviço de infraestrutura é prestado à população a baixo preço e em volume e qualidade que atendem às demandas da população.

A Figura 6.6 mostra que a segunda melhor situação para o regulador é aquela em que a empresa de infraestrutura realiza investimentos elevados e o regulador fixa uma tarifa que remunera esses investimentos (recompensa de 1). A razão de ser esta a segunda melhor situação para o regulador é que, apesar de o serviço estar sendo prestado em quantidade e com qualidade adequadas à demanda, a tari-

fa é m
caso a

Cor
empre
em qu
remur
mento
te dess
baixo.

Por
em qu
mente
atenu:
quadr
xa do
e o re

O c
der a
brios
ro col
tramo
jogo c
brio d
em to

Ass
do em

Empr
Infrae

Invest
Eleva

Invest
Baixo

6 Caso c
rimos ur



fa é mais cara, e assim seus ganhos políticos não são tão significativos como no caso anterior.

Comparativamente pior para o regulador, na Figura 6.6, é a situação em que a empresa de infraestrutura realiza um investimento baixo, que resulta em serviços em quantidade e qualidade insatisfatórias, e o regulador fixa uma tarifa que não remunera esses investimentos (recompensa de -1). Nesse caso, há descontentamento popular com a baixa oferta e a qualidade dos serviços. Contudo, uma parte desse descontentamento é compensada pelo fato de que o preço dos serviços é baixo.

Porém, a situação menos desejada pelo regulador na Figura 6.6 é aquela em que o volume dos investimentos é baixo, mas a tarifa remunera adequadamente esses investimentos (recompensa de -2): nesse caso, não há nenhum atenuante em relação ao descontentamento popular: os serviços não são adequados e o preço deles também não é barato (ainda que a tarifa seja mais baixa do que no caso em que a empresa faz um volume de investimentos elevado e o regulador estabelece uma tarifa que remunera esses investimentos).

O que acontecerá então? A promessa do regulador é crível? Para responder a essa pergunta, temos de seguir os passos para se encontrar os equilíbrios perfeitos de um jogo sequencial, que indicamos anteriormente: primeiro colocamos o jogo da Figura 6.6 em forma estratégica. Em seguida, encontramos os equilíbrios de Nash. A partir daí, identificamos os subjogos no jogo da Figura 6.6 em forma estendida. Finalmente, testamos cada equilíbrio de Nash encontrado para saber se algum deles é um equilíbrio de Nash em todos os subjogos.

Assim, como primeiro passo, na Figura 6.7 o jogo da regulação é apresentado do em forma estratégica.⁶

Regulador	Empresa de Infraestrutura		Investimento	
	Remunera	Remunera	Investimento Elevado	Investimento Baixo
Remunera	(I) 2, 1	(II) 2, 1	1, -2	-1, -1 (c)
Não Remunera	-2, 2 (c)	-2, 2 (c)	(I) 1, -2	(II) -1, -1 (c)

Figura 6.7: O Jogo da Regulação em Forma Estratégica

6 Caso o leitor tenha alguma dificuldade em representar o jogo da regulação da Figura 6.6 na forma estratégica, sugerimos uma consulta ao Capítulo 2.

Figura 6.6. Po-
presa de in-
essa. A pro-
infraestrutu-
teria uma ta-

presa de in-
as em que a
avras, como
sas dos jog-
s ganhos dos
preferências

ação em que
emunera seu
elevados – a
tarifa fixada
nesse caso
com menor

fazer um in-
vestir o mes-
situação, po-
gulador esta-
o, o prejuízo
a menor re-
estratégias do

ue a empresa
que não re-
o para isso é
serviço de in-
ualidade que

por é aquela
o regulador
A razão de
o serviço es-
anda, a tari-



Já indicamos na forma estratégica da Figura 6.7 os maiores valores entre as linhas, para cada coluna, com um (l), e os maiores valores nas colunas, para cada linha, com um (c), de forma a identificar os equilíbrios de Nash.

Nesse caso, nosso trabalho é facilitado pelo fato de que há apenas um equilíbrio de Nash a ser pesquisado: aquele em que a empresa de infraestrutura escolhe realizar um baixo investimento e o regulador escolhe sempre estabelecer uma tarifa pelo serviço que não remunera o investimento da empresa de infraestrutura, seja ele elevado ou baixo. Será que esse equilíbrio de Nash é um equilíbrio perfeito?

Para responder a essa pergunta, temos, em primeiro lugar, de considerar que se pode provar que, em jogos sequenciais de informação perfeita do tipo que estamos estudando, caso nenhum dos jogadores obtenha recompensas iguais em dois nós terminais quaisquer, há um único equilíbrio de Nash perfeito em subjogos.

Desse modo, um jogo com as características do jogo da regulação anterior, em que nenhum dos dois jogadores obtém recompensas iguais em nenhum nó terminal, tem apenas um equilíbrio de Nash perfeito em subjogos.

Mas também vimos anteriormente que todo equilíbrio perfeito é também um equilíbrio de Nash. Por conseguinte, se em um jogo sequencial de informação perfeita, em que nenhum dos jogadores obtém a mesma recompensa em dois nós quaisquer, encontrarmos um único equilíbrio de Nash, como esse jogo também possuirá um único equilíbrio perfeito (o qual também é um equilíbrio de Nash), esse equilíbrio de Nash único será também o equilíbrio perfeito do jogo.

Portanto, a resposta à pergunta acerca de se o equilíbrio de Nash (Investimento Baixo, (Não Remunera, Não Remunera)) é também um equilíbrio perfeito é afirmativa, por ser o jogo da regulação um jogo sequencial de informação perfeita, nenhum dos jogadores ter recompensas repetidas em dois nós terminais e haver apenas esse equilíbrio de Nash.

Contudo, vamos mesmo assim testar se o único equilíbrio de Nash do jogo da regulação da Figura 6.6 é um equilíbrio perfeito, empregando o método que foi apresentado, como exercício. O primeiro passo é verificar se esse equilíbrio de Nash é um equilíbrio em todos os subjogos do jogo da entrada em sua forma extensiva. Na Figura 6.8 estão assinalados os subjogos do jogo da regulação da Figura 6.6:

Na
senta
mune
que a
go SJ
se rer
pois c
Va
senta
Baixo
nação
equilí
Pa
presa
seja,
(Inve
lhori
Pa
o par
dor. I
timer
que r
da rec

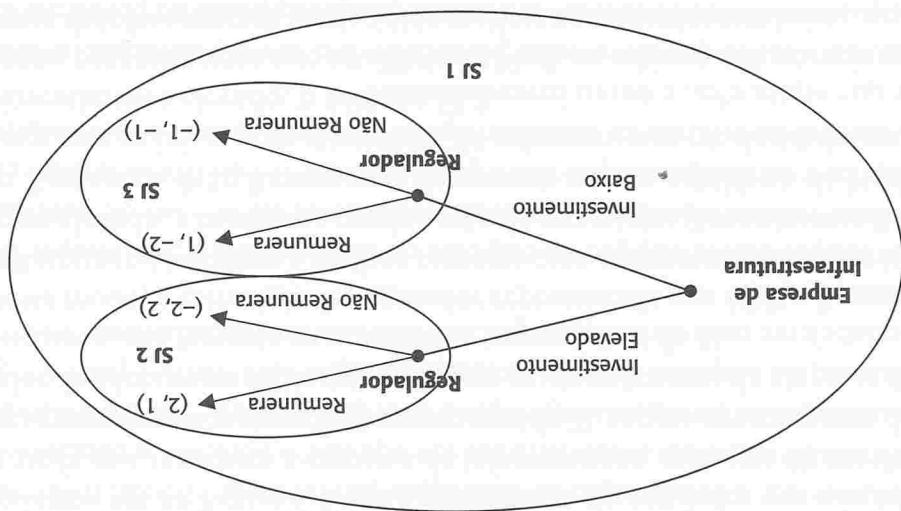


Figura 6.8 Os Subjogos do Jogo da Regulação

Na Figura 6.8, o subjogo SJ 1 representa o jogo todo. O subjogo SJ 2 representa o desdobramento do jogo que se inicia com o regulador decidindo se remunera ou não remunera o investimento da empresa de infraestrutura, depois que a empresa decidiu realizar um investimento elevado. Finalmente, o subjogo SJ 3 representa a sequência do jogo que se inicia com o regulador decidindo se remunera ou não remunera o investimento da empresa de infraestrutura, depois que a empresa decidiu realizar um investimento baixo.

Vamos considerar então o único equilíbrio de Nash que encontramos na representação em forma estratégica do jogo da regulação, na Figura 6.7: (Investimento Baixo, (Não Remunera, Não Remunera)). Por ser um equilíbrio de Nash, a combinação de estratégias (Investimento Baixo, (Não Remunera, Não Remunera)) é um equilíbrio de Nash no subjogo que é o jogo como um todo, ou seja, SJ 1.

Para testarmos esse equilíbrio de Nash no subjogo que se inicia após a empresa de infraestrutura ter decidido realizar um investimento elevado, ou seja, no subjogo SJ 2, temos apenas de considerar se o equilíbrio de Nash (Investimento Baixo, (Não Remunera, Não Remunera)) representa a melhor resposta para o regulador no subjogo SJ 2.

Para isso, temos de considerar o segundo par da combinação de estratégias, o par (Não Remunera, Não Remunera), que representa a estratégia do regulador. Essa estratégia oferece a melhor resposta caso a empresa realize um investimento elevado? Vamos considerar o primeiro elemento desse segundo par, que representa a ação {Não Remunera} caso a empresa de infraestrutura decidir realizar um investimento elevado.

es entre as
mas, para
ish.
um equi-
tura esco-
stabelecer
esa de in-
Nash é um
iderar que
o tipo que
isas iguais
arfeito em
anterior,
nenhum nó
é também
de infor-
compensa
ish, como
bém é um
equilíbrio
vestimento
o é afirma-
prfeita, ne-
haver ape-
h do jogo
étodo que
equilíbrio
sua forma
ulação da



Podemos ver na Figura 6.8 que a recompensa do regulador por não adotar uma tarifa que remunere a empresa de infraestrutura, caso esta última decida realizar investimentos elevados (recompensa de 2), supera a recompensa do regulador de adotar uma tarifa que remunere os investimentos da empresa de infraestrutura, nas mesmas circunstâncias (recompensa de 1).

Desse modo, a estratégia do regulador representada por {(Não Remunera, Não Remunera)} oferece a melhor resposta caso a empresa realize um investimento elevado, e com isso a combinação de estratégias (Investimento Baixo, (Não Remunera, Não Remunera)) demonstra ser um equilíbrio de Nash no subjogo que se inicia após a empresa de infraestrutura ter decidido realizar um investimento elevado, o subjogo SJ 2.

Agora, para testarmos esse equilíbrio de Nash no subjogo que se inicia após a empresa de infraestrutura ter decidido realizar um investimento baixo, no subjogo SJ 3, temos novamente de considerar se o equilíbrio de Nash (Investimento Baixo, (Não Remunera, Não Remunera)) representa a melhor resposta para o regulador.

Para isso, voltamos a considerar o segundo par da combinação de estratégias, o par (Não Remunera, Não Remunera), que representa a estratégia do regulador. Investigamos então se essa estratégia oferece a melhor resposta caso a empresa realize um baixo investimento. Para isso, consideramos agora o *segundo elemento* desse segundo par, que representa a ação {Não Remunera} no caso de a empresa de infraestrutura decidir realizar um investimento baixo.

Retornando à Figura 6.8, a recompensa do regulador por não adotar uma tarifa que remunere a empresa de infraestrutura, caso esta última decida realizar um investimento baixo (recompensa de -1), supera a recompensa do regulador ao adotar uma tarifa que remunere os investimentos da empresa de infraestrutura, nas mesmas circunstâncias (recompensa de -2).

Desse modo, a estratégia do regulador representada por {(Não Remunera, Não Remunera)} oferece também a melhor resposta caso a empresa realize baixo investimento. Logo, a combinação de estratégias (Investimento Baixo, (Não Remunera, Não Remunera)) demonstra ser um equilíbrio de Nash também no subjogo que se inicia após a empresa de infraestrutura ter decidido realizar um baixo investimento, o subjogo SJ 3.

Como a combinação de estratégias (Investimento Baixo, (Não Remunera, Não Remunera)) demonstra ser um equilíbrio de Nash em todos os subjogos do jogo da regulação, ou seja, no subjogo SJ 1 (que representa o jogo todo), no subjogo SJ 2 e no subjogo SJ 3, conclui-se que essa combinação de estratégias é um equilíbrio perfeito.

U
nera
resu
vest
dor
men
E
vest
de c
com
quei
Es
prin
gula
autc
cien
seus
Es
da r
mess
uma
As
dem
críve
perfo
joga
respo
Pe
ralm
preg
alter
se ch

TORI
MOV
Mov
estra
tos e



Uma vez que a combinação de estratégias (Investimento Baixo, (Não Remunera, Não Remunera)) demonstra ser um equilíbrio perfeito, a conclusão que resulta da análise do jogo da regulação é que, qualquer que seja a decisão de investimento da empresa de infraestrutura, sempre será melhor para o regulador estabelecer uma tarifa baixa que não remunere adequadamente os investimentos.

Em função disso, a opção da empresa de infraestrutura será sempre de investir um volume aquém do que seria necessário, em termos de quantidade de capital e de modernização dos equipamentos. O equilíbrio se dará então com uma tarifa inferior ao necessário para justificar os investimentos, quaisquer que sejam eles, e baixo investimento.

Esse resultado, que deve estar parecendo um tanto pessimista, é um dos principais resultados da teoria econômica, quando aplicada ao problema da regulação de serviços de infraestrutura: quando o agente regulador não possui autonomia e é vulnerável a pressões políticas, o resultado costuma ser ineficiente em todos os aspectos: a empresa não é remunerada adequadamente por seus investimentos, e a população não recebe serviços satisfatórios.

Esse resultado é conhecido, na literatura econômica voltada para a questão da regulação, como o problema do *compromisso* do regulador com sua promessa de garantir um retorno satisfatório sobre os investimentos privados, uma vez que o regulador ganha mais se não cumpre com sua promessa.

Assim, da mesma forma que podemos ter ameaças não-críveis, também podemos ter promessas não-críveis. Tanto promessas quanto ameaças não-críveis envolvem combinações de estratégias que não são equilíbrios de Nash perfeitos em subjugos, isto é, caso a circunstância para essas estratégias serem jogadas se apresente, a efetivação dessas ameaças ou promessas não é a melhor resposta possível.

Pode parecer, portanto, que a menos que a ameaça ou a promessa seja naturalmente do interesse do jogador que as realiza, não há como os jogadores pregarem ameaças ou promessas a seu favor. Há, porém, uma possibilidade de alterar essa situação. Essa possibilidade depende dos jogadores adotarem o que se chama de *movimento estratégico*. Esse será nosso próximo tema.

TORNANDO AMEAÇAS E PROMESSAS CRÍVEIS: MOVIMENTOS ESTRATÉGICOS

Movimentos estratégicos são da maior importância em processos de interação estratégica. Abaixo apresentamos uma definição simples do que são *movimentos estratégicos*:

ELSEVIER
não adotar
ma decida
ensa do re-
resa de in-
Remunera,
um inves-
nto Baixo,
e Nash no
do realizar
de estraté-
postas para
investimen-
co, no sub-
postas após a
resposta
amos ago-
{Não Re-
m investi-
dotar uma
cida reali-
sa do regu-
resa de in-
Remunera,
realize ba-
nto Baixo,
Nash tam-
cuidado rea-
Remunera,
os subjugos
(todo), no
estratégias é



Movimentos estratégicos são ações adotadas pelos jogadores que visam a alterar alguma característica do jogo, em geral a ordem em que os jogadores jogam ou as recompensas dos jogadores.

Na prática, um movimento estratégico é uma ação adotada por um dos jogadores que se move primeiro e que busca com esse primeiro movimento mudar o desenvolvimento do jogo a seu favor.

Essa mudança do desenvolvimento do jogo a seu favor pode se dar por uma alteração na ordem em que os jogadores inicialmente jogariam, ou por uma modificação nas recompensas dos jogadores, ou pelas duas coisas ao mesmo tempo. A ideia é que a mudança no desenvolvimento do jogo seja suficiente para tornar a ameaça ou a promessa críveis.

Vamos ilustrar o conceito de movimento estratégico com o caso de um movimento estratégico em que um dos jogadores altera, ao mesmo tempo, a ordem em que os jogadores jogam e suas recompensas. Vamos assim retornar ao jogo da entrada da Figura 6.1, mas dessa vez admitindo que a Dominante tem a possibilidade de investir em capacidade produtiva, que se constitui, em sua maior parte, de *ativos específicos*.

Ativos específicos são ativos produtivos (máquinas, equipamentos, instalações etc.) que não podem ser aplicados em outra atividade produtiva distinta daquela para a qual foram planejados, nem podem ser transportados para produzir em outra localidade. Uma tubulação subterrânea de gás encanado é um exemplo de um ativo específico: uma vez instalada ela não pode ser utilizada para outra finalidade além de distribuir gás, nem pode ser transportada para distribuir gás em outra localidade.⁷

Ocorre que quando uma parcela expressiva de capacidade produtiva é investida em ativos específicos, essa parcela do investimento se transforma em *custos irrecuperáveis*. É considerado um custo irrecuperável o valor do investimento em um ativo que a empresa não consegue recuperar se o ativo não for utilizado. Os ativos específicos são a fonte de custos irrecuperáveis, uma vez que possuem pouca ou nenhuma aplicação alternativa. Assim, caso o investimento seja malsucedido, seu valor de revenda costuma ser irrisório.⁸

Desse modo, se a empresa estabelecida no setor, no caso do exemplo do jogo da entrada, a empresa Dominante, investisse uma parcela significativa de sua capacidade em ativos específicos, ela não teria como reduzir sua capacidade instalada, na eventualidade de uma diminuição de suas vendas, exceto com um prejuízo elevado.

⁷ Como exemplo de ativo que não é específico, considere um caminhão de transporte geral.

⁸ Imagine uma empresa de distribuição de gás encanado que decidisse se retirar do seu setor. Sua rede subterrânea teria um valor muito baixo, caso a empresa pudesse se desfazer dela.



Isso porque, caso investisse em ativos específicos e a demanda para a capacidade produtiva desses ativos não acontecesse, a perda no valor do investimento nesses ativos caso a Dominante tivesse de vendê-los para eliminar capacidade ociosa seria muito elevada. Desse modo, ao investir uma parcela significativa de sua capacidade produtiva em ativos específicos, a empresa Dominante estaria optando por tornar sua capacidade produtiva *inflexível*.

Já caso a empresa Dominante optasse por investir uma parcela significativa de sua capacidade produtiva em ativos com pouca especificidade, se a demanda necessária para garantir a ocupação produtiva desses ativos não se realizasse, a empresa Dominante conseguiria reduzir a capacidade ociosa revendendo esses ativos, com pequena perda no seu valor, uma vez que os ativos em que investiu sua capacidade produtiva são ativos de uso geral. Nesse caso, dada a possibilidade de revenda dos ativos sem perdas significativas, a Dominante estaria optando por tornar sua capacidade produtiva *flexível*.

Modificamos o jogo da entrada para incorporar a possibilidade de a Dominante realizar esse movimento estratégico, de optar por uma capacidade produtiva flexível ou inflexível, no início do jogo, e o jogo da entrada foi renomeado como “jogo de prevenção de entrada”, na Figura 6.9.⁹

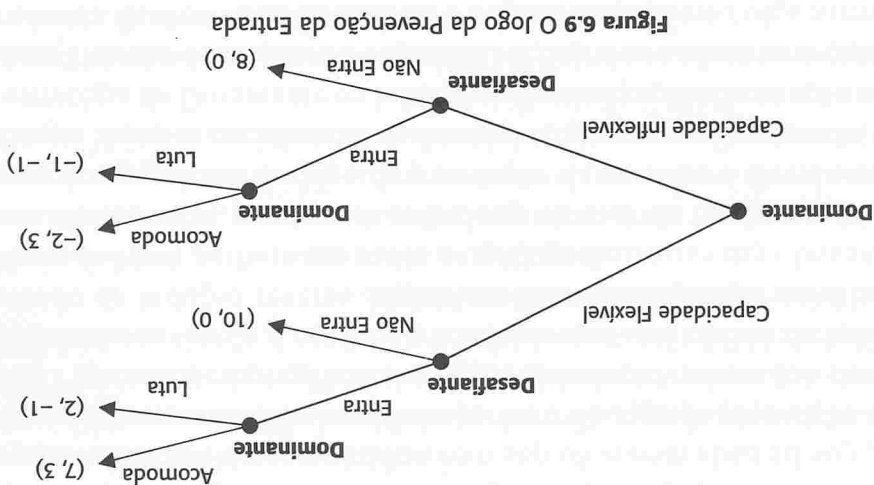


Figura 6.9 O Jogo da Prevenção da Entrada

No jogo de prevenção da entrada da Figura 6.9, as recompensas dos jogadores, caso a empresa Dominante escolha uma capacidade produtiva flexível, são

⁹ O leitor deve atentar para o fato de que, no jogo de prevenção da entrada da Figura 6.9, a primeira recompensa corresponde à recompensa da empresa Dominante e a segunda recompensa à empresa Desafiante, ao contrário do que acontecia com o jogo da entrada da Figura 6.1. A razão disso é que agora é a empresa Dominante quem faz o primeiro movimento, ao decidir se adota a capacidade flexível ou inflexível.



as mesmas do jogo da entrada. As recompensas da Desafiante também não se alteram, mesmo que a Dominante escolha capacidade produtiva inflexível, fundada basicamente em ativos específicos, fonte de custos irrecuperáveis, ou seja, ativos que produzem perdas significativas se tiverem de ser alienados para ajustar a capacidade a uma insuficiência de demanda.

Além da ordem em que os jogadores jogam (agora a Dominante é a primeira a jogar, escolhendo capacidade flexível ou inflexível), a única alteração no jogo da prevenção de entrada diz respeito às *recompensas da Dominante caso ela escolha a capacidade produtiva inflexível*. Há dois motivos para isso. O primeiro deles é que ativos especializados são, em geral, mais caros do que ativos de uso geral. Assim, mesmo que a Desafiante não entre, os lucros da Dominante serão menores com capacidade inflexível do que com capacidade flexível (8 milhões contra 10 milhões de recompensa).

O segundo motivo para que haja diferenças nas recompensas da Dominante caso ela escolha capacidade inflexível é que nesse caso o prejuízo resultante de acomodar a entrada da Desafiante é maior do que o de lutar (-2 milhões acomodando contra -1 milhão lutando). Dada a especificidade dos ativos, a alternativa de aliená-los caso a demanda da Dominante se reduza não é mais viável: se há um custo de luta, há um custo ainda maior de acomodar a entrada do competidor.

Vamos então encontrar o equilíbrio perfeito do jogo da prevenção da entrada na Figura 6.9, empregando o método da indução reversa (no exercício 6.3 o leitor é convidado a conferir o resultado que será obtido da aplicação do método da indução reversa, identificando a estratégia que constitui um equilíbrio de Nash perfeito em todos os subjogos).

Antes disso, porém, precisamos considerar como serão representadas as estratégias dos jogadores do jogo da prevenção da entrada: a Dominante e a Desafiante. Vejamos inicialmente as estratégias da empresa Dominante. Qualquer estratégia da Dominante terá de especificar três ações: uma ação no primeiro movimento da empresa Dominante, definindo se adota uma capacidade produtiva flexível ou inflexível.

A seguir, a estratégia da empresa Dominante deve especificar qual ação ela deve tomar se a Desafiante decidir entrar e *caso a Dominante tenha escolhido capacidade produtiva flexível*. Por último, a estratégia da Dominante deve especificar a ação a ser tomada se a Desafiante decidir entrar e *caso a Dominante tenha escolhido capacidade produtiva inflexível*.

Desse modo, um exemplo de estratégia para a Dominante seria {(Capacidade Flexível, Acomoda, Luta)}, significando que a Dominante escolhe adotar uma capacidade produtiva flexível em seu primeiro movimento, a

partir d
escolhi
decidir
dutiva i

Pode
como p
ação qu
com a I
viament
flexível
luta, da
de infle

Com
pecifica
tenha d
ção do
impedir
jogo, es

Reto
tanto, c
quência
Flexíve
(Capaci
mos ao

Aplic
estratégia
quanto
segue à
minante

Assim
a prime
de a Do
responc
dade in
Entra),

Vamo
dução r
brio per
cisões q



partir daí acomodando se a Desafiante decide entrar após a Dominante ter escolhido adotar capacidade produtiva flexível; e lutando se a Desafiante decidir entrar após a Dominante ter decidido adotar uma capacidade produtiva inflexível.

Pode parecer estranho que haja em uma mesma estratégia, em que consta como primeira escolha da Dominante adotar capacidade produtiva *flexível*, a ação que a Dominante deveria escolher no caso de a Desafiante decidir entrar com a Dominante tendo escolhido uma estratégia *inflexível*. Isso porque, obviamente, caso a Dominante tenha decidido adotar uma capacidade produtiva flexível, a circunstância em que a Dominante teria de decidir se acomoda ou luta, dada a entrada da Desafiante, e tendo a Dominante escolhido a capacidade de inflexível, nunca irá ocorrer no jogo.

Como vimos no Capítulo 2, isso se justifica porque uma estratégia deve especificar tudo que um jogador deve fazer, em cada momento em que o jogador tenha de tomar uma decisão no jogo. Daí o fato de que, apesar de a especificação do tipo de capacidade produtiva no primeiro movimento da Dominante impedir que uma de suas próprias ações seja jogada em uma etapa seguinte do jogo, essa ação tem de constar na caracterização da estratégia.

Retornando ao jogo da prevenção da entrada da Figura 6.9, temos, portanto, que há nada menos do que oito estratégias resultantes de todas as sequências de ações que podem ser adotadas pela Dominante: {(Capacidade Flexível, Acomoda, Acomoda), (Capacidade Flexível, Acomoda, Luta), ..., (Capacidade Inflexível, Acomoda, Acomoda), (Capacidade Inflexível, Acomoda, Luta), ...}. Como exercício, sugerimos ao leitor listar todas as oito estratégias.

Aplicando um raciocínio análogo à Desafiante, identificamos quatro estratégias com base no fato de que a Desafiante tem de tomar sua decisão quanto a entrar ou não entrar em duas etapas diferentes do jogo: uma que se segue à Dominante ter escolhido capacidade flexível e outra que se segue à Dominante ter escolhido capacidade inflexível.

Assim, se considerarmos que, na descrição de uma estratégia da Desafiante, a primeira ação corresponde sempre à escolha da Desafiante na circunstância de a Dominante ter escolhido uma capacidade flexível, e a segunda ação corresponde sempre à escolha no caso de a Dominante ter escolhido uma capacidade inflexível, teremos as quatro estratégias: {(Entra, Entra), (Entra, Não Entra), (Não Entra, Entra) e (Não Entra, Não Entra)}.

Vamos resolver então o jogo da prevenção da entrada da Figura 6.9 por indução reversa, e identificar entre essas várias estratégias qual delas é o equilíbrio perfeito. Primeiramente, eliminaremos os ramos que correspondem às decisões que não são ótimas, nas etapas em que a Dominante tem de decidir se

nbém não se
ra inflexível,
iperáveis, ou
ienados para

: é a primeira
ação no jogo
e caso ela es-
. O primeiro
ativos de uso
inante serão
el (8 milhões

as da Domi-
prejuízo re-
de lutar (-2
pecificidade
nante se re-
da maior de

ção da en-
no exercício
da aplicação
constitui um

ntadas as es-
minante e a
nante. Qual-
ação no pri-
ra capacidade

qual ação ela
ha escolhido
nte deve es-
Dominante

a {(Capaci-
nte escolhe
vimento, a

acomoda ou se luta, caso a Desafiante tenha decidido entrar. Para isso, considere a Figura 6.10 (a):

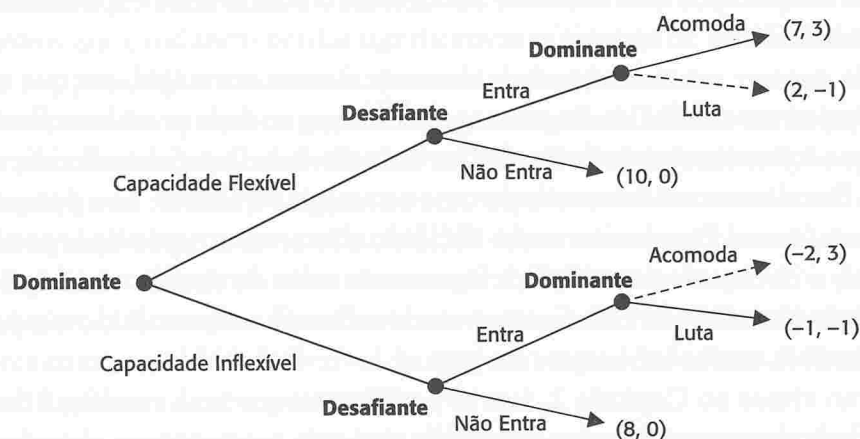


Figura 6.10 (a) Aplicando Indução Reversa ao Jogo de Prevenção da Entrada

Na Figura 6.10 eliminamos o ramo que corresponde à decisão da Dominante de lutar, caso a Desafiante tenha decidido entrar após a própria Dominante ter escolhido uma capacidade de produção flexível, juntamente com o ramo que corresponde à decisão da Dominante de acomodar, caso a Desafiante tenha decidido entrar após a própria Dominante ter escolhido uma capacidade de produção inflexível.

Isso significa que a estratégia da Dominante que irá compor o equilíbrio perfeito deverá conter as ações que não foram eliminadas naquelas duas etapas do jogo, determinando que a Dominante acomode, caso a Desafiante tenha decidido entrar após a própria Dominante ter escolhido uma capacidade de produção flexível; e que a Dominante lute, caso a Desafiante tenha decidido entrar após a própria Dominante ter escolhido uma capacidade de produção inflexível.

A forma reduzida do jogo após essa primeira rodada da aplicação do método da indução reversa pode ser vista na Figura 6.10 (b).

A próxima etapa consiste em eliminar as piores opções da Desafiante nas duas circunstâncias em que ela tem de escolher se entra ou não entra, ou seja, após a escolha da Dominante quanto ao gênero de capacidade que ela deverá adotar, se flexível ou inflexível. Assim, na Figura 6.10 (c) mais adiante, eliminamos as piores escolhas da Desafiante, tanto para o caso em que a Dominante escolhe uma capacidade de produção flexível, quanto para o caso de a Dominante escolher uma capacidade de produção inflexível.

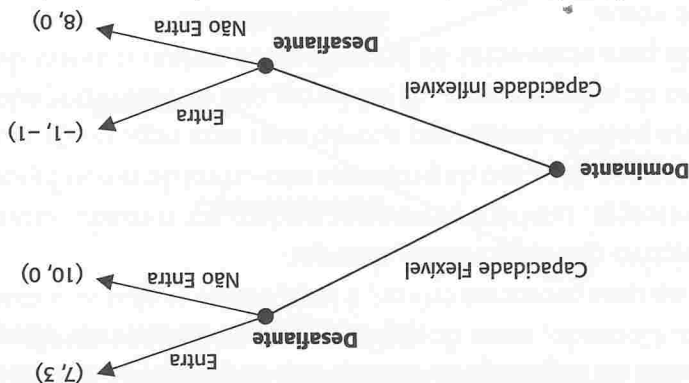
Podemos observar na Figura 6.10 (c) que a pior opção para a Desafiante, caso a Dominante escolha uma capacidade de produção flexível, consiste em a

Desaf
anteri
caso a
Ess:
entrar
rodad
caso a
decida

Isso
feito
jogo,
uma c
minar
na qu
{(Ent

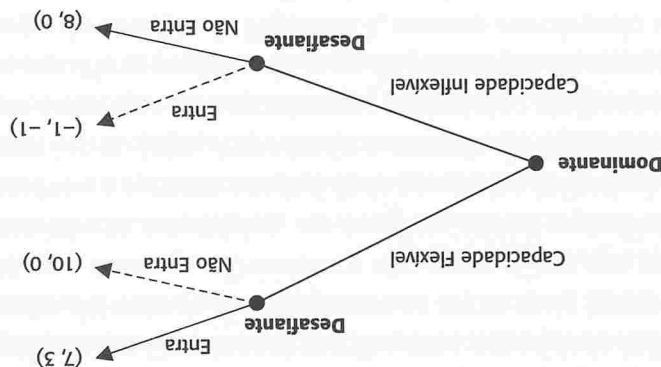


Figura 6.10 (b) Aplicando Indução Reversa ao Jogo de Prevenção da Entrada



Desafiante escolher não entrar. Isso ocorre porque, conforme vimos na rodada anterior de aplicação do método da indução reversa, a Dominante não irá lutar caso adote capacidade flexível, o que torna a entrada da Desafiante lucrativa. Essa opção foi, portanto, eliminada, juntamente com a opção de a Desafiante entrar caso a Dominante escolha capacidade inflexível, pois, conforme vimos na rodada anterior de aplicação do método da indução reversa, a Dominante irá lutar caso adote capacidade inflexível, o que resulta em prejuízo da Desafiante caso ela decida entrar no mercado.

Figura 6.10 (c) Aplicando Indução Reversa ao Jogo de Prevenção da Entrada



Isso significa que a estratégia da Desafiante que irá compor o equilíbrio perfeito deverá conter as ações que não foram eliminadas nessas duas etapas do jogo, determinando que a Desafiante entre caso a Dominante tenha escolhido uma capacidade de produção flexível, e que a Desafiante não entre caso a Dominante tenha escolhido uma capacidade de produção inflexível. Isso determina que a estratégia da Desafiante que fará parte do equilíbrio perfeito será: {(Entra, Não Entra)}.

ELSEVIER
isso, consi-
-1)
3)
-1)
3)
-1)
da Domi-
ópria Do-
ntamente
ar, caso a
escolhido
líbrio per-
etapas do
ha decidi-
produção
rar após a
ível.
o método
fiante nas
a, ou seja,
ela deverá
nte, elimi-
omnante
e a Domi-
esafiante,
siste em a

A forma reduzida do jogo após essa rodada da aplicação do método da indução reversa pode ser vista na Figura 6.10 (d):

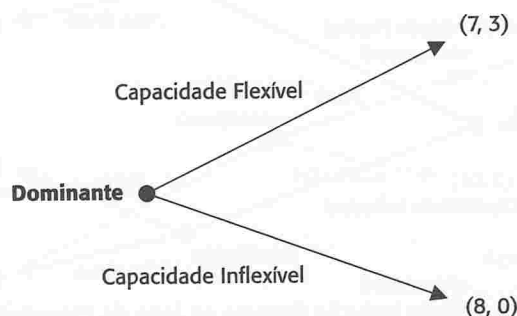


Figura 6.10 (d) Aplicando Indução Reversa ao Jogo de Prevenção da Entrada

É fácil observar na Figura 6.10 que a melhor opção para a Dominante, considerado todo o desdobramento que se segue no jogo, é escolher uma capacidade de produção inflexível, e assim assegurar a maior recompensa (de 8 milhões). Dessa forma completamos a estratégia da Dominante que fará parte do equilíbrio perfeito no jogo de prevenção de entrada: {Capacidade Inflexível, Acomoda, Luta}. Juntamente com a estratégia da Desafiante, {Entra, Não Entra}, isso resultará no equilíbrio perfeito: ((Capacidade Inflexível, Acomoda, Luta), (Entra, Não Entra)).

Em outras palavras, a Dominante escolhe uma capacidade inflexível e, com isso, lutar no caso de entrada da Desafiante se torna mais interessante do que acomodar. Por esse motivo, a Desafiante não entra. Com seu primeiro movimento, um *movimento estratégico*, ao escolher ativos específicos que geram custos irreversíveis e tornam a capacidade produtiva inflexível, a Dominante alterou o desenrolar do jogo, impedindo a entrada da Desafiante.

É importante notar que esse movimento estratégico melhorou a situação da Dominante no equilíbrio perfeito do jogo da prevenção de entrada em comparação com o jogo da entrada da Figura 6.1, *mesmo envolvendo um custo*. Isso porque vale a pena, para a empresa Dominante, incorrer no custo extra dos ativos específicos (o custo extra pode ser verificado pelo fato de que seus lucros se reduzem de 10 milhões para 8 milhões, no caso de a Desafiante não entrar).

A explicação para isso é que, incorrendo no custo extra dos ativos específicos, a Dominante efetivamente impede que a Desafiante entre. Com isso, mesmo reduzindo seus ganhos potenciais de 10 milhões para 8 milhões, ela ainda obtém um ganho maior do que se não incorresse no custo do investimento em capacidade com ativos específicos, pois nesse caso a entrada da Desafiante seria inevitável e seus lucros se reduziriam para 7 milhões!



Assim, o custo do movimento estratégico para impedir a entrada da Desafiante vale a pena. Contudo, antes de realizar um movimento estratégico para tornar uma ameaça ou uma promessa críveis, é importante avaliar se o custo é compensado pelo objetivo que se pretende alcançar.

Além de ameaças, também promessas podem ser tomadas críveis por movimentos estratégicos. No caso da promessa não-crível do nosso hipotético regulador, o governo poderia assinar um acordo com uma organização multilateral de financiamento de infraestrutura, de tal forma que os custos por adotar uma tarifa inadequada para remunerar os investimentos seriam maiores do que o custo em perdas de votos.

Essa estratégia de compromisso prévio é semelhante à estratégia adotada por Ulisses na *Odisseia*, de Homero: sabendo que passaria perto da ilha das sereias, e que não seria capaz de manter sua promessa de resistir ao seu canto, Ulisses pede a seus homens que o amarrarem no mastro do navio.

De qualquer forma, tratando-se de ameaças ou promessas que se deseje tornar críveis, duas condições são necessárias para que um movimento estratégico seja bem-sucedido (além, é claro, do seu custo ser compensado pelo ganho que se espera obter). A primeira condição é a de que o movimento estratégico possa ser observado pelos demais jogadores.

Por exemplo, a empresa Desafiante somente desistiu de entrar no mercado da Dominante porque, de alguma forma, ficou sabendo que a Dominante tinha investido em ativos específicos. Se a Desafiante não soubesse, de nada adiantaria o custo extra de investir em ativos específicos, pois a Desafiante entraria no mercado de qualquer forma.

Também de nada adiantaria o governo assinar um acordo com uma organização multilateral de financiamento de infraestrutura, como mencionamos anteriormente, se a empresa de infraestrutura não soubesse que o acordo impõe penalidades caso o regulador estabeleça tarifas que não remunerarem o investimento. O governo incorreria nesse custo, mas a empresa continuaria investindo pouco.

A segunda condição é a de que o movimento estratégico seja irreversível. Essa é exatamente a ideia que está por trás da atitude da Dominante de investir em capacidade excessiva com ativos específicos: a dificuldade de aliená-los torna a decisão de ampliar a capacidade praticamente irreversível, o que faz com que a ameaça de luta em caso de entrada se torne uma hipótese a ser levada a sério. Da mesma forma, o acordo do governo com uma organização multilateral de financiamento de infraestrutura somente torna a promessa de tarifas adequadas crível se o acordo não puder ser desfeito a baixo custo pelas partes envolvidas. Ou seja, se ele for, em grande medida, de difícil reversibilidade.

nte seria
ento em
ela ainda
sso, mes-
especifi-
entrar).
lucros se
a dos ati-
usto. Isso
n compa-
uação da
ominante
e geram
iro movi-
te do que
el e, com
da, Luta),
o Entra},
vel, Aco-
do equilí-
milhões).
pacidade
te, consi-

da

o da indu-

ELSEVIER